

การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะ  
ด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

วิทยานิพนธ์  
ของ  
นฤมล ชุนไกร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา  
พฤษภาคม 2558  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะ  
ด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

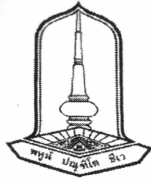
วิทยานิพนธ์  
ของ  
นฤมล ชุนไกร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

พฤษภาคม 2558

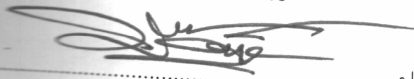
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม





คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวนฤมล ขุนไกร  
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

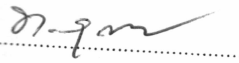
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(อาจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน)

ประธานกรรมการ

(อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)



(อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ)

กรรมการ

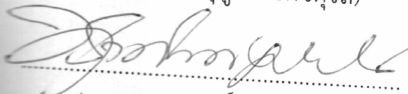
(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก)



(อาจารย์ ดร.จตุภูมิ เขตจัตรัส)

กรรมการ


(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม)



(ผศ.ดร.ทรงศักดิ์ กุสี่ออน)

กรรมการ

(อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)

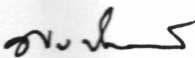


(อาจารย์ ดร.สมประสงค์ เสนารัตน์)

กรรมการ

(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



(ผศ.ดร.พชรวิทย์ จันทร์ศิริสร)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



(ศ.ดร.ประดิษฐ์ เทอดทูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 12 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2558



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ  
ประจำปี 2558

และ

ทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2558  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



## ประกาศขอบคุณการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากอาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.จตุภูมิ เขตจัตุรัส อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.สมประสงค์ เสนารัตน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางที่ทรงคุณค่าในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาคทวิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ แก่ผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียน ครู และนักเรียน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้ และโรงเรียนสทิงพระวิทยา อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณเพื่อนนิสิตและรุ่นพี่ปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สำนักงานโครงการดุขภูมิจิต มหาวิทยาลัยมหาสารคามทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการประสานงานเอกสารต่าง ๆ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อพงษ์พัฒน์ ขุนไกร คุณแม่วรรณิ ขุนไกร บิดา มารดา และขอขอบพระคุณ คุณอรวรรณ ขุนไกร พี่สาว ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา และบูรพาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

นฤมล ขุนไกร



<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน
<b>ผู้วิจัย</b>	นางสาวนฤมล ชุนไกร
<b>กรรมการควบคุม</b>	อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ และอาจารย์ ดร.จตุภูมิ เขตจัตุรัส
<b>ปริญญา</b>	ปร.ด. สาขาวิชา วิจัยและประเมินผลการศึกษา
<b>มหาวิทยาลัย</b>	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่พิมพ์ 2558

### บทคัดย่อ

เด็กแต่ละคนมีความถนัดหรือปัญหาที่ติดตัวมาแต่กำเนิดต่างกัน ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง ต้องอาศัยทฤษฎีการทดสอบ โดยการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ เป็นการทดสอบความถนัดที่สามารถวัดสมรรถนะที่ซับซ้อนได้ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายหลัก 2 ข้อ ได้แก่ 1) เพื่อพัฒนาและเปรียบเทียบคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบพิจารณาจากการพัฒนาคลังข้อสอบ และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ สำหรับการเปรียบเทียบคุณภาพพิจารณาจากการศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ การเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบ และการเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ และ 2) เพื่อศึกษาความถนัดทางการเรียนจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ และศึกษาผลการแนะแนวการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตัวอย่างวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และครูผู้สอน ปีการศึกษา 2557 จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการวิจัยพบว่า 1) โปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้น มีข้อสอบในคลังข้อสอบ 269 ข้อ โดยมีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.34 ค่าความยากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.34 และโอกาสการเดามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.15 ผลการประเมินโปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมาก และผลการประเมินคู่มือการใช้โปรแกรมอยู่ในระดับมากที่สุด 2) ค่าความสามารถของความถนัดทางภาษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 5 วิชาหลัก ค่าความสามารถของความถนัดด้านจำนวนและด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา ค่าความสามารถของความถนัดด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ 3) โปรแกรมการทดสอบมีสารสนเทศของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ 4) ผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ย



ด้านค่าใช้จ่ายและวิธีการดำเนินการสอบ และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สูงกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ แต่ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ สำหรับความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบด้านการตั้งใจของโปรแกรมการทดสอบไม่แตกต่างกัน และความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบทั้งสองโปรแกรมไม่แตกต่างกัน 5) องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดมีความสัมพันธ์กับวิชาที่ชอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ และ 6) ตัวอย่างวิจัย 100 คน มีความถนัดที่จะศึกษาต่อสายสามัญ ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์มากที่สุด สายอาชีพ ในประเภทวิชาพาณิชยกรรมมากที่สุด และส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน

โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติที่พัฒนาขึ้น ได้ผ่านการดำเนินการเป็นอย่างดี จนได้โปรแกรมการทดสอบที่สามารถแนะนำแนวการศึกษาต่อตามแนวโน้มที่เป็นไปได้จากผลการทดสอบ นั่นคือ โปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้นมีประโยชน์ และสามารถนำไปใช้งานในสถานการณ์ได้จริง



**TITLE** Development of Multidimensional Computerized Adaptive Scholastic Aptitude Testing Program for Matthayomsuksa 3 Students under Varying Review Test Condition

**AUTHOR** Miss Naruemon Khunkrai

**ADVISORS** Dr. Tatsirin Sawangboon and Dr. Jatuphum Ketchatturat

**DEGREE** Ph.D. **MAJOR** Educational Research and Evaluation

**UNIVERSITY** Mahasarakham University **DATE** 2015

### ABSTRACT

Each student has different aptitude or intelligence which cannot be observed directly. It is needed to be tested by using theory by developing multidimensional computerized adaptive scholastic aptitude testing program which can measure complex competence. The purpose of this research was firstly to develop and compare the quality of Multidimensional Computerized Adaptive Scholastic Aptitude Testing Program for Matthayomsuksa 3 students under varying review test condition. The program was developed by considering from examination sources, experts' opinion and program usage manual. The quality comparison result was considered by predictive validity, test information, and evaluation of testing program. The second purpose is to study students' studying aptitude by using Multidimensional Computerized Adaptive Scholastic Aptitude Testing Program Matthayomsuksa 3 students by considering correlation between aptitude factors with the highest ability and various variables and also to study the results of guidance on further study for Matthayomsuksa 3 students. Study samples of this research were Matthayomsuksa 3 students and teachers in academic year 2014, listed under the Secondary Educational Service Area Office in the North East of Thailand. The result indicated as follows. Firstly, the testing program had 269 items in item bank with 0.34 of discrimination mean, 0.50 of difficulty mean and 0.15 of guessing mean. Evaluation result of both program and program manual rated by experts was in highest level. Secondly, the value of verbal factor had positive correlation with studying achievement of five core subjects. The items of Number Factor and Reasoning Factor positively correlated achievement of Mathematics, Science and Social. The value of ability in terms of relationship dimension had positive correlation with studying achievement of Mathematics and Science. Thirdly, the testing program significantly had statistically different value at .05 of significance level. The program with test revision program had higher mean value than the





program without test revision program. Fourthly, the comparison result gained from students' opinion toward the program had different results at significance level .05. The program with test revision program had more mean value in terms of program manual and test process and general opinion toward the test by the program than the test program without test revision program. In the aspect of concerning the test, the result indicated that the program with the test revision program had lower mean score than the program without the test revision. In relations to opinion toward the test program in the aspects of motivation of the program, the result indicated that the students' opinion toward both program with and without test revision were not different at significance level. And, the teachers' opinion toward both program with and without test revision were also not different at significance level. Fifthly, components with highest ability score had correlation with favorite subject at .05 of significance level but had no correlation with other variables. Lastly, from 100 student samples, most of the students had ability to further study in general education in the field of Science-Mathematics and in vocational education in the field of Commerce. Additionally most of the students had aptitude in Number Factor.

The Multidimensional Computerized Adaptive Scholastic Aptitude Testing Program had been well developed through careful process until it can be used to advise correct further study in accordance with program results. In conclusion, the program has advantages.



## สารบัญ

บทที่	หน้า	
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	8
	สมมติฐานของการวิจัย	8
	ความสำคัญของการวิจัย	9
	ขอบเขตของการวิจัย	10
	ข้อตกลงเบื้องต้น	11
	ข้อจำกัดในการวิจัย	12
	นิยามศัพท์เฉพาะ	12
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	16
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
	ความถนัดทางการเรียน	19
	แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน ตามแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สตัน	33
	การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ (Test Score Equating)	70
	โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional IRT Models)	104
	การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ	124
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	166
	สรุปแนวทางในการวิจัยครั้งนี้	187
3	วิธีดำเนินการวิจัย	188
	ระยะที่ 1 การพัฒนาคลังข้อสอบความถนัดทางการเรียน	195
	ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะ ด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ	202
	ระยะที่ 3 การทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะ ด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ	207
	ระยะที่ 4 การประเมินผลการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ	215
	สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัย	218
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	221
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	221
	ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	221



บทที่	หน้า
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	222
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาและเปรียบเทียบคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบ ความถนัดทาง การเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบ ที่แตกต่างกัน .....	222
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความถนัดทางการเรียนจากการทดสอบด้วยโปรแกรม การทดสอบความ ถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 .....	240
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	251
ความมุ่งหมายของการวิจัย .....	251
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	252
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	252
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	253
สรุปผล .....	254
อภิปรายผล .....	256
ข้อเสนอแนะ .....	259
บรรณานุกรม .....	263
ภาคผนวก .....	282
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ .....	283
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือและผลการทดสอบสมมติฐาน .....	287
ภาคผนวก ค โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะ ด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไข การทวนคำตอบที่แตกต่างกัน .....	347
ภาคผนวก ง คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะ ด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไข การทวนคำตอบที่แตกต่างกัน .....	356
ภาคผนวก จ ค่าความสามารถของผู้สอบ .....	385
ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย .....	396
ภาคผนวก ช เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	406
ประวัติย่อของผู้วิจัย .....	468



## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แผนการเรียน/ประเภทวิชาที่เหมาะสมกับความถนัดทางการเรียน .....	64
2 คณะที่อยู่ในกลุ่มต่าง ๆ ของแผนการเรียนสายสามัญ .....	67
3 การจำแนกประเภทของการเชื่อมโยงคะแนนตามเกณฑ์ของ Feuer และคณะ (1999) ....	88
4 ประเภทของการเชื่อมโยงคะแนนตามแนวคิดของ Mislevy (1992) และ Linn (1993) และระดับของความคล้ายคลึงกันระหว่างแบบทดสอบสองฉบับ .....	92
5 สรุปวิธีการและเงื่อนไขการเชื่อมโยงคะแนนตามโมเดล MIRT .....	103
6 สรุปความแตกต่างของการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) และ MIRT .....	110
7 องค์ประกอบความถนัดทางการเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่าง ๆ .....	171
8 สรุปประเด็นในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ .....	178
9 สรุปประเด็นในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ แบบพหุมิติ .....	184
10 สรุปวิธีดำเนินการวิจัยการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ .....	187
11 แสดงขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน .....	189
12 แสดงตัวอย่างวิจัยที่ใช้ในการพัฒนาคลังข้อสอบความถนัดทางการเรียน .....	196
13 ข้อสอบความถนัดทางการเรียนที่ผู้วิจัยดำเนินการสร้างขึ้น จำแนกตามองค์ประกอบ ความถนัด .....	197
14 การจัดชุดข้อสอบ จำแนกตามข้อสอบร่วม ข้อสอบต่างกัน และกลุ่มตัวอย่างสำหรับ การทดสอบหาค่าพารามิเตอร์ .....	198
15 แสดงตัวอย่างวิจัยที่ใช้ในการทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบและคู่มือการทดสอบ .....	208
16 แสดงจำนวนข้อคำถามที่สร้างขึ้นและต้องการ .....	210
17 แสดงตัวอย่างวิจัยที่ใช้ในการประเมินผลการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัด ทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ .....	216
18 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัย .....	218
19 จำนวนข้อสอบที่ได้รับการคัดเลือกเข้าคลังข้อสอบ จำแนกตามเนื้อหาและ องค์ประกอบความถนัดทางการเรียน .....	223
20 ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบความถนัดทางการเรียนที่ผ่านการคัดเลือกเข้าคลังข้อสอบ .....	224
21 ผลการประเมินโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะ ด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยผู้เชี่ยวชาญ .....	226



22	ผลการประเมินคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยผู้เชี่ยวชาญ .....	227
23	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ยสะสมจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ .....	230
24	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ยสะสมจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ .....	232
25	ค่าสถิติพื้นฐานความสามารถของผู้สอบ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และสารสนเทศของแบบทดสอบ จากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ .....	233
26	ค่าสถิติพื้นฐานความสามารถของผู้สอบ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และสารสนเทศของแบบทดสอบ จากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ .....	233
27	ผลการเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน .....	234
28	ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน .....	235
29	ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน .....	236
30	ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน .....	237



31	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (one-way MANOVA) ของการเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ	238
32	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (one-way MANOVA) ของการเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ แยกตามประเด็นการประเมิน	238
33	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (one-way MANOVA) ของการเปรียบเทียบความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ	239
34	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (one-way MANOVA) ของการเปรียบเทียบความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ แยกตามประเด็นการประเมิน	239
35	ค่าสถิติพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม	240
36	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด กับตัวแปรต่าง ๆ	243
37	จำนวนและร้อยละของตัวอย่างวิจัยในองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด จำแนกตามตัวแปรต่าง ๆ	244
38	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความสามารถของผู้สอบในองค์ประกอบ ความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด จำแนกตามตัวแปรต่าง ๆ	246
39	จำนวนและร้อยละของตัวอย่างวิจัยในองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด จำแนกตามแผนการเรียน/ประเภทวิชาที่โปรแกรมการทดสอบ ได้แนะนำการศึกษาต่อ (ผู้สอบ 100 คน)	249
40	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความสามารถของผู้สอบในองค์ประกอบ ความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด จำแนกตามแผนการเรียน/ประเภทวิชา ที่โปรแกรมการทดสอบได้แนะนำการศึกษาต่อ	250
41	ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบความถนัดทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับองค์ประกอบความถนัดที่มุ่งวัด โดยผู้เชี่ยวชาญ	288
42	ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาของแต่ละ องค์ประกอบความถนัดทางการเรียนที่มุ่งวัด	291
43	ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยโปรแกรม TESTFACT รายข้อ	293
44	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบรวมจากแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนก่อนและหลัง การปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ	302
45	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบความถนัดทางการเรียนก่อนคัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบ	305
46	ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบจากแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน	306
47	ผลการประเมินโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะ ด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไข การทวนคำตอบที่แตกต่างกันโดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละบุคคล	316



48	ผลการประเมินคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละบุคคล .....	317
49	ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ โดยผู้เชี่ยวชาญ .....	318
50	ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน (สำหรับครูผู้สอน) .....	319
51	ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน (สำหรับนักเรียน) .....	321
52	ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน (สำหรับครูผู้สอน) .....	322
53	สารสนเทศของแบบทดสอบและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ .....	324
54	สารสนเทศของแบบทดสอบและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ .....	325
55	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ รายข้อ .....	326
56	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ รายข้อ .....	327
57	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ รายข้อ .....	328



58	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะ ด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบ ที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ รายข้อ .....	330
59	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของครูผู้สอนที่มีต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบ ที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ รายข้อ .....	331
60	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของครูผู้สอนที่มีต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบ ที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ รายข้อ .....	332
61	จำนวนนักเรียนตัวอย่างวิจัย แบ่งตามระดับความสามารถรวมที่ได้จากโปรแกรม การทดสอบในชั้นตอนที่ 3 .....	333
62	ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์ประเด็นความคิดเห็น/ความรู้สึกต่อโปรแกรมนี้ ในชั้นตอนที่ 3 .....	333
63	ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนในประเด็นปัญหาที่พบขณะดำเนินการทดสอบ ในชั้นตอนที่ 3 .....	335
64	ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนในประเด็นการแนะแนวการศึกษาต่อ (แผนการเรียนที่เหมาะสม) ที่ได้จากการทดสอบ ในชั้นตอนที่ 3 .....	335
65	ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูในประเด็นการแนะแนวการศึกษาต่อ (แผนการเรียน ที่เหมาะสม) ที่ได้จากการทดสอบ .....	335
66	ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูในประเด็นประโยชน์ของโปรแกรมนี้ .....	335
67	ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์ตัวอย่างวิจัยในประเด็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ในชั้นตอนที่ 3 .....	336
68	จำนวนตัวอย่างวิจัยที่มีค่าความสามารถสูงสุดในแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรเพศ .....	339
69	จำนวนตัวอย่างวิจัยที่มีค่าความสามารถสูงสุดในแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรขนาดโรงเรียน .....	339
70	จำนวนตัวอย่างวิจัยที่มีค่าความสามารถสูงสุดในแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรวิชาที่ชอบ .....	340
71	จำนวนตัวอย่างวิจัยที่มีค่าความสามารถสูงสุดในแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรการเรียนพิเศษ .....	340
72	จำนวนตัวอย่างวิจัยที่มีค่าความสามารถสูงสุดในแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรการศึกษาของผู้ปกครอง .....	341





73	จำนวนตัวอย่างวิจัยที่มีค่าความสามารถสูงสุดในแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรรายได้ของผู้ปกครอง .....	341
74	ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ ความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ รายข้อ .....	344
75	จำนวนตัวอย่างวิจัย แบ่งตามระดับความสามารถรวมที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบ ในขั้นตอนที่ 4 .....	345
76	ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์ประเด็นความคิดเห็น/ความรู้สึกต่อโปรแกรมนี้ ในขั้นตอนที่ 4 .....	345
77	ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนในประเด็นปัญหาที่พบขณะดำเนินการทดสอบ ในขั้นตอนที่ 4 .....	346
78	ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์ตัวอย่างวิจัยในประเด็นการแนะแนวการศึกษาต่อ (แผนการเรียนที่เหมาะสม) ที่ได้จากการทดสอบ ในขั้นตอนที่ 4 .....	346
79	ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนในประเด็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ในขั้นตอนที่ 4 .....	346
80	ค่าความสามารถของผู้สอบจากผลการทดสอบความถนัดทางการเรียนในขั้นตอนที่ 1 ...	386
81	ค่าสถิติพื้นฐานความสามารถของผู้สอบวัดความถนัดทางการเรียน .....	382
82	ค่าความสามารถของผู้สอบจากผลการทดสอบความถนัดทางการเรียนด้วยโปรแกรม การทดสอบ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ .....	392
83	ค่าความสามารถของผู้สอบจากผลการทดสอบความถนัดทางการเรียนด้วยโปรแกรม การทดสอบ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ .....	394



## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	17
2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบด้วยวิธี Equipercentile .....	75
3 การเปรียบเทียบคะแนนโดยใช้สมการถดถอย .....	78
4 แบบแผนกระบวนการทางโครงสร้างของ Wiener สำหรับการวัดที่มี 4 เงื่อนไข ตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ .....	117
5 เมทริกซ์โครงสร้างการออกแบบ MRMLC .....	119
6 ขั้นตอนการทดสอบแบบปรับเหมาะ .....	128
7 โครงสร้างของการทดสอบโดยใช้ยุทธวิธี 2 ขั้นตอน .....	130
8 โครงสร้างของการทดสอบรูปแบบปิรามิดขนาดคงที่ .....	131
9 ประเภทของการทดสอบแบบปรับเหมาะจำแนกตามยุทธวิธีที่ใช้ในการทดสอบ .....	132
10 โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิตี โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ ระหว่างข้อสอบ และโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติภายในข้อสอบ .....	134
11 การดำเนินการทดสอบ CAT .....	151
12 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา .....	152
13 โค้งสารสนเทศของข้อสอบ 5 ข้อ และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ .....	157
14 แนวคิดของการตรวจสอบความตรงเชิงพยากรณ์ .....	160
15 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย .....	194
16 ผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบ ที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ .....	205
17 ผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบ ที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ .....	206
18 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรเพศ .....	336
19 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรขนาดโรงเรียน .....	337
20 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัดจำแนกตามตัวแปรวิชาที่ชอบที่สุด .....	337
21 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัดจำแนกตามตัวแปรการเรียนพิเศษ .....	338
22 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัดจำแนกตามตัวแปรการศึกษาสูงสุด ของผู้ปกครอง .....	338
23 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัดจำแนกตามตัวแปรรายได้ของผู้ปกครอง (ต่อเดือน) .....	338
24 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัดจำแนกตามแผนการเรียนสายสามัญ .....	342
25 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัดจำแนกตามแผนการเรียนสายอาชีพ .....	343



ภาพประกอบ	หน้า
26 หน้าจอหลักของโปรแกรมการทดสอบ .....	348
27 ข้อความโต้ตอบเมื่อผู้สอบคลิกปุ่มคำสั่งออกจากโปรแกรม .....	348
28 การลงทะเบียน .....	349
29 หน้าจอยินดีต้อนรับ .....	349
30 คำแนะนำก่อนทดสอบ .....	350
31 คำแนะนำก่อนทดสอบในโปรแกรมการทดสอบ .....	350
32 หน้าจอข้อสอบ .....	351
33 หน้าจอคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป สำหรับโปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ .....	352
34 หน้าจอคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป สำหรับโปรแกรมที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ และโปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ ในรอบของการทวนคำตอบในแต่ละมิติ .....	352
35 หน้าจอแสดงผลการทดสอบในแต่ละองค์ประกอบความถนัด .....	353
36 หน้าจอโปรแกรมเมื่อทำข้อสอบครบ 10 ข้อ ก่อนทวนคำตอบ .....	353
37 หน้าจอแสดงตารางผลการทดสอบความถนัดทางการเรียน .....	353
38 หน้าจอแนะนำแนวการศึกษาต่อ .....	354
39 หน้าจอสรุปผลการทดสอบและแนะนำแนวการศึกษาต่อ .....	354
40 กล่องข้อความโต้ตอบหากไม่บันทึกผลการทดสอบ .....	355
41 ข้อความโต้ตอบเมื่อผู้สอบคลิกปุ่มคำสั่งจบการทำงาน .....	355



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

การเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 (21<sup>st</sup> Century Learning) เป็นยุคแห่งความเป็นโลกาภิวัตน์ (The Globalization) เชื่อกันโดยทั่วไปว่า มนุษย์มีพหุปัญญา (Multiple intelligence) ซึ่งตรงกับหลักการหรือปัจจัยสำคัญด้านการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 และเชื่อว่าเด็กแต่ละคนมีความถนัดหรือปัญญาที่ติดตัวมาแต่กำเนิดต่างกัน จึงเป็นความท้าทายของครูในการจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความแตกต่างของเด็กแต่ละคน (วิจารณ์ พานิช. 2555 : 6) เช่นเดียวกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวด 1 มาตรา 6 หมวด 4 มาตรา 24 (1) และมาตรา 23 (5) (กระทรวงศึกษาธิการ. 2553 : 3-9) และยุทธศาสตร์การพัฒนาคณะรัฐมนตรีแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืนของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555 – 2559 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2554 : 45-48) สรุปได้ว่า การจัดการศึกษาเป็นการให้ความรู้และทักษะแก่ผู้เรียน ซึ่งต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจ และความแตกต่างระหว่างบุคคล เสริมสร้างทักษะให้คนมีการเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต การต่อยอดสู่นวัตกรรมความรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทุกด้าน สามารถประกอบอาชีพ ดำรงชีวิตและอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข อีกทั้ง สอดคล้องกับแนวโน้มการจ้างงาน และเตรียมพร้อมสู่การเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนรวมทั้งการพัฒนาต่อยอดตามศักยภาพและความถนัด ซึ่งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ดำเนินการจัดการศึกษาให้กับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โดยให้ผู้เรียนได้สำรวจความถนัดและความสนใจของตนเอง พร้อมทั้งส่งเสริมการพัฒนาบุคลิกภาพ ทักษะในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหา ทักษะในการดำเนินชีวิต ทักษะการใช้เทคโนโลยี และความภูมิใจในความเป็นไทย ตลอดจนเป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพหรือการศึกษาต่อ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 21) ซึ่งสถานศึกษาแต่ละแห่งจะต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ให้มีความยืดหยุ่น ให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เลือกเรียนในสิ่งที่สอดคล้องกับความถนัดและความสนใจ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545 : 48)

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้อย่างมีความสุขของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสระบุรี ของจุฬาลักษณ์ ผาอ่อน (2553 : 95-97) ซึ่งดำเนินการศึกษา 6 ด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดและอยู่ในระดับมาก คือ ด้านการจัดให้เด็กเลือกเรียนตามความถนัด และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อของด้านนี้ พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 2 ข้อ คือ การเปิดโอกาสให้เด็กได้เลือกเรียน และเปิดโอกาสให้เด็กได้เลือกทำกิจกรรมที่ชอบและถนัด ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของกิตติยวดี บุญชื้อ และคนอื่นๆ (2540 : 208) ที่กล่าวว่า เด็กแต่ละคนได้มีโอกาสเลือกเรียนตามความถนัดและสนใจ เพื่อจะได้ค้นพบความสามารถของตนเอง ที่ซ่อนเร้นรอการพัฒนาอยู่ เพื่อให้มีกำลังใจที่จะต่อเติมความฝันของตนให้สมบูรณ์ขึ้น ซึ่งเด็กจะรับรู้ว่าการเรียนต่าง ๆ เป็นประโยชน์ ถ้าเขาใส่ใจและมุ่งมั่น จึงควรเปิดโอกาสให้เด็กแต่ละคนได้เรียน เพื่อรู้อย่างลึกซึ้งและ



กว้างไกล (Learn to Know) เรียนให้เข้าใจและทำได้ รู้เคล็ดลับของการทำสิ่งต่าง ๆ ให้ประสบผลสำเร็จ (Learn to Do) และเรียนจนรู้จักและเข้าใจวิถีคิดและปฏิบัติของคนในอาชีพนั้น ๆ เสมือนเป็นคนที่อยู่ในอาชีพนั้นจริง ๆ (Learn to Be) ทั้งยังสามารถนำความรู้ที่ได้รับนั้นมาประยุกต์เข้ากับตนเองได้อย่างกลมกลืนและสร้างสรรค์ เพื่อความสุขของตนเองและคนรอบข้าง อีกทั้งสอดคล้องกับหลักวิชาจิตวิทยาที่กล่าวว่า ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นระยะที่กำลังอยู่ในวัยรุ่น มีปัญหาต่าง ๆ มากมาย และเป็นระยะหัวเลี้ยวหัวต่อที่สำคัญของการศึกษาเล่าเรียน ซึ่งการเลือกเรียนต่อที่ไม่เหมาะสมกับความถนัดจะทำให้เกิดปัญหาตามมาอีกมากมาย ดังนั้น การแนะแนวการศึกษาเป็นกระบวนการที่จะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสเข้าใจ และรู้จักตนเองมากขึ้น ซึ่งประเทศที่กำลังพัฒนาต่างก็พยายามแก้ปัญหาเหล่านี้ให้หมดไป จะเห็นได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำเป็นจะต้องได้รับการเอาใจใส่ดูแลอย่างใกล้ชิดเป็นพิเศษในเรื่องความถนัดของตนเอง ซึ่งการทดสอบความถนัดเป็นสิ่งสำคัญเพราะจะทำให้ทราบว่านักเรียนคนใดมีความถนัดที่จะเรียนวิชาใดได้สำเร็จบ้าง คนที่มีความถนัดด้านใด มีแนวโน้มที่จะเรียนรู้หรือทำงานด้านนั้นได้ผลดีมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ความถนัดยังมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกสาขาวิชาและเลือกศึกษาต่อ ดังปรากฏในงานวิจัยของสุภัญญา กาจหาญ (2552 : 62-64) พบว่า องค์ประกอบด้านความถนัดและความสนใจส่วนตัวเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกสาขาวิชาของนักเรียน ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด และงานวิจัยของสายม่าน เปลี่ยนเหล็ก (2554 : 105-110) และอนันต์ ลัทธินิยม (2550 : 75-79) พบว่า ปัจจัยด้านความถนัด/ความสนใจส่งผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) อยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ ถ้าครูสามารถรู้สภาพของผู้เรียนว่าผู้เรียนมีความถนัดด้านใด แล้วจัดกระบวนการสอนให้เหมาะสมกับความถนัดของผู้เรียน ก็จะเป็นวิธีช่วยให้ทุกฝ่ายประสบความสำเร็จโดยราบรื่นยิ่งขึ้น (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 23) ดังนั้น ถ้าผู้เรียนได้ทราบว่าตนเองมีความถนัดด้านใด อย่างไร ก็จะช่วยให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจเลือกศึกษาต่อในสาขาที่เหมาะสมกับตนเอง อันจะนำไปสู่ความสำเร็จในอนาคต และครูก็ได้ใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้

เมื่อกล่าวถึงความถนัด มักจะแบ่งเป็น 2 พวก คือ ความถนัดทั่วไป (General Aptitude) บางครั้งเรียกว่า ความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude) และความถนัดเฉพาะหรือพิเศษ (Specific Aptitude) ซึ่งความถนัดทางการเรียนเป็นความสามารถของบุคคลที่สร้างสมมาจาก การเรียนรู้และประสบการณ์ ทำให้บุคคลนั้นสามารถเรียนและประกอบกิจการต่าง ๆ ตามความสามารถนั้นได้ดี และเป็นผลสำเร็จ (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. 2550 : 86) และความถนัดทางการเรียนสามารถใช้เป็นเครื่องมือทำนายความสำเร็จทางการศึกษาได้ ดังปรากฏในงานวิจัยของกฤษณา พรจันทร์ (2551 : 84-85) ได้สังเคราะห์งานวิจัยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 ถึง พ.ศ. 2550 ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง พบว่า ความถนัดทางการเรียน เป็นองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางเรียนสูงสุด ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับมาก งานวิจัยของชนะ ภูมิลี (2549 : 71-77) พิมพ์ประภา อรัญมิตร (2552 : 138-140) พบว่า ความถนัดทางการเรียนภาษามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีน้ำหนักความสำคัญสูงสุด และเป็นตัวแปรพยากรณ์ตัวแรกที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่า ความถนัดทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นั่นคือ นักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนสูง มีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์



ทางการเรียนดีด้วย นอกจากนี้ ถ้านักเรียนมีความถนัดทางการเรียนแตกต่างกัน ส่งผลให้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกันอีกด้วย ดังปรากฏในงานวิจัยของอรพิน ศรีวงศ์แก้ว (2550 : 78) พบว่านักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนแตกต่างกัน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เนื่องจากความถนัดเป็นโครงสร้างทางจิตวิทยาเกี่ยวกับความแตกต่างของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานเมื่อเผชิญสถานการณ์หนึ่ง ที่แต่ละบุคคลต้องการเรียนรู้จากการเรียนการสอน (Pellegrino and Varnhagan. 1985 : 1) และความถนัดเป็นคุณลักษณะที่อยู่ภายในของมนุษย์ ซึ่งไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่มีความสำคัญและจำเป็นต่อศึกษา จึงต้องอาศัยทฤษฎีการทดสอบ โดยเครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัดได้แก่ แบบทดสอบ (Test) (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2552 : 25-29)

นักวิชาการได้สร้างและพัฒนาแบบทดสอบความถนัดขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีประโยชน์ในการใช้สอบคัดเลือก เช่น การคัดเลือกเข้าโรงเรียน และการคัดเลือกเข้าทำงาน เป็นต้น ใช้ในการจำแนกประเภทนักเรียน เช่น บางคนอาจเก่งทางภาษาแต่อ่อนในวิชาเลข เป็นต้น ใช้ในการวินิจฉัยความสามารถ เช่น การใช้เป็นเครื่องมือสำหรับค้นหาสาเหตุหรือต้นกำเนิดของความเก่ง-อ่อนในการเรียนใช้สำหรับวัดพัฒนาการของผู้เรียน ใช้ในการพยากรณ์ความสำเร็จ ใช้สำหรับวัดพัฒนาการ เช่น จากต้นปีถึงกลางปี เขามีความสามารถด้านเหตุผลและมิติสัมพันธ์เพิ่มมากขึ้นเพียงใด เป็นต้น ใช้สำหรับเปรียบเทียบสติปัญญา ใช้ในการประเมินผลการศึกษา และใช้ในการวิจัย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 22-27) แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test) สร้างมาเพื่อวัดความสามารถของบุคคลทางด้านวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น อันเกิดจากผลของความรู้และประสบการณ์ทั้งหลายที่สั่งสมมาตั้งแต่อดีต ว่าผู้เรียนแต่ละคนจะสามารถเรียนต่อในทางใดได้สำเร็จ (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 63) มีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ และสามารถแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียนหรือต่อการประกอบอาชีพภาคหน้าได้ดีเพียงใด (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 22) เมื่อพิจารณากระบวนการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน ส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีของเทอร์สโตน (Thurstone. n.d.) ซึ่งเทอร์สโตนได้ใช้การวิเคราะห์แบบ Multiple Factor Analysis เพื่อแยกแยะความสามารถทางสมองของมนุษย์เสมือนนักวิทยาศาสตร์แยกธาตุ ซึ่งได้พบความจริงว่าความสามารถของมนุษย์ได้แบ่งแยกเป็นส่วนย่อย ๆ หลาย ๆ ส่วน แต่ละส่วนหรือแต่ละกลุ่มจะทำหน้าที่เฉพาะ และอาจทำงานร่วมกับกลุ่มอื่น ๆ ด้วยก็ได้ และตั้งชื่อองค์ประกอบของความสามารถทางสมองส่วนย่อย ๆ นี้ว่า ความสามารถปฐมภูมิของสมอง (Primary Mental Abilities) โดยการศึกษาที่พบที่เห็นได้ชัดเจนเพียง 7 ชนิด คือ องค์ประกอบทางภาษา องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านเหตุผล องค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ องค์ประกอบด้านความจำองค์ประกอบด้านการรับรู้หรือการสังเกตพิจารณา ทฤษฎีของเทอร์สโตนจึงมีชื่อว่า Multi-Factor Theory (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 34-35) ทฤษฎีของเทอร์สโตนนี้ ได้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบต่าง ๆ มากมาย โดยแบบทดสอบมาตรฐานในประเทศไทยที่วัดเชาวน์ปัญญาและความถนัดของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ไม่ว่าจะเป็นระดับมหาวิทยาลัย ระดับประโยคมัธยมศึกษา และระดับประถมศึกษา ล้วนแล้วแต่เป็นแบบทดสอบที่เน้นองค์ประกอบด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์



(หรือด้านจำนวน) ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่นำแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สโตนมาศึกษา โดยผลการศึกษาพบว่า ความถนัดทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความถนัดทาง การเรียนที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้นั้น ส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบทางภาษา องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ดังปรากฏในงานวิจัยภายในประเทศ เช่น งานวิจัยของศุภรัตน์ กรองสะอาด (2552) อติทยา ป้องเสร์ (2553) และนันทิพร บุญห่อ (2555) เป็นต้น และงานวิจัยต่างประเทศ เช่น งานวิจัยของ Shieh (1985) Loebal (1993) William และ Luciano (1994) Loard และ Nicely (1997) และ Morton (2004) เป็นต้น

ในปัจจุบันแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนส่วนใหญ่สร้างและพัฒนาตามทฤษฎีของเทอร์สโตน เช่น สำนักทดสอบทางการศึกษา ได้สร้างและพัฒนาแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test : SAT) สำหรับใช้ทดสอบความถนัดทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนำผลการสอบไปพิจารณาหาแนวทาง ในการแนะนำผู้เรียน เพื่อพัฒนาความถนัดทางการเรียนของตน และแนะแนวในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นต่อไป (สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2553 : 4) และงานวิจัยต่างๆ อีกมากมาย ซึ่งแบบทดสอบที่สร้างและพัฒนาขึ้น ส่วนใหญ่ดำเนินการทดสอบโดยให้ผู้สอบเขียนตอบในกระดาษคำตอบ เรียกว่าการทดสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Testing) หรือการทดสอบแบบดั้งเดิม (Conventional Testing) ซึ่งมีจุดอ่อนหลายอย่าง ได้แก่ การทุจริตในการทดสอบไม่ว่าจะเป็นการลอกข้อสอบระหว่างผู้สอบด้วยกัน เพราะผู้สอบทุกคนได้ข้อสอบชุดเดียวกัน และดำเนินการทดสอบพร้อมกัน หรือการทุจริตที่เกิดจากการคัดลอกข้อสอบ เนื่องจากข้อสอบพิมพ์เป็นเอกสาร ซึ่งง่ายต่อการคัดลอก จึงทำให้การทดสอบมีความเชื่อมั่นลดลง ไม่สามารถวัดความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบได้ ลักษณะของแบบทดสอบแบบดั้งเดิมจะมีความยากในระดับปานกลาง อาจทำให้ผู้สอบที่เก่ง (มีความสามารถสูง) เกิดความเบื่อหน่าย เพราะได้ทำข้อสอบที่ง่ายกว่าความสามารถของตน สำหรับผู้สอบที่อ่อน (มีความสามารถต่ำ) ก็จะทำให้เกิดความเครียด เพราะข้อสอบมีความยากเกินความสามารถของตน แบบทดสอบจะมีคุณภาพแตกต่างกันไปตามกลุ่มของผู้สอบ นั่นคือ ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความน่าจะเป็นในการเดาข้อสอบถูก จะเป็นค่าเฉพาะของผู้สอบกลุ่มนั้น สำหรับกลุ่มผู้สอบกลุ่มอื่นก็จะได้ค่าเหล่านี้แตกต่างกัน และในการดำเนินการทดสอบบางครั้ง อาจมีการป้องกันการทุจริตการทดสอบด้วยการใช้ข้อสอบหลายชุด แต่ผลการทดสอบจะต้องนำมาเปรียบเทียบคะแนนกัน ซึ่งจำเป็นจะต้องสร้างแบบทดสอบให้เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel forms) จึงจะสามารถนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันได้ นอกจากนี้ ยังมีจุดอ่อนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการทดสอบ คือ เสียค่าใช้จ่ายจำนวนมาก ใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบค่อนข้างนาน อาจเกิดการผิดพลาดในการตรวจคำตอบได้ง่าย เนื่องจากใช้คนในการตรวจข้อสอบ และผู้สอบต้องรอฟังผลการทดสอบเป็นเวลาด้านข้างนาน เพราะต้องใช้เวลาในการตรวจคำตอบของผู้สอบ (Straetmans and Eggen. 1998 : 45-52)

จะเห็นได้ว่า การทดสอบแบบดั้งเดิมมีจุดอ่อนมากมาย ทำให้นักทฤษฎีทางการทดสอบหลายท่าน ซึ่งเริ่มบุกเบิกโดยเทอร์สโตน (Thurstone) ผลงานของ Cronbach และคณะ ผลงานของ Lord และ Novice และยังมีนักทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่อีกหลายท่านที่เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาและปฏิรูปการทดสอบแบบดั้งเดิมไปสู่ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ 2 แนวทางที่สำคัญ ๆ ได้แก่ ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory : G-Theory)



และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory : IRT) (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 5) ซึ่งทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สามารถนำมาใช้ในการอธิบายความสามารถหรือความถนัดที่อยู่ภายในตัวของผู้สอบจากผลการตอบข้อสอบของแต่ละคน และยังสามารถแก้ไขจุดอ่อนของการทดสอบแบบดั้งเดิมข้างต้นได้อีกด้วย เช่น ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจะแตกต่างกันตามระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละคน นั่นคือ คุณภาพของแบบทดสอบจะแตกต่างกันตามระดับความสามารถของผู้สอบ และผลการทดสอบที่มาจากแบบทดสอบต่างฉบับกันก็สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ โดยไม่ต้องเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน นอกจากนี้การทดสอบด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกัน เมื่อนำมาใช้กับกลุ่มผู้สอบกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง จะมีความถูกต้องแม่นยำของคะแนนที่ผู้สอบแต่ละคนได้รับแตกต่างกัน บางคนอาจได้คะแนนที่ใกล้เคียงกับความสามารถจริงของตนเอง (มีความคลาดเคลื่อนน้อย) แต่บางคนอาจได้คะแนนที่แตกต่างจากความสามารถจริงของตนเอง (มีความคลาดเคลื่อนมาก) ซึ่งมีสาเหตุมาจากผู้สอบอาจเกิดการไม่สบาย มีความเครียด วิตกกังวล ประหม่าในการทดสอบ จนส่งผลถึงคะแนนในการทดสอบได้ ดังนั้น การทดสอบจึงควรจัดการทดสอบเป็นรายบุคคล และแบบทดสอบที่ใช้ในการทดสอบ ควรมีความเหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบ เพื่อประมาณค่าความสามารถของผู้สอบได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และจะยุติการทดสอบตามเกณฑ์ที่กำหนด (Lord and Novick. 1968) โดยจะเรียกรูปแบบการทดสอบแบบนี้ว่า การทดสอบแบบปรับเหมาะ (Adaptive Testing or Tailored Testing) ซึ่งการทดสอบแบบนี้ จะประหยัดเวลามาก เนื่องจากผู้สอบได้ทำข้อสอบเหมาะสมกับความสามารถของตน และไม่ทำให้คุณภาพของการทดสอบลดลง แต่กลับมีแนวโน้มที่จะเพิ่มคุณภาพของการวัดให้สูงขึ้น ทั้งในแง่ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 197) และเมื่อนำมาดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ จะเรียกว่า การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing : CAT) ซึ่งการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการทดสอบที่มีความคล่องตัว ระบบการทดสอบมีความเป็นมาตรฐาน มีการคัดเลือกข้อสอบจากผลการตอบข้อสอบของผู้สอบแต่ละคนให้มีความเหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบได้อย่างรวดเร็ว การตรวจข้อสอบมีความชัดเจน และส่งผลย้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้สอบได้ทันทีอย่างอัตโนมัติ ทำให้ใช้เวลาในการทดสอบน้อยลงกว่าการทดสอบแบบดั้งเดิม อีกทั้ง ยังทำให้การทดสอบมีคุณภาพและประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และผู้สอบมีเจตคติที่ดีต่อการทดสอบ เพราะผู้สอบแต่ละคนได้รับข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับความสามารถ (Latu and Chapman. 2002 : 619-622) ดังที่ Linden และ Glas (2000) ทำการศึกษา โดยให้ผู้สอบทำการทดสอบแบบเลือกตอบ 2 วิธี ได้แก่ การทดสอบแบบดั้งเดิม และการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่า ผู้สอบส่วนใหญ่จะเลือกทำการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ มากกว่าการทดสอบแบบดั้งเดิม

การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่นิยมในปัจจุบันใช้พื้นฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งอยู่ภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นของความเป็นเอกมิติ (Unidimensionality) นั่นคือ ข้อสอบแต่ละข้อวัดได้เพียงคุณลักษณะเดียว เรียกว่า การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ (Unidimensional Computerized Adaptive Testing : UCAT) หรือการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบดั้งเดิม และ Segall (1996 : 331-354) ได้ศึกษารูปแบบของการทดสอบ Armed Services Vocational Aptitude Battery (ASVAB) โดยการจำลองข้อมูล พบว่า UCAT มีวิธีการคัดเลือกข้อสอบที่จำกัดจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหา ซึ่งในกรณีที่เนื้อหาไม่ชัดเจน





เรื่องความยากของข้อสอบอาจเกิดปัญหาได้ โดย Segall แนะนำว่า การคัดเลือกข้อสอบที่จำกัดจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหา ควรใช้การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ (Multidimensional Computerized Adaptive Testing : MCAT) ที่มีการดำเนินการในแต่ละมิติแยกออกจากกัน และแต่ละมิติมีความสัมพันธ์กันสูง นั่นคือ ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional IRT) จะเห็นได้ว่าคำแนะนำของ Segall มีความสอดคล้องกับการเรียนการสอนในปัจจุบัน ซึ่งเน้นการบูรณาการความรู้มากขึ้น ทำให้การวัดมีวัตถุประสงค์เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยมุ่งเน้นการวัดสมรรถนะที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ความเป็นเอกมิติของแบบสอบเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่ต้องการวัดนั้นกว้างมากจนแทบจะบอกความเป็นเอกมิติไม่ได้ (พัชรี จันทร์เพ็ง. 2550 : 1) และมีความสอดคล้องกับแบบทดสอบความถนัดทาง การเรียนที่วัดหลายองค์ประกอบ และมีการจำกัดจำนวนข้อสอบในแต่ละองค์ประกอบ ดังนั้น การทดสอบความถนัดทางการเรียน จึงควรดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ นอกจากนี้ MCAT มีประโยชน์มากกว่า UCAT ตรงที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการวัด ลดความยาวของข้อสอบ การวัดผลมีความแม่นยำเทียบเท่าหรือสูงกว่าแบบเอกมิติ ทำให้มั่นใจว่าข้อสอบที่ได้รับมีเนื้อหาครอบคลุม นอกจากนี้ เมื่อลดจำนวนข้อสอบลง 1 ใน 3 โดยให้จำนวนข้อสอบเป็นค่าคงที่ พบว่า MCAT สามารถเพิ่มความเที่ยงได้อย่างมาก (Segall. 1996 : 331-354) จะเห็นได้ว่า การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ มีประโยชน์มากมาย เหมาะที่จะนำมาใช้ดำเนินการทดสอบในปัจจุบัน

นอกจากนี้ ในปัจจุบันมีประเด็นของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ที่เป็นข้อถกเถียงกันอยู่ คือ หลังจากที่ผู้สอบทำการทดสอบเสร็จ ผู้สอบควรได้รับโอกาสให้กลับไปทวนคำตอบหรือไม่ ซึ่งจากการศึกษาของ Vispoel (1998 : 328-345) พบว่า ผู้สอบส่วนมากมีความต้องการทวนคำตอบ นอกจากนี้ หลังจากการทวนคำตอบน่าจะได้ค่าการประมาณความสามารถที่แม่นยำมากขึ้นและด้วยข้อเท็จจริงที่ว่า การเลือกคำตอบครั้งแรกอาจไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเสมอ แต่ก็มีนักวิจัยที่มีชื่อเสียงบางท่านมีความเห็นว่า ไม่ควรเปิดโอกาสให้มีการทวนคำตอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เนื่องจากข้อจำกัดของกระบวนการทดสอบ เช่น Wainer และคณะ (1993) กล่าวว่า สาเหตุที่ไม่ควรให้ มีการทวนคำตอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ คือ จะสูญเสียความมีประสิทธิภาพและเกิดความลำเอียงในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ รวมทั้งเกิดความคลาดเคลื่อนในการได้มาถึงความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบในกระบวนการทดสอบ ทำให้ขัดแย้งกับกระบวนการสร้างแบบทดสอบแบบปรับเหมาะที่มีประสิทธิภาพ โดย Wainer ได้ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ทำให้ผู้สอบได้คะแนนสูงขึ้น กล่าวคือ เมื่อผู้สอบตั้งใจที่จะตอบคำถามผิด ดังนั้น จึงทำให้ได้รับข้อสอบข้อต่อไปที่มีระดับความยากต่ำลง และถ้าเปิดโอกาสให้ผู้สอบสามารถทวนคำตอบได้โดยไม่มีเงื่อนไข ผู้สอบก็จะสามารถกลับไปแก้คำตอบข้อก่อนหน้า ทำให้ข้อสอบแต่ละข้อนั้นไม่สัมพันธ์กับระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ จากงานวิจัยพบว่า ผู้สอบจะได้รับการประมาณค่าความสามารถโน้มไปทางด้านบวกหรือได้รับคะแนนที่สูงเกินความสามารถที่แท้จริง และมีความคลาดเคลื่อนสูง นอกจากนี้ Green และคณะ (1984 : 347-360) กล่าวไว้อย่างสอดคล้องกันว่า อาจเกิดความสับสนและความล่าช้าในการทดสอบ จากการที่ผู้สอบต้องคอยนึกย้อนถึงการตอบข้อสอบข้อที่ผ่านมา

การต่อต้านการทวนคำตอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ข้างต้น จะเห็นได้ว่าเกิดจากปัญหาที่มีลักษณะเฉพาะของการทวนคำตอบ อย่างไรก็ตาม การทวนคำตอบจะก่อให้เกิดผลดีเฉพาะในกรณีที่สามารถขจัดปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้น้อยลงหรือขจัดให้หมดไปเท่านั้น ซึ่ง Stocking



(1997 : 57-75) ได้เสนอวิธีการทวนคำตอบ 3 วิธี ที่สามารถควบคุมการประมาณค่าความสามารถที่เกินจริงได้ คือ การทวนที่มีการจำกัดจำนวน (Limited Review) การทวนที่มีการจำกัดช่วง (Block Review) และการทวนในหมวดสิ่งเดียวกัน (Stimulus-based Review) ซึ่งจากการศึกษาของ Vispoel (1998 : 328-345) Olea และคณะ (2000 : 157-173) Vispoel, Hendrickson และ Bleiler (2000 : 21-38) และ Revuelta, Ximenez และ Olea (2003 : 791-808) พบว่า ผู้สอบส่วนมากมีความต้องการทวนคำตอบ ซึ่งสามารถลดระดับความกังวลใจของผู้สอบได้ และหลังจากการทวนคำตอบจะได้จำนวนคำตอบที่ตอบถูกเพิ่มขึ้น นั่นคือ คำตอบส่วนใหญ่แก้จากผิดไปถูกมากกว่าแก้จากถูกไปผิด และผู้สอบที่เปลี่ยนคำตอบส่วนมากจะได้รับค่าความสามารถเพิ่มขึ้น แต่การอนุญาตให้ทวนคำตอบจะใช้เวลาในการสอบเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบและไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบจะไม่มีผลแตกต่างกันในค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด และงานวิจัยของ พิมพ์สิริ เจริญนครเศรษฐ์ (2549 : 135-137) พบว่า ผู้สอบที่มีระดับความสามารถสูงมีค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างเงื่อนไขการไม่ให้ทวนคำตอบและการให้ทวนคำตอบไม่แตกต่างกัน และผู้สอบที่มีระดับความสามารถปานกลางและต่ำ มีค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างเงื่อนไขการไม่ให้ทวนคำตอบและการให้ทวนคำตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้เป็นการศึกษาจากการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่พบบางงานวิจัยในประเทศไทยที่ศึกษาเกี่ยวกับเงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบและไม่อนุญาตไม่ให้ทวนคำตอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ จึงควรมีการวิจัยในประเด็นนี้ เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการสนับสนุนหรือไม่สนับสนุนการทวนคำตอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ในอนาคตต่อไป

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นเห็นได้ว่า ความถนัดทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาแบบทดสอบความถนัดตามแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สโตน ใน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบความถนัดทางภาษา องค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน องค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล และ องค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ โดยดำเนินการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ซึ่งผู้วิจัยเรียกโปรแกรมนี้ว่า โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ (Multidimensional Computerized Adaptive Scholastic Aptitude Testing Program) ซึ่งผู้วิจัยเรียกย่อ ๆ ว่า MCASAT Program นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้นำประเด็นเงื่อนไขการทวนคำตอบมาศึกษาในครั้งนี้ด้วย ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน เพื่อใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้สำรวจความถนัดของตนเอง และใช้เป็นข้อมูลในการเลือกศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับนักเรียนที่กำลังจะจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติในเนื้อหาอื่น ๆ ต่อไป



## ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและเปรียบเทียบคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวน คำตอบที่แตกต่างกัน

1.1 เพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

1.2 เพื่อศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

1.3 เพื่อเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

1.4 เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

2. เพื่อศึกษาความถนัดทางการเรียนจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ

2.2 เพื่อศึกษาการแนะแนวการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

## สมมติฐานของการวิจัย

1. จากงานวิจัยของพิมพ์สิริ เรียงนรเศรษฐ์ (2549 : 135) ที่เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างเงื่อนไขการไม่ให้ทวนคำตอบและการให้ทวนคำตอบของผู้สอบที่มีระดับความสามารถสูง พบว่า ผู้สอบที่มีระดับความสามารถสูงมีค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างเงื่อนไขการไม่ให้ทวนคำตอบและการให้ทวนคำตอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผู้สอบที่มีระดับความสามารถปานกลาง และต่ำ พบว่า ผู้สอบที่มีระดับความสามารถปานกลาง และต่ำ มีค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างเงื่อนไขการไม่ให้ทวนคำตอบและการให้ทวนคำตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้สอบส่วนใหญ่จะได้ค่าความสามารถในเงื่อนไขการให้ทวนคำตอบมากกว่าการไม่ให้ทวนคำตอบเฉลี่ย 0.214 โดยผู้ที่มีระดับความสามารถต่ำจะได้ค่าความสามารถในเงื่อนไขการให้ทวนคำตอบเพิ่มขึ้นจากเงื่อนไขการไม่ให้ทวนคำตอบมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ผู้สอบที่มีระดับความสามารถปานกลาง และผู้สอบที่มีระดับความสามารถสูง ตามลำดับ รวมทั้ง Vispoel, Hendrickson และ Bleiler (2000 : 21-38) ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ



แบบช่วงนั้น พบว่า ค่าความสามารถของผู้สอบเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังจากการทวนคำตอบ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานข้อที่ 1 ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 (ตอบความมุ่งหมายของการวิจัยข้อที่ 1.3) โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน มีสารสนเทศแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยสารสนเทศของแบบทดสอบสูงกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

2. จากงานวิจัยของ Vispoel (1998 : 328-345) ได้ทำการศึกษาผลความแตกต่างในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ระหว่างการอนุญาตให้ทวนคำตอบและการไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ พบว่า ผู้สอบส่วนมากมีความต้องการทวนคำตอบ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานข้อที่ 2 ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 2 (ตอบความมุ่งหมายของการวิจัยข้อที่ 1.4) ความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

### ความสำคัญของการวิจัย

ผลการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน มีความสำคัญดังนี้

1. ได้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อันประกอบไปด้วย โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนที่มีคุณภาพ และคู่มือการใช้โปรแกรมที่สามารถนำไปใช้ได้ง่าย และสะดวกรวดเร็ว
2. เพื่อให้ครูแนะแนว ครูที่ปรึกษา หรือครูที่ดูแลช่วยเหลือนักเรียน ได้ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความถนัดของนักเรียน และให้คำแนะนำหรือความช่วยเหลือได้อย่างเหมาะสมตามความถนัดของผู้เรียน
3. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักเรียน ผู้ปกครอง และครู ได้ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความถนัดของนักเรียน ทราบแนวทางการศึกษาต่อที่เหมาะสมในอนาคต และใช้ประกอบในการจัดการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับความถนัด ความรู้ ความสามารถของนักเรียน เพื่อความสำเร็จและความสุขในการเรียน
4. เพื่อให้ให้นักวัดผลการศึกษา ครู และอาจารย์ได้ข้อมูลสำหรับเป็นแนวทางในการเลือกใช้รูปแบบของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติที่มีความเหมาะสม มีความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ และมีประสิทธิภาพ



5. ได้เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติให้แพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันการทดสอบลักษณะดังกล่าวยังไม่ค่อยแพร่หลายมากนักในประเทศไทย และคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทต่อการจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาระดับต่าง ๆ มากขึ้น ดังนั้น ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา โดยเฉพาะผู้ที่มีหน้าที่โดยตรงเกี่ยวกับการวัดผลการศึกษาคงจะมีความรู้ความเข้าใจในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

### ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการวิจัยตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

#### 1. ประชากรและตัวอย่างวิจัย

##### 1.1 ประชากร จำแนกตามวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1.1.1 ประชากรในขั้นตอนการพัฒนาค้างข้อสอบความถนัดทางการเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 15 เขตพื้นที่ รวมทั้งสิ้น 146,446 คน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. 2556 : เว็บไซต์)

1.1.2 ประชากรในขั้นตอนการทดลองใช้และการประเมินผลการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ได้แก่

1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2557 จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 15 เขตพื้นที่ รวมทั้งสิ้น 145,521 คน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. 2557 : เว็บไซต์)

2) ครูผู้สอน ปีการศึกษา 2557 จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 15 เขตพื้นที่ รวมทั้งสิ้น 35,482 คน

##### 1.2 ตัวอย่างวิจัย จำแนกตามวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1.2.1 ตัวอย่างวิจัยในขั้นตอนการพัฒนาค้างข้อสอบความถนัดทางการเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 386 คน จากโรงเรียน 12 โรง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.2.2 ตัวอย่างวิจัยในขั้นตอนการทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 194 คน และครูผู้สอน จำนวน 12 คน จากโรงเรียน 6 โรง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.2.3 ตัวอย่างวิจัยในขั้นตอนการประเมินผลการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 100 คน จากโรงเรียน 3 โรง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



2. เนื้อหา ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สไตน์
- 4 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบทางภาษา องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์
3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ดังนี้
  - 3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับ  
เหมาะสมด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ จำแนกตามเงื่อนไขการทวนคำตอบ จำนวน 2 โปรแกรม
    - 3.1.1 โปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ
    - 3.1.2 โปรแกรมที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ
  - 3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
    - 3.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการ  
เรียนแบบปรับเหมาะสมด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้  
เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน
    - 3.2.2 สารสนเทศของแบบทดสอบจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการ  
เรียนแบบปรับเหมาะสมด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้  
เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน
    - 3.2.3 ความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการ  
เรียนแบบปรับเหมาะสมด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไข  
การทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยใช้เกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-social criteria) ของ Sympon  
ซึ่งพิจารณาใน 4 ด้าน ได้แก่
      - 3.2.3.1 ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ
      - 3.2.3.2 ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ
      - 3.2.3.3 ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ
      - 3.2.3.4 ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

### ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การคัดเลือกข้อสอบข้อแรก (Initial Item) ใช้ข้อสอบที่มีความยากปานกลาง เนื่องจาก Lord (1977) พบว่าการคัดเลือกข้อสอบข้อแรกไม่ค่อยมีความสำคัญต่อการทดสอบแบบปรับเหมาะเท่าใดนัก แต่นิยมใช้ข้อสอบที่มีความยากปานกลาง
2. การคัดเลือกข้อสอบ (Item Selection) กำหนดการคัดเลือกข้อสอบด้วยวิธีการ Maximize the Determinant of the Fisher Information Matrix
3. วิธีประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (Ability Estimate) ใช้การประมาณค่าความสามารถผู้สอบด้วยวิธีการแบบเบย์ (Bayesian Estimation) เนื่องจากการศึกษาของรังสรรค์ มณีเล็ก (2540) พบว่า การประมาณค่าความสามารถด้วยวิธี Bayesian Estimation มีความตรงเชิงสภาพสูงกว่าการประมาณค่าแบบวิธี Maximum Likelihood Estimation



4. เกณฑ์ยุติการทดสอบ (Termination Criteria) ใช้การจำกัดจำนวนข้อสอบ (Fixed Length) เนื่องจากมีการเปรียบเทียบวิธีวิทยาของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุ มิติ ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่ใช้เกณฑ์นี้ และการกำหนดให้ผู้สอบได้รับข้อสอบที่ละมิตียังไม่มีเกณฑ์ที่เหมาะสมว่าควรจะเปลี่ยนมิติเมื่อใด จึงใช้การจำกัดจำนวนข้อสอบเป็นตัวกำหนดการเปลี่ยนมิติในการทดสอบ โดยวิธีการดังกล่าวไม่ส่งผลต่อความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถ

5. เงื่อนไขการทวนคำตอบ ใช้เงื่อนไขการทวนที่มีการจำกัดช่วง นั่นคือ ผู้สอบจะสามารถทวนคำตอบได้เมื่อตอบครบ 10 ข้อ ในแต่ละมิติ และไม่สามารถทวนคำตอบข้ามมิติได้ เนื่องจาก Sekula-Wacura และ Brito (2000 : 442-444) ได้ทำการศึกษาพบว่า การทวนคำตอบที่สามารถควบคุมการประมาณค่าความสามารถที่เกินจริงได้ มี 3 วิธี คือ การทวนที่มีการจำกัดจำนวน การทวนที่มีการจำกัดช่วง และการทวนในหมวดสิ่งเร้าเดียวกัน ซึ่งการทวนคำตอบส่งผลต่อผู้เข้าสอบทั้งในด้านสภาพทางจิตวิทยาของผู้สอบและด้านการสามารถวัดความสามารถของผู้สอบได้แม่นยำมากขึ้น

### ข้อจำกัดในการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ สร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน จำนวน 6 ชุด ๆ ละ 4 ฉบับ แต่ละฉบับมีข้อสอบรวม 3 ข้อ จึงจำเป็นที่จะต้องใช้เทคนิคทางการวัดผล ได้แก่ การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ (Test Score Equating) เพื่อให้ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและความสามารถของผู้สอบอยู่ในมาตรฐานเดียวกันและเปรียบเทียบกันได้ แต่อย่างไรก็ตาม การปรับเทียบในการวิจัยครั้งนี้ ยังคงใช้วิธี การปรับเทียบ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ ซึ่งอาจจะให้ผลที่แตกต่างจากการปรับเทียบแบบพหุมิติ และในกรณีที่ข้อสอบมีลักษณะเป็นพหุมิติ ใช้การปรับเทียบแบบพหุมิติน่าจะให้ผลที่ดีกว่า แต่ความซับซ้อนในการปรับเทียบก็มีมากขึ้นเช่นกัน ซึ่งผู้สนใจสามารถศึกษารายละเอียดได้ในบทที่ 2 (หน้า 83-99)

2. การวิจัยครั้งนี้ สร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน จำนวน 6 ชุด ๆ ละ 4 ฉบับ ซึ่งตัวอย่างวิจัยที่ทำแบบทดสอบแต่ละชุดมีเพียง 60 – 69 คน อาจจะทำให้ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์โอกาสการเดาด้วยโปรแกรม BILOG-MG ไม่ดีเท่าที่ควร แต่หากมีตัวอย่างวิจัยไม่ต่ำกว่า 100 คน น่าจะให้ผลที่ดีกว่านี้

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude) หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลที่ได้รับการฝึกฝนเรียนรู้จากประสบการณ์และสะสมไว้จนเกิดทักษะความสามารถ ทำให้บุคคลนั้นสามารถเรียนและประกอบอาชีพต่าง ๆ ตามความสามารถนั้นได้ดี และเป็นผลสำเร็จ สำหรับความถนัดทางการเรียนในการวิจัยครั้งนี้ อาศัยแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน (Thurstone) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบทางภาษา องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์



1.1 องค์ประกอบทางภาษา (Verbal Factor : V) หมายถึง องค์ประกอบทางสมองที่แสดงถึงความสามารถด้านความเข้าใจภาษาและการสื่อสารทั่ว ๆ ไป ซึ่งวัดได้จากเนื้อหา ดังนี้

1.1.1 คำตรงข้าม หมายถึง การแปลความหมายของคำศัพท์ที่กำหนดให้ว่ามีความหมายตรงข้ามกับคำศัพท์ในข้อใด

1.1.2 คำที่มีความหมายใกล้เคียง หมายถึง การแปลความหมายของคำศัพท์ที่กำหนดให้ว่ามีความหมายใกล้เคียงกับคำศัพท์ในข้อใด

1.1.3 ศัพท์สัมพันธ์ หมายถึง การแปลความหมายของคำศัพท์ที่กำหนดให้ แล้วเปรียบเทียบกับมีความเกี่ยวข้องของสัมพันธ์กับคำศัพท์ในข้อใด

1.1.4 ความเข้าใจภาษา หมายถึง การอ่านและทำความเข้าใจ ข้อความ ศัพท์ และสำนวนที่กำหนดให้

1.1.5 การสังเคราะห์ข้อความ หมายถึง การเรียงข้อความให้ได้ความสละสลวยถูกต้องตามหลักภาษาจากข้อความหรือประโยคย่อย ๆ ที่กำหนดให้

1.2 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor : N) หมายถึง องค์ประกอบทางสมองที่แสดงถึงความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี มีความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ และความหมายของจำนวน และมีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิตได้อย่างดี ซึ่งวัดได้จากเนื้อหา ดังนี้

1.2.1 ตัวเลขอนุกรม หมายถึง การวางตัวเลขอย่างเป็นระบบ มีกฎเกณฑ์อย่างไรอย่างหนึ่งเป็นชุด ๆ แล้วตัดตัวเลขใดตัวเลขหนึ่งในระบบออกหรืออาจเป็นตัวถัดไป โดยให้ผู้สอบพิจารณาว่าน่าจะเป็นตัวเลขใด

1.2.2 คณิตศาสตร์เหตุผล หมายถึง การทำความเข้าใจคำถามที่เน้นในเรื่องวิธีการ หลักการ การแปลความ การตีความ การไล่เรียงหาเหตุผล การเปรียบเทียบ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มโนภาพ ขั้นตอนการพิสูจน์ และการประเมินค่า

1.3 องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor : R) หมายถึง องค์ประกอบทางสมองที่แสดงถึงความสามารถด้านวิจรรณญาณ หาเหตุผลค้นคว้าหาความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือทฤษฎี ซึ่งวัดได้จากเนื้อหา ดังนี้

1.3.1 การจำแนกประเภท หมายถึง การพิจารณาเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ว่ามีอะไรเหมือนกัน มีอะไรต่างกัน

1.3.2 การอุปมาอุปไมย หมายถึง การพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของคำ 2 คำ อ้างอิงไปยังความหมายอื่นของอีก 2 คำ หรือกลุ่มมโนภาพ 2 กลุ่ม กับกลุ่มมโนภาพอีก 2 กลุ่ม

1.3.3 แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ หมายถึง การวางภาพอย่างเป็นระบบ มีกฎเกณฑ์อย่างไรอย่างหนึ่งเป็นชุด ๆ ตัดภาพใดภาพหนึ่งในระบบออกหรืออาจเป็นภาพถัดไป โดยให้ผู้สอบพิจารณาว่าน่าจะเป็นภาพใด

1.3.4 สรุปความ หมายถึง การพิจารณาเหตุใหญ่และเหตุย่อย เมื่อมีเหตุมาเป็นเครื่องพิจารณาแล้วก็สามารถประเมินลงสรุปได้ว่าเป็นอย่างไร

1.3.5 ความสามารถด้านวิเคราะห์ หมายถึง การคิดหาความสัมพันธ์เกี่ยวข้องของชื่อสถานที่ เหตุการณ์ จากสถานการณ์ที่สมมติขึ้น





1.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor : S) หมายถึง องค์ประกอบทางสมองที่แสดงถึงความสามารถในการเข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันสามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่ ซึ่งวัดได้จากเนื้อหา ดังนี้

1.4.1 แบบซ้อนภาพ หมายถึง การมองภาพที่มีสิ่งกีดขวาง กีดกันหรือเส้นทับจนมองเห็นรูปนั้นไม่ถนัด จะเห็นแต่เพียงบางส่วนเท่านั้น

1.4.2 แบบซ้อนภาพ หมายถึง การมองภาพที่กำหนดให้ 2 ภาพ เมื่อนำมาซ้อนทับกันจะเป็นภาพอะไร

1.4.3 แบบแยกภาพ หมายถึง การพิจารณาแยกภาพที่กำหนดให้ว่าถ้าแยกแล้วจะได้อะไร

1.4.4 แบบต่อภาพ หมายถึง การกำหนดภาพที่ไม่สมบูรณ์แบบมาให้ แล้วให้ผู้สอบเลือกภาพที่นำมาต่อกับภาพที่กำหนดให้แล้วได้ภาพที่สมบูรณ์

1.4.5 แบบหมุนภาพ หมายถึง การกำหนดภาพมาให้ 1 ภาพ แล้วให้ผู้สอบเลือกภาพที่เกิดจากการหมุนว่าจะเป็นรูปใด

1.4.6 แบบประกอบภาพสามมิติ หมายถึง การกำหนดภาพในแบบระนาบหรือแบบมิติเดียว แล้วให้ผู้สอบเลือกภาพที่พับเป็นทรงสามมิติจากภาพที่กำหนดให้

1.4.7 แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ หมายถึง การพิจารณาลูกบาศก์ที่กำหนดไว้ 3 ลูก ซึ่งแต่ละหน้าจะมีสัญลักษณ์กำกับ แล้วให้ผู้สอบหาด้านตรงข้ามกับด้านที่กำหนด

1.4.8 การนับลูกบาศก์ หมายถึง การนำเอาลูกบาศก์มาซ้อนทับกันโดยให้เห็นเป็นบางส่วน แล้วให้ผู้สอบใช้จินตนาการนับจำนวนลูกบาศก์

2. โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ (Multidimensional Computerized Adaptive Scholastic Aptitude Testing Program : MCASAT Program) หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบความถนัดทางการเรียน โดยผู้สอบแต่ละคนจะได้ข้อสอบความถนัดทางการเรียนต่างชุดกันด้วยการคัดเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ มีการตรวจผลการสอบและรายงานผลการทดสอบได้ทันทีเมื่อสอบเสร็จ สำหรับข้อสอบความถนัดทางการเรียนในคลังข้อสอบจะวัดคุณลักษณะ 4 คุณลักษณะตามแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สตัน ที่มีความเป็นพหุมิติระหว่างข้อ (between-item multidimensionality) จำนวน 2 โปรแกรม ได้แก่

2.1 โปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ หมายถึง โปรแกรมการทดสอบที่ผู้สอบสามารถกลับไปตรวจสอบคำตอบได้ เมื่อผู้สอบทำข้อสอบในองค์ประกอบความถนัดนั้นครบ 10 ข้อ และเมื่อผู้สอบทำข้อสอบองค์ประกอบความถนัดถัดไปแล้ว จะไม่สามารถกลับไปตรวจสอบคำตอบองค์ประกอบความถนัดที่ผ่านมาได้

2.2 โปรแกรมที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ หมายถึง โปรแกรมการทดสอบที่ผู้สอบไม่สามารถกลับไปตรวจสอบคำตอบได้ โดยโปรแกรมจะดำเนินการคัดเลือกข้อสอบต่อเนื่องไปทุกองค์ประกอบความถนัด จนผู้สอบทำข้อสอบครบทั้ง 4 องค์ประกอบ (จำนวน 40 ข้อ) จึงยุติการทดสอบ



3. เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน หมายถึง การกำหนดให้โปรแกรมการทดสอบมีกระบวนการทดสอบที่ไม่เหมือนกัน 2 ลักษณะ ได้แก่ อนุญาตให้ทวนคำตอบ และไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

4. วิธีประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (Ability Estimate) หมายถึง วิธีการหาความสามารถของผู้สอบโดยประมาณ โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบด้วยวิธีการแบบเบย์ (Bayesian Estimation)

5. Q-matrix หมายถึง เมทริกซ์ที่ระบุว่าข้อสอบวัดองค์ประกอบความถนัดด้านใด และการระบุว่าข้อสอบวัดองค์ประกอบความถนัดด้านใดนั้น ดำเนินการโดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดทำเป็นร่างก่อนที่จะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการระบุว่าข้อสอบวัดองค์ประกอบความถนัดมีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ หลังจากนั้นนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อวิเคราะห์ยืนยัน Q-matrix อีกครั้ง

6. คุณภาพของโปรแกรมการทดสอบ หมายถึง การศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ การเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบ และการเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้นทั้ง 2 โปรแกรมว่ามีผลการวิจัยเป็นอย่างไร แตกต่างกันหรือไม่

7. ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง ความสามารถของโปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถวัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้น เพื่อพยากรณ์ผลการเรียนในอนาคต โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ระหว่างค่าความสามารถที่วัดได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น กับผลการเรียนเฉลี่ยและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

8. สารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information) หมายถึง ดัชนีบ่งชี้ความถูกต้องแม่นยำในการประมาณความสามารถของผู้สอบจากโปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้ โดยการหาผลรวมของค่าความเชื่อมั่นในการตอบข้อสอบแต่ละข้อในแต่ละระดับความสามารถ

9. ผลการเรียนเฉลี่ย หมายถึง ผลการเรียนทุกวิชาของนักเรียนตัวอย่างวิจัย ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

10. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียน 5 วิชา ได้แก่ วิชาคณิตศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาภาษาไทย วิชาภาษาอังกฤษ และวิชาสังคมศึกษา ของนักเรียนตัวอย่างวิจัย ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

11. ความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของนักเรียนและครูผู้สอนเกี่ยวกับโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-Social Criteria) ของ Symphon

12. เกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-Social Criteria) หมายถึง ขอบเขตที่ใช้สอบถามความคิดเห็นจากนักเรียนและครูผู้สอนที่ใช้โปรแกรมการทดสอบ โดยพิจารณาใน 4 ประเด็น ได้แก่

12.1 ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับคำอธิบาย คำชี้แจง วิธีดำเนินการทดสอบ และสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏบนจอภาพ ของโปรแกรมการทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น



12.2 ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้สึกทางบวก เช่น ความน่าสนใจ และความทันสมัยของโปรแกรมการทดสอบ รวมทั้งความรู้สึกต่าง ๆ ของผู้สอบที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

12.3 ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้สึกทางลบ เช่น ความวิตกกังวลใจ และกลัว ต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

12.4 ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หมายถึง ความคิดเห็นอื่น ๆ นอกเหนือจาก 3 ด้านข้างต้น ที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

13. ขนาดโรงเรียน หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียน โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการกำหนดขนาดโรงเรียนไว้ 7 ขนาด ได้แก่ ขนาดที่ 1 จำนวนนักเรียนไม่เกิน 120 คน ขนาดที่ 2 จำนวนนักเรียน 121-200 คน ขนาดที่ 3 จำนวนนักเรียน 201-300 คน ขนาดที่ 4 จำนวนนักเรียน 301-499 คน ขนาดที่ 5 จำนวนนักเรียน 500-1,499 คน ขนาดที่ 6 จำนวนนักเรียน 1,500-2,499 คน และขนาดที่ 7 จำนวนนักเรียนตั้งแต่ 2,500 คนขึ้นไป ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ กำหนดขนาดโรงเรียนเป็น 3 ขนาด ได้แก่

13.1 ขนาดเล็ก หมายถึง จำนวนนักเรียนน้อยกว่า 500 คน นั่นคือ รวมขนาดที่ 1-4 ของเกณฑ์สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เข้าด้วยกัน

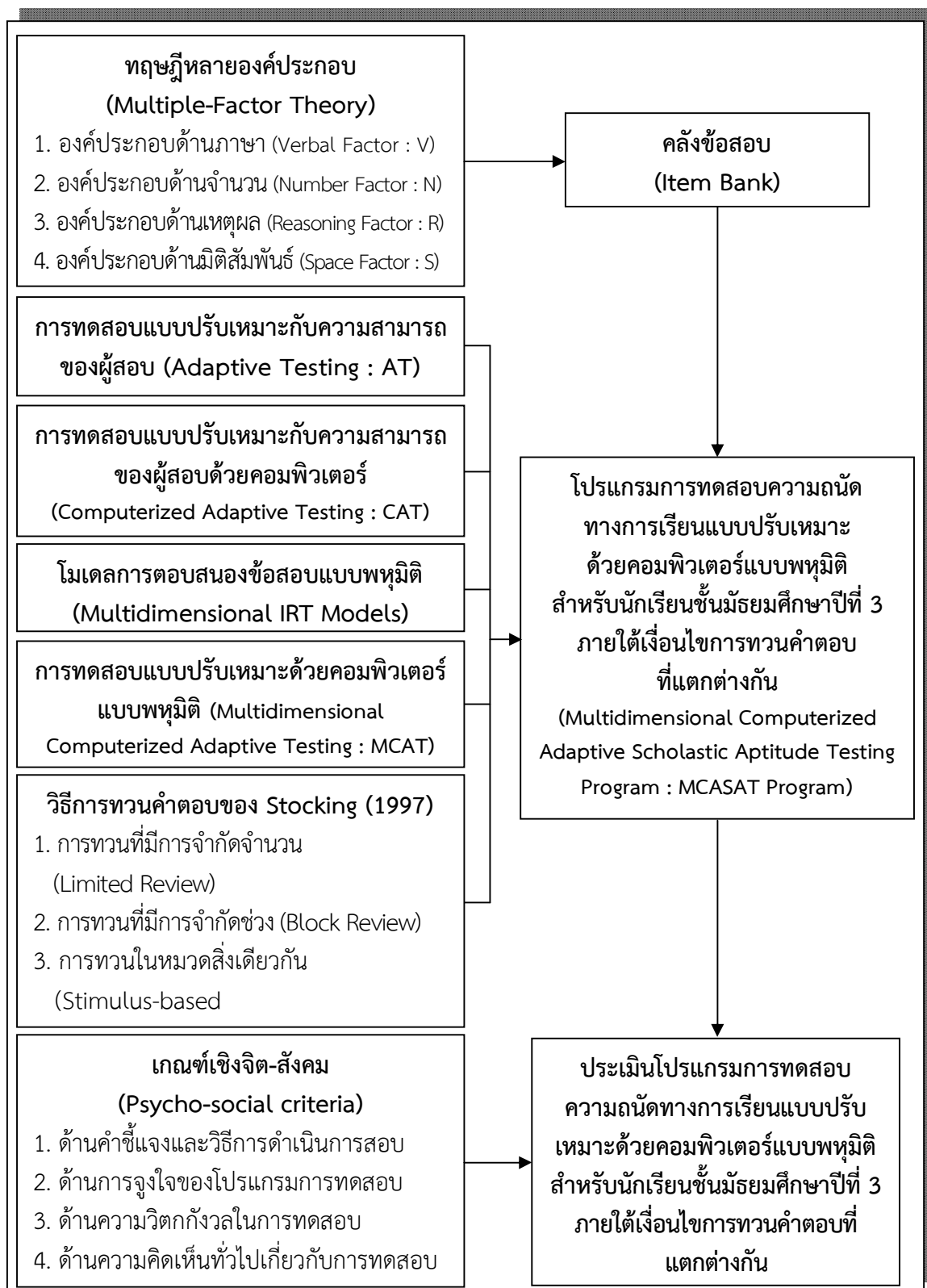
13.2 ขนาดกลาง หมายถึง จำนวนนักเรียน 500-1,499 คน นั่นคือ ขนาดที่ 5 ของเกณฑ์สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

13.3 ขนาดใหญ่ หมายถึง จำนวนนักเรียนตั้งแต่ 1500 คนขึ้นไป นั่นคือ รวมขนาดที่ 6-7 ของเกณฑ์สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เข้าด้วยกัน

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยผู้วิจัยดำเนินการศึกษาแนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบ ดังภาพประกอบ 1





ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาโปรแกรมทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุ มิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมากมาย และทำการสรุปแนวทางในการวิจัยครั้งนี้ จึงนำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ความถนัดทางการเรียน
  - 1.1 ความหมายของความถนัดทางการเรียน
  - 1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความถนัด
  - 1.3 ประเภทของแบบทดสอบ
  - 1.4 ความหมายของแบบทดสอบความถนัด
  - 1.5 ประโยชน์ของแบบทดสอบความถนัด
  - 1.6 ตัวอย่างแบบทดสอบความถนัด
2. แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน ตามแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สโตน
  - 2.1 องค์ประกอบความถนัดทางภาษา
  - 2.2 องค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน
  - 2.3 องค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล
  - 2.4 องค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์
  - 2.5 แผนการเรียนที่เหมาะสมกับความถนัดทางการเรียน
3. การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ (Test Score Equating)
  - 3.1 เงื่อนไขของการปรับเทียบคะแนน
  - 3.2 ประเภทของการปรับเทียบคะแนน
  - 3.3 การออกแบบการปรับเทียบคะแนน (Equating Designs)
  - 3.4 การปรับเทียบค่าพารามิเตอร์สำหรับพัฒนาคลังข้อสอบ
  - 3.5 การปรับเทียบคะแนนสำหรับแบบสอบ 2 ฉบับ
  - 3.6 รูปแบบในการเชื่อมโยงคะแนนตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ
  - 3.7 วิธีการเชื่อมโยงคะแนนตามโมเดล MIRT (MIRT Linking Method)
4. โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional IRT Models)
  - 4.1 แนวคิดของการพัฒนาโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ
  - 4.2 ประเภทของโมเดล MIRT
  - 4.3 การแปลความหมายพารามิเตอร์ของโมเดล
  - 4.4 โปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการทดสอบแบบพหุมิติ
5. การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ
  - 5.1 ความเป็นมาและหลักการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ
  - 5.2 หลักการของการทดสอบแบบปรับเหมาะ (Principle of Adaptive Testing)



- 5.3 ประเภทของการทดสอบแบบปรับเหมาะ
- 5.4 ประเภทของ multidimensionality
- 5.5 องค์ประกอบของการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติ
- 5.6 กระบวนการในการทดสอบ
- 5.7 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- 5.8 คุณภาพของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ
- 5.9 เกณฑ์การประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- 5.10 ประโยชน์ของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติที่เหนือกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ
- 5.11 ประเด็นปัญหาของการใช้การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์
- 5.12 ทิศทางในอนาคตของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ
- 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางการเรียน
  - 6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ
  - 6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ
  - 6.4 งานวิจัยที่เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการเอกมิติและพหุมิติ
  - 6.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินโปรแกรมการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์

## ความถนัดทางการเรียน

### 1. ความหมายของความถนัดทางการเรียน

Brown (1970 : 341) ให้นิยามความถนัดว่าเป็นพลังในการเรียนรู้ที่จะทำงานหนักได้ และยังเปรียบเทียบว่า ความสามารถ (Ability) เกี่ยวข้องกับสภาพปัจจุบัน ส่วนความถนัดมองอิงเรื่องสภาพอนาคต นั่นคือ ความถนัดร่วมกับการฝึกฝน จึงจะประสบความสำเร็จ

Noll และ Scannell (1972 : 344) ได้ให้ความหมายความถนัดว่า หมายถึง ความสามารถในสาขาเฉพาะ เช่น ความสามารถทางดนตรี ศิลปะ หรือเชิงกล

Mehrens และ Lehman (1973 : 685) กล่าวว่า ความถนัดคือการรวมกันของ ความสามารถต่าง ๆ และคุณลักษณะอื่น ๆ ที่มีมาแต่กำเนิดหรือได้รับจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งแสดงโดยนัยถึง ความสามารถของบุคคลที่จะเรียนรู้หรือพัฒนาความชำนาญในบางส่วนโดยเฉพาะ

กรมวิชาการ (2543 ข : 1) ได้ให้ความหมายของความถนัด หมายถึง ความสามารถที่ได้รับการพัฒนาแล้ว (Developed Ability) ของผู้เรียน ความสามารถนี้อาจอยู่ในรูปของกรอบความคิด หรือกรอบการวิเคราะห์ที่ผู้เรียนได้สร้างสมมา หรืออาจอยู่ในความสามารถที่ผู้เรียนจะประกอบความคิด หรือกรอบการวิเคราะห์ขึ้นมาใหม่อย่างฉับพลันทันที เพื่อใช้แก้ปัญหาเฉพาะหน้า ความสามารถแรกแสดงถึงเชาว์ปัญญาที่ตกผลึก (Crystallized Intelligence) ส่วนรูปแบบหลังแสดงถึงเชาว์ปัญญาที่เลื่อนไหล (Fluid Intelligence) ความสามารถทั้งสองประการที่รวมกันเป็นความถนัดทางการเรียนนี้ เป็นการสะสมระยะยาวของประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับทั้งในและนอกห้องเรียน



สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2550 : 86) ได้ให้ความหมายว่า ความถนัด หมายถึง สมรรถภาพทางสมองของบุคคลที่แก้ปัญหาที่ยากซับซ้อนได้ถูกต้อง สมรรถภาพดังกล่าวนี้จะบอกวิสัยและทิศทางแห่งความงอกงามของสมอง

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 : 166) กล่าวว่า ความถนัด (Aptitude) เป็นความสามารถของบุคคลที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ในอนาคต

จากที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า ความถนัดทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลที่ได้รับการฝึกฝนเรียนรู้จากประสบการณ์และสะสมไว้จนเกิดทักษะความสามารถ ทำให้บุคคลนั้นสามารถเรียนและประกอบอาชีพต่าง ๆ ตามความสามารถนั้นได้ดี และเป็นผลสำเร็จ

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความถนัด

นักจิตวิทยาได้สนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความสามารถทางสมองของมนุษย์มาเป็นเวลานาน โดยระยะแรกมีความเชื่อว่าความสามารถทางสมองของมนุษย์เป็นหน่วยรวมเดียวตามความคิดของปีเนท์และซิมอน (Binet and Simon) จึงทำให้แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองในสมัยนั้นออกมาเป็นตัวเลขเพียงจำนวนเดียว ดังจะเห็นได้จากแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาของปีเนท์ต่อมาในปี ค.ศ. 1927 สเปนเยร์แมน (Charles Spearman) ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของความความสามารถทางสมองพบว่า มีสององค์ประกอบคือ องค์ประกอบทั่วไป (General Factor) และองค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) แต่ในปี ค.ศ. 1933 ได้มีการเปลี่ยนแปลงอีกครั้ง เมื่อเทอร์สโตน (Thurstone) ค้นพบว่า ความสามารถทางสมองมีหลายองค์ประกอบ ในปี ค.ศ. 1967 กิลฟอร์ด (Guilford) ได้นำเสนอโครงสร้างทางสมองของมนุษย์เป็น 3 มิติ หลังจากได้มีผู้สนใจศึกษาทฤษฎีของความความสามารถทางสมองอีกมาก จากทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความถนัดมีมากมาย แต่ที่เป็นรูปเป็นร่างจัดเป็นระบบได้มีดังนี้

2.1 ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Uni-Factor Theory) บางครั้งเรียกว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือปีเนท์และซิมอน (Binet and Simon) ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างของสติปัญญาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียวไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อยคล้ายกับความสามารถทั่วไป (General Ability) นั่นเอง ในปี ค.ศ. 1905 หรือ พ.ศ. 2448 ปีเนท์และซิมอน ได้สร้างข้อสอบวัดตามแนวคิดของเขาเป็นครั้งแรก ข้อสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดระดับเชาว์ปัญญาเป็นแบบ Global Measure คือวัดออกมาเป็นคะแนนเดียวแล้วแปลความหมายว่าใครมีเชาว์ปัญญาระดับใด (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 43)

2.2 ทฤษฎีสองตัวประกอบ (Two-Factor theory, Bi-Factor theory) เป็นแนวความคิดของสเปนเยร์แมน (Spearman) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษในปี ค.ศ.1927 ได้สรุปเป็นทฤษฎีเอาไว้ว่าสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์หรือบุคคลนั้น มีองค์ประกอบอยู่ 2 ประการ คือ

2.2.1 สมรรถภาพที่เป็นพื้นฐานทั่วไป (General Factor) หรือ G-Factor เป็นความสามารถที่มีอยู่ในการกระทำทุกอย่างของมนุษย์ ทุกคนจะมีความสามารถนั้นเหมือนกัน แต่แตกต่างกันตรงความมากน้อย

2.2.2 สมรรถภาพโดยเฉพาะ (Specific Factor) หรือ S-Factor เป็นความสามารถที่พิเศษเฉพาะอย่างทีบุคคลจะมีไม่เหมือนกันและไม่เท่ากัน

โดยที่สมรรถภาพพื้นฐานทั่วไปหรือ G-Factor เป็นสิ่งที่จะสอดแทรกในทุกอิริยาบถของความคิด และการกระทำของมนุษย์และมนุษย์ทุกคนมีสมรรถภาพสมองทั่วไปนี้แตกต่างกันออกไป



ตามลักษณะของบุคคล ส่วนสมรรถภาพเฉพาะหรือ S-Factor เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้มนุษย์มีความแตกต่างกันและเป็นความสามารถพิเศษที่มีอยู่ในแต่ละบุคคล เช่น สมรรถภาพทางศิลปะ ทางด้านวิศวกรรม ทางภาษา เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำให้ช่วยสามารถอธิบายความแตกต่างระหว่างบุคคลที่สอบได้คะแนนเท่า ๆ กันได้อย่างสมเหตุสมผล เพื่อประโยชน์ในการคัดเลือกบุคคลอีกด้านหรือแยกประเภทกลุ่มของบุคคลในการศึกษา ฝึกอบรมหรือกระทำการใด ๆ ได้อย่างชัดเจนอีกด้วย เช่น ความสามารถทางด้านดนตรี ความสามารถทางด้านศิลปะ ( ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 43-44)

2.3 ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ หรือทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณ (Multiple-Factor Theory) ทฤษฎีนี้เป็นแนวคิดของเทอร์สโตน (Thurstone) ซึ่งได้วิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อแยกหาความสามารถทางสมองของมนุษย์และพบว่า ความสามารถทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วยความสามารถย่อย ๆ หลายส่วน แต่ละส่วนทำงานเฉพาะและอาจทำงานร่วมกับส่วนอื่น ๆ ก็ได้ ซึ่งความสามารถพื้นฐานของสมองที่สำคัญของมนุษย์ แบ่งออกเป็น 7 สมรรถภาพ

เทอร์สโตนเสนอทฤษฎีหลายองค์ประกอบหลังจากที่ได้ทำการศึกษาวิจัยโครงสร้างทางสมอง โดยใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ซึ่งเป็นผลให้เขาพบว่า สมรรถภาพทางสมองของมนุษย์ไม่ได้ประกอบไปด้วยสมรรถภาพ 7 อย่าง ซึ่งค่อนข้างจะอิสระจากกัน ไม่เหมือนกัน แต่ใช้ร่วมกันในการทำกิจกรรมอันใดอันหนึ่งได้ สมรรถภาพทั้ง 7 อย่าง คือ ( ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 46-47)

2.3.1 องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal Factor : V) องค์ประกอบส่วนนี้ของสมองจะส่งผลให้รู้ถึงความสามารถด้านความเข้าใจภาษาและการสื่อสารทั่ว ๆ ไป ผู้ที่มีองค์ประกอบด้านนี้สูง จะมีความสามารถในการอ่านเอาเรื่อง อ่านแบบเข้าใจความหมาย รู้ความสัมพันธ์ของคำ รู้ความหมายของศัพท์ได้อย่างดี

2.3.2 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor : N) องค์ประกอบนี้ส่งผลให้มีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ดี มีความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ และความหมายของจำนวน และมีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิตได้อย่างดีด้วย

2.3.3 องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor : R) บางทีก็ใช้ Induction หรือ General Reasoning องค์ประกอบนี้แสดงถึงความสามารถด้านวิจารณ์ญาณ หาเหตุผลาค้นคว้าหาความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือทฤษฎี ตอนแรก ๆ เทอร์สโตนให้ความหมายองค์ประกอบนี้ไม่กระจ่างนัก เขามองในรูปอุปมาอุปไมย ระยะเวลาหลังผู้ศึกษาด้านนี้มองเห็นว่า จะวัดเหตุผลทั่วไปได้ดีด้วยเลขคณิตเหตุผล (Arithmetic Reasoning)

2.3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor : S) ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้คนเข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความสั้น ยาว ไกล ใกล้ และพื้นที่หรือทรวดทรงที่มีขนาดและปริมาตรแตกต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันสามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่

2.3.5 องค์ประกอบด้านสังเกตพิจารณา (Perceptual Speed Factor : P) องค์ประกอบของสมองด้านนี้ ได้แก่ ความสามารถด้านเห็นรายละเอียด ความคล้อยคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

2.3.6 องค์ประกอบด้านความคล่องในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency Factor : W) เป็นความสามารถที่จะใช้คำได้มากในเวลาจำกัด เช่น ให้หาคำขึ้นต้นด้วย “ต” มากที่สุดในเวลา





จำกัด เป็นต้น ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้มีความสามารถในการเจรจา และการประพันธ์ทั้งร้อยแก้ว และร้อยกรองตอบโต้ทันทีทันใด อย่างที่เขาเรียกว่า มีปฏิภาณไหวพริบในการเจรจา ความสามารถนี้มา เหมือน กับองค์ประกอบด้านภาษาที่กล่าวมาแล้ว องค์ประกอบด้านภาษามองความสามารถด้านภาษา ในทางความคิดความเข้าใจทางภาษา ส่วนองค์ประกอบนี้มองในด้านเจรจาเป็นสำคัญ ดังที่เราเคยเห็นว่า บางคนเก่ง (V) แต่พูดบรรยาย (W) ผู้ฟังไม่รู้เรื่อง

2.3.7 องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor : M) เป็นความสามารถ ด้านความทรงจำเรื่องราว และมีสติระลึกจรรจนสามารถถ่ายทอดได้ดี ความจำในที่นี้อาจจะเป็นความจำ แบบนกแก้ว หรือจำโดยอาศัยสิ่งสัมพันธ์ได้ ซึ่งถือว่า เป็นความจำในองค์ประกอบนี้ทั้งนั้น

2.4 ทฤษฎีไฮราคัลล (Hierarchical Theories) มีนักจิตวิทยาในกลุ่มหนึ่งได้จัดรูปแบบ การประกอบกันขององค์ประกอบอีกรูปหนึ่งกลุ่มคือ เบิร์ท (Burt) เวอร์นอน (Vernon) และฮัมเฟรย์ (Humphreys) โดยเฉพาะเวอร์นอน (Vernon) ได้เสนอโครงสร้างของเชาว์ปัญญา ในปี ค.ศ.1960 โดย เริ่มต้นอธิบายตามแบบของสเปียร์แมน นั่นคือเวอร์นอนเริ่มจุดแรกด้วย G-factor ขึ้นต่อไปแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ Verbal-education (V : ed) และ Practical-mechanical (k : m) องค์ประกอบใหญ่ 2 อันนี้เรียกรวมว่า Major Group Factor องค์ประกอบใหญ่ 2 อันนี้ยังแบ่งย่อยออก ออกไปอีก ด้านองค์ประกอบ Verbal-education แบ่งย่อยเป็นองค์ประกอบด้านภาษา (Verbal) และ องค์ประกอบด้านตัวเลข (Numerical) และอื่น ๆ อีก ในทำนองเดียวกันองค์ประกอบ Practical-mechanical แบ่งย่อยออกเป็น Mechanical information, Spatial และ Manual และยังมีอื่น ๆ แต่ ยังไม่กำหนด กลุ่มองค์ประกอบ นี้เรียกว่า Minor Group Factors ระดับที่ต่ำสุดขององค์ประกอบใน รูปแบบนี้ยังมีองค์ประกอบย่อย ๆ ไปอีก เรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors) ถ้าพิจารณาดู โครงสร้างอันนี้แล้วก็ไม่ว่าอะไรกับลักษณะของต้นไม้แฝงกิ่งก้านใหญ่เล็กลงไปตามลำดับ ลำต้นก็ เปรียบเสมือน G-factor กิ่งก้านเล็ก ๆ เปรียบเสมือน Specific factors นั่นเอง (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 47-48)

2.5 ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของปัญญา (Three Faces of Intellect Model) ทฤษฎี นี้สร้างขึ้นมาจากิลฟอร์ด (Guilford) เมื่อ ค.ศ. 1967 มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น Structure-of-Intellect Model หรือ Three-Dimensional Model of the Structure of Intellect กิลฟอร์ดได้ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะโดยจัดระบบของคุณลักษณะให้อยู่ในรูปใหม่เป็นลูกบาศก์รวมกัน 120 ก้อน และนิยามคุณลักษณะของเชาว์ปัญญาเป็น 3 มิติ ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 48-52)

2.5.1 มิติที่ 1 ด้านกระบวนการหรือวิธีการของการคิด (Operations) มี ส่วนประกอบย่อย 5 ส่วน

1) การรู้การเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถที่เห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการ รับรู้ เข้าใจในสิ่งนั้น ๆ และบอกได้ว่า สิ่งนั้น ๆ คืออะไร

2) ความจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บสะสมความรู้แล้ว สามารถระลึกนึกออกมาได้

3) การคิดอเนกนัย (Divergent Production) เป็นความสามารถในการตอบสิ่ง เร้าได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป เช่น ให้ออกประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้มากที่สุดที่จะบอกได้ ถ้า ผู้ใดคิดได้มากและแปลกที่สุดมีเหตุมีผล ถือว่าผู้นั้นมีความคิดแบบอเนกนัย



4) การคิดแบบเอกนัย (Convergent Production) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดหาเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้น คำตอบแบบนี้ก็ต้องถูกเพียงคำตอบเดียว

5) การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตีราคาลงสรุป โดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

2.5.2 มิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) เป็นด้านที่ประกอบด้วยสิ่งเร้าและข้อมูลต่างๆ แบ่งออกได้ 4 อย่าง คือ

1) ภาพ (Figural) หมายถึง สิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมหรือรูปที่แน่นอน สามารถจับต้องได้ หรือเป็นรูปภาพที่ระลึกนึกออกได้ดังรูปนั้นก็

2) สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข โน้ตดนตรี รวมทั้งสัญญาณต่าง ๆ ด้วย

3) ภาษา (Semantic) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นถ้อยคำพูดหรือภาษาเขียนที่มีความหมาย สามารถใช้ติดต่อสื่อสารแต่ละกลุ่มได้ แต่ส่วนใหญ่มองในด้านคิด (Verbal thinking) มากกว่าเขียน คือ มองความหมาย

4) พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นการแสดงออก รวมถึงทัศนคติ ความต้องการ การรับรู้ ความคิด ฯลฯ

2.5.3 มิติที่ 3 ผลของการคิด (Products) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำของความคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลผลิตของความคิดแยกได้เป็นรูปร่างต่าง ๆ กัน ซึ่งแบ่งออกได้ 6 อย่าง คือ

1) หน่วย (Units) หมายถึง สิ่งที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างไปจากสิ่งอื่นๆ เช่น คน สุนัข แมว เป็นต้น

2) จำพวก (Classes) หมายถึง ชุดของหน่วยที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น ข้าวโพดกับมะพร้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกัน เป็นต้น

3) ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง ผลของการโยงความคิดสองประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจจะเป็นหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก ระบบกับระบบ ก็ได้ เช่น คนกับอาหาร ต้นไม้กับปุ๋ย เป็นต้น

4) ระบบ (Systems) หมายถึง การจัดองค์การ จัดแบบแผนหรือจัดรวมโครงสร้างให้อยู่ในระบบว่าจะไร่มาก่อนมาหลัง

5) การแปลงรูป (Transformations) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้มีรูปแบบใหม่ การเปลี่ยนแปลงอาจจะมองในรูปแบบของข้อมูลหรือประโยชน์ก็ได้

6) การเกี่ยวพัน (Implications) หมายถึง ความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความเพื่อการพยากรณ์หรือคาดคะเนข้อความในตรรกวิทยา ประเภท “ถ้า...แล้ว...” ก็เป็นพวกใช้คาดคะเนโดยอาศัยเหตุและผล

2.6 ทฤษฎีความสามารถของสติปัญญา (Model of Cognitive Abilities) แนวคิดนี้เกิดจากการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบจากแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาและความถนัดที่เป็นมาตรฐานแล้ว แครอลล์ (Carroll) ได้เสนอไว้ในปี ค.ศ. 1993 จากหนังสือ Human Cognitive Abilities จึงมีหลายคนเรียกว่า ทฤษฎีความสามารถของแครอลล์ (Carroll's Model of Cognitive Abilities) แครอลล์แบ่งความสามารถออกเป็น 3 ชั้น ชั้นที่ 1 (Stratum I) แบ่งเป็น 8 กลุ่ม พยายามอธิบาย



องค์ประกอบของชั้นที่ 2 ชั้นที่ 2 (Stratum II) มี 8 กลุ่ม เรียกว่า 2F 2C 2Y 2V 2U 2R 2S และ 2T ส่วนชั้นที่ 3 (Stratum III) เป็นส่วนรวมของชั้นที่ 2 ทั้งหมด เรียกว่า 3G (General Intelligence) แต่จริง ๆ แล้วการแบ่งองค์ประกอบใหญ่รวมแล้วจะเป็น 9 องค์ประกอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 57-58)

2.6.1 G-General Intelligence เป็นกระบวนการทางสติปัญญาระดับสูง เป็นการรวมความสามารถในระดับ 2 หรือชั้นที่ 2 มี 2 หรือมากกว่า 2 องค์ประกอบขึ้นไป เป็นลักษณะเกิดจากการผสมผสานหลายองค์ประกอบ

2.6.2 Gf-Fluid Intelligence เป็นความสามารถด้านเหตุผลแบบคิดจากย่อยไปหาใหญ่ (induction) เช่น Sequential reasoning, Quantitative reasoning ซึ่งเป็นความสัมพันธ์แบบนามธรรมมาก

2.6.3 Gc-Crystallized Intelligence เป็นความสามารถของสมองด้านแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาผ่านการศึกษาและประสบการณ์ ส่วนใหญ่จะเป็นความสามารถด้านภาษาแบบต่าง ๆ

2.6.4 Gy-General Memory and Learning เป็นความสามารถในการจำแบบต่าง ๆ ตลอดจนการเรียนรู้

2.6.5 Gv-Broad Visual Perception เป็นความสามารถทางสมองในการคิดกระบวนการของการรับรู้และมิติสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ผ่านสายตา

2.6.6 Gu-Broad Auditory Perception เป็นความสามารถทางสมองในการรับรู้ทางหู ไม่ว่าจะเป็นทางภาษาหรือดนตรีเน้นการฟังเสียง

2.6.7 Gr-Broad Retrieval Abilities เป็นความสามารถในการคิดแบบริเริ่มสร้างสรรค์ และรวมถึงความสามารถบ่งบอกสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้อย่างรวดเร็วคล่องแคล่ว เช่น ความคล่องแคล่วในการใช้คำ (word fluency) เป็นต้น

2.6.8 Gs-Broad Cognitive Speediness เป็นความสามารถในการทำอะไรได้รวดเร็วคล่องแคล่วถูกต้องในเวลาจำกัด

2.6.9 Gt-Processing Speed เป็นความสามารถในการใช้กระบวนการพิจารณาตัดสินใจอย่างรวดเร็ว เช่น Mental Comparison Speed, Semantic Processing Speed เป็นต้น

จากทฤษฎีทั้งหมดที่กล่าวไปข้างต้น จะเห็นได้ว่า ทฤษฎีเหล่านี้ต่างก็มีความสอดคล้องกันอยู่ คือ สมรรถภาพทางสมองมี 2 ลักษณะ ได้แก่ ความสามารถที่เป็นพื้นฐาน และความสามารถเฉพาะ ซึ่งทำให้ทราบถึงสมรรถภาพทางสมองของบุคคลแต่ละคน เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการจัดพวก (classification) จัดตำแหน่ง (placement) และวินิจฉัย (diagnosis) ตลอดจนพยากรณ์ (predictive) อนาคต และประเมินคุณภาพบุคคลได้ถูกต้อง อันเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อการตัดสินใจเลือกแนวทางในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพของบุคคล ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบระดับความถนัดของบุคคลที่ตอบสนองออกมา ทำให้สังเกตและวัดให้เป็นปริมาณได้ ได้แก่ แบบทดสอบ

### 3. ประเภทของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ สามารถแบ่งออกได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งที่ต่างกันออกไป ซึ่งพิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548 : 61-64) คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (2553 : 62-64) และสมนึก ภัททิยธนี (2553 : 62-67) ได้กล่าวไว้ ดังนี้



### 3.1 ประเภทของแบบทดสอบแบ่งตามสมรรถภาพที่วัด

การแบ่งแบบทดสอบตามสมรรถภาพที่จะวัดนี้นิยมแบ่งกันมาก ซึ่งแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

3.1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้วมีอยู่เท่าใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher-Made Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันโดยทั่ว ๆ ไปในโรงเรียนและสถาบันการศึกษา

2) แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป แบบทดสอบชนิดนี้จะต้องผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีคุณภาพดี มีมาตรฐาน คือมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ และมาตรฐานในวิธีการแปลความหมายคะแนน

3.1.2 แบบทดสอบความถนัด (Aptitude Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพทางสมองของผู้เรียนว่าจะสามารถเรียนไปได้ไกลหรือประสบความสำเร็จเพียงใด เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นรากฐาน ซึ่งสอดคล้องกับลัทธิ สายยศ และอังคณา สายยศ (2541 : 19-21) บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542 : 72-75) และพิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548 : 62) ที่แบ่งแบบทดสอบความถนัดเป็น 2 ชนิด คือ

1) แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางด้านวิชาการต่างๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2) แบบทดสอบความถนัดเฉพาะอย่างหรือความถนัดพิเศษ (Specific Aptitude Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะอย่างที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพต่าง ๆ หรือความสามารถพิเศษ เช่น ความสามารถทางด้านดนตรี ศิลปะ เครื่องยนต์ การประดิษฐ์ เป็นต้น

ส่วนแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา (Intelligence Test) หมายถึง แบบทดสอบวัดแนวโน้มในการใช้ความสามารถที่จะเข้าใจสิ่งใดสิ่งหนึ่งตามลักษณะของสิ่งนั้น แล้วสามารถนำเอาความเข้าใจของตนเองไปดัดแปลงแก้ไข สร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ส่วนการวัดเชาวน์ปัญญาที่นิยมใช้และรู้จักกันทั่วไป ได้แก่ การวัดเกณฑ์ภาคเชาวน์หรือวัด IQ ซึ่งเป็นการหาอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างอายุสมอง (Mental Age) กับอายุปฏิทิน (Chronological Age) ดังนั้น แบบทดสอบความถนัด จึงแตกต่างจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา เพราะแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาเป็นการวัดเพื่อพิจารณาสมรรถภาพโดยส่วนรวมว่า สมองมีความสามารถมากน้อยเพียงใด ไม่ได้แจกแจงว่าถนัดด้านใด อย่างไร แต่กล่าวได้ว่า แบบทดสอบความถนัด พัฒนามาจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา

3.1.3 แบบทดสอบบุคคล-สังคม (Personal-Social Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดบุคลิกภาพ (Personality) และการปรับตัว (Adjustment) ให้เข้ากับสังคม ซึ่งเป็นเรื่องที่ยาก ผลที่ได้ไม่แน่นอนตายตัว เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงในตัวบุคคลและสังคม และมักจะเรียกแบบทดสอบชนิดนี้ว่า แบบวัด (Scale) เพราะเป็นสมรรถภาพที่เกี่ยวข้องพัวพันระหว่างด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) กับด้านจิตพิสัย (Affective Domain) ซึ่งแบบทดสอบ แบบวัด และแบบสอบถาม มีลักษณะแตกต่างกัน คือ แบบทดสอบ (Test) เมื่อตอบแต่ละข้ออาจจะถูก (ได้คะแนน)



หรือผิด (ไม่ได้คะแนน) สำหรับแบบวัด (Scale) ใช้วัดเกี่ยวกับคุณลักษณะบางอย่าง มีความลึกซึ้งกว่าแบบสอบถาม ผลการตอบแต่ละข้อจำได้คะแนนแน่นอน (ไม่มีการตอบผิด) แต่คะแนนจะแตกต่างกันตามระดับที่กำหนดให้ เช่น คะแนน 5 ระดับ เป็น 1 2 3 4 หรือ 5 คะแนน เป็นต้น และแบบสอบถาม (Questionnaire) ใช้วัดเกี่ยวกับความคิดเห็น (Opinion) หรือความรู้สึก (Sense) ผลการตอบจะได้คะแนนแน่นอน (ไม่มีการตอบผิด) เช่นเดียวกับการให้คะแนนของแบบวัด (Scale) ตัวอย่างแบบทดสอบประเภทนี้ได้แก่ แบบทดสอบวัดเจตคติ (Attitude) ที่มีต่อบุคคล สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์สังคม เป็นต้น, แบบทดสอบวัดความสนใจ (Interest) ที่มีต่ออาชีพ งานอดิเรก กีฬา ดนตรี เป็นต้น, แบบทดสอบวัดการปรับตัว (Adjustment) เช่น การปรับตัวเข้ากับเพื่อนร่วมงาน ความสามารถในการควบคุมอารมณ์ เป็นต้น

3.2 ประเภทของแบบทดสอบแบ่งตามจุดมุ่งหมายในการสร้างหรือแบ่งตามเนื้อหาของข้อสอบในฉบับ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

3.2.1 แบบอัตนัยหรือแบบเรียง (Subjective Test or Essay Type) หมายถึงแบบทดสอบที่มีคำถามให้ และผู้ตอบเขียนตอบยาว ๆ อย่างเสรี ภายในเวลาที่กำหนด ข้อสอบประเภทนี้ลักษณะของข้อคำตอบจะไม่คงที่แน่นอน และแต่ละข้อ จะวัดได้หลาย ๆ ด้าน เช่น ในด้านการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ เป็นต้น

3.2.2 แบบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ (Objective Test or Short Answer) หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดให้ตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือก นักเรียนเลือกหาคำตอบที่คิดว่าถูกต้องโดยการทำเครื่องหมายอย่างใดอย่างหนึ่งตามข้อที่กำหนดไว้ ได้แก่ แบบถูก-ผิด (True-False) แบบเติมคำหรือเติมความ (Completion) แบบจับคู่ (Matching) แบบเลือกตอบ (Multiple Choices)

3.3 ประเภทของแบบทดสอบแบ่งตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

3.3.1 แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัย (Diagnostic Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นใช้ทดสอบเพื่อหาข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียน และนำผลไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งนับว่ามีประโยชน์มากในการเรียนการสอน

3.3.2 แบบทดสอบเพื่อทำนายหรือพยากรณ์ (Prognostic Test) หมายถึงแบบทดสอบที่นำผลจากการสอบมาช่วยในการทำนายว่า ใครจะสามารถเรียนอะไรได้บ้าง และสามารถจะเรียนได้มากเพียงใด เป็นต้น แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) สูง ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์มากในด้านการสอบคัดเลือก การวัดความถนัดในการเรียน และการแนะแนว

3.4 ประเภทของแบบทดสอบแบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

3.4.1 แบบใช้ความเร็ว (Speed Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มีข้อสอบมาก ๆ ข้อสอบมักจะง่ายและจำกัดเวลาในการตอบ ลักษณะเช่นนี้ต้องการจะทดสอบว่าในเวลาจำกัดใครจะมีความคล่องแคล่วรวดเร็วในการทำข้อสอบได้ถูกต้องมากกว่า บางทีจึงเรียกข้อสอบประเภทนี้ว่า ข้อสอบวัดทักษะ

3.4.2 แบบให้เวลา หรือแบบทดสอบวัดความสามารถสูงสุด (Power Test) หมายถึง แบบทดสอบความสามารถในเรื่องที่กำหนดว่ามีอยู่มากและดีเพียงใด โดยให้เวลาตอบมากหรือจนกระทั่งทุกคนทำเสร็จ หรือไม่จำกัดเวลาในการตอบ ต้องการให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพของตนเอง



อย่างเต็มที่ มักจะเป็นข้อสอบที่ต้องแสดงความคิดเห็นหรือให้วิเคราะห์ บางครั้งให้เปิดหนังสือควคูไปกับการสอบ หรือให้ไปตอบที่บ้าน

3.5 ประเภทของแบบทดสอบแบ่งตามลักษณะการตอบ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

3.5.1 แบบให้ลงมือกระทำหรือแบบทดสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test) หมายถึง แบบทดสอบภาคปฏิบัติทั้งหลายที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง เช่น การปรุงอาหาร การแสดง การฝีมือ ศิลปะ การซ่อมแก้เครื่องยนต์ เป็นต้น

3.5.2 แบบให้เขียนตอบหรือแบบทดสอบข้อเขียน (Paper-pencil Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องตอบโดยการเขียน สามารถตั้งคำถามให้เขียนตอบจำนวนมาก ๆ หรือลึกซึ้งเพียงใดก็ได้ ผู้สอบมีโอกาสเรียบเรียงเนื้อหา และใช้ความสามารถทางสมองได้เต็มที่ ได้แก่ การสอบแบบอัตนัย ปรนัย ที่ใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวัดความสามารถ

3.5.3 แบบสอบปากเปล่าหรือแบบทดสอบปากเปล่า (Oral Test) หมายถึง การสอบโดยใช้การถาม-ตอบปากเปล่า มีการโต้ตอบกันทางคำพูดแทนการเขียน เหมาะที่จะใช้กับผู้ที่อ่านไม่ออก เขียนไม่ได้ หรือเมื่อต้องการให้ตอบอย่างฉับไว ลักษณะเช่นนี้ควรให้ตอบแบบสั้น ๆ และมีข้อสอบไม่มาก เพราะจะเสียเวลามาก และต้องอาศัยการเรียบเรียงเนื้อหา เช่น การสัมภาษณ์ เป็นต้น

3.6 ประเภทของแบบทดสอบแบ่งตามจำนวนผู้เข้าสอบ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

3.6.1 แบบทดสอบแบบรายบุคคล (Individual Test) หมายถึง การสอบทีละคน มักจะเป็นการสอบภาคปฏิบัติ วิธีการนี้ควรใช้เมื่อคนเข้าสอบมีจำนวนน้อย หรือต้องการดูพฤติกรรมของนักเรียนทุกชั้นตอน

3.6.2 แบบทดสอบเป็นชั้นหรือเป็นหมู่ (Group Test) หมายถึง การสอบทีละหลายๆ คน เป็นชั้นหรือเป็นหมู่ วิธีนี้ควรจะใช้เมื่อคนเข้าสอบมีจำนวนมาก ๆ และสามารถจัดสอบพร้อมกัน ทั้งโรงเรียน จังหวัดหรือประเทศก็ได้

3.7 ประเภทของแบบทดสอบแบ่งตามสิ่งเร้าของการถาม แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

3.7.1 แบบทดสอบทางภาษา (Verbal Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องอาศัยภาษาของสังคมนั้น ๆ เป็นหลัก ใช้กับผู้ที่สามารถอ่านออกเขียนได้ แบบทดสอบประเภทนี้ย่อมมีระเบียบวัฒนธรรมของสังคมซึ่งแตกต่างกันเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น นักเรียนไทยย่อมทำข้อสอบภาษาอังกฤษได้ไม่ดีเท่ากับนักเรียนอังกฤษ หรือนักเรียนอังกฤษย่อมทำข้อสอบภาษาไทยไม่ได้ แม้ข้อสอบจะง่ายเพียงใดก็ตาม ภายในสังคมเดียวกันยังมีความแตกต่างในเรื่องระเบียบวัฒนธรรมสังคมท้องถิ่นและมีผลต่อเนื้อหาสาระของข้อสอบเสมอ เช่น ตั้งคำถามว่าชาวชนบทที่ซื้อไร่หลังคา (ตัวเลือก : ไบหล้าคา-ไบตองตึง-ไบสั๊ก-ไบจาก) หากถามนักเรียนในภาคอีสาน คำตอบถูกคือไบหล้าคา ส่วนนักเรียนในภาคเหนือหรือภาคใต้ จะเฉลยคำตอบถูกเป็นไบหล้าคาอย่าอย่าไม่ได้ เพราะในภาคเหนือนิยมใช้ไบตองตึง หรือในภาคใต้นิยมใช้ไบจาก (ใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่น) ดังนั้นการเขียนข้อสอบต้องคำนึงถึงความแตกต่างของระเบียบวัฒนธรรมของสังคมด้วย

3.7.2 แบบทดสอบที่ไม่ใช่ภาษา (Non-Verbal Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้รูปภาพ สัญลักษณ์ หรือตัวเลข แทนภาษา ลักษณะของแบบทดสอบประเภทนี้ ใช้กับผู้ที่สามารถอ่านออกเขียนได้ และผู้ที่อ่านไม่ออกเขียนไม่ได้ สามารถนำไปทดสอบกับนักเรียนทุกชาติทุกภาษาได้ โดยไม่มีความได้เปรียบเสียเปรียบจากวัฒนธรรมที่ต่างกัน จึงเรียกได้ว่ามีความยุติธรรมทางวัฒนธรรม (Culture Fair) เช่น การสร้างข้อสอบวัดความถนัดชนิดที่ใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพ เป็นต้น



3.8 ประเภทของแบบทดสอบแบ่งตามลักษณะและโอกาสในการใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ (พิชิต ฤทธิจรูญ. 2548 : 63-64 ; สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 66)

3.8.1 แบบทดสอบย่อย (Formative Test) เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อคำถามไม่มากนัก ใช้สำหรับประเมินผลระหว่างการเรียนรู้หรือเมื่อเสร็จในแต่ละหน่วยย่อย เพื่อวินิจฉัยการเรียนรู้ของผู้เรียน วัตถุประสงค์สำคัญของแบบทดสอบย่อย คือ มุ่งปรับปรุงการเรียนการสอน ช่วยให้ครูได้วิเคราะห์หาสาเหตุของความบกพร่องและซ่อมเสริมแก้ไขได้ตรงจุด

3.8.2 แบบทดสอบรวม (Summative Test) เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อคำถามมาก ใช้สำหรับสอบปลายภาค หรือปลายปีการศึกษาเมื่อจบเนื้อหาของแต่ละรายวิชา วัตถุประสงค์สำคัญของแบบทดสอบรวมเพื่อวัดว่าใครมีความรู้ความเข้าใจมากน้อยเพียงใด และเพื่อตัดสินผลการเรียน ลักษณะของข้อสอบจะไม่ละเอียดทุกแง่มุม เหมือนแบบทดสอบย่อย ครูผู้สอนไม่สามารถวินิจฉัยได้ชัดเจนว่านักเรียนเก่งหรืออ่อนจุดใด

3.9 ประเภทของแบบทดสอบแบ่งตามเกณฑ์การนำผลการสอบไปประเมิน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ (พิชิต ฤทธิจรูญ. 2548 : 64)

3.9.1 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Reference Test) เป็นแบบทดสอบที่ต้องการวัดระดับความรู้ของผู้เรียนโดยนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

3.9.2 แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Reference Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งนำผลการสอบไปเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นที่ใช้ข้อสอบเดียวกันเพื่อตัดสินว่าใครเก่งกว่ากัน

จะเห็นได้ว่า แบบทดสอบความถนัด สามารถจัดประเภทได้หลาย ๆ แบบ แต่ละแบบก็มีลักษณะ เฉพาะอย่างแตกต่างกันออกไป เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานของแต่ละประเภท และเมื่อพิจารณาเฉพาะความถนัดทางการเรียน จะเห็นได้ว่า ความถนัดเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งที่จะช่วยชี้แนะทางบุคคลในการที่จะเลือกเรียนวิชาหรืออาชีพที่ตนถนัด คุณสมบัติอันนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งในด้านการเรียน เพราะจะทำให้บุคคลได้ฝึกฝนและเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้เขาประสบความสำเร็จได้ดีกว่าการที่จะไปเคี่ยวเข็ญให้เรียนในทางที่ตนไม่ถนัด แต่สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งก็คือ เครื่องมือที่จะวัดความถนัดด้านนั้น ๆ ต้องมีความเชื่อมั่นสูง

#### 4. ความหมายของแบบทดสอบความถนัด

แบบทดสอบที่ใช้วัดความถนัดของบุคคล สามารถเรียกได้หลายอย่าง เช่น แบบทดสอบความถนัด แบบทดสอบวัดความถนัด แบบวัดความถนัด แบบสอบความถนัด แบบสอบวัดความถนัด เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้ จะใช้คำว่า แบบทดสอบความถนัด (Aptitude Test)

ความหมายของคำว่า แบบทดสอบความถนัด ที่ระบุไว้ในราชบัณฑิตยสถาน (2548 : 11) หมายถึง การวัดความถนัดจะต้องใช้แบบทดสอบเพื่อทำนายความสามารถเฉพาะด้านของบุคคล เช่น แบบทดสอบความถนัดในการใช้นิ้วมือ แบบทดสอบความถนัดการใช้เครื่องยนต์กลไก แบบทดสอบทางด้านดนตรี

Noll และ Scannell (1972 : 389) กล่าวว่า แบบทดสอบความถนัดเป็นแบบทดสอบที่ใช้ทำนายความสามารถของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ยังใช้วัดทักษะหรือความรู้ที่จำเป็นเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในงานต่าง ๆ เช่น ความถนัดด้านเสียง ความถนัดด้านจักรกล



Mehrens และ Lehman (1973 : 396-397) กล่าวว่าแบบทดสอบความถนัดเป็นการวัดที่ตัวประกอบพหุคูณ หรือตัวประกอบเฉพาะ ซึ่งส่วนมากจะใช้ทำนายความสำเร็จทางการเรียนของนักเรียน

Ebel (1979 : 389) กล่าวว่าแบบทดสอบความถนัดเป็นแบบทดสอบที่วัดศักยภาพของแต่ละบุคคล เพื่อพัฒนาตามแนวพิเศษหรือขอบเขต ซึ่งบุคคลที่เหมาะสมที่จะรับการสอบตามแนวนั้น อาจเป็นความถนัดทางวิชาการ ดนตรี เสมิยน หรือความถนัดพิเศษอย่างอื่น

Cronbach (1984 : 31) กล่าวว่า แบบทดสอบความถนัดเป็นแบบทดสอบที่ใช้ทำนายความสำเร็จในอาชีพบางอย่างหรือการฝึกหัดบางอย่าง เช่น ความถนัดทางวิศวกรรม ความถนัดทางดนตรี

อรนุช ศรีสะอาด, สมบัติ ท้ายเรือคำ และทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน (2549 : 13) ให้ความหมายของแบบทดสอบความถนัด หมายถึง แบบทดสอบความถนัดทางด้านวิชาการต่าง ๆ เช่น ความถนัดทางด้านภาษา คณิตศาสตร์ เป็นต้น เพื่อทำนายหรือพยากรณ์ผู้เรียนแต่ละคนว่าจะสามารถเรียนต่อไปในทางแขนงใดได้ และจะเรียนไปได้ดีเพียงใด

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 : 166) กล่าวว่า แบบทดสอบความถนัดเป็นแบบสอบที่ใช้วัดความสามารถที่จะเรียนรู้ทั่ว ๆ ไปของบุคคล (Ability to learn)

สมนึก ภัททิยธนี (2553 : 63) กล่าวว่า แบบทดสอบความถนัด (Aptitude Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียนว่าสามารถเรียนต่อไปหรือจะประสบความสำเร็จเพียงใด เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐาน

คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (2553 : 62) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบความถนัด (Aptitude Test) ว่าหมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพทางสมองของผู้เรียนว่าจะสามารถเรียนไปได้ไกลหรือประสบความสำเร็จเพียงใด เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นรากฐาน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถเฉพาะบุคคล โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้สอบแต่ละคนว่าจะสามารถศึกษาต่อไปในแขนงใด หรือนำมาใช้ในการแนะแนวอาชีพ ตลอดจนจัดบุคคลให้เหมาะสมกับงานตามความถนัดของตนเอง และจากที่กล่าวไปในหัวข้อความถนัดจะเห็นว่ามนุษย์มีความถนัดหลายด้าน จึงมีแบบทดสอบหลายประเภทที่ใช้วัดความถนัดของบุคคล ดังรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

##### 5. ประโยชน์ของแบบทดสอบความถนัด

แบบทดสอบความถนัด สร้างขึ้นมาเพื่อวัดความสามารถของบุคคล อันเกิดจากผลของความรู้และประสบการณ์ทั้งหลายที่สั่งสมมาตั้งแต่อดีต ว่ามีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้และสามารถแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียนหรือต่อการประกอบอาชีพในอนาคตได้ดีเพียงใด เพราะเชื่อว่าบุคคลมีความแตกต่างกัน ดังนั้น บุคคลก็ย่อมมีความสามารถหรือความถนัดแตกต่างกันด้วย การใช้แบบทดสอบเพื่อหาความสามารถของบุคคลมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ทำให้ทราบถึงความสามารถในด้านต่าง ๆ ซึ่งชุดคำถามในแบบทดสอบเป็นสิ่งเร้าที่จะให้บุคคลแสดงความสามารถในด้านต่าง ๆ สำหรับกิจกรรมที่มีการจำกัดจำนวน แต่มีบุคคลต้องการเป็นจำนวนมาก เพื่อให้เกิดความยุติธรรมมักจะ





ใช้วิธีการสอบในการคัดเลือกบุคคล เช่น การคัดเลือกเข้าโรงเรียน และการคัดเลือกเข้าทำงาน เป็นต้น เมื่อพิจารณาในด้านการศึกษา การทดสอบความถนัดสามารถใช้ในการวินิจฉัยความสามารถในการเรียน ทำให้ผู้เรียนรู้จักตนเอง และยอมรับตนเองในขีดความสามารถที่ตนเองมีอยู่ และทราบว่าตนเองมีความถนัดด้านใด ระดับใด บางคนอาจเก่งทางภาษาแต่อ่อนในวิชาเลข แม้ในหมวดวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกัน ก็อาจมีผู้เรียนบางคนเก่งในด้านทักษะแต่อ่อนในด้านเหตุผล หรือในบางครั้ง ผู้เรียนมีความถนัด แต่ได้คะแนนน้อย อาจเพราะมีปัญหาบางอย่างเกิดขึ้น ซึ่งเมื่อรู้สถานภาพของผู้เรียนแล้ว สามารถส่งเสริมความถนัดของผู้เรียนได้ตรงจุดหรือแก้ปัญหาได้ตรงจุด และใช้ในการวางแผนการจัดกระบวนการเรียน การสอนและเลือกใช้สื่อการเรียนได้เหมาะสมกับความถนัดของผู้เรียน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 22) แบบทดสอบความถนัดยังเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถทางสมองที่ได้รับ การออกแบบมาเพื่อพยากรณ์ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีโอกาที่จะประสบความสำเร็จในการทำกิจกรรมต่างๆ มากน้อยเพียงใดก่อนที่จะได้รับการฝึกหัด (อนุรักษ์ ไทยสนธิ. 2548 : 28 ; อ้างอิงมาจาก Sax. 1974) ดังนั้น แบบทดสอบความถนัด ใช้ประโยชน์เพื่อการทำนายการเรียนรู้ในอนาคต (Prognosis) มากกว่าที่จะใช้เพื่อการตรวจสอบหาข้อบกพร่องของการเรียนรู้ (Diagnosis) แบบทดสอบความถนัด สามารถใช้ในการวิจัย ในการหาคำตอบ ในการวิเคราะห์วิจัย ยิ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลองด้วยแล้ว แบบทดสอบความถนัดช่วยในการควบคุมตัวแปรได้อย่างดี (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 26)

สรุปได้ว่า ในการเลือกใช้แบบทดสอบความถนัดประเภทใดหรือชุดใด ขึ้นอยู่กับ จุดประสงค์ของแบบทดสอบ ซึ่งจะทำได้เลือกใช้แบบทดสอบได้อย่างเหมาะสม การวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบทดสอบความถนัดในการพยากรณ์หรือทำนายอาชีพในอนาคตของผู้สอบ และเลือกวัดความถนัด เฉพาะด้านตัวเลขเพียงด้านเดียวเท่านั้น

#### 6. ตัวอย่างแบบทดสอบความถนัด

แบบทดสอบความถนัด สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบทดสอบความถนัดทาง สมอง และแบบทดสอบความถนัดทางอาชีพ ผู้วิจัยจะเสนอตัวอย่างแบบทดสอบแต่ละประเภทพอสังเขป ดังนี้

##### 6.1 แบบทดสอบความถนัดทางสมอง

แบบทดสอบมาตรฐานที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความถนัดทางสมอง โดยล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541 : 60-76) กล่าวไว้ ดังนี้

6.1.1 แบบทดสอบความถนัดทางสมองของโอตีส-เลนอน (Otis-Lenon Mental Ability Test : OLMAT) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความถนัดทางสมองในหลายระดับ แต่ละระดับสามารถสอบเป็นกลุ่มได้ ซึ่งระดับที่สร้างไว้ ได้แก่ ความเข้าใจด้านภาษา (Verbal Comprehension) เหตุผลด้านภาษา (Verbal Reasoning) เหตุผลภาพ (Figural Reasoning) และ เหตุผลเชิงปริมาณ (Quantitative Reasoning) ซึ่งแบบทดสอบนี้จัดระบบข้อคำถามสลับองค์ประกอบ ของการวัดแบบไม่เป็นระบบ ระดับเด็กส่วนใหญ่จะเป็นรูปภาพ ระดับขั้นสูงจึงจะใช้ภาษาและตัวเลข โดยตรง

6.1.2 แบบทดสอบของ California Test of Menral Maturity (CTMM) สร้าง ขึ้นโดย Elizabeth T. Sullivan, Wills W. Clark และ Ernest W. Tiegs เป็นแบบทดสอบวัดเชาว์ ปัญญาที่เน้นโครงสร้างขององค์ประกอบเป็นสำคัญ แบบทดสอบนี้วัดองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ



ได้แก่ เหตุผลทางตรรกวิทยา (Logical Reasoning) มิติสัมพันธ์ (Spatial Relationship) ตัวเลขเหตุผล (Numerical Reasoning) มโนภาพด้านภาษา (Verbal Content) และความจำ (Memory)

6.1.3 แบบทดสอบ Cognitive Ability Test (CAT) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในหลายระดับ ตั้งแต่ระดับ 3-12 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านภาษา (Verbal) ด้านปริมาณ (Quantitative) และด้านภาพ (Nonverbal)

6.1.4 แบบทดสอบ Graduate Record Examination (GRE) สร้างโดย ETS (Education Testing Service) ใช้เวลาในการสอบ 3 ชั่วโมง และวัดผลสัมฤทธิ์ขั้นสูงอีกหลายวิชา แบบทดสอบความถนัดวัดความสามารถทั่วไปทางการเรียนใช้ในระดับปริญญาโทขึ้นไป แบ่งการวัดองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ ความสามารถด้านภาษา (Verbal Ability) ความสามารถด้านตัวเลขและปริมาณ (Quantitative Ability) และความสามารถด้านเหตุผลเชิงวิเคราะห์ (Analytical Ability)

6.1.5 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Tests : SAT) สร้างโดยคณะกรรมการวิทยาลัย (The college Board) ของอเมริกา แบบทดสอบประกอบด้วยองค์ประกอบใหญ่ 2 ด้าน ได้แก่ ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านภาษา ซึ่งแบบทดสอบนี้เรียงข้อสอบจากง่ายไปยาก การออกข้อสอบผู้ออกจะต้องเป็นผู้มีความรู้ความสามารถสูงในทางวิชาการและการสร้างข้อสอบมีผลงานเป็นที่ยอมรับ ส่วนการให้คะแนนจะมีการหักคะแนนข้อที่ทำผิดด้วย

## 6.2 แบบทดสอบความถนัดทางอาชีพ

6.2.1 แบบทดสอบ Differential Aptitude Tests (DAT) ของเบนเนทและคณะ เพื่อใช้ในการแนะแนวการศึกษาและอาชีพของนักเรียนที่อยู่ระหว่างเกรด 8 ถึงเกรด 12 แบบทดสอบนี้มีการนำเสนอเป็นเส้นภาพประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 8 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบเหตุผลทางภาษา (Verbal Reasoning : VR) แบบทดสอบวัดความสามารถทางตัวเลข (Numerical Ability : NA) แบบทดสอบวัดเหตุผลทางนามธรรม (Abstract Reasoning : AR) แบบทดสอบความเร็วแม่นยำทางเสมียน (Clerical Speed and Accuracy : CSA) แบบทดสอบเหตุผลเชิงจักรกล (Mechanical Reasoning : MR) แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ (Space Relation : SR) แบบทดสอบการสะกดคำ (Spelling : Sp) และแบบทดสอบการใช้ภาษา (Language Usage : LU) (จุโรพร ตรังปรากฏ. 2548 : 15-16)

6.2.2 แบบทดสอบ Flanagan Aptitude Classification Tests (FACT) สร้างโดยจอห์น ซี ฟลานานแกน (John C. Flanagan) ใช้วัดความถนัดทางอาชีพต่าง ๆ ถึง 38 อาชีพ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์งาน ว่างานจะสำเร็จได้จะต้องใช้คุณลักษณะ (Traits) พฤติกรรมหรือความสามารถด้านใดบ้าง แบบทดสอบนี้แบ่งย่อยออกเป็น 19 ชุดย่อย ได้แก่ ชุดที่ 1 ความช่างสังเกต (Inspection) ชุดที่ 2 ความสามารถเชิงกล (Mechanics) ชุดที่ 3 ตารางข้อมูล (Tables) ชุดที่ 4 เหตุผล (Reasoning) ชุดที่ 5 คำศัพท์ (Vocabulary) ชุดที่ 6 ต่อภาพ (Assembly) ชุดที่ 7 การใช้วิจารณญาณ และการสรุปความ (Judgment and comprehension) ชุดที่ 8 การซ้อนรูป (Component) ชุดที่ 9 การวางแผน (Planning) ชุดที่ 10 คณิตศาสตร์ (Arithmetic) ชุดที่ 11 การคิด (Ingenuity) ชุดที่ 15 การตื่นตัว (Alertness) ชุดที่ 16 การประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อ (Coordination) ชุดที่ 17 การทำตามแบบ (Pattern) ชุดที่ 18 รหัส (Coding) และชุดที่ 19 ความจำ (Memory) (จุโรพร ตรังปรากฏ. 2548 : 16-18)



### 6.2.3 แบบทดสอบความถนัด General Aptitude Test Battery (GATB)

ในปี ค.ศ. 1930 กรมแรงงานของสหรัฐอเมริกา (The Bureau of employment Security) ได้พัฒนาแบบทดสอบความถนัดขึ้น เพื่อใช้วัดความสามารถในการทำงาน เฉพาะอย่างจำนวน 100 อาชีพ ต่อมาในปี ค.ศ. 1940 กรมแรงงานได้จัดผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลและ นักจิตวิทยาการอุตสาหกรรม ในการศึกษาและสร้างชุดแบบทดสอบวัดความถนัดพหุคุณสำหรับ 100 อาชีพ ที่ทำการศึกษาจนได้แบบทดสอบ General Aptitude Test Battery ที่มีการใช้อย่างกว้างขวาง และเป็นที่ยอมรับในการนำมาใช้ทดสอบวัดความสามารถในการคัดเลือกบุคลากร (Gregory. 1996 : 301 ; citing Hunter. 1994) แบบทดสอบ GATB ใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ จนได้ แบบทดสอบที่มีจำนวน 59 ฉบับ ใช้ทดสอบกับนักเรียนตั้งแต่เกรด 9-12 รวมถึงบุคคลทั่วไป เพื่อใช้ ประกอบการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับอาชีพ แบบทดสอบชนิดนี้มีการปรับปรุงมาเรื่อย ๆ จนเหลือ แบบทดสอบรวม 12 ฉบับ ซึ่งแบบทดสอบต่าง ๆ นี้รวมไว้เป็นกลุ่มอาชีพที่ใช้วัดความถนัดชนิดเดียวกัน มี 36 อาชีพ ใช้วัดองค์ประกอบ 9 องค์ประกอบ (Gregory. 1996 : 301-302 ; citing United States Employment Service. 1970) ได้แก่ เซาวันปัญญา (General Learning Ability) ความ ถนัดทางภาษา (Verbal Aptitude : V) ความถนัดทางตัวเลข (Numerical Aptitude : N) ความถนัด ทางมิติสัมพันธ์ (Spatial Aptitude : S) การรับรู้แบบ (Form Perception : P) การรับรู้ทางเสมียน (Clerical Perception : Q) การประสานงานกลไกของร่างกาย (Motor Coordination : K) ความ คล่องแคล่วในการใช้นิ้วมือ (Finger Dexterity : F) ความคล่องแคล่วการใช้มือ (Manual Dexterity : M)

จะเห็นได้ว่า แบบทดสอบความถนัด มีทั้งแบบทดสอบความถนัดทางสมองหรือทางการ เรียน และแบบทดสอบความถนัดทางอาชีพ ซึ่งปัจจุบันมีอย่างหลากหลาย แต่ละแบบทดสอบก็มีความ เฉพาะในตัวเอง ซึ่งแบบทดสอบมาตรฐานของต่างประเทศบางครั้งอาจจะมีความไม่เหมาะสมกับการ นำมาใช้ในประเทศไทย เนื่องจากสาเหตุทางบริบทต่าง ๆ ในการนำแบบทดสอบมาใช้ ควรคำนึงถึง วัตถุประสงค์ที่ใช้ และเลือกใช้แบบทดสอบให้เหมาะสม โดยแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนส่วน ใหญ่จะพัฒนา ขึ้นตามแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สตัน ซึ่งมีทั้งหมด 7 องค์ประกอบดังที่ได้กล่าวไว้ใน ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความถนัด แต่บางแบบทดสอบก็เลือกใช้เพียงไม่กี่องค์ประกอบ และอาจจะ เป็นแบบทดสอบที่เฉพาะวิชา ดังนั้น เพื่อให้แบบทดสอบสามารถนำไปใช้ได้ทั่วไป และไม่เฉพาะเจาะจงวิชา ผู้วิจัยจึงพัฒนาแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนโดยอาศัยแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สตัน 4 องค์ประกอบ และเป็นความถนัดทาง การเรียนทั่วไป ไม่เฉพาะเจาะจงวิชาใดวิชาหนึ่ง ดังรายละเอียดที่ จะนำเสนอในหัวข้อถัดไป



## แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน ตามแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สโตน

จากทฤษฎีหลายองค์ประกอบ หรือทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณ (Multiple-Factor Theory) ของเทอร์สโตน (Thurstone) ที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบความถนัดทางภาษา องค์ประกอบความถนัดด้านตัวเลข องค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล องค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ องค์ประกอบความถนัดด้านสังเกตพิจารณา องค์ประกอบความถนัดด้านความจำ และองค์ประกอบความถนัดด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ แต่ผู้วิจัยได้ศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางการเรียน พบว่า ความถนัดทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความถนัดทางการเรียนสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ โดยเฉพาะความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ตัวเลข เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ จึง สร้างแบบทดสอบความถนัดทาง การเรียนใน 4 องค์ประกอบดังกล่าว ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมี รายละเอียดดังนี้

### 1. องค์ประกอบความถนัดทางภาษา

องค์ประกอบด้านนี้ มีผลต่อการเรียนรู้ด้านการสื่อสารทั่วไปด้วยภาษา ซึ่งเป็น ความสามารถเกี่ยวกับความเข้าใจความหมายของการสนทนา การฟังคำอธิบาย และสามารถอ่านจับใจความสำคัญ แปลความหมาย และตีความของเรื่องราวได้เป็นอย่างดี ซึ่งองค์ประกอบทางภาษาจะ ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาภาษา สังคมศึกษา และอาชีพที่เกี่ยวข้อง เช่น ครู หนายความ นัก ประพันธ์ นักวิจารณ์ นักหนังสือพิมพ์ และถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างมากในสังคมมนุษย์ เพราะ ต้องใช้ในการสื่อสารตลอดเวลา (ไพศาล หวังพานิช. 2526 : 120) โดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัด ความสามารถหรือความถนัดทางภาษาพยายามวิเคราะห์ว่า ผู้ที่เก่งภาษานั้นจะเก่งในรูปแบบใดบ้าง ปรากฏว่า จากการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานระดับสากลแล้ว จะสอบวัดคำตรงข้าม คำที่มีความหมาย โกล้เคียง คำศัพท์ สัมพันธ์ ข้อความต่างประเภท ความเข้าใจภาษา และความเข้าใจภาพ เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้สร้างแบบทดสอบความถนัดทางภาษาที่วัดคำตรงข้าม คำที่มีความหมายโกล้เคียง คำ ศัพท์สัมพันธ์ ความเข้าใจภาษา และการสังเคราะห์ข้อความ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2541 : 79-92)

1.1 คำตรงข้าม เป็นการวัดความสามารถด้านแปลคำศัพท์ของภาษาในทิศทางตรง ข้าม ถ้าให้แปลคำศัพท์ตรง ๆ กับความหมายที่กำหนดไว้ในพจนานุกรม ผู้สอบไม่ได้ใช้ความสามารถ อะไรมากมาย เพียงสามารถจำความหมายของคำศัพท์นั้น ๆ ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มากกว่าการวัดความถนัดทางการเรียน ดังนั้น การวัดคำตรงข้าม นอกจากผู้สอบจะรู้ความหมายตรง ๆ ของคำศัพท์นั้นแล้ว ยังจะต้องนึกย้อนหาความหมายที่อยู่ตรงข้ามอีกด้วย จึงจะถือว่าเป็นการวัด ความสามารถหรือความถนัด ส่วนใหญ่แล้วคำตรงข้าม จะมีมากในคำคุณศัพท์และคำกริยา ดังตัวอย่าง ต่อไปนี้

(0) ดู ตรงข้ามกับคำใด

ก. ขาว                      ข. ม่วง                      ค. เขียว

ง. ชมพู                      จ. เหลือง

คำตอบที่ถูก คือ “ขาว” ดังนั้น ควรเลือกตอบตัวเลือก “ก.” จึงจะได้คะแนน ถ้า เลือก ตอบตัวเลือกอื่นจะไม่ได้คะแนน



ในภาษาไทยนั้นคำศัพท์หลายคำ เมื่อซ่อนอยู่ในประโยคแล้วจะมีความหมายเปลี่ยนไป ดังนั้น ควรเลือกเอาคำศัพท์ประเภทนี้ออกข้อสอบ แล้วให้ผู้สอบหาคำตรงข้าม ซึ่งจะทำให้ข้อสอบยากขึ้น เพราะ จะต้องคิดหลายชั้นมากกว่าคำศัพท์เดี่ยว ๆ นอกจากคำศัพท์แล้วอาจจะเลือกเอาวลีก็ได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(00) เขาเป็นคน หน้าด้าน มาก คำที่ขีดเส้นใต้ ตรงข้ามกับคำใด

- ก. ทน                      ข. รื่น                      ค. ตื้อ  
ง. อาย                      จ. ยอม

คำตอบที่ถูกต้อง คือ “อาย” ดังนั้น ควรเลือกตอบตัวเลือก “ง.” จึงจะได้คะแนน ถ้าเลือก ตอบตัวเลือกอื่นจะไม่ได้คะแนน

คำศัพท์บางคำ สามารถมีความหมายตรงข้ามได้ 2 อย่าง คือ อยู่เป็นคำโดดมีความหมายอย่างหนึ่ง เมื่อซ่อนอยู่ในประโยคก็มีความหมายอีกอย่างหนึ่ง เรียกว่า คำเดียวสามารถออกข้อสอบได้ 2 ข้อ แบบนี้สามารถแยกเป็นแบบทดสอบสองฉบับ ฉบับหนึ่งเป็นคำตรงข้ามแบบคำเดียว อีกฉบับหนึ่งเป็นแบบคำตรงข้ามของคำเดิมแต่ซ่อนอยู่ในประโยค ก็จะสามารถศึกษาเปรียบเทียบความสามารถด้านภาษาของผู้สอบได้อย่างดี ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(000) สูง ตรงข้ามกับคำใด

- ก. สั้น                      ข. ผอม                      ค. แคระ  
ง. แบน                      จ. เตี้ย

คำตอบที่ถูกต้อง คือ “เตี้ย” ดังนั้น ควรเลือกตอบตัวเลือก “จ.” จึงจะได้คะแนน ถ้าเลือก ตอบตัวเลือกอื่นจะไม่ได้คะแนน

(0000) เขาเป็นคนใจสูง คำที่ขีดเส้นใต้ ตรงข้ามกับคำใด

- ก. ต่ำ                      ข. ร้าย                      ค. เลว  
ง. บาบ                      จ. เกลียด

คำตอบที่ถูกต้อง คือ “ร้าย” ดังนั้น ควรเลือกตอบตัวเลือก “ข.” จึงจะได้คะแนน ถ้าเลือก ตอบตัวเลือกอื่นจะไม่ได้คะแนน

1.2 คำที่มีความหมายใกล้เคียง เป็นการวัดความสามารถด้านภาษาอีกแบบหนึ่ง ข้อสอบใช้คำถามเพื่อให้ผู้สอบพยายามหาความหมายของคำ ๆ หนึ่ง จะมีความหมายเหมือนกับคำอื่นใดอีก เรียกว่า คำที่มีความหมายใกล้เคียง คำบางคำจะมีความหมายได้หลายอย่าง ผู้ที่มีความสามารถทางภาษาดีจะต้องสามารถรู้ความหมายของภาษานั้นได้ดีทุกคำ ในการถามนั้นจะต้องยกคำศัพท์ที่มีอยู่ในพจนานุกรม แล้วให้หาคำศัพท์อื่นอีกตัวหนึ่งที่มีความหมายคล้ายหรือใกล้เคียงกัน ต้องเป็นคำศัพท์ไม่ใช่คำอธิบายศัพท์ ดังนั้น คำถามจะต้องใช้คำศัพท์ คำตอบก็ต้องเป็นคำศัพท์เช่นเดียวกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(0) สูง มีความหมายใกล้เคียงคำใด

- ก. เก่ง                      ข. ยอด                      ค. ยาว  
ง. ไกล                      จ. มาก

คำตอบที่ถูกต้อง คือ “ข. ยอด” ทั้งนี้ เพราะสูงจะมองในรูปแนวตั้ง ยอดคือส่วนสูงสุดเป็นแนวตั้ง จึงมีความหมายใกล้เคียงกัน ส่วนยาวมองทางระนาบ เก่ง ไกล และมาก ไม่มีทิศทาง จึงเป็นคำไม่ใกล้เคียง



มีวิธีเขียนอีกแบบหนึ่งคล้าย ๆ กับคำตรงข้าม คือ คำ ๆ เดียว ถ้าเป็นคำโดดจะมีความหมายอย่างหนึ่ง แต่ถ้าชื่อนอยู่ในประโยคหรือผสมกับคำอื่นจะมีความหมายอีกอย่างหนึ่ง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(00) เหลว มีความหมายเหมือนคำใด

- ก. ซึม                      ข. น้ำ                      ค. เบา  
ง. หลาก                      จ. หลวม

คำตอบที่ถูก คือ “น้ำ” ดังนั้น ควรเลือกตอบตัวเลือก “ข.” จึงจะได้คะแนน ถ้าเลือก ตอบตัวเลือกอื่นจะไม่ได้คะแนน

(000) คุณจะต้องไม่เหลวไหล

- ก. ผิด                      ข. อับอาย                      ค. ยินยอม  
ง. เลอะเทอะ                      จ. หน้าด้าน

คำตอบที่ถูก คือ “เลอะเทอะ” ดังนั้น ควรเลือกตอบตัวเลือก “ง.” จึงจะได้คะแนน ถ้าเลือกตอบตัวเลือกอื่นจะไม่ได้คะแนน

1.3 ศัพท์สัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความหมายของคำต่าง ๆ แล้วนำมาพิจารณาเปรียบเทียบว่าเกี่ยวข้องกันอย่างไร ดังนั้น กว่าจะหาคำตอบได้จะต้องคิดอย่างน้อยสองขั้นขึ้นไป นั่นคือ ผู้ตอบจะต้องใช้ความรู้เดิมมาพิจารณาหาความสำคัญแต่ละคำเหล่านั้นเสียก่อนว่า มีโครงสร้างและหน้าที่อย่างไร แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาความเกี่ยวข้องระหว่างกันทีละคู่ ๆ ต่อจากนั้นจึงเลือกคำที่เกี่ยวข้องกันมากที่สุด เป็นคำตอบถูก ผู้ที่ตอบข้อสอบแบบนี้ได้ถือว่ามี ความสามารถด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้านภาษา

การสอนให้คนจำความหมายของคำเป็นเรื่องการสอนปลูกฝังความจำ แต่การเอาผลจากการจำ เพื่อเปรียบเทียบอีกขั้นหนึ่งจึงถือว่าการวัดขั้นปัญญาหรือความถนัด เช่น ถามว่าปากสัมพันธ์กับคำใดมากที่สุด ก็จะมี กิน พุด ฟัน ลื่น ฯลฯ ถ้าพิจารณาให้ดีว่า ปาก สัมพันธ์กับคำใดมากที่สุด น่าจะเป็น กิน อย่างอื่นก็สัมพันธ์แต่น้อยกว่า ถ้าปิดปากไม่กิน ทุกอย่างก็จบหมด แต่การพุด ไม่พุดได้ เป็นต้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(0) เสื่อ เกี่ยวข้องกับคำใด

- ก. หมวก                      ข. เข็มขัด                      ค. ถุงเท้า  
ง. รองเท้า                      จ. กางเกง

คำตอบที่ถูก คือ “จ. กางเกง” เพราะการใส่เสื่อส่วนใหญ่แล้วจะคู่กับการใส่กางเกง แต่อย่าเอาตัวลวงเป็นกระโปรง จะมีโอกาสถูกกรณีผู้หญิง

ข้อควรระวังในการออกข้อสอบศัพท์สัมพันธ์ ก็คือ ความไม่แน่นอนในคำตอบที่ถูก นั่นคือ ถ้าเถียงกันหลายแง่หลายมุมแล้ว จะเห็นว่าคำตอบขึ้นได้ การเขียนตัวเลือกจึงควรระวัง ตัวเลือกถูกจะต้องมีเหตุผลเชื่อได้จริง ตัวลวงก็จะเป็นตัวที่มีโอกาสถูกด้วยแต่มีโอกาสน้อยกว่า อย่าเขียนตัวลวงให้เห็นเด่นชัดเกินไป จะทำให้ข้อสอบนั้นง่าย ข้อสอบประเภทนี้มักมีความเชื่อมั่นต่ำ สาเหตุก็เพราะความไม่แน่นอนของคำตอบถูกนั่นเอง ในฐานะผู้ตอบจึงควรพิจารณาให้รอบคอบ ให้แน่ใจว่าตัวไหนเป็นตัวที่ถูกมากที่สุด แล้วจึงเลือกตอบจะมีความมั่นใจมากกว่า



1.4 ความเข้าใจภาษา มีจุดประสงค์เพื่อวัดความสามารถด้านความเข้าใจทางภาษา การจะเข้าใจภาษาได้ จำเป็นมีข้อความ มีศัพท์และสำนวนเกี่ยวข้องกันมากมาย ให้ผู้สอบอ่านดูว่า สามารถจะเข้าใจภาษาจากที่กำหนดให้มากน้อยเพียงใด ดังนั้นก่อนออกข้อสอบจึงมักจะยกเป็น สถานการณ์มาให้ก่อน สถานการณ์ทางภาษาไทยอาจมีหลายรูปแบบ เช่น บทความ บทสนทนา ร้อย กรอง โคลง กลอน ฉันท์ ฯลฯ ก่อนทำข้อสอบจะต้องมีคำชี้แจงให้ชัดเจนว่าต้องการให้ผู้สอบทำอะไร ตอบอย่างไร จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จากสถานการณ์หนึ่ง ๆ ไม่ควรใช้คำถามน้อยกว่า 2 ข้อ ทั้งนี้ เพราะเป็นการวัดไม่คุ้ม เพราะผู้สอบต้องอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์อย่างมาก ส่วนใหญ่จะถาม ตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป ขึ้นอยู่กับความยาวของสถานการณ์ ถ้ายาวมากอาจถามเป็น 10 ข้อก็ได้ แต่ถ้าถาม มากเกินไปจะทำให้ข้อสอบง่าย

หลักในการถามนั้นควรที่จะกำหนดจุดมุ่งหมายไว้ให้ดีกว่า ต้องการจะถามความสามารถ ด้านใดบ้าง การถามการตอบจะต้องเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทุกข้อ นั่นก็คือ แต่ละข้อต้องใช้ความรู้จาก สถานการณ์มาตอบเท่านั้น จะถามเรื่องอื่นใช้ความรู้จากที่อื่นตอบไม่ได้ ทั้งนี้เพราะสถานการณ์ที่ยกมา อาจจะผิดไปจากความเป็นจริงก็ได้ คำชี้แจงจึงต้องเขียนให้ดี และผู้ออกข้อสอบก็อย่าได้เผลอเขียน ตัวเล็อก ซึ่งผู้ตอบอาจเกิดความขัดแย้งระหว่างภายในและภายนอกสถานการณ์ได้เป็นอันขาด ดังตั้ง อย่างต่อไปนี้

คำชี้แจง จงใช้บทประพันธ์ต่อไปนี้ตอบคำถามตั้งแต่ข้อ (0) ถึง (000)

“น้ำปลาโอหารส                      มาตรการมั่นมดหมดเมืองมา  
ได้ลิ้มชิมน้ำปลา                      จะดูตุ้มลิ้มน้ำตาล”

(0) ข้อความนี้เหมาะสมที่จะใช้ในโอกาสใด

ก. ประกาศ                      ข. โฆษณา                      ค. ชักชวน  
ง. เผยแพร่                      จ. แจ้งความ

(00) ผู้เขียนข้อความนี้ต้องการเน้นเรื่องใด

ก. น้ำปลา                      ข. น้ำตาล                      ค. รสโอชา  
ง. นิสัยของมด                      จ. ความหวานมัน

(000) คำว่า มดหมดเมือง หมายความว่าอย่างไร

ก. มดในเมือง                      ข. เมืองของมด                      ค. ชนิดของมด  
ง. ขนาดของมด                      จ. มดจำนวนมาก

คำตอบ (0) ข.(00) ค. (000) จ.

1.5 ความเข้าใจภาพ ข้อสอบแบบนี้อาศัยวิธีการเดียวกันกับการเขียนข้อสอบวัดความ เข้าใจทางภาษา ดังกล่าวข้างต้น ที่แตกต่างกันเพียงตัวสถานการณ์เท่านั้น คือเดิมสถานการณ์เป็น บทความที่ใช้ภาษา ในความเข้าใจภาพสถานการณ์เป็นภาพทั้งหมด ภาพในที่นี้อาจจะเป็นภาพจริง ภาพ การ์ตูน ภาพกราฟตาราง สัญลักษณ์อื่นใดก็ได้ ที่สำคัญภาพนั้น ๆ จะต้องทำให้ผู้ดู ดูแล้วต้องใช้ความคิด ด้วยจึงจะดี ภาพที่น่าเอามาทำเป็นสถานการณ์จึงมักจะเป็นภาพที่ไม่สมบูรณ์ ภาพการ์ตูน เป็นต้น เนื่องจากภาษาเป็นสื่อความหมาย ดังนั้นเมื่อความสัมพันธ์ของตัวอักษรวัดความสามารถด้านภาษาได้ ภาพซึ่งเป็นสื่อความหมายชนิดหนึ่งวัดความสามารถด้านภาษาได้เช่นกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้



คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาจากภาพที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามข้อที่ (0) – (00)



(0) เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดขึ้นที่ใด

- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| ก. ห้องเรียน  | ข. ห้องสมุด     |
| ค. ห้องอาหาร  | ง. ห้องนั่งเล่น |
| จ. ห้องประชุม |                 |

(00) อาการของคนในภาพเป็นอย่างไร

- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| ก. ทะเลาะกัน    | ข. แย่งของกัน |
| ค. ช่วยเหลือกัน | ง. ปรึกษากัน  |
| จ. พากันหนีครู  |               |

คำตอบ (0) ก. (00) ข.

1.6 การสังเคราะห์ข้อความ ผู้ที่จะเก่งภาษาจะต้องเขียนแสดงความคิดเห็นเป็นข้อความ ต่อเนื่องได้อย่างไพเราะสละสลวย นั่นคือ เขียนเรียงความแก่นั่นเอง แต่ในการสอบความสามารถทาง ภาษาแบบนี้มีปัญหาเรื่องการตรวจ หลักการสร้างแบบทดสอบการสังเคราะห์ข้อความ จึงเป็นทางเลือก หนึ่งแทนการเขียนแสดงความคิดเห็น ข้อสอบแบบนี้จะต้องเลือกข้อความที่สังเคราะห์กันมาดีแล้วนำมา แยกเป็นข้อความหรือประโยคย่อย ๆ แล้วสลับตำแหน่งใหม่ ให้ผู้สอบเรียงข้อความให้ได้ความสละสลวย ถูกต้องตามหลักภาษา ดังตัวอย่างต่อไปนี้

คำชี้แจง ให้เรียงข้อความที่กำหนดให้นี้ ให้ได้ความสมบูรณ์ตามหลักภาษามากที่สุด โดยตอบจากตัวเลือกที่ให้ไว้แล้ว

- (0) 1 มีหลายชนิด  
2 ที่มีกลิ่นหอม  
3 ได้แก่กระดังงาจีน  
4 กระดังงาเถา และกระดังงาไทย  
5 กระดังงาเป็นพันธุ์ไม้ดอก

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| ก. 4-1-5-2-3 | ข. 5-1-2-3-4 | ค. 4-1-2-3-5 |
| ง. 5-2-1-3-4 | จ. 4-5-2-3-1 |              |

คำตอบ ง.

## 2. องค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน

ความสามารถด้านนี้เรียกชื่อหลายอย่าง เช่น Number factor, Numerical ability, Quantitative ability เป็นต้น สรุปลแล้วเป็นความสามารถด้านความสัมพันธ์ของปริมาณ จำนวน หรือ ด้านคณิตศาสตร์ จุดมุ่งหมายใหญ่เพื่อตรวจสอบกันว่า ผู้ตอบมีมโนภาพทางคณิตศาสตร์เพียงใด ไม่ใช่ ดูเพียงการจำกฎเกณฑ์ ทฤษฎี และวิธีการเท่านั้น แต่จะต้องดูให้ลึกลงไปในแง่ของความสัมพันธ์ของ ปริมาณตัวเลข ความสามารถด้านนี้มีความจำเป็นสำหรับอาชีพที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข เช่น นักคำนวณ นักสถิติ สมุหบัญชี การพาณิชย์ นักเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น (ไพศาล หวังพานิช. 2526 : 120) โดยทั่วไปแล้ว การออกข้อสอบวัดด้านนี้ นิยมออกหลายรูปแบบ แม้แต่การบวก ลบ คูณ หาร ธรรมดา ก็ สามารถออกเป็นข้อสอบได้ ให้มีจำนวนข้อสอบหลายข้อ และมีเวลาในการทำจำกัด ผู้ที่ทำคะแนนสูง ๆ สามารถพยากรณ์ได้ว่าเขามีความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้เช่นกัน แต่ในแบบทดสอบมาตรฐานที่นิยม ออกมากก็มีอนุกรมตัวเลข ปริมาณเปรียบเทียบ โจทย์คณิตศาสตร์เหตุผล การอ่านกราฟ อ่านตาราง







(0) 3 3 5 2  7 3 27 31 ตำแหน่ง  มีค่าเท่าไร  
 ก. 2 ข. 3 ค. 4  
 ง. 6 จ. 8

คำตอบถูกต้องคือ ค. ทั้งนี้เพราะอนุกรมนี้มี 3 ระบบ เป็นดังนี้ ยกกำลัง 1 +2 -3  
 กำลัง 3 +4 -5 จะเห็นว่ามีระบบกำลัง ระบบบวก และระบบลบ จุด ? เป็น 2 กำลัง 2 พอดี เป็น 4

4) แบบหาจุดที่ระบบผิด หลักการก็เหมือนข้อ ก. คือทำระบบของอนุกรมให้  
 สมบูรณ์ก่อน แล้วมาเติมแต่งว่าจะให้จุดใดเป็นจุดที่ระบบชุดนี้ผิด นั่นคือให้ตัวเลขในอนุกรมที่กำหนดให้  
 ว่าตัวไหนผิด ควรได้รับการแก้ไข ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(0) จุดใดที่อนุกรมผิด 7 3 3 5 4 2 5 1 3 7  
 ก. 2 ข. 3 ค. 4  
 ง. 5 จ. 7

คำตอบถูก คือ ค. เพราะ 4 เป็นจุดอนุกรมผิด ทั้งนี้เพราะระบบเป็นดังนี้ -4, x1,  
 +2, -4, x2, +3, -4, x3, +4

วิธีการกำหนดระบบในการสร้างข้อสอบตัวเลขอนุกรมนั้น จะต้องมีส่วนตั้งตัวแรกก่อน  
 เสมอ ต่อจากนั้นจึงกำหนดระบบหรือแนวโน้มของตัวเลข ซึ่งมีวิธีการอยู่หลายวิธี เช่น บวก ลบ คูณ  
 หาร และแบบผสม

1) วิธีบวก ชั้นแรกกำหนดตัวต้นก่อน ต่อจากนั้นกำหนดระบบเป็นลักษณะเพิ่มขึ้น  
 แบบการบวก การกำหนดระบบอาจเป็นแบบตรง ๆ หรือแบบขึ้นลงตามกลวิธีก็ได้ เช่น ถ้า +1, +2, +3,  
 ... ไปเรื่อย ๆ แบบนี้เรียกว่า แบบธรรมดา ถ้า +1, +2, +1, +4, ... ไปเรื่อย ๆ อย่างนี้ เรียกว่า เพิ่มอย่าง  
 มีกลวิธี ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(0) 3 5 7 9  ตำแหน่ง  มีค่าเท่าไร  
 ก. 10 ข. 11 ค. 13  
 ง. 14 จ. 16

แบบนี้ระบบเพิ่มขึ้นทีละ 2 คือ +2, +2, +2 ไปเรื่อย ๆ ดังนั้น ถัดจาก 9 + 2 จึง  
 เป็น 11 คำตอบถูกจึงเป็น ข.

2) วิธีลบ ใช้วิธีคล้ายกับวิธีบวก เพียงแต่ระบบเกิดจากการลบเป็นหลัก ตัวตั้งแรก  
 มันจะมีค่ามกน้อย เพื่อป้องกันการลบไปลบมาเป็นเครื่องหมายติดลบ ซึ่งไม่นิยมใช้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(0) 25 22 19 16  ตำแหน่ง  มีค่าเท่าไร  
 ก. 9 ข. 12 ค. 13  
 ง. 14 จ. 15

ระบบของข้อนี้เป็นค่าลบเท่ากันตลอด คือ -3, -3, -3 ดังนั้น ระบบต่อไปก็ต้อง  
 เป็น -3 ตัวเลขถัดไปจึงเกิดจาก 16 - 3 = 13 คำตอบถูกจึงเป็นข้อ ค.

3) วิธีคูณ อาศัยวิธีเดียวกันกับวิธีที่กล่าวมาแล้ว เพียงแต่ระบบเป็นผลของการคูณ  
 นั่นคือ ตัวเลขที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการคูณ ดังนั้นตัวตั้งจะต้องตั้งไว้หน่อยหน่อย มิฉะนั้นค่าของตัวถัด ๆ ไปจะ  
 สูงเกินไป ดังตัวอย่างต่อไปนี้



- (0) 3 3 6 6 18  ตำแหน่ง  มีค่าเท่าไร  
 ก. 18 ข. 24 ค. 32  
 ง. 54 จ. 72

ข้อนี้ใช้ระบบจะซับซ้อนแต่ก็ยังไม่มากนัก เกิดจาก  $x_1, x_2, x_1, x_3$  เป็นระบบ  $x_1, x_1$  กับระบบ  $x_2, x_3, x_4$  ไปเรื่อย ๆ ดังนั้น  $18 \times 1 = 18$  ข้อถูกคือ ก.

4) วิธีหาร เป็นแบบเดียวกันกับวิธีคูณนั่นเอง แต่การตั้งตัวเลขตัวแรกต้องระวังหน่อย นอกจากจะต้องเริ่มต้นด้วยตัวเลขที่มีค่ามากแล้ว จะต้องหาตัวที่ระบบหารได้ลงตัวเป็นระยะด้วยการให้เป็นเลขเศษส่วนไม่ค่อยดีนัก แต่ถ้าจำเป็นก็สามารถนำมาใช้ได้ วิธีที่ง่ายอีกแบบหนึ่งก็คือ ให้คิดกลับข้างกันกับวิธีคูณ นั่นคือ ทำวิธีคูณก่อนจะเป็นระบบธรรมดาหรือระบบซ้อนก็ได้ พอเสร็จแล้วนำมาเขียนกลับข้างกันก็จะเป็นระบบการหารที่มีคุณภาพ คือ ไม่มีเศษส่วน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- (0) 100 50 10 5  ตำแหน่ง  มีค่าเท่าไร  
 ก. 1 ข. 2 ค. 3  
 ง. 4 จ. 5

ข้อนี้ระบบเกิดจากเอา 2 หาร แล้วเอา 5 หารสลับกันไป นั่นคือ หาร 2, หาร 5, หาร 2, หาร 5 ดังนั้น 5 หาร 5 เท่ากับ 1 คำตอบถูกคือ ก. แต่ตัวเลือกค่อนข้างจะลวงได้ยาก

5) วิธีผสม เป็นการสร้างระบบโดยอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันออกไป เช่น บวกกับลบ บวกกับหาร บวกกับยกกำลัง ลบกับคูณ ฯลฯ สามารถนำมาเกี่ยวข้องกันอย่างน้อย 2 ระบบขึ้นไป จะทำให้ตัวเลขอนุกรมคิดยากขึ้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- (0) 5 5 2 4 1 1  ตำแหน่ง  มีค่าเท่าไร  
 ก. 0 ข. 1 ค. -2  
 ง. -3 จ. -5

ข้อนี้มี 2 ระบบผสม คือ ยกกำลังกับการลบ นั่นคือ ยกกำลัง 1, -3, กำลัง 2, -3 ยกกำลัง 3, -3 อย่างนี้เรื่อย ๆ คำตอบของเลขถัดไปจึงเป็น  $1 - 3 = -2$  ตัวถูกคือ ค.

2.1.2 ตัวเลขอนุกรมหลายชั้น หมายถึง มีอนุกรมธรรมดาอย่างน้อย 2 อนุกรมเกี่ยวข้องกัน ในอนุกรมธรรมกายังมีหลายระบบ ดังนั้นถ้ามีอย่างน้อย 2 อนุกรม ผู้ตอบอาจจะคิดถึง 4 ระบบ จะทำให้ยากขึ้นกว่าอนุกรมธรรมดา อนุกรมแบบนี้มีอยู่ 3 ชนิด ที่นิยมใช้ในแบบทดสอบมาตรฐานทั่ว ๆ ไป

แบบที่ 1 กำหนดอนุกรมให้ 2 อนุกรม แต่ละอนุกรมมี 5 ตัว อนุกรมหนึ่งจะถูกทุกตัว ส่วนอีกอนุกรมหนึ่งจะมีตัวเลขเรียงติดอยู่ตัวหนึ่ง และถ้าอนุกรมเรียงถูกทั้งสองอนุกรมแล้วจะมีผลรวมเท่ากับจำนวนเลขที่กำหนดให้ ดังนั้นอนุกรมแบบนี้ต้องการให้ผู้ตอบหาตัวผิदनเอง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(0)

	ก	ข	ค	ง	จ
อนุกรมหนึ่ง	1	2	3	4	5
อนุกรมสอง	1	3	6	7	9
ผลรวมตัวเลขทุกตัวเมื่ออนุกรมถูก					40

ข้อนี้ถ้าพิจารณาให้ดีแล้ว อนุกรมหนึ่งถูก รวมกันได้ 15 ดังนั้นอนุกรม 2 จะต้องรวมกันได้ 25 จึงจะถูก แต่อนุกรม 2 ที่กำหนดปรากฏว่ารวมกันได้แล้วได้ 26 ซึ่งเกินไป 1 พิจารณาจาก



1 ถึง 3 แปลว่าเพิ่ม 2, 3 ถึง 6 เพื่อ 3, 6 ถึง 7 เพิ่ม 1 ส่วน 7 ถึง 9 เพิ่ม 2 แสดงว่าอนุกรมนี้ต้องเพิ่มทีละ 2 จึงจะถูก ดังนั้นจุดที่ผิดคือ 6 ซึ่งต้องเป็น 5 คำตอบถูกจึงเป็น ค. ผลรวมทั้งหมดเท่ากับ 40 พอตีแบบที่ 2 เป็นแบบเอาอนุกรมที่ไม่ยากนักมาเข้าคู่กัน 2 อนุกรม จะมีตัวเลข 5 ตัว หรือมากกว่านั้นก็ได้อีก และให้มีผิดทั้ง 2 อนุกรม คำตอบให้เอาตัวเลขที่ผิดในอนุกรมมาไว้เป็นคู่ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(0) ให้หาตัวเลขที่ผิดอนุกรม จาก

อนุกรมหนึ่ง	2	3	4	5	7
อนุกรมสอง	1	3	5	6	9

ก. 2, 3

ข. 3, 5

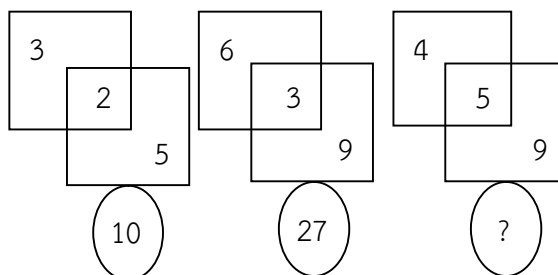
ค. 5, 7

ง. 7, 6

จ. 7, 9

วิธีเขียนตัวเลือก เอาอนุกรมหนึ่งนำหน้าเลขอนุกรม 2 ตัวหลังในตัวอย่างนี้ อนุกรมแบบที่ 3 เป็นแบบกำหนดแนวโน้มของอนุกรมให้เป็นชุด ๆ แล้วหาระบบการเรียงที่เกี่ยวพันกัน เพราะทุกอนุกรมจะเชื่อมโยงแนวความคิดให้ซึ่งกันและกัน การพิจารณาระบบการเรียงหรือแนวโน้มของตัวเลขเป็นสิ่งสำคัญมาก ผู้เขียนข้อสอบจะต้องรักษาความเป็นปรนัยให้ดี อย่าให้มีโอกาสเป็น ได้หลายแง่หลายมุม จะทำให้คำตอบมีปัญหาในภายหลัง วิธีนี้บางโครงสร้างเป็นลักษณะหลายมิติ คือ สัมพันธ์หรือเกี่ยวพันกันทั้งแนวตั้งและแนวนอน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(0)



ก. 18

ข. 20

ค. 36

ง. 45

จ. 65

แบบนี้ให้พิจารณาแต่ละชุด เช่นเดียวกันว่าเป็นเลขเรียงอันดับโดยระบบใด ชุดแรกเกิดจาก  $3 + 2 = 5$ ,  $2 \times 5 = 10$  ชุดที่ 2 เกิดจาก  $6 + 3 = 9$ ,  $9 \times 3 = 27$  ดังนั้นชุดต่อไปก็ใช้ระบบเดียวกัน คำตอบจึงเป็น 45

2.2 คณิตศาสตร์เหตุผล จะถกเน้นในเรื่องวิธีการ หลักการ การแปลความ การตีความ การขยายความ การไล่เลียงหาเหตุผล การเปรียบเทียบ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มโนภาพ ขั้นตอนการพิสูจน์ และประเมินค่า เป็นต้น ข้อสอบคณิตศาสตร์แบบนี้ความเข้าใจด้านภาษามีอิทธิพลอยู่มาก เพราะข้อคำถามจะต้องอธิบายด้วยภาษาเป็นส่วนใหญ่ เมื่ออ่านโจทย์ไม่เข้าใจ แล้วโอกาสจะทำคณิตศาสตร์เหตุผลได้ถูกต้องจะมีน้อย ผู้สร้างคำถามหรือโจทย์ จึงต้องพยายามใช้ภาษาที่คนทั่วไปเข้าใจง่าย และมีความเป็นปรนัยในตัวของมันเอง การออกข้อสอบคณิตศาสตร์เหตุผลวัดความถนัดจะต้องใช้เนื้อหาของคณิตศาสตร์ที่คนทั่วไปรู้ แต่กลวิธีการถามแปลกแตกต่างออกไป ความยากมิใช่อันที่เนื้อหาแต่อยู่ที่กลวิธีการถามและการสร้างโจทย์ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้นั้นต้องอาศัยเหตุผลขั้นตอนของการคิดที่ถูกต้อง เมื่อผู้ใดมีความสามารถทางคณิตศาสตร์เหตุผลสูง การนำคณิตศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ก็มีโอกาสผิดพลาดได้น้อย ดังตัวอย่างต่อไปนี้



(0) เลข  $\frac{7}{9}$  ถ้าเอา 5 คูณทั้งเศษและส่วน ผลจะเป็นอย่างไร

- ก. ค่าจะน้อยลง  
ข. ค่าจะมากขึ้น  
ค. ค่าจะคงเท่าเดิม  
ง. ค่าจะขึ้นอยู่กับตัวคูณ  
จ. ค่าของเศษส่วนจะหมดไป

ตอบ ข้อ ค.

### 3. องค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล

ความถนัดด้านเหตุผล จัดได้ว่าเป็นคุณลักษณะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ในทุกสาขาวิชา เพราะทุกกิจกรรมที่ต้องใช้ความคิด ย่อมต้องการความคิดที่เหมาะสมด้วยเหตุผล ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้วิจารณญาณเพื่อหารายละเอียด ข้อเท็จจริง มูลเหตุของสิ่งต่าง ๆ ด้วยการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ การไตร่ตรองที่รอบคอบและเหมาะสม (ไพศาล หวังพานิช. 2526 : 120-130)

ความมีเหตุผล (Reasoning) หมายถึง การคิดอย่างมีวิจารณญาณแล้ววินิจฉัยลงสรุปอย่างถูกต้อง ในแบบทดสอบมาตรฐานนั้น การวัดเหตุผลมักจะอยู่ในกลุ่มความสามารถใหญ่ ๆ 3 ด้าน คือ ด้านความสามารถในการจำแนกประเภท (Classification) ด้านความสามารถในการหาความสัมพันธ์ หรืออุปมาอุปไมย (Analogy) และความสามารถในการสรุปอ้างอิงโดยหลักการตรรกะ (Inference) แต่จากการจัดจำแนกทักษะการคิดแบบเหตุผล (Taxonomy of Thinking Skills) ของลิปแมน, จาคอบส์ และโคลแมน (Lipman, Jacobs & Coleman) จำแนกความสามารถในการคิดเป็น 3 กลุ่ม คือ Mental acts, Reasoning skills และ Inquiry skills ในส่วนของทักษะทางเหตุผล (reasoning skills) จะประกอบด้วยด้านใหญ่ ๆ คือ การสร้างมโนภาพ (concept formation) การมองเห็นความสัมพันธ์ (recognizing relationships) สามารถประยุกต์เกณฑ์ในการใช้เหตุผล (applying criteria to reasoning) สรุปอ้างอิง (inferring) สร้างแนวทางตรรกะใหม่ (generating logical alternatives) เข้าใจซาบซึ้งในกรอบของการอ้างอิง (understanding perspectives and frames of reference) การสร้างข้อเหตุผล (constructing arguments) การสร้างประโยคมาตรฐาน (standardizing sentences) และแต่ละหัวข้อจะแยกย่อยให้เห็นส่วนประกอบอีกมาก ซึ่งดูจะเหมาะที่จะใช้ในการพัฒนาเหตุผลในการเรียนการสอนมากกว่า ในการสร้างข้อสอบเหตุผลครั้งนี้จะเน้นความสามารถในการจำแนกประเภท ความสามารถในการหาความสัมพันธ์หรืออุปมาอุปไมย ความสามารถในการสรุปความ และความสามารถในการวิเคราะห์ (analysis ability) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้สร้างแบบทดสอบความถนัดด้านเหตุผลที่วัดการจำแนกประเภท การอุปมา อุปไมย แบบอนุกรมภาพและอนุกรมมิติ สรุปความ และความสามารถด้านวิเคราะห์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 106-136)

3.1 การจำแนกประเภท (Classification) หรือการจัดประเภทเป็นกลุ่มเดียวกันของความสามารถในการสร้างมโนภาพ (Concept formation) และเป็นความสามารถในการพิจารณาเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ว่ามีอะไรเหมือนกัน มีอะไรต่างกัน เพื่อนำมาสร้างกลุ่มหรือพวกขึ้น จะได้สามารถเปรียบเทียบว่าอะไรแตกต่างไปจากกลุ่ม หรืออะไรมีคุณสมบัติเหมือนกับกลุ่มที่กำหนดให้ ความสามารถด้านนี้เป็นความสามารถด้านแยกแยะหรือวิเคราะห์คุณลักษณะสิ่งต่าง ๆ นั่นเอง



ในการสร้างข้อสอบวัดความสามารถด้านจำแนกประเภทนิมสร้างทั้งด้านภาษาเป็นสื่อ และรูปภาพเป็นสื่อ โดยแยกรูปแบบได้ดังนี้

### 3.1.1 จำแนกประเภทแบบภาษา มีวิธีการเขียนอยู่ 2 แบบ

1) แบบกำหนดตัวเราให้เป็นชุดให้หาที่ต่างพวก ลักษณะนี้ก็คือการหาคำไม่เข้าพวก นั่นเอง คำศัพท์ที่ใช้ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถ ขนาดอายุของผู้สอบ คำศัพท์ควรมีสิ่งที่จำแนกได้ยาก ซึ่งอาจเป็นเพราะตัวร่วมบางประการในโครงสร้าง และคุณสมบัติของคำนั้นก็ได้ การเขียนข้อสอบจะต้องให้ผู้ตอบคิดหลายแง่หลายมุม แต่ให้มีทางที่ถูกที่สุดเพียงทางเดียว ถ้าแยกแยะแล้วไม่สามารถหามโนภาพร่วมได้ ไม่ควรนำมาออกเป็นข้อสอบ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(0) ข้อใดไม่เข้าพวก

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| ก. ปู่ | ข. พ่อ | ค. น้ำ |
| ง. พระ | จ. เณร |        |

ข้อนี้ถ้ามองในแง่ญาติมีแต่ ปู่ พ่อ และน้ำ มองในแง่อายุก็มีปัญหาตรง น้ำ พระ ปู่ ใครอายุมากกว่ากัน มองในแง่เพศจะเห็นว่า ปู่ พ่อ พระ และเณร เป็นเพศชาย ส่วนน้ำมีโอกาสเป็นได้ทั้งชายและหญิง คำตอบถูกจึงเป็น ค. น้ำ

2) แบบให้หาตัวที่เหมือนตัวเราที่กำหนด นั่นคือ ให้หาตัวที่เหมือนพวกนั่นเอง ด้านภาษาผู้เขียนพยายามหาคำที่มีมโนภาพเหมือนกัน อาจจะโดยลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ต่อจากนั้นก็เขียนตัวเลือกโดยให้มีคำหนึ่งที่มีคุณลักษณะอยู่ในกลุ่มคำที่กำหนดให้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(0) ช้าง ม้า วัว .....

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| ก. คน   | ข. ลิง  | ค. เสือ |
| ง. ควาย | จ. กวาง |         |

จากข้อนี้จะเห็นว่า ช้าง ม้า วัว เป็นสัตว์ 4 ขาที่เลี้ยงไว้ใช้ประโยชน์ ดังนั้นสิ่งที่มีโอกาสมีคุณลักษณะกลุ่มเดียวกันก็คือ ควาย ดังนั้นคำตอบถูกคือ ง.

### 3.1.2 จำแนกประเภทแบบภาพ มี 2 อย่าง คือ ภาพเหมือนกับภาพทรงเรขาคณิต

สำหรับภาพจริงหรือภาพเหมือน สามารถออกข้อสอบได้เป็น 2 รูปแบบ คือ แบบภาพเหมือนไม่เข้าพวก กับภาพเหมือนใดเข้าพวก

1) ภาพเหมือนไม่เข้าพวก วิธีการเขียนก็อาศัยหลักการในการเขียนความหมายของคำไม่เข้าพวก เพียงแต่แปลงจากคำเป็นภาพเท่านั้นเอง ดังนั้น การจะใช้ภาพใด ทำทางอย่างไรต้องพิจารณาให้ดี การเขียนภาพแสดงท่าทางมีผลต่อสิ่งเร้ามาก ดังตัวอย่างต่อไปนี้



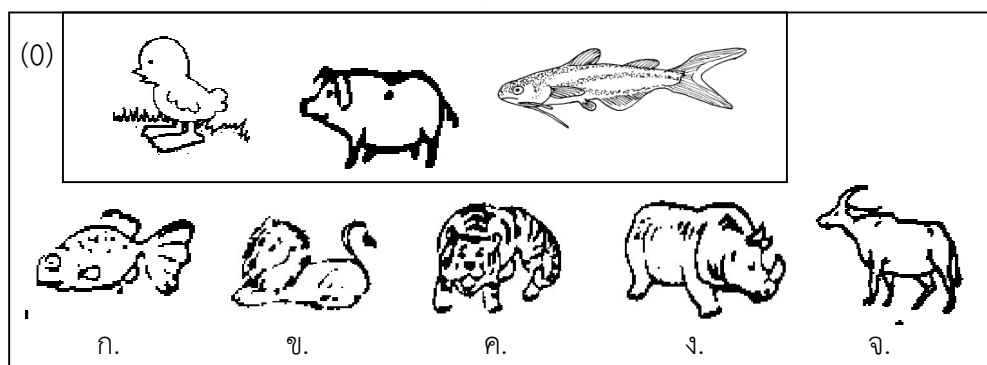
เป็นมโนภาพของการบิด ภาพ ก. ข. ค. ง. เป็นเครื่องมือในการบิดทั้งนั้น ยกเว้น จ. ซึ่งเป็นรถยนต์ไม่ได้ทำหน้าที่บิด จึงถือว่าเป็นภาพไม่เข้าพวก คำตอบถูกจึงเป็น จ.

ข. ภาพเหมือนเข้าพวก หลักการเหมือนภาษาเข้าพวกหรือคำเข้าพวก ที่ต่างกันก็ตรงที่เปลี่ยนคำหรือภาษาเป็นภาพเท่านั้นเอง การใช้ภาพสร้างข้อสอบสามารถสอบได้ทุกกลุ่ม เรียกว่า



เป็นข้อสอบไม่ยึดติดวัฒนธรรม (free culture หรือ culture fair) สอบวัดชาติไหนก็ได้ จะอ่านภาษาออกหรือไม่ออกก็สอบวัดได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

คำชี้แจง ให้พิจารณาภาพที่กำหนดให้ 3 ภาพบนก่อนในแต่ละข้อว่ามีลักษณะร่วมกันอะไร ต่อจากนั้นให้หาภาพในตัวเลือกว่าภาพใดมีคุณลักษณะแบบเดียวกันกับ 3 ภาพที่กำหนดให้

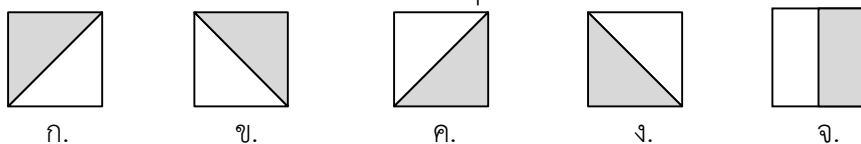


ภาพ 3 ภาพในกรอบเป็นสิ่งที่ใช้เป็นอาหารได้ และกินกันเป็นประจำ ดังนั้น ตัวเลือก จ. จึงถูกที่สุด

ในกรณีรูปทรงเรขาคณิต ซึ่งเกิดจากรูปทรงต่าง ๆ อาจเป็นสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม หลายเหลี่ยม เส้นโค้ง เส้นตรง ฯลฯ และแต่ละรูปอาจจะมีการลากเส้น หรือแรเงา เพื่อให้มีแนวลักษณะหรือมโนภาพเดียวกัน สามารถเขียนได้เป็น 2 แบบ เหมือนกับภาพเหมือน

1) ภาพทรงเรขาคณิตไม่เข้าพวก หลักในการสร้างก็คือ ต้องให้ภาพทรงเรขาคณิตในชุดหนึ่งมีคุณลักษณะเหมือนกัน 4 รูป และแตกต่างออกไปอีก 1 รูป เพื่อให้ผู้ตอบพิจารณาเลือก การเขียนภาพทรงเรขาคณิตจะต้องระวังกรอบของภาพและแนวทางการลากเส้น การแรเงาให้ตืออย่าให้เกิดปัญหาที่ลงสรุปไม่ได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

คำชี้แจง กำหนดภาพ 5 ภาพจาก ก. ถึง จ. ใน 5 ภาพนี้จะมีอยู่ 4 ภาพ ที่มีลักษณะหรือความหมายบางอย่างร่วมกัน คล้ายกันหรือมีความสัมพันธ์เป็นประเภทเดียว สกิลเดียวกัน และจะมีอยู่อีกภาพหนึ่งที่แตกต่างออกไป ไม่เข้าพวกกับภาพอื่น ๆ ให้ท่านพิจารณาหาภาพที่ไม่เข้าพวก

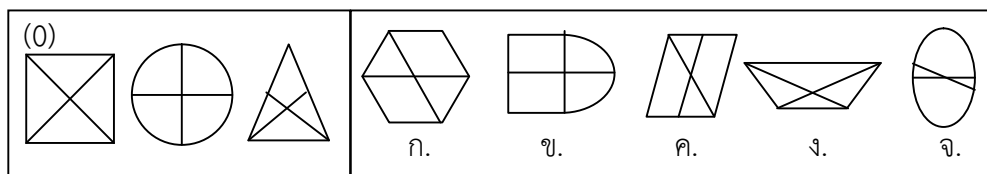


ข้อนี้ต้องตอบ จ. เหตุผลก็เพราะภาพ ก. ข. ค. และ ง. เกิดจากการลากเส้นจากมุม แล้วแรเงาส่วนครึ่งหนึ่ง ส่วนรูป จ. ลากเส้นจากกึ่งกลางด้านแล้วแรเงาส่วนครึ่งเหมือนกัน ที่แตกต่างเขาก็เพราะการลากเส้นจากด้านเท่านั้นเอง

2) ภาพทรงเรขาคณิตเข้าพวก หลักการคือเขียนภาพทรงเรขาคณิตโดยให้อาศัยหลักการเดียวกัน 3 ภาพ แล้วเขียนตัวเลือก 5 ตัวเลือก หรือเท่าไรก็ได้แล้วแต่ระดับอายุหรือชั้น ในตัวเลือกนี้ให้มีตัวหนึ่งที่มีคุณลักษณะเหมือนกัน 3 ภาพที่กำหนดให้ นอกจากตัวถูกแล้ว ตัวลวงก็พยายามเขียนให้มีคุณลักษณะคล้าย ๆ กัน จึงจะสามารถลวงได้ คำว่าคุณลักษณะและรูปทรงอาจต่างกัน รูปทรงต่างกันแต่หาคุณลักษณะใส่เข้าไปให้เหมือนหรือต่างก็ได้ การเขียนข้อสอบให้ยากขึ้นมักใช้รูปทรงต่างกัน แต่ถ้า

ระดับเด็ก ๆ ใช้รูปทรงเหมือนกัน แล้วพยายามหาลักษณะเหมือนกัน แต่ไม่ทำให้ตัวเราเหมือนกันเลยก็ ย่อมสามารถสร้างได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ 3 ภาพ ว่ามีคุณลักษณะอะไร เหมือนกัน ต่อจากนั้นให้ท่านพิจารณาภาพจากตัวเลือกที่กำหนดให้ 5 ภาพ ว่าภาพในตัวเลือกใดเป็น พวกเดียวกันกับภาพที่กำหนดให้ 3 ภาพนั้น



ภาพ 3 ภาพที่กำหนด มีเส้นลากภายในจุดประสงค์เพื่อแบ่งครึ่งพื้นที่ของแต่ละเส้น ดังนั้น ตัวเลือกที่มีคุณสมบัติเหมือนกันคือ ค.

3.2 การอุปมาอุปไมย (Analogy) เป็นความสามารถด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของคำ 2 คำ อ้างอิงไปยังความหมายของอีก 2 คำ หรือ กลุ่มมโนภาพ 2 กลุ่ม กับกลุ่มมโนภาพอีก 2 กลุ่มได้คล่อง ผู้ที่จะมีความสามารถด้านอุปมาอุปไมย จะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการมองความหมายเหมือน หรือความหมายต่าง ๆ ได้อย่างดี คล่องแคล่ว และยังสามารถจัดกลุ่มพวกของคำหรือมโนภาพนั้น ๆ ได้อย่างดีด้วย จึงจะสามารถนำเอามา เปรียบเทียบอุปมาอุปไมยได้เก่ง

ในสังคมไทยการใช้ความสัมพันธ์ของความหมายคำมีมานานแล้ว โดยเฉพาะทางด้าน ภาษาและวัฒนธรรม คำบางอย่างกลายเป็นสำนวนโวหาร สุภาษิต และคำพังเพย เพราะในคำหรือ ข้อความพวกนี้จะนำมโนภาพอย่างน้อย 2 มโนภาพมาเกี่ยวข้องกัน ให้เห็นภาพได้ชัดเจน เช่น รักดีหาม จั่ว-รักชั่วหามเสา ไก่เห็นตีนงู-งูเห็นนมไก่ คนรักเท่าผืนหนัง-คนชังเท่าผืนเสื่อ ฯลฯ เป็นคำเตือนที่มี นามธรรมสอดคล้องสัมพันธ์กันอย่างน่าขมขย ถ้าจะจับภาพอุปมาอุปไมยให้เห็นชัด ๆ ตามรูปแบบ มาตรฐาน จะใช้ว่าคนคู่กับบ้าน จะเสมือนนกคู่กับรัง หรือ คน : บ้าน นก : รัง เป็นแบบสัญลักษณ์ง่าย ต่อการเขียน ซึ่งต่อไปจะใช้สัญลักษณ์นี้ การอุปมาอุปไมยมีทั้งแบบภาษาและแบบภาพตามสภาพ สิ่งแวดล้อม

3.2.1 อุปมาอุปไมยแบบภาษา การอุปมาอุปไมยแบบนี้จะใช้ความหมายของคำเป็นหลักและใช้ 4 คำด้วยกัน ดังเช่น

คน คู่กับ บ้าน เสมือน นก คู่กับ รัง

นิยมใช้สัญลักษณ์ คน : บ้าน → นก : รัง

ความสัมพันธ์ด้านซ้ายจะต้องเหมือนความสัมพันธ์ด้านขวา แต่คำหรือมโนภาพ ไม่จำเป็นจะต้องเหมือนกัน เมื่อผู้เขียนข้อสอบสามารถหาคู่อุปมาอุปไมยได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นเรื่องของการวัดว่า เอาตัวไหนออกจึงจะเหมาะหรือยากพอดี ดังนั้นอุปมาอุปไมยแบบภาษาจึงมีแบบการถาม หลายแบบ ว่าต้องการให้ผู้ตอบจับคู่ใด





(1) กรณีให้หาคำตอบตัวเดียว จะมีแบบดังนี้

ก : ข → ค : ?	คน : บ้าน → นก : ?
ก : ข → ? : ง	คน : บ้าน → ? : รัง
ก : ? → ค : ง	คน : ? → นก : รัง
? : ข → ค : ง	? : บ้าน → นก : รัง

(2) กรณีต้องการหาคำตอบ 2 ตัว จะมีแบบดังนี้

ก : ข → ? : ?	คน : บ้าน → ? : ?
ก : ? → ค : ?	คน : ? → นก : ?
ก : ? → ? : ง	คน : ? → ? : รัง
? : ข → ค : ?	? : บ้าน → นก : ?

ตัวอย่างแบบทดสอบแบบเลือกตอบอุปมาอุปไมยภาษา

(0) นก : รัง → คน : ?

ก. งาน	ข. บ้าน	ค. โต๊ะ
ง. ห้อง	จ. ญาติ	

ตามธรรมชาติคนบินไปหากินแล้วก็กลับรัง ดังนั้น รังเป็นเสมือนบ้าน คนจึงคู่กับบ้าน จะถูกที่สุด คำตอบถูกจึงเป็น ข.

ลักษณะของความสัมพันธ์ ในการใช้คำถามแบบอุปมาอุปไมยนั้น แต่ละแบบอาจใช้ความสัมพันธ์ต่าง ๆ กัน เพื่อไม่ให้เกิดความกำเริบในการคิด และจะได้ทำให้คนคิดฉลาดขึ้น ลักษณะความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่นิยมใช้ มีดังนี้

(1) ความหมายเหมือน หมายถึง การเขียนตัวเร้าหรือคำที่มีความสัมพันธ์แบบความหมายเหมือนกัน แต่เป็นคนละคำ ซึ่งมีอยู่จำนวนมากมาย วิธีการหาคำพวกนี้ก็ต้องอาศัยพจนานุกรมเป็นหลัก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

มาก : หลาย → ใหญ่ : ?		
ก. โต	ข. ยักษ์	ค. ขนาด
ง. ไกล	จ. บาน	

(2) ความหมายตรงข้าม ผู้เขียนจะต้องค้นคว้าหาคำที่มีความหมายตรงข้ามไว้หลาย ๆ คู่ แล้วพยายามเลือกตัวที่เหมาะสมมาเขียนเปรียบเทียบกับอุปมาอุปไมย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

สูง : ต่ำ → ขาว : ?		
ก. ดำ	ข. สี	ค. จาง
ง. แดง	จ. เขียว	

(3) เป็นเหตุเป็นผลกัน คำทั้งหลายจะมีอธิบายความหมายที่ทำให้เกิดเหตุ และขณะเดียวกันก็จะอธิบายผลที่จะเกิดขึ้นตามมา การเขียนอุปมาอุปไมยโดยอาศัยมโนภาพแบบนี้ต้องระวังความผิดพลาดจะต้องแน่ใจว่าเป็นเหตุเป็นผลกันจริงหรือไม่ด้วย

วิ่งเร็ว : เหนื่อย → กินมาก : ?		
ก. อิ่ม	ข. อ้วน	ค. ทุกข์
ง. เรอ	จ. ยากจน	



(4) เป้าหมายหรือหน้าที่ การกระทำบางอย่างมีเป้าหมายว่าเป็นอย่างไร ได้อะไรมา และบางอย่างที่มีอยู่มีหน้าที่ที่จะต้องใช้ทำอย่างนั้น ดังนั้น คำที่อยู่ในกลุ่มนี้สามารถนำมาเขียนอุปมาอุปไมยได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เบ็ด : ตกปลา → หนังสือ : ?

- ก. ขยาย                      ข. เร็ยยน                      ค. เขียน  
ง. อ่าน                      จ. สื่อ

(5) สถานที่ การใช้สถานที่อาจหมายถึงแหล่งที่อยู่หรือเป็นสถานที่สำหรับทำงานอะไรก็สามารถเอามาเขียนอุปมาอุปไมยได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เยาวราช : กรุงเทพฯ → เขาใหญ่ : ?

- ก. ชลบุรี                      ข. สระบุรี                      ค. ปราจีนบุรี  
ง. นครนายก                      จ. นครราชสีมา

(6) ความต่อเนื่อง เป็นกลุ่มคำหรือมโนภาพที่มีความต่อเนื่อง หรือเรียงต่อกันเป็นระบบที่จัดไว้แล้ว นำมาอุปมาอุปไมยกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

จันทร์ : พุธ → มกราคม : ?

- ก. กุมภาพันธ์                      ข. มีนาคม                      ค. พฤษภาคม  
ง. สิงหาคม                      จ. พฤศจิกายน

(7) หลักภาษา เป็นการใช้กำหนดกฎเกณฑ์ทางภาษาบางประการมาอธิบาย เป็นต้นว่าลักษณะนาม เป็นต้น หรือระบบระเบียบทางการใช้ภาษาที่แปลกแตกต่างออกไป ดังตัวอย่างต่อไปนี้

โต๊ะ : ตัว → ช้าง : ?

- ก. ต้น                      ข. เชือก                      ค. ตน  
ง. พลาย                      จ. ช้าง

(8) ปริมาณ อาจจะเป็นรูปตัวเลขหรือภาษาก็ได้ แต่คำเหล่านั้นแสดงความหมายเกี่ยวกับปริมาณ สามารถนำมาอุปมาอุปไมยได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

5 : 20 → 7 : ?

- ก. 8                      ข. 21                      ค. 27  
ง. 28                      จ. 30

(9) ของคู่สัมพันธ์กัน หมายถึง คำที่มีความเกี่ยวข้องกันโดยธรรมชาติ หรือโดยวัฒนธรรมประเพณีก็ได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

นิ้ว : แหวน → คอ : ?

- ก. ผ้า                      ข. เสื้อ                      ค. สร้อย  
ง. เชือก                      จ. เครื่องราง

(10) ความสัมพันธ์อื่น ๆ เช่น ส่วนประกอบ ระดับชั้น (degree) แบบของคำ (word pattern) การจับคู่ (mapping) การสรุปอิง (inference) กิริยาการกระทำ (action to object) ฯลฯ ซึ่งมีอีกมากมาย นำหลักการนั้น ๆ มาเขียนเป็นอุปมาอุปไมยได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

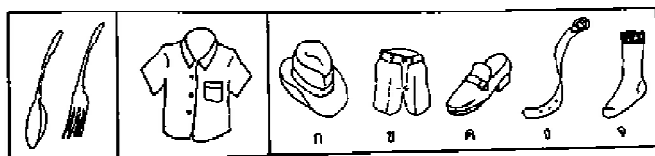
ฟุตบอล : เตะ → ลูกขนไก่ : ?

- ก. มือ                      ข. ตี                      ค. โยน  
ง. ตบ                      จ. แร็คเก็ต



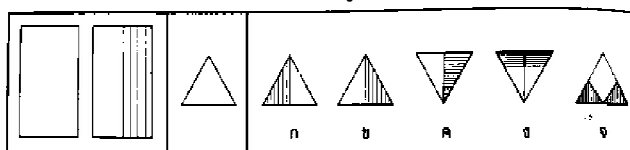
3.2.2 อุปมาอุปไมยภาพ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทภาพเหมือน กับ ประเภทภาพทรงเรขาคณิต

ก. อุปมาอุปไมยภาพเหมือน จะใช้ได้ดีกับเด็กอายุน้อย ๆ หรือระดับประถมลงไปมีความเหมาะสมกว่าระดับเด็กโต ดังตัวอย่างต่อไปนี้



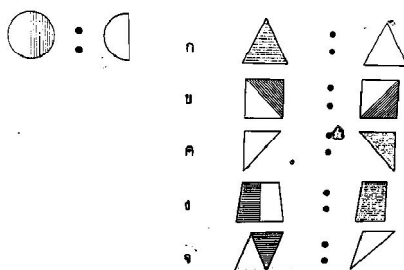
แบบนี้อ่านว่าช้อนคู่กับส้อมจะเหมือนกับเสื่อคู่กับอะไร ตัวเลือกในนี้มี 5 ตัว ก. ข. ค. ง. และ จ. ถ้าพิจารณาให้ดีแล้ว สิ่งที่มีความสัมพันธ์กันคล้ายกันที่สุด คือ เสื่อกับกางเกง ดังนั้น ข. ถูกที่สุด รูปแบบที่วางนี้เป็นรูปแบบทั่วไป เพื่อไม่ให้เปลืองกระดาษมากนักแต่มองดูสวยงาม ถ้าเป็นตัวเลือกดี ๆ แล้วแค่ 4 ตัวเลือกก็นับว่าพอแล้ว มีคุณภาพไม่ต่างจาก 5 ตัวเลือกมากนัก

ข. อุปมาอุปไมยภาพทรงเรขาคณิต หลักการสร้างอาศัยความสัมพันธ์ในโครงสร้างมโนภาพเช่นเดียวกับการเขียนข้อสอบอุปมาอุปไมยที่กล่าวมาแล้ว สิ่ง que เปลี่ยนแปลงสำคัญก็คือ การกำหนดภาพทรงเรขาคณิตในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะต้องมีตัวร่วมบางอย่างเกี่ยวพันกันสองภาพแรกก่อน แล้วนำความคิดจากสองภาพแรกนั้นไปสร้างภาพที่เกี่ยวข้องอีกคู่หนึ่ง ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ข้อนี้อ่านว่าสี่เหลี่ยมขาวคู่กับสี่เหลี่ยมดำครึ่งขาวแล้วสามเหลี่ยมขาวจะคู่กับรูปใด คำตอบที่ถูกคือ สามเหลี่ยมดำครึ่งขาวที่มีรูปร่างลักษณะเดียวกัน นั่นคือข้อ ข. จึงจะถูก

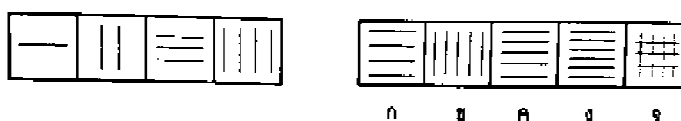
วิธีการเขียนภาพทรงเรขาคณิตนั้น สามารถทำได้หลายรูปแบบไม่จำเป็นต้องเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยมและวงกลมเท่านั้น แต่สามารถจะหารูปผสมคละกันในรูปแบบต่าง ๆ ได้มากมาย แต่ส่วนใหญ่แล้วในการออกข้อสอบอุปมาอุปไมยภาพ จะใช้โครงสร้างแบบ ก : ข ค : ? อยู่เสมอ และมักจะเขียนให้อยู่ในบรรทัดเดียวกัน แต่ผู้อ่านอาจจะคิดหาวิธีการเขียนข้อสอบอุปมาอุปไมยภาพในรูปแบบแปลกอื่น ๆ ก็ได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ข้อนี้คำตอบถูกคือ ง. ที่พอจะมีลักษณะความสัมพันธ์แบบเดียวกัน สาเหตุที่ไม่นิยมออกภาพแบบนี้ อาจจะเป็นเพราะเปลืองที่และเปลืองภาพมากก็ได้ แต่ผลก็คงไม่แตกต่างจากตัวอย่างแรกเท่าใดนัก

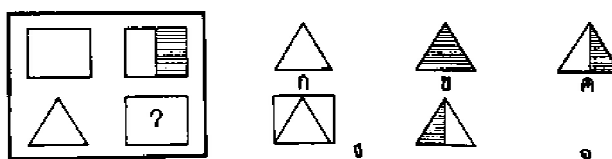
### 3.3 แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ

ข้อสอบลักษณะนี้เป็นอนุกรมที่เป็นภาพ ซึ่งคล้าย ๆ กับอนุกรมคณิตศาสตร์ แบบสัมพันธ์กันดังที่กล่าวมาแล้ว อนุกรมแบบภาพธรรมดาจะเป็นไปในทิศทางเดียว แต่ก็ถือว่าเป็นการวัดเหตุผลเหมือนกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ตัวอย่างที่ยกมานี้เป็นอนุกรมภาพในทิศทางเดียว ซึ่งสามารถมองแนวการเปลี่ยนแปลงในภาพแรกจนถึงภาพที่ 4 ได้ว่ามีแนวทางอย่างไร ต่อจากนั้นก็สมารถหาคำตอบจาก ก., ข., ค., ง. และ จ. ซึ่งคำตอบควรเป็น ค.

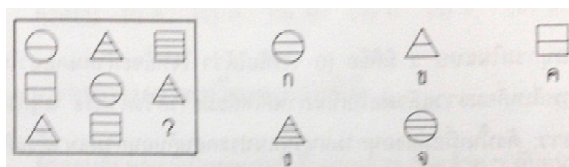
อนุกรมภาพอีกแบบหนึ่งเป็นประเภทหาความสัมพันธ์ของอนุกรมภาพทั้งแนวตั้งและแนวนอน เมื่อสามารถจับแนวโน้มได้แล้วการหาคำตอบจะง่ายขึ้น เนื่องจากต้องคิดหลายมิติ แบบนี้จึงเรียกว่า อนุกรมมิติ ดังตัวอย่างต่อไปนี้



จากตัวอย่างอนุกรมในแบบ 2 มิติ จะเห็นว่า โจทย์กำหนดแนวโน้มของอนุกรมแรกให้ว่ามีภาพสี่เหลี่ยมขาวแล้วต่อไปเป็นภาพสี่เหลี่ยมขาวครึ่งดำครึ่ง อนุกรมที่ 2 เริ่มจากรูปสามเหลี่ยมขาว ดังนั้นเมื่อมองอนุกรมแนวนอนประกอบกับอนุกรมแนวตั้งแล้ว จะสามารถบอกได้ว่า สิ่งที่ต้องถามนั้นคืออะไร จึงน่าจะเป็นสามเหลี่ยมที่ขาวครึ่งดำครึ่งในรูปแบบเดียวกับอนุกรมแรก คำตอบที่ถูกจึงเป็นข้อ ค.

อนุกรมภาพที่เรียกว่าอนุกรมมิตินั้น มีหลักการสร้างหลายวิธี

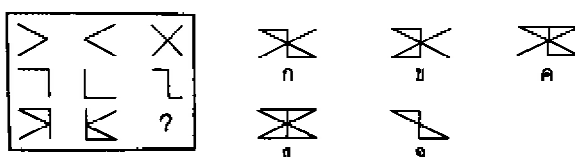
(1) วิธีสลับภาพ วิธีนี้กำหนดภาพไว้ชุดหนึ่ง เมื่อถึงอนุกรมที่ 2 เลื่อนสลับภาพ เริ่มต้นอีกภาพหนึ่ง แต่ภาพอื่น ๆ ก็ยังอยู่ในระบบต้องรักษาความสมดุลของระบบเอาไว้ว่าจะเอาตัวใดเริ่มต้นอนุกรมใหม่ ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพอนุกรมข้อนี้จะเป็น 2 ระบบ คือภาพกับรายละเอียด ระบบของภาพเป็นวงกลม สามเหลี่ยม และสี่เหลี่ยม ระบบของรายละเอียดเส้นเป็น 1 ชิด 2 ชิด และ 3 ชิด ดังนั้น เมื่อเริ่มต้น สามเหลี่ยม 1 ชิด แล้วสี่เหลี่ยม 2 ชิด ต่อไปจึงเป็นรูปของวงกลม และต้องมี 3 ชิด คือตัวเลือก จ. จึงจะถูก

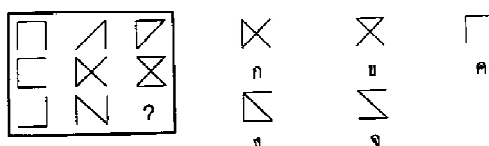


(2) วิธีการบวกภาพ การบวกในที่นี้หมายถึง การนำภาพหรือเส้นมารวมจากภาพ 2 ภาพที่กำหนดให้ หรือจะพูดว่าเป็นการซ้อนทับกันก็ได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้



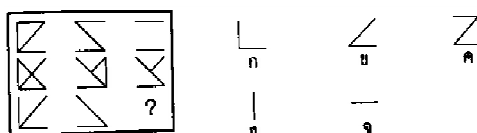
จากตัวอย่างนี้ ใช้แถว 1 รวมกับแถว 2 จะเป็นภาพแถว 3 ให้พิจารณาดูทั้งภาพ แถวตั้งและแถวนอน แล้วจะได้คำตอบถูก คือตัวเลือก ก. มีโอกาสมากที่สุด

(3) วิธีลบภาพ วิธีนี้ตรงข้ามกับวิธีที่แล้ว โดยทั่วไปใช้แนวคิดกำหนดภาพให้ 2 ภาพ แล้วนำมาซ้อนกัน ส่วนใดที่ซ้อนทับกันเอาออก ดังนั้น การเขียนรูปจะต้องระมัดระวังอย่าให้ทับกันหมด ดังตัวอย่างต่อไปนี้



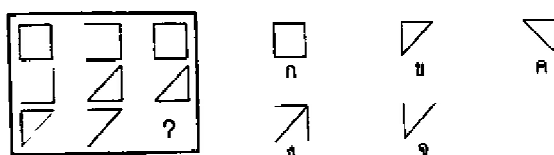
จากข้อนี้จะเห็นว่าการลบกัน จะเกิดจากภาพแถวที่ 1 กับแถวที่ 2 หลักการคือยกภาพ 2 มาทับภาพ 1 ส่วนใดของภาพที่ซ้อนทับกันตัดออก การคิดจะต้องมองทั้งแนวตั้งและแถวนอน ดังนั้น ภาพที่จะเกิดขึ้นสุดท้าย คือ ภาพ ง.

(4) วิธีเก็บภาพที่ซ้อนทับ วิธีนี้ตรงข้ามกับวิธีลบภาพ เพราะวิธีลบภาพนั้นเอาภาพที่ซ้อนทับกันออก แต่วิธีนี้จะเอาไว้เฉพาะภาพที่ซ้อนทับกันเท่านั้น ภาพจุดอื่นไม่สนใจ เป็นมโนภาพของเส้นร่วมกันนั่นเอง การเขียนอนุกรมภาพจึงควรระวังให้ดี ดังตัวอย่างต่อไปนี้



จากภาพในข้อนี้จะเห็นว่าการเกิดจากการซ้อนทับกันของภาพที่ 1 กับภาพที่ 2 พิจารณาเฉพาะส่วนที่ทับกันจะเกิดเป็นภาพที่ 3 วิธีคิดอย่างนี้คิดทั้งแนวตั้งและแถวนอน ดังนั้นจากข้อนี้ตรงจุด ? ภาพที่ซ้อนกัน เป็นเพียงเส้นแนวนอนเท่านั้น คำตอบถูกจึงเป็นภาพในตัวเลือก จ.

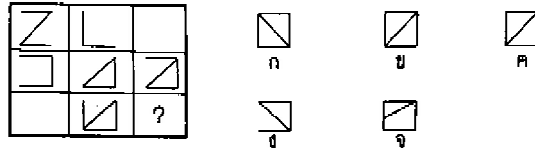
(5) วิธีผสม หมายถึง การเอาหลายวิธีมาเกี่ยวข้องกัน อย่างน้อย 2 วิธี ถ้าใช้ตัวเร้าแบบ 3 x 3 มักจะใช้ 2 วิธี แต่ถ้าใช้ตัวเร้ามาก ๆ สามารถผสมได้หลายวิธี ดังตัวอย่างวิธีบวกกับลบต่อไปนี้



จากภาพอนุกรมข้อนี้ ตามแนวนอนจะเกิดจากภาพของการบวกกัน ส่วนตามแนวตั้งจะเกิดจากการเอาภาพแถว 1 และ 1 ลบกัน ดังนั้น ผู้ที่จะคิดข้อนี้ได้จะต้องพิจารณา 2 วิธี ร่วมกัน คำตอบถูกจึงเป็นตัวเลือก ข. วิธีผสมนี้สามารถสร้างได้หลายรูปแบบ



(6) วิธีตัดบางรูปออก วิธีนี้ใช้ผลที่ได้จากอนุกรมในวิธีต่าง ๆ แต่ไม่แสดงให้ครบทุกภาพ แต่เวลาสร้างต้องสร้างให้ครบทุกรูปภาพ ต่อจากนั้นพิจารณาว่าควรจะต้องตัดรูปใดออกบ้าง จึงจะทำให้ข้อสอบคิดยากขึ้น แต่เทคนิคการตัดจะต้องรักษาระบบของอนุกรมไว้พอเป็นแนวทางในการคิดด้วย ไม่ใช่ตัดออกจนไม่มีแนวโน้มนระบบเลย ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ตอบ ข้อ ข.

3.4 แบบสรุปความ เป็นข้อสอบมุ่งวัดเหตุผลเป็นประการสำคัญและเป็นแบบข้อสอบเหตุผล ชนิดหนึ่งที่สำคัญภาษาค่อนข้างมาก ถึงแม้ว่าข้อสอบแบบนี้จะใช้ภาษาเป็นส่วนใหญ่แต่ก็เป็นการใช้ภาษา เพื่อไล่เลียงหาเหตุผล เรียกตามภาษาทดสอบว่า Verbal Reasoning โครงสร้างของตัวคำถามเป็นแบบ คณิตศาสตร์แนวหนึ่งี่เรียก ตรรกวิทยา นั่นคือการเขียนข้อสอบแบบนี้จะประกอบด้วยเหตุใหญ่และเหตุย่อย เมื่อมีเหตุมาเป็นเครื่องพิจารณาแล้วก็สามารถประเมินลงสรุปได้ว่าเป็นอย่างไร

สิ่งที่ต้องระวังก็คือ แต่ละเหตุที่ยกมาจะต้องถือว่าเป็นเรื่องจริงในสาระของมัน ถ้าเหตุใด เหตุหนึ่งไม่เป็นจริงการลงสรุปจะทำได้ยาก ขนาดบางทีทุก ๆ เหตุเป็นจริง การลงสรุปไม่สามารถเป็นจริงได้ก็มี ดังตัวอย่างต่อไปนี้

(1) พ่อมีอาชีพเป็นครู แม่มีอาชีพค้าขาย อาจสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. ลูกเป็นครู ข. ลูกทำมาค้าขาย
- ค. พ่อทำงานหนักกว่าแม่ ง. แม่มีรายได้ดีกว่าพ่อ
- จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

ตัวอย่างข้อนี้ต้องตอบ จ. เพราะไม่สามารถเอาเหตุทั้งสองมาลงสรุปได้ว่า ลูกน่าจะมีอาชีพอะไรแน่ การทำงานของพ่อแม่ก็ไม่รู้ว่าใครทำงานหนักกว่ากัน ตลอดจนรายได้ของพ่อแม่ก็ไม่สามารถรู้ได้ว่าใครมีมากกว่าใครจากข้อมูลนี้

(2) ดำสูงกว่าแดง แต่เตี้ยกว่าดำ ดงเตี้ยกว่าดำ แต่ก็ยังสูงกว่าเงิน เราอาจสรุปได้ว่า

อย่างไร

- ก. เงินเตี้ยที่สุด ข. ดำสูงกว่าเงิน
- ค. ดงอยู่ระหว่างดำกับแดง ง. ดำอยู่ระหว่างดำกับดง
- จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

จากตัวอย่างนี้สามารถจะเขียนความสูงเปรียบเทียบกันได้ว่าใครอยู่ ณ จุดใด ที่มีปัญหา คือ ดำกับเงินซึ่งสามารถนำมาเขียนเป็นตัวลงได้อย่างดี คำตอบที่ถูกในข้อนี้จึงเป็น ง.

### 3.5 ความสามารถด้านวิเคราะห์

ความจริงการวิเคราะห์ก็คือเหตุผลนั่นเอง แต่การออกข้อสอบที่ให้ข้อเฉพาะลงไปอย่างนี้มี จุดประสงค์จะเป็นข้อสอบให้ผู้ตอบคิดหาความสัมพันธ์เกี่ยวข้องของตัวแปร จากสถานการณ์ที่สมมติขึ้นมา แม้กระทั่งชื่อ สถานที่ เหตุการณ์ ก็สมมติขึ้นมาทั้งนั้น การสร้างสถานการณ์จึงต้องเขียนให้มีความเกี่ยวพันกันซับซ้อนมากหน่อย มิฉะนั้นผู้สอบก็ไม่ได้ใช้ความสามารถด้านวิเคราะห์

จากแนวการออกของ GRE (Graduate Record Examinations) จะเป็น 2 ลักษณะ คือ เขียนสถานการณ์ไม่ยาวและซับซ้อนนัก แล้วให้ผู้ตอบหาข้อสรุป ตั้งสมมติฐานเป็นแบบหนึ่ง อีกแบบหนึ่ง สร้างสถานการณ์ให้ซับซ้อน มีตัวแปรเกี่ยวข้องกันมาก ๆ เวลาถามก็ถามให้สรุปจากสถานการณ์ แต่แบบนี้ถามหลายข้อ โดยมากมีตั้งแต่ 3 ข้อถึง 8 ข้อ ซึ่งความสามารถด้านนี้และออกทำนองนี้ควรเป็นผู้มีความสามารถระดับปริญญาตรีขึ้นไป ในระดับมัธยมใช้สรุปความง่าย ๆ เสียมากกว่า ดังตัวอย่างข้อสอบมาตรฐาน SAT (Scholastic Aptitude Test) จะไม่มีออกแบบนี้ การวัดเหตุผลจะซ่อนอยู่ด้านภาษา คือ ออกอุปมาอุปไมยแบบภาษาเท่านั้น นั่นคือ การคัดเลือกเข้ามหาวิทยาลัยระดับปริญญาตรีระบบอเมริกาจะสอบความสามารถด้านภาษา และความสามารถด้านคณิตศาสตร์เท่านั้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

คำชี้แจง ให้ท่านอ่านข้อความแต่ละข้อแล้วพิจารณาลงสรุปตามตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่งที่กำหนดให้ ที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเดียว

(1) ก และ ข จะไปทานอาหารร้านที่ ๑ ไปด้วยเท่านั้น, ๑ จะไปทานอาหารในร้านอาหารที่เป็นเพื่อนบ้าน ซึ่งอยู่ไกลจากเขตในเมือง, ๑ จะไปทางอาหารเฉพาะร้านที่ ๑ ไปเท่านั้น ถ้าเงื่อนไขข้างบนเป็นจริง ข้อความใดต่อไปนี้เป็นจริง

- ก. ง ไม่ไปทานข้าวร้านเดียวกันกับ ค
- ข. ข ไม่ไปทานอาหารที่มี ง กับ ค ไปทานอาหาร
- ค. ก ง และ ข ไม่ทานอาหารร้านเดียวกัน
- ง. ง ไม่ไปทานอาหารที่ร้านอาหารอยู่ที่เขตในเมือง
- จ. ก กับ ข ไม่ทานอาหารด้วยกันที่ร้านที่เขตในเมือง

คำตอบที่ถูกต้องมากที่สุดคือ จ.

คำถามแบบ Analytical reasoning เป็นความสามารถในการเข้าใจโครงสร้างความสัมพันธ์ที่ผูกเงื่อนไขจำลองเอาไว้ และเงื่อนไขจำลองเหล่านั้นจะประกอบด้วย (1) เป็นชุดของความสัมพันธ์ของข้อความหรือเงื่อนไขอย่างน้อย 3 ถึง 7 เงื่อนไข (2) แต่ละสถานการณ์จำลองจะใช้คำถามเป็นข้อสอบไม่ต่ำกว่า 3 ข้อขึ้นไป (3) การเขียนคำถามและคำตอบพยายามให้เป็นอิสระต่อกัน นั่นคือ ตอบข้อ 2 ไม่ใช่เอามาจากข้อ 1 อะไรทำนองนี้

แต่ละแบบการถามใช้ความรู้พื้นฐานหรือเป็นทักษะพื้นฐานเป็นส่วนใหญ่ เช่น ลำดับก่อนหลัง ทิศทาง กลุ่มเพื่อน เหตุและผล ความสัมพันธ์บางอย่างคงที่แต่บางอย่างแปรเปลี่ยนได้ เป็นต้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

คำชี้แจง ให้ท่านอ่านเงื่อนไขที่กำหนดไว้ แล้วพิจารณาให้ดีเพื่อใช้ตอบคำถามตั้งแต่ข้อ (0) ถึง (00)

“นางสุมนาเป็นลูกคนสุดท้องของนางดอน แต่งงานแล้วมีลูกชื่อเต็ดดวง และชอบยิ้มตามลำดับ นายสุเมธเป็นลูกรองสุดท้ายของนายดาบ ซึ่งแต่งงานกับนางดอน และนายสุเมธแต่งงานกับนางรำเริงลูกคนโตของนายประเทือง มีลูกชื่ออรุณและอรุณี ประกอบรักษหลาน 2 คนนี้มาก นางดาวเรืองเป็นน้องนายกมลซึ่งเป็นลูกหัวปีของนายดาบ มีน้องเขยชื่อ ณรงค์”

(0) ใครเป็นลุงของอรุณ

- ก. ดาบ
- ข. กมล
- ค. ณรงค์
- ง. ประเทือง
- จ. เต็ดดวง



(00) คนอายุน้อยที่สุดน่าจะเป็นใคร

ก. อรุณี

ข. เด็ดดวง

ค. ชอปปี้ม

ง. สุมนา

จ. ยังสรุปไม่ได้

ตอบ (0) ข. (00) จ.

#### 4. องค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์

มิติสัมพันธ์ ภาษาอังกฤษใช้ Space factor, Spatial ability หรือ Spatial relationships มีผู้นิยามไว้หลายคน แต่ที่พอเชื่อถือได้ เช่น Thurstone (1938) ให้นิยามว่า มิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการมองภาพวัตถุที่มีความเคลื่อนไหว เปลี่ยนแปลงที่อยู่ในกรอบสิ่งเร้า รวมทั้งความสามารถในการมองภาพวัตถุที่มองจากมุมแตกต่างกัน และยังมองในแง่ความสามารถในการคิดหา รายละเอียดว่า รูปทรงเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันหรือมีปัญหาส่วนหนึ่งส่วนใดอย่างไร Guilford and Lacey (1947) นิยามมิติสัมพันธ์ว่าเป็นความสามารถในการจินตนาการ การหมุนภาพ การพับกระดาษ การเปลี่ยนตำแหน่ง และการเคลื่อนที่ของวัตถุ และยังมองในแง่ความสามารถในการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างมิติที่อยู่ในรูปแตกต่างกัน French (1951) นิยามมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการจินตนาการวัตถุ เมื่ออยู่ในรูปลักษณะต่าง ๆ และยังมองว่าเป็นความสามารถในการรับรู้มิติต่าง ๆ อย่างแม่นยำ และสามารถเปรียบเทียบกับรูปแบบอื่นได้

McGee (1979) มองว่ามิติสัมพันธ์ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบใหญ่ คือ Spatial Visualization กับ Spatial Orientation สำหรับ Spatial Visualization เป็นความสามารถในการมองเห็นวัตถุที่หมุนหรือเด่นว่าเป็นรูปอะไร เป็นภาพจินตนาการในความคิดเหมือนดังความสามารถทางคณิตศาสตร์ในการจินตนาการรูปทรงจากโจทย์ ส่วน Spatial Orientation เป็นความสามารถในการเข้าใจภาพที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบภายใน เช่น พวกช้อนภาพ การอ่านแผนที่ เป็นต้น แต่ Lohman (1979) เสนอผลการวิเคราะห์ด้านมิติสัมพันธ์มี 2 แบบเหมือนกัน เรียกคนละอย่างกัน คือ Spatial relation ซึ่งเป็นการวัดความสามารถในการมองเห็นว่าเป็นภาพอะไร อันเกิดจากการหมุนภาพกับ Spatial visualization เป็นความสามารถในการมองเห็นการเปลี่ยนแปลงภายในส่วนภาพสิ่งเร้าที่กำหนด เช่น แบบทดสอบพับกระดาษตัดแล้วกางออกจะเป็นภาพแบบใด หรือแบบทดสอบพับกล่องกระดาษ เป็นต้น

Cooper and Regan (1982) มองมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการเปลี่ยนสื่อเป็นสัญลักษณ์ การเปลี่ยนรูปทรง การสร้างรูปแบบใหม่และการเข้าใจรูปลักษณะภายในมิติหนึ่ง ๆ เพื่อนำไปสัมพันธ์กับอีกมิติหนึ่ง ชาวาล แพร์ตกุล (2513) นิยามความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ว่าเป็นความสามารถในการจินตนาการที่เกี่ยวกับพื้นที่ ระยะทาง ขนาด ทิศทาง และทรวดทรงต่าง ๆ ล้วน สายยศ (2522) ให้ความหมายของมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการถึงขนาด และมิติต่าง ๆ ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน ทั้งอยู่ในระนาบเดียว และหลายระนาบ รวมทั้งความสามารถในการมองรูปทรงต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกัน หรือซ้อนอยู่ภายใน ตลอดจนจนถึงการแยกภาพประกอบ และการจำแนกตำแหน่งที่ตั้ง บน-ล่าง ซ้าย-ขวา ระยะทางใกล้-ไกล ด้วย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 149-160)

ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์จะเป็นความสามารถพื้นฐานของบุคคลที่จะส่งผลให้บุคคลเกิดจินตนาการ และมโนภาพต่าง ๆ อันเป็นลักษณะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การวางแผนผัง สถาปัตยกรรม และวิศวกรรม (ไพศาล หวังพานิช. 2526 : 135)





รูปแบบของการเขียนข้อสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีอยู่หลายแบบ แต่ที่นิยมใช้สอบวัดความสามารถด้านนี้คือ แบบซ่อนภาพ แบบซ่อนภาพ แบบแยกภาพ แบบต่อภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ แบบภาพตัดกระดาศ แบบนับลูกบาศก์ และแบบประกอบส่วนย่อย ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้สร้างแบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ที่วัดแบบซ่อนภาพ แบบซ่อนภาพ แบบแยกภาพ แบบต่อภาพ แบบหมุนภาพ แบบประกอบภาพสามมิติ แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ และการนับลูกบาศก์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2541 : 149-160)

4.1 แบบซ่อนภาพ เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบหนึ่งที่วัดความสามารถในการมองภาพที่มีสิ่งกีดขวาง กีดกันหรือเส้นทับ จนมองเห็นรูปร่างนั้นไม่ถนัด จะเห็นแต่เพียงบางส่วน แต่ผู้สอบจะสามารถบอกได้ว่า เป็นรูปที่กำหนดให้ซ่อนอยู่ในนั้น และอยู่ในลักษณะใดอาจจะเป็นการซ่อนทิศทางเดิม ขนาดเท่าเดิม หรือเปลี่ยนทิศทางหรือเปลี่ยนแปลงขนาดก็ได้ การเขียนข้อสอบซ่อนภาพจะอิงหลักการดังนี้

4.1.1 ซ่อนภาพเหมือน แบบนี้ส่วนใหญ่จะกำหนดสถานการณ์เป็นต้นไม้ ป่าไม้ บ้าน ฯลฯ ซึ่งจะมีลายเส้นประกอบมากมาย ลายเส้นเหล่านั้นสามารถจะแทรกสัตว์ หรือนก หรือเครื่องใช้ หรือรูปทรงต่าง ๆ อยู่ในสถานการณ์นั้น สิ่งที่ซ่อนอยู่จะมีเส้นอื่น ๆ ทับจึงทำให้ผู้ตอบต้องแสวงหาว่ามีสิ่งนั้นซ่อนอยู่ที่ตัว เช่น มิงก็ตัว หรือนกก็ตัว หรือสัตว์ก็ตัว หรือภาพอื่น ๆ ก็ภาพ แล้วแต่ความต้องการว่าจะซ่อนอะไรไว้จำนวนเท่าไร ดังตัวอย่างต่อไปนี้

คำชี้แจง ให้ท่านหาภาพสัตว์ซึ่งซ่อนอยู่ในภาพคนที่กำหนดให้ตอบข้อ (0) – (00)



(0) จากภาพนี้มีสัตว์อยู่ที่ตัว

- |      |      |      |
|------|------|------|
| ก. 2 | ข. 3 | ค. 5 |
| ง. 7 | จ. 8 |      |

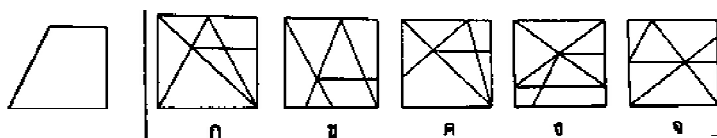
(00) สัตว์ในข้อใดไม่ซ่อนอยู่ในภาพนี้

- |            |           |        |
|------------|-----------|--------|
| ก. งู      | ข. วัว    | ค. แมว |
| ง. ค้างคาว | จ. กระรอก |        |

4.1.2 ซ่อนภาพทรงเรขาคณิต เป็นการกำหนดภาพทรงเรขาคณิตรูปใด ๆ ไว้แล้วสร้างกรอบของการซ่อน ซึ่งจะใหญ่กว่าภาพที่กำหนดทั้งส่วนสูงและความกว้าง เพื่อให้ใส่ภาพที่ต้องการซ่อนไว้แล้ว จะได้ขีดเส้นผ่านภาพหรืออาจเลื่อนภาพขึ้นลง ซ้ายขวาก็ได้ เพื่อจะทำให้ภาพไม่อยู่คงที่ ความจริงจะมีกรอบหรือไม่มีการอบก็ได้ แต่การล้อมกรอบจะสร้างง่ายกว่า การซ่อนภาพอาจแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบภาพซ่อนเดียว กับแบบภาพซ่อนคงที่

1) แบบภาพซ่อนเดียว เป็นลักษณะหาภาพซ่อนในข้อหนึ่ง ๆ มีเพียงภาพเดียวที่ซ่อนอยู่ในภาพที่กำหนดให้

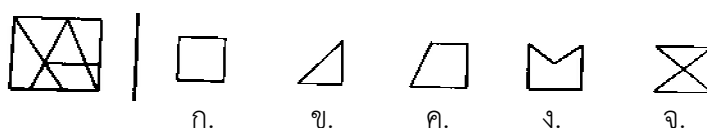
ซ่อนภาพเดียวทิศทางเดิมขนาดเท่าเดิม ลักษณะนี้กำหนดภาพให้ แล้วเอาไปซ่อนไว้ โดยมีเงื่อนไขว่า ภาพที่ซ่อนจะต้องมีขนาดเท่าเดิม และทิศทางก็เหมือนเดิม คำชี้แจงในการทำข้อสอบจะต้องชัดเจน ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ข้อนี้ต้องการให้ดูว่าภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือไปซ่อนอยู่ในภาพใดในตัวเลือก ก. ข. ค. ง. และ จ. ขนาดและทิศทางของภาพที่ซ่อนจะต้องเหมือนของเดิมทุกประการ จะเขียนกลับข้างหรือหมุนทิศทางอื่นไม่ได้ ถ้าต้องการลดขนาดแบบหมุนหรือพลิกแพลงก็ต้องชี้แจงให้ผู้ตอบรู้วิธีการก่อน ตัวอย่างข้อนี้เป็นภาพเท่ารูปและทิศทางเดิม ดังนั้น ตัวเลือกที่ถูกคือ ข.

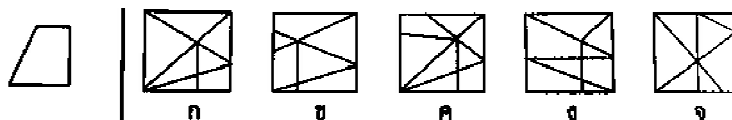
การออกข้อสอบแบบนี้ใช้ภาพเหมือนก็ได้ แต่สร้างยากขึ้นเท่านั้นเอง ถ้าเป็นภาพ เหมือนสถานการณ์จะต้องใหญ่ เช่น กำหนดรูปกระต่ายไว้ แล้วในภาพตัวเลือกก็เป็นพุ่มไม้แบบต่างๆ แล้วให้รูปกระต่ายซ่อนอยู่ในพุ่มใดพุ่มหนึ่ง

วิธีวางรูปแบบอีกอย่างหนึ่ง อาจจะทำภาพ ข. มาเป็นตัวตั้งแล้วถามกลับว่ามีภาพใดซ่อนอยู่ แบบนี้ก็ทำได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้



วิธีเขียนตัวเลือก ชั้นแรกวางตัวเลือกถูกก่อน ในที่นี้คือ ค. ต่อจากนั้นวิเคราะห์ภาพที่กำหนดให้ว่า น่าจะมีภาพใดบ้าง แล้วนำภาพลักษณะนั้นไปเขียนเป็นตัวลวง แต่ภาพตัวลวงต้องไม่เท่าและเหมือนของจริง อาจกลายเป็นตัวถูกหมด

ซ่อนภาพเดียวทิศทางเปลี่ยนแปลง ในกรณีนี้ให้ขนาดเท่าเดิม การซ่อนภาพแบบนี้วิธีการคล้ายแบบแรก ที่ต่างกันออกไปคือ ภาพที่กำหนดให้ซ่อนไม่อยู่ในทิศทางเดิมก็ได้ คือ อาจหมุนท่ามุม 10 องศา 25 องศา 30 องศา 90 องศา หรือ 180 องศา ก็ได้ตามความต้องการ ถ้าต้องการภาพแบบใดควรชี้แจงให้ผู้ตอบเข้าใจด้วยจะได้ไม่เกิดความคลาดเคลื่อน ดังตัวอย่าง หมุน 90 องศาจากภาพเดิมที่กำหนดให้



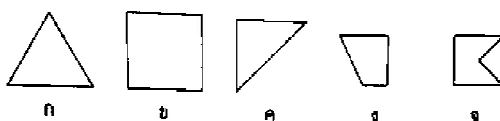
ข้อนี้ต้องการให้หาว่าภาพที่กำหนดให้ทางซ้ายมือ เมื่อหมุน 90 องศาแล้วจะซ่อนอยู่ในตัวเลือกใด ถ้าพิจารณาให้ดีจะพบว่า ซ่อนอยู่ในตัวเลือก ข. นั่นเอง

การสร้างภาพซ่อนอาจทำได้หลายแบบ เช่น ภาพเล็กลงหรือภาพใหญ่ขึ้นนั่นเอง ขนาดเปลี่ยนแปลงและทิศทางเปลี่ยนแปลงได้ แต่จะทำแบบไหนควรชี้แจงให้ผู้ตอบเข้าใจอย่างชัดเจน จึงจะมีคุณค่าในการวัด

2) แบบตัวซ่อนคงที่ กำหนดตัวแบบที่จะซ่อนคงที่ 5 ตัว หรือ 4 ตัว แล้วแต่ความต้องการ แล้วเขียนข้อสอบเป็นชุด ๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

คำชี้แจง ใช้ภาพที่กำหนดให้ใน ก. ข. ค. ง. และ จ. ไปพิจารณาดูในข้อสอบ ตั้งแต่ข้อ (0) ถึง (00) ว่ามีภาพใดซ่อนอยู่ ภาพที่ซ่อนอยู่นั้นมีเพียงข้อละภาพเดียว ขนาดและทิศทางของภาพที่ซ่อนอยู่เหมือนภาพที่กำหนดให้ทุกประการ ที่ต่างออกไปเพียงแต่มีเส้นอื่น ๆ ลากผ่านไปมาเท่านั้น

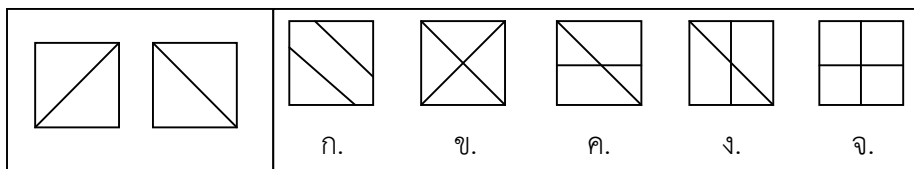




- (0) วิธีคิด จะเห็นว่าข้อ (0) มีรูปสามเหลี่ยมตรงกับภาพคำตอบ ก. ซ่อนอยู่ข้างล่าง ดังที่แรงเงาให้ดูทางขวามือ ข้อนี้ จะตอบว่าภาพ ง. หรือ จ. ซ่อนอยู่ไม่ได้ เพราะขนาด และทิศทางเหมือนภาพที่กำหนด
- (00) วิธีคิด จะเห็นว่าข้อ (00) ภาพที่ซ่อนอยู่คือภาพคำตอบ จ. ซ่อนอยู่ที่มุมซ้ายบน ดังที่แรงเงาให้ดูทางขวามือ ข้อนี้ จะตอบว่ามีรูปสามเหลี่ยม ก. หรือ ค. ซ่อนอยู่ที่ด้านซ้าย ของรูปไม่ได้ เพราะทรวดทรง ขนาด และทิศทางไม่เหมือนกับภาพคำตอบ

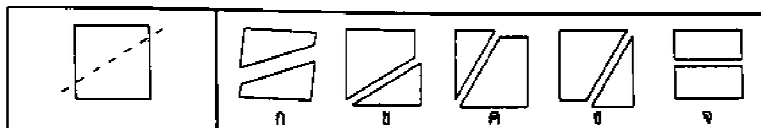
ภาพซ่อนคงที่ชุดหนึ่ง ๆ สามารถออกข้อสอบได้มากกว่า 5 ข้อ อาจจนถึง 10 หรือ 15 ก็ได้ แต่จะดีหรือไม่ต้องดูผลจากการวิเคราะห์ว่ามีความยากและอำนาจจำแนกเป็นอย่างไร ข้อดีมี คุณภาพเก็บเอาไว้ ข้อเสียตัดทิ้งไป

4.2 แบบซ่อนภาพ ข้อสอบแต่ละข้อมักจะใช้วิธีกำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ 2 ภาพ แล้ว ถามว่าถ้าเอาภาพ 2 ภาพนี้ซ้อนทับกันจะเป็นภาพอะไร การซ่อนภาพไม่นิยมซ่อนแบบบิดไปบิดมาเป็น มุมต่าง ๆ มักนิยมซ้อนกันตรงไปตรงมาตามตำแหน่งเดิม ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ข้อนี้คำตอบถูกคือข้อ ข. การสร้างกรอบสี่เหลี่ยมจะต้องให้เท่ากันเสมอ มิฉะนั้นแล้ว การซ้อน ทับกันอาจจะเป็นอีกรูปหนึ่ง ในการเขียนคำชี้แจงเรื่องการซ่อนจะต้องระบุว่าซ่อนอย่างไร ซ่อนทับกันสนิท หรือซ้อนครึ่งหนึ่ง โดยเฉพาะถ้ารูปที่ต้องการให้ซ่อน ถ้ารูปแตกต่างกันไปก็ต้องบอกว่า จะให้ซ่อนแบบใด

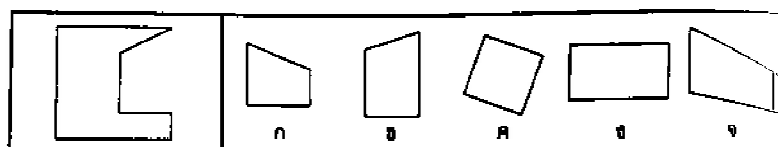
4.3 การแยกภาพ มุ่งวัดความสามารถในการพิจารณาแยกภาพที่กำหนดให้ว่า ถ้าแยกแล้ว จะได้แก่กลุ่มใด วิธีสร้างข้อสอบมักกำหนดภาพให้ทางซ้ายมือ 1 ภาพ แล้วลากเส้นประไว้ให้ทราบว่าจะ แยกตามเส้นนั้น ส่วนตัวเลือกจะเป็นส่วนประกอบที่แยกออกวางเรียงให้อยู่ในลักษณะต่าง ๆ กัน ดัง ตัวอย่างต่อไปนี้



จากตัวอย่างจะเห็นว่า ภาพทางซ้ายมือมีเส้นประไว้ นั่นคือ ภาพทางขวามือที่แยกออกต้อง มี 2 ภาพ หรือ 2 ส่วนที่เหมือนกับของเดิมทุกประการ เมื่อมาประกอบขึ้นจะต้องเหมือนภาพทางซ้ายมือ คำชี้แจงก็สำคัญมาก อาจบอกว่าภาพย่อยในตัวเลือกรูปทรงขนาดเหมือนเดิม แต่ทิศทางเปลี่ยนแปลงได้

ขนาดของรูปสำคัญที่สุด วิธีสร้างให้ง่ายโดยวิธีตัดกระดาษแข็งเอาไว้เป็นแบบ ส่วนภาพทางซ้ายมือที่เป็นแบบจะเปลี่ยนรูปทรงเป็นแบบใดก็ได้ จะตัดเป็นกี่ส่วนก็ได้เช่นกัน ยิ่งตัดหลายส่วนก็ยิ่งยากขึ้น

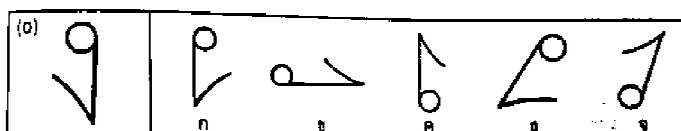
4.4 แบบต่อภาพ แนวความคิดคล้ายกับแบบแยกภาพ แต่ที่แตกต่างชัดเจนก็ตรงที่กำหนดภาพทางซ้ายมือไม่สมบูรณ์แบบ แล้วให้ผู้ตอบเลือกภาพทางขวามือซึ่งเป็นตัวเลือกเอามาประกอบ หรือต่อดูว่าจะป็นรูปใดจึงจะทำให้ภาพทางซ้ายมือเป็นรูปสมบูรณ์แบบ ตัวแบบมักจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือวงกลมเป็นส่วนใหญ่ แต่ถ้าใช้แบบใดก็ควรอธิบายให้ผู้ตอบเข้าใจแจ่มแจ้ง มิฉะนั้นจะไม่รู้ว่าให้ประกอบเป็นภาพอะไร ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ต้องการให้นำภาพจากตัวเลือกมาประกอบภาพทางซ้ายแล้วเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส คำตอบถูกจึงเป็น ข.

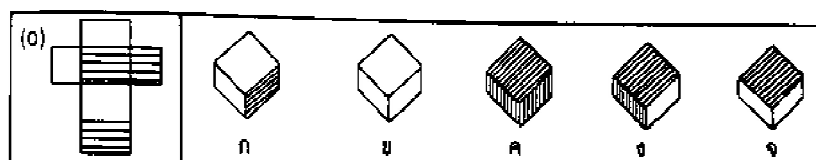
4.5 แบบหมุนภาพ กำหนดให้ภาพทางซ้ายมือ แล้วสร้างเงื่อนไขว่าจะหมุนภาพไปทางใด ต้องบอกไว้ให้ชัดเจน เช่น บอกว่าหมุนภาพที่กำหนดให้ไปตามแนวการหมุนของเข็มนาฬิกา หรือจะบอกว่าหมุนทวนเข็มนาฬิกาก็ได้ แบบทดสอบแบบนี้ของเทอร์สตันสามารถให้มีได้หลายคำตอบ แต่ในที่นี้ขอให้พยายามสร้างให้มีโอกาสถูกคำตอบเดียว การตรวจจะได้สะดวก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เงื่อนไขว่า ภาพหมุนตามเข็มนาฬิกา



ถ้าพิจารณาแล้วจะเห็นว่าคำตอบคือ ค. เพราะตัวอื่นหมุนทวนเข็มนาฬิกาทั้งสิ้น การเขียนตัวลวงต้องพยายามให้อยู่ในรูปเดิมทุกประการ เพียงแต่ลวงในรูปแบบการหมุนเท่านั้นเอง

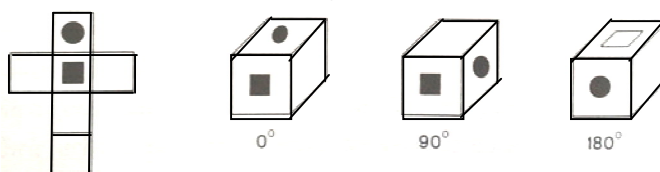
4.6 แบบประกอบภาพสามมิติ จะมีภาพทางซ้ายมือ ซึ่งเป็นแบบระนาบหรือแบบมิติเดียวให้ดูก่อน ซึ่งส่วนใหญ่สมมติให้เป็นแผ่นกระดาษหรืออะไรทำนองนั้น แล้วให้ผู้สอบพับเป็นกล่องสามมิติ ซึ่งจริง ๆ ข้อสอบพับเป็นกล่องให้แล้วในตัวลวง เพียงแต่ให้ผู้สอบใช้จินตนาการว่าข้อใดพับแล้วถูกต้องแบบนี้เป็นแนวข้อสอบมิติสัมพันธ์ของ DAT ที่ค่อนข้างดัง ดังตัวอย่างต่อไปนี้



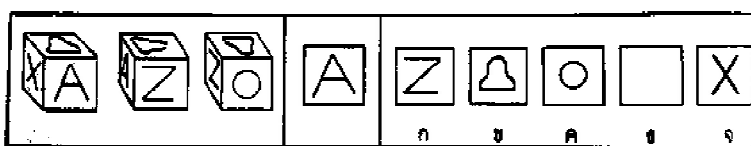
จากตัวอย่างนี้จะเห็นว่า ภาพมิติเดียวแบนราบทางซ้ายมือนั้น มีเส้นหรือรอยที่จะให้พับเป็นกล่องไว้เรียบร้อย แต่ละด้านของกล่องมองเห็นชัดเจน วิธีการของข้อสอบคือระบายสีบางด้านของกล่องไว้ ในที่นี้มีการระบายสีไว้ 3 ด้าน คือ ด้านใหญ่ 2 ด้าน กับด้านเล็กสั้นอีก 1 ด้าน เมื่อพับแล้ว ภาพง. จึงเป็นภาพที่ถูก ถึงจะมองเห็น 2 ด้าน แต่ก็ยังเป็นด้านที่มีโอกาสเป็นจริง อีกด้านหนึ่งคงจะทับอยู่ก็ได้ ส่วนภาพอื่นไม่มีโอกาสถูก อย่างไรก็ตามการเขียนตัวลวงจะต้องระวังให้มาก



การพับกล่องนี้อาจกำหนดให้เป็นมุมต่าง ๆ ได้ ดังการพับที่แสดงข้างล่างนี้ ความยากง่ายของข้อสอบก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วยตามการหมุนของภาพ



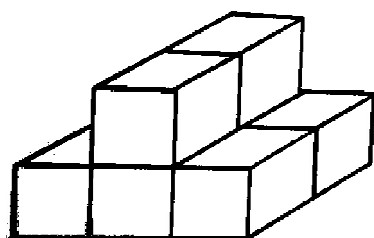
4.7 แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบนี้ค่อนข้างจะต้องอาศัยเหตุผลเข้าช่วยในการพิจารณาว่า ลูกบาศก์ที่ให้ไว้แต่ละหน้าจะมีสัญลักษณ์อย่างไร วิธีเขียนคือกำหนดลูกบาศก์ให้ไว้ก่อน 3 ลูก แล้วถามว่าด้านตรงข้ามกับเครื่องหมายที่ให้ไว้เป็นเครื่องหมายอะไร



จากตัวอย่างนี้พยายามจะหาสัญลักษณ์ใส่ไว้ทุกหน้าของลูกบาศก์ แต่อาศัยหลักการหมุนลูกบาศก์ให้เห็นแต่ละหน้าในที่นี้ 3 หน้า หรือ 4 หน้า แล้วถามว่าตรงข้ามกับหน้า A คืออะไร คำตอบถูกคือ ค. ทั้งนี้โดยพิจารณาจากลูกบาศก์ที่กำหนดให้นั่นเอง

ที่ถือว่าแบบทดสอบลักษณะนี้ เป็นการวัดมิติสัมพันธ์ก็เพราะหน้า ๆ หนึ่งของลูกบาศก์ก็เสมือนระนาบหนึ่ง ลูกบาศก์เป็นรูปสามมิติ เมื่อเกิดระนาบเปลี่ยนหรือหมุนแล้วให้ตอบหรือหาด้านตรงข้ามด้วยความรวดเร็ว จึงถือว่าใช้ความสามารถด้านนี้

4.8 การนับลูกบาศก์ เป็นแบบภาพสามมิติเหมือนกัน เกิดจากการนำเอาลูกบาศก์มากองซ้อนทับกันโดยให้เห็นเป็นบางส่วน แล้วให้ผู้สอบตอบโดยใช้จินตนาการนับจำนวนลูกบาศก์นั้นตามความเป็นจริง ซึ่งก็ถือว่าเป็นแนวการวัดทางมิติสัมพันธ์แบบหนึ่งเหมือนกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้



กองลูกบาศก์นี้มีอยู่กี่ก้อน

- ก. 6 ก้อน
- ข. 7 ก้อน
- ค. 8 ก้อน
- ง. 10 ก้อน
- จ. 12 ก้อน

จากกองลูกบาศก์นี้มีอยู่ที่ฐานของมันจะเป็นแบบด้านหน้าเรียง 3 ก้อน ลีกลงไป 2 ก้อน ส่วนฐานมี 6 ก้อน อีกชั้นหนึ่งมี 2 ก้อน รวมแล้วจึงน่าจะมี 8 ก้อน ดังนั้น ค. ถูกที่สุด วิธีเขียนเพื่อให้การนับก้อนลูกบาศก์ยากขึ้นโดยวางซ้อนกันแบบแปลก ๆ อาจจะเป็น 2-3 กองก็ได้ โดยนับเดียวกันนี้

#### 5. แผนการเรียนที่เหมาะสมกับความถนัดทางการเรียน

โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถแนะแนวการศึกษาทั้งสายสามัญและสายอาชีพที่เหมาะสมกับความถนัดทางการเรียนของผู้สอบ ซึ่งผู้วิจัยใช้ข้อมูลในการแนะแนวตามงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

5.1 สายสามัญ เป็นการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ใช้เวลาเรียน 3 ปี การศึกษา โดยชมรมบัณฑิตแนะแนว (2545 : 5) แบ่งการศึกษาออกเป็นแผนการเรียนต่าง ๆ ให้



นักเรียนได้เลือกเรียนตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของตนเอง ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 แผนการเรียนใหญ่ ๆ ได้แก่ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์, แผนการเรียนศิลป์-คำนวณ และแผนการเรียนศิลป์-ภาษา นอกจากนี้ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจะมีแผนการเรียนศิลป์-สังคมด้วย ดังนั้น โปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้น สามารถแนะนำการศึกษาสายสามัญ 4 แผนการเรียน ซึ่งรายละเอียด (เกศินี แจ่มจรรยา. 2546 : 139-142) ดังนี้

1) แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ควรมีพื้นฐานความรู้ที่ดีทางวิชา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ มีนิสัยเป็นคนช่างสังเกต ชอบศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ และชอบแก้ปัญหาต่าง ๆ มีความถนัดในการคิดคำนวณอย่างคล่องแคล่ว สำหรับแนวทางการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาของแผน การเรียนนี้ ได้แก่ คณะแพทยศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ คณะพยาบาลศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะสหเวชศาสตร์/เทคนิคการแพทย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมการเกษตร คณะสาธารณสุขศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ คณะเทคโนโลยี คณะสังคมศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ คณะธุรกิจการเกษตร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะกายภาพบำบัด คณะสถิติศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ คณะเกษตรศาสตร์ คณะประมง คณะจิตวิทยา ฯลฯ

2) แผนการเรียนศิลป์-คำนวณ (คณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ) ควรมีพื้นฐานความรู้ที่ดีในวิชาคณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษ ภาษาไทย และสังคมศึกษา มีนิสัยเป็นคนรักการอ่าน การสำรวจ การวิจัย รวมถึงใส่ใจสุขภาพสังคม เศรษฐกิจ การเมือง การปกครอง ชอบการวางแผน ติดตามการเปลี่ยนแปลงของกระแสโลก สำหรับแนวทางการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาของแผนการเรียนนี้ ได้แก่ คณะเศรษฐศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี คณะนิติศาสตร์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ คณะธุรกิจการเกษตร คณะสารสนเทศศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจ คณะสถาปัตยกรรม คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ คณะบัญชี คณะดุริยางคศิลป์ ฯลฯ

3) แผนการเรียนศิลป์-ภาษา (ภาษาอังกฤษ-ภาษาฝรั่งเศส, ภาษาอังกฤษ-ภาษาเยอรมัน ฯลฯ) ควรมีพื้นฐานความรู้ที่ดีในวิชาภาษาอังกฤษ ภาษาไทย สังคม มีนิสัยเป็นคนรักการอ่าน ชอบการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น มีความคล่องแคล่วตัวในการเขียน หรือพูดได้ตอบ กล้าแสดงออก ถ่ายทอดความคิด ความรู้สึกได้ดี สำหรับแนวทางการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาของแผนการเรียนนี้ ได้แก่ คณะนิติศาสตร์ คณะนิเทศศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ คณะโบราณคดี คณะดุริยางคศิลป์ คณะบริหารธุรกิจ (สาขาการจัดการโรงแรมและการท่องเที่ยว) ฯลฯ

4) แผนการเรียนศิลป์-สังคม (ภาษาอังกฤษ-ภาษาไทย-สังคมศึกษา) ควรมีพื้นฐานมาก ๆ ในวิชาภาษาไทย สังคมศึกษา ภาษาอังกฤษ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มีนิสัยเป็นคนที่ชอบการแสดงออก ด้านความสามารถ ชอบสังคม ชอบพบปะพูดคุย ชอบเสนอความคิดเห็น ชอบช่วยเหลือ สำหรับแนวทางการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาของแผนการเรียนนี้ ได้แก่ คณะมัณฑนศิลป์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ คณะนิเทศศาสตร์ คณะนิติศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ คณะโบราณคดี คณะอักษรศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ คณะบรรณารักษศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ ฯลฯ



5.2 สายอาชีพ เป็นการศึกษาลักษณะประกาศนียบัตรวิชาชีพ ใช้เวลาเรียน 3 ปีการศึกษา ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้อนุมัติหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 จำนวน 9 ประเภทวิชา 51 สาขาวิชา ดังนี้

1) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ได้ดำเนินการพัฒนาและอนุมัติประกาศใช้ในปี 2556 จำนวน 18 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาช่างยนต์ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ สาขาวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล สาขาวิชาช่างซ่อมบำรุง สาขาวิชาช่างต่อเรือ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาโทรคมนาคม สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างก่อสร้าง สาขาวิชาช่างเครื่องเรือนและตกแต่งภายใน สาขาวิชาสถาปัตยกรรม สาขาวิชาสำรวจ สาขาวิชาโยธา สาขาวิชาช่างพิมพ์ สาขาวิชาเทคนิคแว่นตาและเลนส์ และสาขาวิชาอุตสาหกรรมยาง (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2557 ก : 13-75 ; 2557 ข : 13-47 ; 2557 ค : 13-55 ; 2557 ง : 13-35)

2) ประเภทวิชาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้ดำเนินการพัฒนาและอนุมัติประกาศใช้ในปี 2556 จำนวน 3 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งทอ สาขาวิชาเคมีสิ่งทอ และสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องนุ่งห่ม (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2557 จ : 13-33)

3) ประเภทวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ได้ดำเนินการพัฒนาและอนุมัติประกาศใช้ในปี 2556 จำนวน 1 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2557 ฉ : 13)

4) ประเภทวิชาพาณิชยกรรม ได้ดำเนินการพัฒนาและอนุมัติประกาศใช้ในปี 2556 จำนวน 8 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาการบัญชี สาขาวิชาการตลาด สาขาวิชาการเลขานุการ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ สาขาวิชาธุรกิจสถานพยาบาล สาขาวิชาการประชาสัมพันธ์ สาขาวิชาธุรกิจค้าปลีก และสาขาวิชาภาษาต่างประเทศ (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2557 ช : 13-83)

5) ประเภทวิชาศิลปกรรม ได้ดำเนินการพัฒนาและอนุมัติประกาศใช้ในปี 2556 จำนวน 12 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาจิตรศิลป์ สาขาวิชาการออกแบบ สาขาวิชาศิลปหัตถกรรม สาขาวิชาศิลปกรรมเซรามิก สาขาวิชาอุตสาหกรรมเครื่องหนัง สาขาวิชาภาพถ่ายและวิดีโอ สาขาวิชาเทคโนโลยีศิลปกรรม สาขาวิชาคอมพิวเตอร์กราฟฟิก สาขาวิชาศิลปการดนตรี สาขาวิชาศิลปหัตถกรรมรูปพรรณและเครื่องประดับ สาขาวิชาเครื่องประดับอัญมณี และสาขาวิชาช่างทองหลวง (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2557 ซ : 13-55 ; 2557 ฅ : 13-45 ; 2557 ฎ : 13-33)

6) ประเภทวิชาคหกรรม ได้ดำเนินการพัฒนาและอนุมัติประกาศใช้ในปี 2556 จำนวน 4 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาแฟชั่นและสิ่งทอ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ และสาขาวิชาเสริมสวย (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2557 ฏ : 13-49)

7) ประเภทวิชาเกษตรกรรม ได้ดำเนินการพัฒนาและอนุมัติประกาศใช้ในปี 2556 จำนวน 1 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2557 ฐ : 15)



8) ประเภทวิชาประมง ได้ดำเนินการพัฒนาและอนุมัติประกาศใช้ในปี 2556 จำนวน 2 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และสาขาวิชาแปรรูปสัตว์น้ำ (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2557ฐ : 11-26)

9) ประเภทวิชาอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว ได้ดำเนินการพัฒนาและอนุมัติประกาศใช้ในปี 2556 จำนวน 2 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาการโรงแรม และสาขาวิชาการท่องเที่ยว (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2557ท : 11-23)

จะเห็นได้ว่า ไม่ว่าจะเรียนสายสามัญหรือสายอาชีพ แต่ละแผนการเรียน/ประเภทวิชา จะต้องมีพื้นฐานความถนัดที่แตกต่างกันออกไป และงานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนเพื่อใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ และศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

### 1) ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยของประภา สว่างจิตต์ (2550 : 57-58) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิต-วิทย์ ในเขตพื้นที่การศึกษาชลบุรี เขต 3 พบว่า ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ ด้านความจำ ด้านเหตุผล และด้านจำนวน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิต-วิทย์ ในเขตพื้นที่การศึกษาชลบุรี เขต 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.695, 0.587, 0.644 และ 0.674 ตามลำดับ และตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุด คือ ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ รองลงมาคือ ความถนัดด้านความจำ ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านจำนวน ตามลำดับ สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .783 สามารถร่วมพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 60.8

### 2) การสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนเพื่อใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์

งานวิจัยของศุภรัตน์ กรองสะอาด (2552 : 76-78) ได้สร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนเพื่อใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ตัวพยากรณ์ที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ คือ ความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข ด้านภาษา และด้านเหตุผล ตามลำดับ

### 3) ปัจจัย/ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยของสาคร กิ่งจันทร์ (2545 : 119-120) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า ตัวแปรด้านสติปัญญา จำนวน 3 ตัว ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข และความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ตัวแปรด้านที่ไม่ใช่สติปัญญา จำนวน 3 ตัว ได้แก่ พื้นฐานความรู้เดิม แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อวิชาสังคมศึกษา และเจตคติต่อครูผู้สอนวิชาสังคมศึกษา มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำหรับตัวแปรด้านที่ไม่ใช่สติปัญญา จำนวน 3 ตัว ได้แก่ รายได้ของบิดา ความคาดหวังในอนาคต และ อ้อมโนทัศน์ มีความสัมพันธ์ทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นอกจากนี้ ตัวแปรด้านสติปัญญา และตัวแปรด้านที่ไม่ใช่





สติปัญญา จำนวน 10 ตัวดังกล่าว สามารถร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ร้อยละ 30

งานวิจัยของดร.ชณี ศรีธัญรัตน์ (2549 : 80-82) ศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เขตจังหวัดอุบลราชธานี พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ในด้านสติปัญญา 3 ตัว คือ ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา และตัวแปรด้านที่ไม่ใช่สติปัญญา 1 ตัว ได้แก่ นิสัยทางการเรียน มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .622 นอกจากนี้ ตัวแปรพยากรณ์ที่ดีของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีทั้งหมด 4 ตัว เรียงตามลำดับความสำคัญ ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา และนิสัยทางการเรียน ซึ่งตัวแปรพยากรณ์ชุดนี้ ร่วมกันสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ร้อยละ 38.40 และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ 2.85 โดยที่ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล พยากรณ์ได้มากที่สุด

งานวิจัยของนันทิพร บุญห่อ (2550 : 130) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 5 พบว่า ตัวแปรทั้งห้าตัว ประกอบด้วย ตัวแปรด้านสติปัญญา 4 ตัวแปร ได้แก่ ความถนัดด้านภาษา ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านจำนวน ตัวแปรด้านที่ไม่ใช่สติปัญญา 1 ตัวแปร ได้แก่ ความมุ่งมั่นในการเรียน ซึ่งเป็นตัวแปรใหม่ที่เกิดจากการรวมตัวแปร 4 ตัวแปรได้แก่เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความตั้งใจเรียน และนิสัยที่ดีต่อการเรียน มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .951 แสดงว่าตัวแปรพยากรณ์ทั้งห้าตัว ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 90.30 และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ 1.863 โดยที่ความมุ่งมั่นในการเรียนพยากรณ์ได้มากที่สุด นอกจากนี้ ตัวแปรพยากรณ์ที่ดีของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด 4 ตัวแปร เรียงตามลำดับความสำคัญ ได้แก่ ความมุ่งมั่นในการเรียน ความถนัดด้านภาษา ความถนัดด้านจำนวน และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งตัวแปรชุดนี้ร่วมกัน สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ร้อยละ 90.40 และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ 1.863

งานวิจัยของอเนก บุญสวน (มปป. : 789-802) วิเคราะห์จำแนกปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงและต่ำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่า ปัจจัยที่สามารถจำแนกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงและต่ำ มี 9 ปัจจัย ตามลำดับชั้น คือ ความรู้พื้นฐานเดิม แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ บรรยากาศในชั้นเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเพื่อน คุณภาพการสอนของครู ความถนัดทางการเรียนด้านจำนวน สภาพแวดล้อมที่บ้าน ความคาดหวังในการเรียน และนิสัยทางการเรียน นอกจากนี้ สามารถสร้างสมการจำแนกประเภท ซึ่งสมการจำแนกประเภทสามารถจำแนกกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มี



ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงได้ถูกต้องร้อยละ 91.80 สามารถจำแนกกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำได้ถูกต้องร้อยละ 92.10

งานวิจัยของวิจิตรา พิลาตัน และอรอุมา วรานุสาสน์ (2551 : 77) ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษานครสวรรค์ พบว่า ปัจจัยทางด้านสติปัญญา และปัจจัยทางด้านที่ไม่ใช่สติปัญญาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในทางบวก ได้แก่ ความถนัดด้านตัวเลข ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดด้านภาษา ความถนัดด้านเหตุผล เพศ เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในทางลบ ได้แก่ สถิติการขาดเรียน นอกจากนี้ ตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ เพศ ความถนัดด้านตัวเลข ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ สถิติการขาดเรียน ความถนัดด้านเหตุผล ความถนัดด้านภาษา เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มพยากรณ์นี้สามารถร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .862 มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจร้อยละ 74.30 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ 2.329

งานวิจัยของศักดิ์ชัย จันทะแสง (2550 : 86-87) ศึกษาปัจจัยด้านสติปัญญาและด้านที่ไม่ใช่สติปัญญาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านสติปัญญา ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ และด้านที่ไม่ใช่สติปัญญา ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีเปอร์เซ็นต์ส่งผลเท่ากับ 23.98%, 18.11% และ 26.74% ตามลำดับ ส่วนตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านสติปัญญา ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านจำนวน ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ และด้านที่ไม่ใช่สติปัญญา ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน ความวิตกกังวลด้านการเรียน โดยมีเปอร์เซ็นต์ส่งผลเท่ากับ 21.10% , 18.51%, 16.42%, 23.08% และ 18.21% ตามลำดับ

งานวิจัยของปัญญา ตรีเลิศพจน์กุล (2545 : 69-71) ศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี พบว่า ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้ร้อยละ 40.30 นอกจากนี้ ตัวพยากรณ์ที่ดีของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คือ ความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และตัวแปรพยากรณ์ทั้ง 4 ตัวนี้ สามารถร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้ร้อยละ 40.30

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติที่สามารถแนะแนวการศึกษาตามลำดับของระดับความสามารถในแต่ละองค์ประกอบความถนัดทางการเรียนของผู้สอบจากมากไปน้อย ได้ดังตาราง 1



ตาราง 1 แผนการเรียน/ประเภทวิชาที่เหมาะสมกับความถนัดทางการเรียน

ความถนัดทางการเรียน (ตามลำดับ)	สายการเรียน	แผนการเรียน/ประเภทวิชา
มิติสัมพันธ์	สามัญ	วิทย์-คณิต และศิลป์-คำนวณ
จำนวน	อาชีพ	พาณิชยกรรม, ประมง, เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร, เกษตรกรรม, อุตสาหกรรม
เหตุผล		
ภาษา		
มิติสัมพันธ์	สามัญ	ศิลป์-สังคม และศิลป์-ภาษา
เหตุผล	อาชีพ	ศิลปกรรม, คหกรรม, อุตสาหกรรมสิ่งทอ, พาณิชยกรรม, อุตสาหกรรมท่องเที่ยว
ภาษา		
จำนวน		
มิติสัมพันธ์	สามัญ	ศิลป์-สังคม และศิลป์-ภาษา
ภาษา	อาชีพ	ศิลปกรรม, คหกรรม, อุตสาหกรรมสิ่งทอ, พาณิชยกรรม, อุตสาหกรรมท่องเที่ยว
จำนวน		
เหตุผล		
มิติสัมพันธ์	สามัญ	วิทย์-คณิต และศิลป์-คำนวณ
จำนวน	อาชีพ	พาณิชยกรรม, ประมง, เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร, เกษตรกรรม, อุตสาหกรรม
ภาษา		
เหตุผล		
มิติสัมพันธ์	สามัญ	วิทย์-คณิต
เหตุผล	อาชีพ	พาณิชยกรรม, ประมง, เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร, เกษตรกรรม
จำนวน		
ภาษา		
มิติสัมพันธ์	สามัญ	ศิลป์-สังคม และศิลป์-ภาษา
ภาษา	อาชีพ	ศิลปกรรม, คหกรรม, อุตสาหกรรมสิ่งทอ, พาณิชยกรรม, อุตสาหกรรมท่องเที่ยว
เหตุผล		
จำนวน		
จำนวน	สามัญ	วิทย์-คณิต และศิลป์-คำนวณ
เหตุผล	อาชีพ	พาณิชยกรรม, ประมง, เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร, เกษตรกรรม, อุตสาหกรรม
ภาษา		
มิติสัมพันธ์		
จำนวน	สามัญ	วิทย์-คณิต
ภาษา	อาชีพ	พาณิชยกรรม, ประมง, เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร, เกษตรกรรม
มิติสัมพันธ์		
เหตุผล		



ตาราง 1 (ต่อ)

ความถนัดทางการเรียน (ตามลำดับ)	สายการเรียน	แผนการเรียน/ประเภทวิชา
จำนวน มิติสัมพันธ์	สามัญ	วิทย์-คณิต และศิลป์-คำนวณ
เหตุผล ภาษา	อาชีพ	พาณิชยกรรม, ประมง, เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร, เกษตรกรรม, อุตสาหกรรม
จำนวน	สามัญ	วิทย์-คณิต
เหตุผล มิติสัมพันธ์ ภาษา	อาชีพ	พาณิชยกรรม, ประมง, เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร, เกษตรกรรม
จำนวน	สามัญ	วิทย์-คณิต
ภาษา เหตุผล มิติสัมพันธ์	อาชีพ	พาณิชยกรรม, ประมง, เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร, เกษตรกรรม
จำนวน มิติสัมพันธ์	สามัญ	วิทย์-คณิต
ภาษา เหตุผล	อาชีพ	พาณิชยกรรม, ประมง, เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร, เกษตรกรรม
เหตุผล ภาษา มิติสัมพันธ์ จำนวน	สามัญ	ศิลป์-สังคม และศิลป์-ภาษา
	อาชีพ	ศิลปกรรม, คหกรรม, อุตสาหกรรมสิ่งทอ, พาณิชยกรรม, อุตสาหกรรมท่องเที่ยว
เหตุผล มิติสัมพันธ์	สามัญ	วิทย์-คณิต และศิลป์-คำนวณ
จำนวน ภาษา	อาชีพ	พาณิชยกรรม, ประมง, เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร, เกษตรกรรม, อุตสาหกรรม
เหตุผล จำนวน ภาษา มิติสัมพันธ์	สามัญ	วิทย์-คณิต
	อาชีพ	พาณิชยกรรม, ประมง, เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร, เกษตรกรรม
เหตุผล ภาษา จำนวน มิติสัมพันธ์	สามัญ	ศิลป์-สังคม และศิลป์-ภาษา
	อาชีพ	ศิลปกรรม, คหกรรม, อุตสาหกรรมสิ่งทอ, พาณิชยกรรม, อุตสาหกรรมท่องเที่ยว



ตาราง 1 (ต่อ)

ความถนัดทางการเรียน (ตามลำดับ)	สายการเรียน	แผนการเรียน/ประเภทวิชา
เหตุผล มิติสัมพันธ์ ภาษา จำนวน	สามัญ	ศิลป์-สังคม และศิลป์-ภาษา
	อาชีพ	ศิลปกรรม, คหกรรม, อุตสาหกรรมสิ่งทอ, พาณิชยกรรม, อุตสาหกรรมท่องเที่ยว
เหตุผล จำนวน มิติสัมพันธ์ ภาษา	สามัญ	วิทย์-คณิต และศิลป์-คำนวณ
	อาชีพ	พาณิชยกรรม, ประมง, เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร, เกษตรกรรม, อุตสาหกรรม
ภาษา มิติสัมพันธ์ จำนวน เหตุผล	สามัญ	ศิลป์-คำนวณ
	อาชีพ	อุตสาหกรรม และพาณิชยกรรม
ภาษา จำนวน เหตุผล มิติสัมพันธ์	สามัญ	ศิลป์-สังคม และศิลป์-ภาษา
	อาชีพ	ศิลปกรรม, คหกรรม, อุตสาหกรรมสิ่งทอ, พาณิชยกรรม, อุตสาหกรรมท่องเที่ยว
ภาษา เหตุผล มิติสัมพันธ์ จำนวน	สามัญ	ศิลป์-ภาษา และศิลป์-สังคม
	อาชีพ	ศิลปกรรม, คหกรรม, อุตสาหกรรมสิ่งทอ, พาณิชยกรรม, อุตสาหกรรมท่องเที่ยว
ภาษา มิติสัมพันธ์ เหตุผล จำนวน	สามัญ	ศิลป์-ภาษา และศิลป์-สังคม
	อาชีพ	ศิลปกรรม, คหกรรม, อุตสาหกรรมสิ่งทอ, พาณิชยกรรม, อุตสาหกรรมท่องเที่ยว
ภาษา จำนวน มิติสัมพันธ์ เหตุผล	สามัญ	วิทย์-คณิต และศิลป์-คำนวณ
	อาชีพ	พาณิชยกรรม, ประมง, เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร, เกษตรกรรม, อุตสาหกรรม
ภาษา เหตุผล จำนวน มิติสัมพันธ์	สามัญ	ศิลป์-สังคม
	อาชีพ	ศิลปกรรม, คหกรรม, อุตสาหกรรมสิ่งทอ



จากแผนการเรียน/ประเภทวิชาที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละคนดังกล่าวข้างต้น โปรแกรมยังสามารถบอกคณะที่เหมาะสมกับความถนัดของผู้สอบ เฉพาะสายสามัญ ซึ่งพิจารณาจากค่าความสามารถรวมทุกองค์ประกอบของผู้สอบ เทียบกับข้อมูลจากเปอร์เซ็นต์ต่ำสุดของคะแนนรวม Admission ประจำปีการศึกษา 2556 จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และมหาวิทยาลัยศิลปากร ดังนี้

กลุ่มน้อย	มีเปอร์เซ็นต์ต่ำสุด น้อยกว่า 45.00%
กลุ่มปานกลาง	มีเปอร์เซ็นต์ต่ำสุด ตั้งแต่ 45.00% - 60.00%
กลุ่มมาก	มีเปอร์เซ็นต์ต่ำสุด มากกว่า 60.00%

อย่างไรก็ตาม ผู้สอบที่มีค่าความสามารถอยู่ในกลุ่มมาก จะมีโอกาสเลือกคณะในกลุ่มปานกลางและน้อยได้อีกด้วย และผู้สอบที่มีค่าความสามารถอยู่ในกลุ่มปานกลาง จะมีโอกาสเลือกคณะในกลุ่มน้อยได้อีกด้วย ผู้วิจัยจัดคณะที่อยู่ในกลุ่มต่าง ๆ ของแผนการเรียนสายสามัญ ได้ตั้งดังตาราง 2

ตาราง 2 คณะที่อยู่ในกลุ่มต่าง ๆ ของแผนการเรียนสายสามัญ

แผนการเรียน	กลุ่ม	คณะ
วิทย์-คณิต	มาก	คณะแพทยศาสตร์, คณะบริหารธุรกิจ, คณะพยาบาลศาสตร์, คณะสังคม สงเคราะห์, คณะอักษรศาสตร์(พื้นฐานวิทยาศาสตร์), คณะกายภาพบำบัด, คณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์, คณะสหเวชศาสตร์/เทคนิคการแพทย์, คณะเภสัชศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี-สถิติศาสตร์, คณะสัตวแพทยศาสตร์, คณะนิเทศศาสตร์(พื้นฐานวิทยาศาสตร์), คณะเศรษฐศาสตร์, คณะจิตวิทยา, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, คณะทันตแพทยศาสตร์, คณะเทคโนโลยี, คณะสังคมศาสตร์, คณะศิลปศาสตร์-บรรณารักษศาสตร์(พื้นฐานวิทยาศาสตร์), คณะวิทยาการจัดการ, คณะอุตสาหกรรมการเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, คณะสาธารณสุขศาสตร์, คณะเศรษฐศาสตร์-ธุรกิจการเกษตร, คณะอักษรศาสตร์(พื้นฐานวิทยาศาสตร์), คณะวิทยาศาสตร์, คณะนิติศาสตร์(พื้นฐานวิทยาศาสตร์), คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, คณะประมง, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์(พื้นฐานวิทยาศาสตร์), คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



ตาราง 2 (ต่อ)

แผนการเรียน	กลุ่ม	คณะ
วิทย์-คณิต (ต่อ)	ปานกลาง	คณะเทคโนโลยี, คณะสังคมศาสตร์, คณะศิลปศาสตร์-บรรณารักษศาสตร์ฯ(พื้นฐานวิทยาศาสตร์), คณะวิทยาการจัดการ, คณะอุตสาหกรรมการเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, คณะสาธารณสุขศาสตร์, คณะเศรษฐศาสตร์-ธุรกิจการเกษตร, คณะอักษรศาสตร์(พื้นฐานวิทยาศาสตร์), คณะวิทยาศาสตร์, คณะนิติศาสตร์(พื้นฐานวิทยาศาสตร์), คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, คณะประมง, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์(พื้นฐานวิทยาศาสตร์), คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	น้อย	คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, คณะประมง, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์(พื้นฐานวิทยาศาสตร์), คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ศิลป์-คำนวณ	มาก	คณะบริหารธุรกิจ, คณะสังคมสงเคราะห์, คณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์, คณะเศรษฐศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี, คณะสถาปัตยกรรม, คณะมนุษยศาสตร์, คณะศิลปศาสตร์, คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์, คณะสังคมศาสตร์, คณะวิทยาการจัดการ, คณะเศรษฐศาสตร์-ธุรกิจการเกษตร, คณะนิติศาสตร์, คณะศิลปกรรมศาสตร์, คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม, คณะบัญชี, คณะประมง, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
	ปานกลาง	คณะสังคมศาสตร์, คณะวิทยาการจัดการ, คณะเศรษฐศาสตร์-ธุรกิจการเกษตร, คณะนิติศาสตร์, คณะศิลปกรรมศาสตร์, คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม, คณะบัญชี, คณะประมง, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
	น้อย	คณะศิลปกรรมศาสตร์, คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม, คณะบัญชี, คณะประมง, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
ศิลป์-ภาษา	มาก	คณะโบราณคดี, คณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์, คณะสังคมสงเคราะห์, คณะการสื่อสารมวลชน, คณะนิติศาสตร์, คณะนิเทศศาสตร์, คณะวิทยาการจัดการ, คณะสังคมศาสตร์, คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, คณะศิลปศาสตร์-บรรณารักษศาสตร์ฯ, คณะมนุษยศาสตร์, คณะอักษรศาสตร์, คณะศิลปศาสตร์, คณะบริหารธุรกิจ (สาขาการจัดการโรงแรมและการท่องเที่ยว), คณะดุริยางคศิลป์, คณะประมง



ตาราง 2 (ต่อ)

แผนการเรียน	กลุ่ม	คณะ
ศิลป์-ภาษา	ปานกลาง	คณะวิทยาการจัดการ, คณะสังคมศาสตร์, คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, คณะศิลปศาสตร์-บรรณารักษศาสตร์ฯ, คณะมนุษยศาสตร์, คณะอักษรศาสตร์, คณะศิลปะศาสตร์, คณะบริหารธุรกิจ (สาขาการจัดการโรงแรมและการท่องเที่ยว), คณะดุริยางคศิลป์, คณะประมง
	น้อย	คณะบริหารธุรกิจ (สาขาการจัดการโรงแรมและการท่องเที่ยว), คณะดุริยางคศิลป์, คณะประมง
ศิลป์-สังคม	มาก	คณะสังคมสงเคราะห์, คณะโบราณคดี, คณะศิลปศาสตร์, คณะมนุษยศาสตร์, คณะสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา, คณะนิเทศศาสตร์, คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์, คณะศิลปกรรมศาสตร์, คณะวิทยาการจัดการ, คณะมนุษยศาสตร์ฯ-สารสนเทศศาสตร์, คณะวิจิตรศิลป์, คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, คณะนิติศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์, คณะวัฒนธรรมศาสตร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, คณะดุริยางคศิลป์, คณะประมง, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะเกษตรศาสตร์, คณะสังคมศาสตร์
	ปานกลาง	คณะศิลปกรรมศาสตร์, คณะวิทยาการจัดการ, คณะมนุษยศาสตร์ฯ-สารสนเทศศาสตร์, คณะวิจิตรศิลป์, คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, คณะนิติศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์, คณะวัฒนธรรมศาสตร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, คณะดุริยางคศิลป์, คณะประมง, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะเกษตรศาสตร์, คณะสังคมศาสตร์
	น้อย	คณะวัฒนธรรมศาสตร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, คณะดุริยางคศิลป์, คณะประมง, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะเกษตรศาสตร์, คณะสังคมศาสตร์





## การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ (Test Score Equating)

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน นอกจากใช้สำหรับการเรียนการสอนแล้ว ยังใช้สำหรับการสอบแข่งขันคัดเลือกบุคคลเข้ารับการศึกษ เข้าทำงาน จัดตำแหน่ง ติดตามความก้าวหน้า เลื่อนระดับและรับใบอนุญาต การทดสอบมีแนวโน้มของการเพิ่มทั้งจำนวนผู้สอบและความถี่ของการสอบ จึงควรใช้แบบทดสอบต่างฉบับที่คู่ขนานกัน แต่ในความเป็นจริง การสร้างแบบทดสอบคู่ขนานที่มีโครงสร้างเนื้อหาเดียวกัน ค่าสถิติของข้อสอบและแบบทดสอบที่เท่าเทียมกันนั้นกระทำได้ยากมากและต้องลงทุนใช้ทรัพยากรมาก อาจไม่คุ้มทุนหรือทันกาล ในทางปฏิบัตินิยมแก้ปัญหาด้วยการใช้แบบทดสอบต่างฉบับที่มีความแตกต่างกัน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เทคนิคทางการวัดผลเพื่อปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน และใช้แทนกันได้ อันจะช่วยให้นำคะแนนไปใช้ตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและยุติธรรม

การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบเป็นกระบวนการแปลงคะแนนของแบบทดสอบต่างฉบับที่มุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกันให้เป็นคะแนนที่สมมูลกัน เพื่อให้คะแนนสามารถเปรียบเทียบกันได้โดยตรง มีผู้นิยามการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบไว้หลายท่าน สรุปได้ว่า การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ หมายถึง การแปลงระบบคะแนนของแบบทดสอบต่างฉบับที่วัดเนื้อหาเดียวกัน โดยแปลงคะแนนของแบบทดสอบฉบับหนึ่งให้อยู่บนมาตรฐานหรือสเกลของแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง ที่ถือเป็นคะแนนสมมูลกัน (Equivalent Score) เพื่อให้คะแนนจากแบบทดสอบต่างฉบับกันสามารถเปรียบเทียบกันได้โดยตรง (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 158)

### 1. เงื่อนไขของการปรับเทียบคะแนน

การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบสามารถกระทำได้ที่เงื่อนไขบางประการ ซึ่งมีผู้เสนอเงื่อนไขที่จำเป็นไว้มากมาย สรุปได้ว่า ทั้งแบบทดสอบและวิธีการปรับเทียบคะแนนจะต้องมีคุณลักษณะพิเศษบางประการ โดยแบบทดสอบฉบับที่ต้องการนำมาปรับเทียบคะแนนกันจะต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญ ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 159)

#### 1.1 วัดคุณลักษณะเด่นเดียวเหมือนกัน (Unidimensionality)

1.2 มีลักษณะของความเป็นคู่ขนานในด้านเนื้อเรื่อง โครงสร้าง รูปแบบ ชนิดของข้อสอบ และเวลาที่ใช้สอบ

#### 1.3 มีความเที่ยงสูงทัดเทียมกัน

นอกจากนี้วิธีการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบจะต้องเป็นวิธีการที่มีคุณสมบัติที่สำคัญ ได้แก่ ความเสมอภาค (Equity) ความไม่แปรผันตามกลุ่ม (Invariance across groups) และความสมมาตร (Symmetry)

### 2. ประเภทของการปรับเทียบคะแนน

การทดสอบที่มีความจำเป็นต้องใช้เทคนิคการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบสามารถจำแนกได้ 2 สถานการณ์ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 160-162 ; อ้างอิงมาจาก Hambleton and Swaminathan. 1985) ซึ่งต้องใช้รูปแบบการปรับเทียบคะแนน (Equating Forms) 2 รูปแบบ ดังนี้

2.1 การปรับเทียบคะแนนตามแนวราบหรือแนวนอน (Horizontal Equating) เป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับกัน เมื่อแต่ละฉบับมุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกัน



มีระดับความยากใกล้เคียงกันและกลุ่มผู้สอบมีการแจกแจงความสามารถอยู่ในประชากรเดียวกัน หรือมีความสามารถใกล้เคียงกัน

การปรับเทียบคะแนนตามแนวนอน เป็นเทคนิคที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่มีความจำเป็น ต้องสร้างแบบทดสอบเนื้อหาเดียวกันมาหลาย ๆ ฉบับ ด้วยเหตุผลของการนำไปใช้ในการทดสอบให้เกิดความยุติธรรม และป้องกันความลับของข้อสอบเมื่อใช้ต่างเวลากัน สำหรับผู้สอบขนาดใหญ่ เพื่อปรับเทียบว่าคะแนนที่ได้จากฉบับหนึ่งเทียบเป็นเท่าไรของอีกฉบับหนึ่ง ซึ่งวัดในระดับเดียวกัน จึงเป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับของวิชาเดียวกัน สำหรับกลุ่มผู้สอบระดับชั้นเดียวกัน เช่น การปรับ เทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ 3 ฉบับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นต้น

แบบทดสอบต่างฉบับที่ต้องการนำมาปรับเทียบคะแนนกันตามแนวนอนนั้น ถึงแม้แบบทดสอบเหล่านั้นยากที่จะมีความเท่าเทียมกันทุกด้าน แต่ก็ควรเป็นแบบทดสอบที่พยายามสร้างหรือมุ่งให้คู่ขนานกัน (Alternate forms) นอกจากนี้การแจกแจงความสามารถของผู้สอบที่ทำการสอบด้วยแบบทดสอบแต่ละฉบับ ควรมีการแจกแจงที่ประมาณได้ว่ามีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน

2.2 การปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้งหรือแนวตั้ง (Vertical Equating) เป็นการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างฉบับกัน เมื่อแต่ละฉบับมุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกัน แต่มีระดับความยากแตกต่างกันและกลุ่มผู้สอบมีการแจกแจงความสามารถอยู่ต่างประชากรกันหรือมีความสามารถแตกต่างกัน

การปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง เป็นเทคนิคที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่มีความจำเป็น ต้องสร้างแบบทดสอบเนื้อหาเดียวกัน แต่ต่างฉบับต่างมุ่งวัดความสามารถของผู้สอบที่ต่างระดับกัน เพื่อปรับเทียบว่าคะแนนที่สอบได้จากฉบับหนึ่งเทียบเป็นเท่าไรของฉบับอื่นที่วัดต่างระดับกัน จึงเป็นการปรับ เทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบต่างระดับของวิชาเดียวกัน สำหรับกลุ่มผู้สอบต่างระดับชั้นกัน เช่น การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม.1, ม.2 และ ม.3 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นต้น

แบบทดสอบต่างฉบับที่วัดเนื้อเรื่องเดียวกัน แต่ต่างระดับกันที่ต้องการนำมาปรับเทียบคะแนนกันนั้น แบบทดสอบแต่ละฉบับจึงมีระดับความยากแตกต่างกันไป รวมทั้งกลุ่มผู้สอบแต่ละฉบับมีการแจกแจงความสามารถอยู่ต่างประชากร หรือมีการแจกแจงความสามารถที่อยู่ในระดับที่แตกต่างกัน ดังนั้น การปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง จึงมีความสลับซับซ้อนกว่าการปรับเทียบคะแนนตามแนวนอนทั้งในแง่ทฤษฎีและการปฏิบัติ ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ เป็นการปรับเทียบคะแนนตามแนวราบหรือแนวนอน เนื่องจากกลุ่มผู้สอบระดับชั้นเดียวกัน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

### 3. การออกแบบการปรับเทียบคะแนน (Equating Designs)

แบบทดสอบต่างฉบับกันสามารถนำไปใช้ทดสอบ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้สอบได้ในหลายรูปแบบ แต่ถ้าการนำแบบทดสอบต่างฉบับไปใช้ทดสอบกับกลุ่มผู้สอบต่างกลุ่มกัน โดยไม่ได้รับการออกแบบที่เหมาะสม คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบต่างฉบับกันนั้นย่อมไม่สามารถนำมาปรับเทียบกันได้อย่างมีความหมาย (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 162)

Lord (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 162 ; อ้างอิงมาจาก Lord. 1975) ได้เสนอแนวคิดในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบว่า การปรับเทียบ



คะแนนระหว่างแบบทดสอบจะมีความเป็นไปได้ เมื่อมีการออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สามารถเชื่อมโยงกันได้ (Linking designs) ในกรณีใดกรณีหนึ่งดังต่อไปนี้

- 1) ผู้สอบกลุ่มที่หนึ่งและผู้สอบกลุ่มที่สองจะต้องมีสมาชิกร่วมกันอยู่จำนวนหนึ่ง
  - 2) ผู้สอบกลุ่มที่หนึ่งและผู้สอบกลุ่มที่สอง ต่างเป็นตัวแทนของผู้สอบที่มาจากประชากรเดียวกัน
  - 3) แบบทดสอบฉบับที่หนึ่งและแบบทดสอบฉบับที่สอง มีข้อสอบร่วมกันอยู่จำนวนหนึ่ง กล่าวคือ การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบจะกระทำได้อีกต่อเมื่อมีการออกแบบการทดสอบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสม โดยการทดสอบนั้นจะต้องมี “ข้อสอบร่วม” (Common items) อยู่ในแบบทดสอบแต่ละฉบับหรือมี “ผู้สอบร่วม” (Common samples) อยู่ในผู้สอบแต่ละกลุ่ม หรือใช้กลุ่มผู้สอบแต่ละที่ “เป็นกลุ่มเท่าเทียม” (Equivalent or Matching groups) จึงจะสามารถหาวิธีการทางสถิติมาใช้ เพื่อปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบได้อย่างมีความหมาย
- ดังนั้น การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ จึงต้องอาศัยเทคนิคสำคัญ 2 ประการ ประกอบด้วย การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (Designs for Data collection) และการออกแบบวิธีการปรับเทียบคะแนน (Designs for Equating Methods) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### 1. การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (Designs for Data collection)

การจัดการทดสอบเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับนำมาใช้ในการปรับเทียบคะแนนสามารถจำแนกเป็นแบบแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ 4 แบบ ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 163-166 ; อ้างอิงมาจาก Lord. 1975 ; Angoff. 1984 ; Petersen and others. 1989)

##### 1.1 รูปแบบผู้สอบกลุ่มเดียว (Single-Group Design)

1) รูปแบบผู้สอบกลุ่มเดียวที่ไม่ได้รับการจัดให้สมดุล (Uncounterbalanced Design) เป็นรูปแบบที่ง่ายที่สุด ใช้ผู้สอบกลุ่มเดียวทำหน้าที่เป็นผู้สอบร่วม วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลกระทำได้โดยใช้กลุ่มตัวอย่างผู้สอบกลุ่มเดียว แต่ละคนทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ โดยให้ผู้สอบทำแบบทดสอบฉบับหนึ่งแล้วตามด้วยแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง

การให้ผู้สอบกลุ่มเดียวกันทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ระดับความสามารถของผู้สอบทั้ง 2 ฉบับเท่ากัน จึงไม่เป็นปัญหาแทรกซ้อน รวมทั้งไม่มีปัญหาเรื่องความยากของแบบทดสอบต่างฉบับ คะแนนของแบบทดสอบจึงสามารถปรับเทียบกันได้บนพื้นฐานความสามารถที่เท่ากันจากกลุ่มเดียวกัน แต่ในทางปฏิบัติ การสอบฉบับหลัง ผู้สอบอาจได้รับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลจากการสอบฉบับแรก เช่น การเรียนรู้ การฝึกฝน ความเมื่อยล้าจากการทำแบบทดสอบฉบับแรก เป็นต้น ซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อการปรับเทียบคะแนน

2) รูปแบบผู้สอบกลุ่มเดียวที่ได้รับการจัดให้สมดุล (Counterbalanced Design) เป็นรูปแบบที่ปรับมาจากรูปแบบแรก เพื่อขจัดผลของลำดับการทดสอบก่อน-หลัง โดยการสุ่มผู้สอบแยกเป็น 2 กลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มย่อยได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ในลักษณะที่กลุ่มย่อยหนึ่งให้ทำแบบทดสอบฉบับที่ 1 แล้วตามด้วยแบบทดสอบฉบับที่ 2 ส่วนอีกกลุ่มย่อยหนึ่งให้ทำแบบทดสอบฉบับที่ 2 แล้วตามด้วยแบบทดสอบฉบับที่ 1 สลับกันเพื่อให้เกิดความสมดุล

การใช้รูปแบบนี้ กลุ่มผู้สอบจึงได้รับอิทธิพลจากลำดับการทดสอบ การเรียนรู้ การฝึกฝน และความเมื่อยล้าที่สมดุลกันทั้งสองกลุ่มย่อย



1.2 รูปแบบผู้สอบกลุ่มเท่าเทียมกัน (Equivalent-Group Design) เป็นการ ใช้กลุ่มเท่าเทียม โดยการจัดกลุ่มผู้สอบให้มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (Equivalent Group) แล้วให้ผู้สอบในแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบฉบับเดียว

ถึงแม้การจัดกลุ่มจะไม่เหมือนกันทุกประการ (Identical groups) แต่จะ ควรมีลักษณะทั่วไปคล้ายกันมากที่สุด (Equivalent group) กลุ่มดังกล่าวอาจได้มาโดยการสุ่ม (Random) ข้อดีของรูปแบบนี้คือ แต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบฉบับเดียว จึงสามารถหลีกเลี่ยงปัญหาเรื่อง การเรียนรู้ การฝึกฝนและความเมื่อยล้าจากการทำแบบทดสอบฉบับแรก แต่ปัญหาที่ตามมาคือ กลุ่มที่ ใช้ไม่เหมือนกันอาจมีการแจกแจงความสามารถที่แตกต่างกัน และไม่มีข้อมูลที่มาใช้ปรับความแตกต่าง ของกลุ่ม ความแตกต่างที่เกิดขึ้นแม้เพียงเล็กน้อย ย่อมส่งผลกระทบต่อความลำเอียงในการเปรียบเทียบ คะแนนได้ วิธีการที่จะช่วยลดความแตกต่างระหว่างกลุ่มได้โดยการใช้กลุ่มตัวอย่างสุ่มขนาดใหญ่

1.3 รูปแบบผู้สอบต่างกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบร่วม (Anchor-Test Design)

1) รูปแบบผู้สอบกลุ่มสุ่มโดยใช้แบบทดสอบร่วม (Anchor-Test Random Group Design) เป็นการ ใช้กลุ่มผู้สอบซึ่งได้จากการสุ่ม แล้วให้ผู้สอบแต่ละกลุ่มทำ แบบทดสอบฉบับเดียว โดยแบบทดสอบแต่ละฉบับมีข้อสอบร่วมกันจำนวนหนึ่ง (Common or Anchor items) ซึ่งเรียกว่า แบบทดสอบร่วม (Anchor Test) การใช้แบบทดสอบร่วมนี้สามารถกระทำ ได้ 2 ลักษณะดังนี้

1.1) แบบสอบร่วมภายใน (Internal Anchor Test) เป็น แบบทดสอบที่มีข้อสอบร่วมที่จัดรวมไว้อยู่ในแบบทดสอบที่ต้องการนำมาปรับเทียบคะแนน

1.2) แบบสอบร่วมภายนอก (External Anchor Test) เป็น แบบทดสอบที่มีข้อสอบร่วมที่ถูกจัดแยกออกมาต่างหากจากตัวแบบทดสอบที่ต้องการนำมาปรับเทียบ คะแนน ซึ่งกลุ่มผู้สอบจะต้องทำและจับเวลาแยกออกจากตัวแบบทดสอบที่ต้องการนำมาปรับเทียบ คะแนน

รูปแบบนี้จะช่วยลดความลำเอียงในการปรับเทียบคะแนน อันมี สาเหตุมาจากการเรียนรู้ การฝึกฝน ความเมื่อยล้า และความแตกต่างเกี่ยวกับระดับความสามารถของ กลุ่มผู้สอบ รูปแบบนี้จึงได้เปรียบเหนือกว่า 2 รูปแบบแรก แต่อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของการ ปรับเทียบคะแนนขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญบางประการ เช่น คุณภาพของแบบทดสอบร่วม ซึ่งจะคำนึงถึง ความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบร่วมที่ต้องมีเนื้อหาและระดับความยากคล้ายกับแบบทดสอบที่ต้องการ ปรับเทียบคะแนน และความยาวของแบบทดสอบร่วมเป็นสำคัญ

2) รูปแบบผู้สอบกลุ่มไม่เท่าเทียมกันโดยใช้แบบทดสอบร่วม (Anchor-Test None equivalent Groups Design) เป็นการ ใช้กลุ่มผู้สอบซึ่งมีลักษณะไม่เท่าเทียมกัน แล้วให้ ผู้สอบแต่ละกลุ่มทำแบบทดสอบฉบับเดียว กลุ่มละฉบับ โดยแบบทดสอบแต่ละฉบับมีข้อสอบร่วม จำนวนหนึ่ง (Common or Anchor items) ซึ่งเรียกว่า แบบทดสอบร่วม (Anchor Test) ซึ่งอาจใช้ แบบทดสอบร่วมภายในหรือแบบทดสอบร่วมภายนอกก็ได้

ในการทดสอบบางสถานการณ์ อาจมีความจำเป็นต้องใช้แบบทดสอบ ร่วมกับกลุ่มผู้สอบต่างประชากรกัน เช่น กลุ่มผู้สอบต่างโปรแกรม เวลา หรือระดับ เป็นต้น ซึ่งคะแนน จากแบบทดสอบร่วมจะใช้เป็นกลไกสำคัญสำหรับการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบสอบ



ในการใช้แบบทดสอบร่วมกัน มีข้อพึงพิจารณาดังนี้

- 1) เนื้อหาของข้อสอบร่วมควรเป็นตัวแทนเนื้อเรื่องของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ
- 2) ความยากของข้อสอบร่วมควรพอดีกับความสามารถของผู้สอบทั้งสองกลุ่ม
- 3) จำนวนข้อสอบร่วมไม่ควรน้อยกว่า 20 ข้อหรือ 20% ของจำนวนข้อสอบ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 165 ; อ้างอิงมาจาก Angoff. 1984)
- 4) จำนวนข้อสอบร่วมควรมีประมาณ 20% ถึง 25% ของข้อสอบทั้งฉบับ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 165 ; อ้างอิงมาจาก Hambleton, Swaminathan and Roger. 1991)

1.4 รูปแบบผู้สอบต่างกลุ่มโดยมีผู้สอบร่วม (Common-Person Design) เป็นการใช้กลุ่มผู้สอบต่างกลุ่มกันทำแบบทดสอบต่างฉบับ แต่มีจำนวนผู้สอบส่วนหนึ่งจากทั้งสองกลุ่มร่วมกันทำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ซึ่งเป็นรูปแบบของการใช้ผู้สอบร่วม

รูปแบบนี้มีข้อดีในด้านมีผู้สอบร่วมทำแบบทดสอบทั้งสองฉบับ ซึ่งคล้ายรูปแบบที่ 1 ทำให้สามารถเปรียบเทียบกันได้ บนพื้นฐานความสามารถของผู้สอบที่เท่ากันจากคนกลุ่มย่อยกลุ่มเดียวกัน แต่ก็อาจมีปัญหาเกี่ยวกับความเมื่อยล้าของผู้สอบร่วม ลำดับการทำแบบทดสอบและการเรียนรู้จากแบบทดสอบได้เช่นเดียวกัน

การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล สามารถจำแนกได้เป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบสอบกลุ่มเดียว รูปแบบผู้สอบกลุ่มเท่าเทียม รูปแบบผู้สอบต่างกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบร่วม และรูปแบบผู้สอบต่างกลุ่ม โดยมีผู้สอบร่วม ซึ่งการออกแบบการปรับเทียบคะแนนที่เหมาะสมในทางปฏิบัติมากที่สุด คือ การออกแบบโดยใช้ข้อสอบร่วม โดยการใช้แบบทดสอบต่างฉบับที่มีข้อสอบร่วมจำนวนหนึ่ง เพื่อนำไป ใช้กับผู้สอบต่างกลุ่ม จากข้อสอบร่วมทำให้สามารถคำนวณค่าคงที่สำหรับการปรับเทียบ ทำให้ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและผู้สอบถูกจัดวางบนสเกลร่วมกัน จึงนำผลการประมาณค่าความสามารถมาเปรียบเทียบกันได้ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบที่ 3 รูปแบบผู้ใช้ต่างกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบร่วม (Anchor-Test Design)

## 2. การออกแบบวิธีการปรับเทียบคะแนน (Designs for Equating Methods)

การออกแบบวิธีการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบเป็นการกำหนดเงื่อนไขและกฎเกณฑ์ การแปลงคะแนน (Transformation) จากแบบทดสอบต่างชุดที่ต้องการนำมาปรับเทียบกันให้คะแนนใช้แทนกันได้ และสามารถเปรียบเทียบคะแนนกันได้อย่างมีความหมาย

จากคะแนนที่เก็บรวบรวมมาได้จากแบบทดสอบต่างฉบับที่มุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกัน จำเป็น ต้องใช้วิธีการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ สมมติว่ามีแบบทดสอบ 2 ฉบับ คือแบบทดสอบฉบับ X และแบบทดสอบฉบับ Y เมื่อต้องการปรับคะแนนจากแบบทดสอบ X ให้อยู่ในมาตราหรือสเกลของแบบทดสอบ Y ดังนั้น ผู้สอบที่ได้คะแนน  $X_i$  จากแบบทดสอบ X จะต้องแปลงคะแนนให้เป็น  $Y_i^*$  ของแบบทดสอบฉบับ Y ซึ่งถือว่าเป็นคะแนนที่ทัดเทียมกับคะแนน  $Y_i$  จากแบบทดสอบ Y วิธีการปรับเทียบมีหลายวิธี สามารถจำแนกตามแนวคิดพื้นฐานของการปรับเทียบได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีดั้งเดิม (Classical Models of Equating) และ



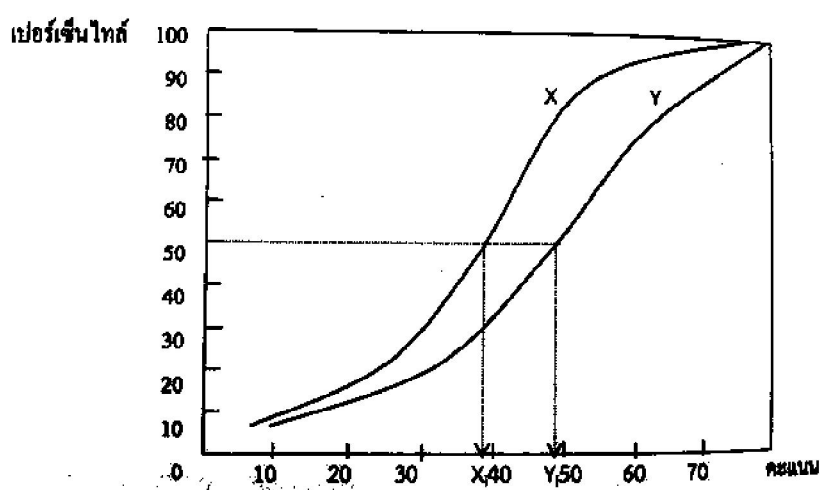
รูปแบบการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Equating Through Item Response Theory) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 166-176)

2.1 รูปแบบการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีดั้งเดิม (Classical Models of Equating) วิธีที่นิยมใช้กันมี 3 วิธี ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 167-171)

1) วิธีการปรับเทียบคะแนนอีควิเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Equipercentile Equating) คือ คะแนนจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ X และ Y (เมื่อแบบทดสอบ X และ Y วัดสิ่งเดียวกัน และมีความเชื่อมั่นสูงพอ) จะถือว่าเป็นคะแนนสมมูลกัน (Equivalent score) เมื่อคะแนนของแต่ละฉบับมีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile ranks) เท่ากัน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 167 ; อ้างอิงมาจาก Flanagan. 1951) นั่นคือ คะแนน  $X_i$  และ  $Y_j$  ถือเป็นคะแนนสมมูลกัน เมื่อ  $X_{PR_k} = Y_{PR_k}$  โดย  $X_{PR_k}$  แทน คะแนนจากแบบทดสอบฉบับ X ตรงตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ k และ  $Y_{PR_k}$  แทน คะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ตรงตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ k

$$\text{และ } X_{PR_k} = L_o + \left[ \frac{\frac{kn}{100} - F_b}{f} \right] (C)$$

- เมื่อ  $L_o$  แทน คะแนนขีดจำกัดล่างที่แท้จริงของคะแนนในชั้นเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ k  
 $n$  แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง  
 $f$  แทน ความถี่ของคะแนนในชั้นเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ k  
 $F_b$  แทน ความถี่สะสมก่อนถึงคะแนนในชั้นเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ k  
 $C$  แทน อันตรภาคชั้น



ที่มา : ศิริชัย กาญจนวาสี (2555 : 168)

ภาพประกอบ 2 กราฟแสดงการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบด้วยวิธี Equipercentile



2) วิธีปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง (Linear Equating) คือ คะแนนจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ X และ Y (เมื่อแบบทดสอบ X และ Y วัดสิ่งเดียวกันและมีความเชื่อมั่นสูงพอ) จะถือว่าคะแนนสมมูลกัน (Equivalent scores) เมื่อคะแนนของแต่ละฉบับมีคะแนนมาตรฐาน (Standard score) เท่ากัน นั่นคือ คะแนน  $X_i$  และ  $Y_i$  ถือเป็นคะแนนสมมูลกัน เมื่อ  $X_{Z_k} = Y_{Z_k}$  โดย  $X_{Z_k}$  แทน คะแนนจากแบบทดสอบฉบับ X ตรงตำแหน่งคะแนนมาตรฐาน k และ  $Y_{Z_k}$  แทน คะแนนจากแบบทดสอบฉบับ Y ตรงตำแหน่งคะแนนมาตรฐาน k

คะแนน ณ ตำแหน่ง  $Z_k$  ของแบบทดสอบ X และ Y

$$\frac{X_i - \bar{X}}{S_X} = \frac{Y_i - \bar{Y}}{S_Y}$$

สามารถเขียนเป็นสมการแปลงคะแนนได้ดังนี้

$$\begin{aligned} (X_i - \bar{X}) \frac{S_Y}{S_X} &= Y_i - \bar{Y} \\ \therefore T_{(X_i)} &= Y_i = \bar{Y} + (X_i - \bar{X}) \frac{S_Y}{S_X} \\ &= \bar{Y} + S_Y Z_X \\ \text{หรือ } T_{(X_i)} &= \left[ \bar{Y} - \left( \frac{S_Y}{S_X} \right) \bar{X} \right] + \left( \frac{S_Y}{S_X} \right) X_i \\ \therefore T_{(X_i)} &= B_{YX} + A_{YX} X_i \end{aligned}$$

เมื่อ  $T_{(X_i)}$  แทน คะแนนแปลงของ  $X_i$  ที่มีความสมมูลกับ  $Y_i$

$$A_{YX} \text{ แทน ความชัน (Slope) } = \frac{S_Y}{S_X}$$

$$B_{YX} \text{ แทน ค่าคงที่ (constant) } = \bar{Y} - A_{YX} \bar{X}$$

จากสูตรจะเห็นว่าวิธีปรับเทียบคะแนนเชิงเส้นตรง เป็นการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบ X ให้สมมูลกับ Y โดยให้คะแนนแปลงของ X มีค่าเฉลี่ยเป็น  $\bar{Y}$  และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น  $S_Y$  นั่นเอง



### 3) วิธีปรับเทียบคะแนนโดยใช้สมการถดถอย (Regression Method)

นอกจาก 2 วิธีที่กล่าวมาแล้ว ยังสามารถใช้เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression equation) สำหรับปรับเทียบคะแนนสำหรับแบบทดสอบได้เช่นเดียวกัน วิธีการปรับเทียบคะแนนโดยใช้สมการถดถอย สามารถกระทำได้ 2 วิธีดังนี้

3.1) สร้างสมการทำนายคะแนนของแบบทดสอบฉบับหนึ่ง จากคะแนนของแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง วิธีการนี้ถือว่า คะแนนจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ คะแนน  $X_i$  กับ  $Y_i$  เป็นคะแนนสมมูลกัน เมื่อคะแนน  $Y_i$  เป็นคะแนนที่ทำนายได้จากคะแนน  $X_i$  โดยใช้สมการทำนาย นั่นคือ  $X_i$  กับ  $Y_i$  เป็นคะแนนสมมูลกัน เมื่อ  $X_i \rightarrow Y_i$  สามารถเขียนเป็นสมการทำนายได้ดังนี้

$$Y_i = T_{(X_i)} = B_{YX} + A_{YX} X_i$$

เมื่อ  $T_{(X_i)}$  แทน คะแนนแปลงของ  $X_i$  ที่สมมูลกับ  $Y_i$

$$A_{YX} \text{ แทน ความชัน (slope) } = r_{xy} \frac{S_y}{S_x}$$

$$B_{YX} \text{ แทน ค่าคงที่ (constant) } = \bar{Y} - A_{YX} \bar{X}$$

ดังนั้น จะเห็นได้ว่า วิธีปรับเทียบคะแนนเชิงเส้น (Linear Equating) จึงมีลักษณะการคำนวณคล้ายกับวิธีการปรับเทียบโดยสร้างสมการทำนายคะแนนด้วยสมการถดถอย แต่มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลแตกต่างกัน

การปรับเทียบคะแนนโดยใช้สมการถดถอยวิธีนี้เป็นการใช้สมการเส้นตรงในการทำนายตัวแปรตาม (Dependent variable) จากตัวแปรอิสระ (Independent variable) ซึ่งมีลักษณะที่ไม่สมมาตร (Symmetry) กล่าวคือ สมการทำนาย Y จาก X หรือการทำนาย X จาก Y เป็นสมการที่ไม่สมมาตรหรือให้ผลการทำนายไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้คะแนนจากแบบทดสอบที่ใช้เป็นตัวทำนายยังมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าจะต้องมีความเที่ยงเป็น 1 (Perfect reliable)

3.2) สร้างความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับ โดยใช้เกณฑ์ภายนอก (External criterion) วิธีนี้ถือว่า คะแนนจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ คะแนน  $X_i$  กับ  $Y_i$  เป็นคะแนนสมมูลกัน เมื่อคะแนน  $X_i$  และ  $Y_i$  ต่างทำนายคะแนนเกณฑ์ภายนอก  $W_i$  เดียวกัน นั่นคือ คะแนน  $X_i$  กับ  $Y_i$  เป็นคะแนนสมมูลกัน เมื่อ  $R_x(w/x) = R_y(w/y)$  โดย  $R_x(w/x)$  แทน คะแนนเกณฑ์ภายนอก W ที่ทำนายได้จาก  $X_i$  โดยใช้สมการทำนาย และ  $R_y(w/y)$  แทน คะแนนเกณฑ์ภายนอก W ที่ทำนายได้จาก  $Y_i$  โดยใช้สมการทำนาย

$$\therefore R_x(w/x) = T_{(Y_i)} = B_{WX} + A_{WX} X_i$$





$$\text{เมื่อ } A_{wx} = r_{xw} \frac{S_w}{S_x}$$

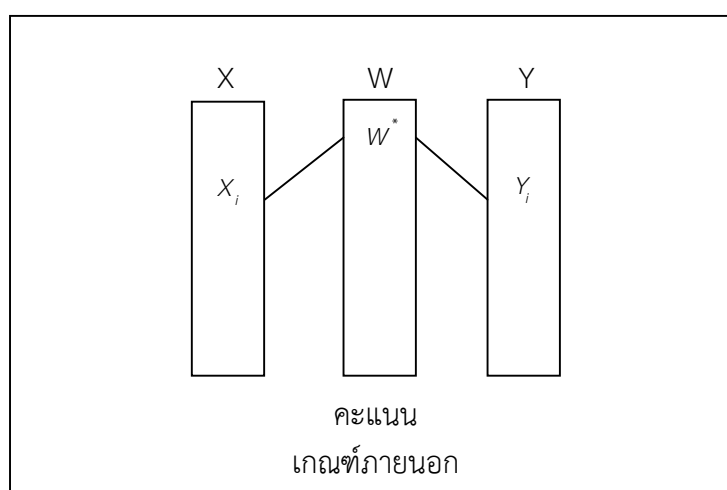
$$B_{wx} = \bar{W} - A_{wx} \bar{X}$$

$$\therefore R_x(w/y) = T_{(y_i)} = B_{wy} + A_{wy} Y_i$$

$$\text{เมื่อ } A_{wy} = r_{yw} \frac{S_w}{S_y}$$

$$B_{wy} = \bar{W} - A_{wy} \bar{Y}$$

คะแนนภายนอก W อาจเป็นคะแนนของแบบทดสอบมาตรฐาน หรือแบบทดสอบร่วม ซึ่งแบบทดสอบที่เป็นอิสระจากแบบทดสอบ X และ Y



ที่มา : ศิริชัย กาญจนวาสี (2555 : 171)

ภาพประกอบ 3 การปรับเทียบคะแนนโดยใช้สมการถดถอย

2.2 รูปแบบการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Equating Through Item Response Theory)

วิธีการปรับเทียบคะแนนที่กล่าวมาเป็นรูปแบบการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีดั้งเดิมทำการปรับเทียบคะแนนดิบ (Raw score) ระหว่างแบบทดสอบ วิธีดังกล่าวมีจุดอ่อนทั้งในด้านความเสมอภาค (Equity) ความสมมาตร (Symmetry) และความไม่แปรผันตามกลุ่ม (Invariance) วิธีการปรับเทียบคะแนนโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ ถ้ามีการเลือกใช้



โมเดลการตอบ สนองข้อสอบ (Item Response Models) ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูล (ศิริชัย กาญจนวาสิ. 2555 : 171-176 ; อ้างอิงมาจาก Kolen. 1981)

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ได้เสนอโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของผู้สอบ ( $\theta$ ) กับโอกาสการตอบข้อสอบถูกเป็นรายข้อ [ $P_i(\theta)$ ] โดย  $P_i(\theta)$  เป็นฟังก์ชันของ  $\theta$  และคุณลักษณะของข้อสอบ (a, b, c) ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบมีคุณสมบัติของความไม่ผันแปรตามกลุ่ม ถ้าทราบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจะทำให้ประมาณความสามารถ  $\theta$  ของผู้สอบได้อย่างเป็นอิสระจากชุดของข้อสอบที่ใช้สอบ

ในการประมาณค่า  $\theta$  ค่าประมาณ  $\theta$  ของผู้สอบแต่ละคน จะไม่ได้รับผลกระทบจากความแตกต่างของชุดข้อสอบที่ใช้ ไม่ว่าผู้สอบจะถูกทดสอบด้วยแบบทดสอบที่ยากหรือง่าย ความสามารถ  $\theta$  ของผู้สอบที่ประมาณได้จากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ จึงสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ ภายใต้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้อย่างสุ่ม ดังนั้น เมื่อทราบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบก็เหมือนกับว่าเมตริกซ์ความสามารถของผู้สอบถูกกำหนดหรือตรึงให้อยู่บนสเกลเดียวกัน การประมาณค่า  $\theta$  ของผู้สอบตามทฤษฎี IRT จึงสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้โดยตรง ไม่ว่าผู้สอบจะทำการทดสอบจากแบบทดสอบฉบับที่ง่าย ปานกลาง หรือยาก จึงไม่มีความจำเป็นต้องปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ (ศิริชัย กาญจนวาสิ. 2555 : 172 ; อ้างอิงมาจาก Hambleton and Swaminathan. 1985)

กรณีที่ไม่ทราบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบมาก่อนนำแบบทดสอบฉบับเดียวกันไปทดสอบกับผู้สอบ 2 กลุ่ม ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบจะมีคุณลักษณะไม่ผันแปรตามกลุ่ม ถ้าในการคำนวณได้มีการกำหนดหรือตรึงค่า (fix) ความสามารถของกลุ่มผู้สอบ ( $\theta$ ) หรือค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b) ให้อยู่บนสเกลที่มีค่าเฉลี่ย (X) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากัน

ในกรณีที่ไมทราบทั้งพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ของผู้สอบมาก่อน เมื่อนำแบบทดสอบร่วมฉบับเดียวกันไปทดสอบกับผู้สอบ 2 กลุ่ม (ข้อสอบร่วม) หรือผู้สอบกลุ่มเดียวกัน ทำ แบบทดสอบ 2 ฉบับ (ผู้สอบร่วม) แล้วนำข้อมูลที่ได้อาภิเคราะห์แยกกัน ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบจะประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ และความสามารถของผู้สอบ ผลที่ได้อาจได้ค่าที่แตกต่างกันระหว่างแบบทดสอบหรือระหว่างกลุ่มผู้สอบ ความแตกต่างของค่าพารามิเตอร์ที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการกำหนดค่าเฉลี่ยของการแจกแจงค่าความสามารถของผู้สอบ ( $\theta$ ) หรือค่าเฉลี่ยของการแจกแจงค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b) ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งที่ไม่เหมือนกัน แต่อย่างไรก็ตาม ค่าพารามิเตอร์ระหว่างฉบับหรือระหว่างกลุ่มเหล่านั้น จะมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linear relationship) ซึ่งสามารถสร้างสมการแปลงค่าพารามิเตอร์ระหว่างฉบับหรือระหว่างกลุ่มให้อยู่บนสเกลเดียวกันได้

เนื่องจากวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทั้ง 4 วิธี มีวิธีการใช้ข้อสอบร่วม (Anchor-Test Design) เป็นวิธีที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติมากที่สุด ดังนั้นการคำนวณค่าสถิติสำหรับการปรับเทียบมาตร (Scaling constants) จะขอกล่าวถึงโดยอิงวิธีการเก็บข้อมูล โดยใช้ข้อสอบร่วมเป็นหลัก วิธีการคำนวณค่าคงที่สำหรับใช้ปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่สำคัญมี 4 วิธี ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสิ. 2555 : 172-176)



## 1) วิธีสมการถดถอย (Regression Method)

การปรับค่าพารามิเตอร์ความยาก (b) ของข้อสอบร่วมจากแบบทดสอบ X ให้อยู่บนมาตรฐานหรือสเกลเดียวกับแบบทดสอบ Y ด้วยสมการเส้นตรง ดังนี้

$$b_{y_c} = \alpha b_{x_c} + \beta$$

เมื่อ  $b_{y_c}, b_{x_c}$  แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบร่วมจาก

แบบทดสอบ Y และ X

$\alpha, \beta$  แทน ค่าคงที่หรือสัมประสิทธิ์การถดถอย

$$\text{โดย } \alpha = r \left( \frac{S_{y_c}}{S_{x_c}} \right) \text{ และ } \beta = \bar{b}_{y_c} - \alpha \bar{b}_{x_c}$$

เมื่อ  $r$  แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง  $b_x$  และ  $b_y$  ของข้อสอบร่วม

$\bar{b}_{y_c}, \bar{b}_{x_c}$  แทน ค่าเฉลี่ยของ b สำหรับข้อสอบร่วมจากฉบับ X และ Y

$S_{y_c}, S_{x_c}$  แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ b สำหรับข้อสอบร่วม  
จากฉบับ X และ Y

ในทำนองเดียวกัน การปรับค่าประมาณความสามารถ ( $\theta$ ) ของผู้สอบร่วมที่สอบฉบับ X บนมาตรฐานหรือสเกลเดียวกับฉบับ Y ด้วยสมการดังนี้

$$\theta_y = \alpha \theta_{x_c} + \beta$$

วิธีสมการถดถอยมีปัญหาในด้านความสมมาตร (Symmetry) ของผลการปรับเทียบคะแนน การปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบ X ไป Y จะให้ผลต่างจากการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบ Y ไป X

## 2) วิธีค่าเฉลี่ยและซิกมา (Mean and Sigma Method)

$$\text{จาก } b_{y_c} = \alpha b_{x_c} + \beta$$

$$\therefore \bar{b}_{y_c} = \alpha \bar{b}_{x_c} + \beta$$

$$\text{และ } S_{y_c} = \alpha S_{x_c}$$

ดังนั้น ค่าคงที่จึงคำนวณได้ดังนี้



$$\alpha = \frac{S_{y_c}}{S_{x_c}}$$

และ  $\beta = \bar{b}_{y_c} - \alpha \bar{b}_{x_c}$

สามารถแปลงจาก  $b_{y_c}$  เป็น  $b_{x_c}$  จึงคำนวณได้เช่นเดียวกัน ดังนี้

$$b_{x_c} = \frac{b_{y_c} - \beta}{\alpha}$$

วิธีค่าเฉลี่ยและซิกมา จึงมีลักษณะสมมาตร การปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบ X ไป Y หรือจากแบบทดสอบ Y ไป X ให้ผลเหมือนกัน

กรณีโมเดล 1 - พารามิเตอร์

$$b_{y_c}^* = b_{x_c} + \beta \quad (\because \alpha = 1)$$

$$\bar{b}_{y_c} = \bar{b}_{x_c} + \beta$$

ดังนั้น  $\beta = \bar{b}_{y_c} - \bar{b}_{x_c}$

การปรับสเกลค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ (b) สำหรับแบบทดสอบ X การทำโดยการบวกด้วยผลต่างของค่าเฉลี่ย b ของข้อสอบร่วมจากแบบทดสอบ Y และ X นั่นเอง

กรณีโมเดล 2 และ 3 - พารามิเตอร์

$$b_{y_c}^* = b_{x_c} + \beta$$

และ  $a_y^* = \frac{a_x}{\alpha}$

### 3) วิธีปรับแก้ค่าเฉลี่ยและซิกมา (Robust Mean and Sigma Method)

การคำนวณตามวิธีค่าเฉลี่ยและซิกมามีได้พิจารณาถึงระดับความแม่นยำที่เกิดขึ้นจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแต่ละตัวที่ใช้ในสมการ Linn et. al. (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 175 ; อ้างอิงมาจาก Linn and others. 1981) ได้เสนอวิธีการปรับแก้ค่าเฉลี่ยและซิกมา โดยนำความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบร่วม เป็นรายข้อมาใช้เป็นตัวถ่วงน้ำหนัก ข้อสอบร่วมที่มีค่าแปรปรวนระหว่างฉบับสูงจะมีน้ำหนักน้อย ส่วนข้อที่มีค่าแปรปรวนระหว่างฉบับต่ำจะมีน้ำหนักมาก ค่าน้ำหนักเป็นส่วนกลับของความแปรปรวนของค่าประมาณตัวที่มีค่ามาก โดยมีขั้นตอนการคำนวณ ดังนี้



(1) สำหรับแต่ละคู่ของ  $(b_{y_{ci}}, b_{x_{ci}})$  คำนวณค่าน้ำหนัก  $W_i$

$$W_i = [\text{ค่าตัวมากระหว่าง } \{v(b_{y_{ci}}), v(b_{x_{ci}})\}]^{-1}$$

เมื่อ  $v(b_{y_{ci}})$  และ  $v(b_{x_{ci}})$  เป็นค่าความแปรปรวนของค่าประมาณ

พารามิเตอร์  $b$  สำหรับข้อสอบร่วมฉบับ  $Y$  และ  $X$

(2) กำหนดสเกลของค่าน้ำหนัก  $w'_i = \frac{W_i}{\sum_{j=1}^k W_j}$  เมื่อ  $k$  เป็นจำนวนข้อสอบร่วม

สำหรับแบบทดสอบฉบับ  $X$  และ  $Y$

(3) คำนวณค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ถ่วงน้ำหนัก  $b'_{y_{ci}} = w'_i b_{y_{ci}}$  และ

$$b'_{x_{ci}} = w'_i b_{x_{ci}}$$

(4) คำนวณค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ถ่วงน้ำหนัก

(5) คำนวณค่าคงที่  $\alpha$  และ  $\beta$  โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ยและซิกมา ดังกล่าวข้างต้น

#### 4) วิธีโค้งลักษณะข้อสอบ (Characteristic Curve Method)

Stocking and Lord (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 175-176 ; อ้างอิงมาจาก Stocking and Lord. 1983) ได้เสนอวิธีโค้งลักษณะข้อสอบ โดยนำสารสนเทศที่ได้จากค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ทั้งค่าพารามิเตอร์ความยาก และอำนาจจำแนกมาใช้ประโยชน์ในการคำนวณค่าคงที่ สำหรับการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบดังนี้

สมมติให้  $T_{X_{ci}}$  แทนคะแนนจริงของผู้สอบที่มีความสามารถ  $\theta_{ci}$  จากการทำแบบทดสอบ  $X$  ซึ่งมีข้อสอบร่วม  $k$  ข้อ

$$T_{X_{ci}} = \sum_{i=1}^k P(\theta_{ci}, b_{X_{ci}}, a_{X_{ci}}, c_{X_{ci}})$$

ในทำนองเดียวกันให้  $T_{Y_{ci}}$  แทนคะแนนจริงของผู้สอบที่มีความสามารถเท่ากัน ( $\theta_{ci}$ ) จากการทำแบบทดสอบ  $Y$  ซึ่งมีข้อสอบร่วม  $k$  ข้อ

$$T_{Y_{ci}} = \sum_{i=1}^k P(\theta_{ci}, b_{Y_{ci}}, a_{Y_{ci}}, c_{Y_{ci}})$$

สำหรับชุดข้อสอบร่วม  $k$  ข้อ

$$b_{y_{ci}} = \alpha b_{x_{ci}} + \beta$$



$$a_{y_{ci}} = \frac{a_{x_{ci}}}{\alpha}$$

$$c_{y_c} = c_{x_{ci}}$$

การคำนวณค่าคงที่  $\alpha$  และ  $\beta$  ได้มาจากการทำให้ฟังก์ชัน F มีค่าต่ำสุด

$$F = \frac{1}{N} \sum_{a=1}^N (T_{x_a} - T_{y_a})^2$$

เมื่อ  $N$  เป็นจำนวนผู้สอบ และ  $F$  เป็นฟังก์ชันแสดงความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสองของผู้สอบที่มีความสามารถเดียวกัน การคำนวณค่าคงที่  $\alpha$  และ  $\beta$  ใช้กระบวนการกระทำซ้ำหลายรอบจนได้ค่าที่ดีที่สุด

ขั้นตอนการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ประกอบด้วย 1) เลือกรูปแบบการปรับเทียบ 2) กำหนดโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 3) สร้างเมตริกซ์สเกลร่วมของความสามารถและพารามิเตอร์ข้อสอบ และ 4) กำหนดสเกลสำหรับรายงานคะแนนสอบที่ปรับเทียบแล้ว

การออกแบบวิธีการปรับเทียบคะแนน เป็นการกำหนดเงื่อนไขและกฎเกณฑ์การแปลงคะแนนสามารถจำแนกเป็นรูปแบบหลักได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีดั้งเดิม (Classical Models of Equating) และรูปแบบการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Equating Through Item Response Theory) ซึ่งวิธีปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีดั้งเดิมมีข้อจำกัดที่สำคัญคือ ขาดความเสมอภาค ส่วนวิธีปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ มีคุณสมบัติที่สำคัญคือเสมอภาค ไม่ผันแปรตามกลุ่มผู้สอบและชุดของข้อสอบ เพียงแต่ค่าประมาณที่ได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างกลุ่มผู้สอบ จึงมีความจำเป็นต้องใช้ฟังก์ชันเชิงเส้นตรงปรับเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์ของข้อสอบและผู้สอบให้อยู่บนสเกลร่วมกัน เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้อาศัยแนวคิดทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ จึงใช้รูปแบบการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และดำเนินการตามวิธีปรับแก้ค่าเฉลี่ยและซิกมา (Robust Mean and Sigma Method)

#### 4. การปรับเทียบค่าพารามิเตอร์สำหรับพัฒนาค้างข้อสอบ

วิธีปรับเทียบคะแนนสามารถประยุกต์ใช้ในการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบสำหรับพัฒนาค้างข้อสอบได้ดังกรณีตัวอย่าง ต่อไปนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 185-187 ; อ้างอิงมาจาก Hambleton, Swaminathan and Rogers. 1991)

ในกรณีที่ต้องการพัฒนาค้างข้อสอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบที่สร้างและวิเคราะห์ด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 1-พารามิเตอร์ ขณะนี้มีข้อสอบในคลังจำนวนหนึ่ง และมีการเพิ่มจำนวนข้อสอบเข้าคลังเป็นระยะ ๆ ก่อนการเพิ่มข้อสอบในคลังมีความจำเป็นที่จะต้องปรับเทียบค่าสถิติหรือค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบให้อยู่ในสเกลเดียวกับค่าในคลังข้อสอบ โดยผ่านวิธีการใช้ข้อสอบร่วมสมมติว่าในขณะนี้ต้องการเพิ่มข้อสอบใหม่เข้าคลังอีก 15 ข้อ โดยมีข้อสอบร่วมที่สุ่มจากคลัง และเป็นตัวแทนเนื้อหาสำคัญจำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากดังนี้  $b_1 = 1.65$ ,  $b_2 = 1.20$ ,  $b_3 = -0.80$ ,  $b_4 = -1.25$  และ  $b_5 = 2.50$



สำหรับการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบใหม่ที่จะเพิ่มเข้าคลังข้อสอบ มีการคำนวณค่าคงที่สำหรับปรับเทียบด้วยวิธีค่าเฉลี่ยและซิกมา โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานตามกรณีตัวอย่างดังนี้

1. นำข้อสอบที่จะเพิ่มเข้าคลังข้อสอบ พร้อมกับข้อสอบร่วมไปทดลองใช้

1.1 เตรียมแบบทดสอบความยาว 20 ข้อ (ข้อสอบที่นำมาทดลองใช้ จำนวน 15 ข้อ และข้อสอบร่วมที่สุ่มจากคลังข้อสอบ จำนวน 5 ข้อ) สมมติเรียกว่า แบบทดสอบฉบับ X นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมและมีขนาดใหญ่พอ

1.2 เลือกโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่เป็นเป้าหมายของการพัฒนาข้อสอบ ในกรณีตัวอย่างต้องการพัฒนาคลังข้อสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบแบบ 1-พารามิเตอร์ ทำการวิเคราะห์ข้อสอบและตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดลที่ใช้

2. คำนวณค่าคงที่ของรูปแบบที่ใช้ในการปรับเทียบ

2.1 จากข้อสอบร่วมจำนวน 5 ข้อ สมมติเรียกว่า แบบทดสอบฉบับ Y คำนวณค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ความยาก ( $\bar{b}_y$ ) ได้เท่ากับ 0.66

2.2 จากค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของแบบทดสอบฉบับ X คำนวณค่าเฉลี่ยความยากของข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ ซึ่งกำหนดให้เป็น 0 ส่วนค่าเฉลี่ยความยากของข้อสอบร่วม ( $\bar{b}_{x_c}$ ) ได้เท่ากับ 0.25

2.3 ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบร่วมจากแบบทดสอบฉบับ X และ Y มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ดังนี้

$$b_{y_c} = \alpha b_{x_c} + \beta$$

เมื่อ  $\alpha = 1$  ( $\because$  เป็นโมเดล 1-พารามิเตอร์)

$$\beta = \bar{b}_{y_c} - \bar{b}_{x_c}$$

$$= 0.66 - 0.25 = 0.41$$

3. ปรับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบฉบับ X ให้อยู่บนสเกลของข้อสอบร่วม

3.1 ปรับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบฉบับ X ทั้งข้อสอบทดลองและข้อสอบร่วมดังนี้

$$b_{y_c}^* = b_x + 0.41$$

เมื่อ  $b_{y_c}^*$  แทน ค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบฉบับ X ที่ปรับเทียบให้อยู่บนสเกลของแบบทดสอบร่วม



3.2 ค่าความยากปรับใหม่ของข้อสอบรวมจากแบบทดสอบฉบับ X ยังคงมีความแตกต่างจากค่าความยากของข้อสอบรวมฉบับ Y (เนื่องจากความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า) จึงต้องทำการเฉลี่ยค่า  $b$  ของข้อสอบรวมจากทั้ง 2 ฉบับ เพื่อเป็นค่าความยากชุดใหม่ของข้อสอบรวมสำหรับใช้ในคลังข้อสอบต่อไป

4. เพิ่มข้อสอบที่ปรับเทียบค่าพารามิเตอร์แล้วเข้าคลังข้อสอบ

4.1 ข้อสอบทดลองจำนวน 15 ข้อ จากแบบทดสอบ X ที่เพิ่มเข้ามาใหม่ มีค่าประมาณพารามิเตอร์ความยาก ( $b_{Y_c}^*$ ) อยู่บนสเกลเดียวกับข้อสอบข้ออื่น ๆ ในคลังข้อสอบ จึงพร้อมที่จะนำไปใช้ในโอกาสต่อไป

4.2 ข้อสอบรวมจำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากชุดใหม่ สำหรับใช้ไว้ใน การปรับเทียบต่อไป

5. การปรับเทียบคะแนนสำหรับแบบสอบ 2 ฉบับ

วิธีการปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ 2 ฉบับ เพื่อให้คะแนนสามารถเปรียบเทียบหรือใช้แทนกันได้โดยตรง แสดงได้ดังกรณีตัวอย่างต่อไปนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 188-191 ; Hambleton, Swaminathan and Rogers. 1991)

ในกรณีที่เรามีแบบวัดสมรรถนะด้านเดียวกัน 2 ฉบับ ได้แก่ ฉบับ X และ Y แต่ละฉบับมีข้อสอบเฉพาะ 15 ข้อ และมีข้อสอบรวม 6 ข้อ นำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มผู้สอบกลุ่มเดียวกัน 2 ครั้ง เช่น สอบ Pre-Test (X) และสอบ Post-Test (Y) เป็นต้น หรือใช้ทดสอบกับกลุ่มผู้สอบ 2 กลุ่ม ที่ตัดเทียมกัน กลุ่มละ 1 ฉบับ ผู้วิเคราะห์เลือกใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3-พารามิเตอร์ โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์  $c$  คงที่เท่ากับ .20 และการประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ กำหนดให้หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0 และ 1 ตามลำดับ

ในการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบนั้น ขั้นตอนการคำนวณค่าคงที่สำหรับการปรับเทียบจะเลือกใช้วิธีค่าเฉลี่ยและซิกมาเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ขั้นตอนการดำเนินงานตามกรณีตัวอย่างดังนี้

1) วิเคราะห์ข้อสอบของแบบทดสอบฉบับ X และ Y

1.1) ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบทั้งค่า  $a$ ,  $b$  และ  $c$  ของแบบทดสอบ X

1.2) ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบทั้งค่า  $a$ ,  $b$  และ  $c$  ของแบบทดสอบ Y

2) คำนวณค่าคงที่สำหรับการปรับเทียบ

2.1) คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบรวม ( $b_c$ ) จากฉบับ X ( $\bar{b}_{X_c}, S_{X_c}$ ) และฉบับ Y ( $\bar{b}_{Y_c}, S_{Y_c}$ )

เมื่อ  $\bar{b}_{X_c}$  แทน ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบรวมฉบับ X = 0.60

$S_{X_c}$  แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบรวมฉบับ X = 1.65

$\bar{b}_{Y_c}$  แทน ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบรวมฉบับ Y = 0.39

$S_{Y_c}$  แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบรวมฉบับ Y = 1.56





2.2) คำนวณค่าคงที่  $\alpha$  และ  $\beta$

$$\alpha = \frac{S_{y_c}}{S_{x_c}} = \frac{1.56}{1.65} = 0.95$$

$$\begin{aligned}\beta &= \bar{b}_{y_c} - \alpha \bar{b}_{x_c} \\ &= 0.39 - (0.95)(0.60) \\ &= -0.18\end{aligned}$$

3) ปรับค่าประมาณพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบจากฉบับ X

3.1) ปรับค่า b จากฉบับ X ไปอยู่บนสเกลเดียวกับค่า b ของฉบับ Y

$$\begin{aligned}b_y^* &= \alpha b_x + \beta \\ &= 0.95b_x - 0.18\end{aligned}$$

3.2) ค่าปรับเทียบของข้อสอบร่วมจากฉบับ X ( $b_y^*$ ) ยังคงมีความแตกต่างจากค่า b ของข้อสอบฉบับ Y จึงเฉลี่ยค่า b ของข้อสอบร่วมจากทั้ง 2 ฉบับ

4) ปรับค่าประมาพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบจากฉบับ X

4.1) ปรับค่า a จากฉบับ X ไปอยู่บนสเกลเดียวกับค่า a ของฉบับ Y

$$a_y^* = \frac{a_x}{\alpha} = \frac{a_x}{0.95}$$

4.2) ค่าปรับเทียบของข้อสอบร่วมจากฉบับ X ( $a_y^*$ ) ยังคงมีความแตกต่างจากค่า a ของข้อสอบฉบับ Y จึงเฉลี่ยค่า a ของข้อสอบร่วมจากทั้ง 2 ฉบับ

ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ b และ a ของข้อสอบจากฉบับ X ถูกปรับเทียบให้อยู่บนสเกลของฉบับ Y แล้ว เมื่อใช้ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบเมื่อปรับเทียบค่าแล้วไปใช้คำนวณความสามารถ ( $\theta$ ) ของผู้สอบ ไม่ว่าจะใช้แบบทดสอบฉบับใด ก็จะทำให้ได้ค่า  $\theta$  ที่อยู่บนสเกลร่วมกัน

จากค่าคงที่ของการปรับเทียบคะแนน  $\alpha$  และ  $\beta$  ที่คำนวณได้ ทำให้สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างสเกลค่าความสามารถ ( $\theta$ ) ของผู้สอบจากฉบับ X และ Y (ที่แยกประมาณค่าแต่ละฉบับก่อนการปรับเทียบคะแนนกัน) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\theta_y^* &= \alpha \theta_x + \beta \\ &= 0.95\theta_x - 0.18\end{aligned}$$



เมื่อ  $\theta_x$  แทน ค่าความสามารถ ( $\theta$ ) ของผู้สอบจากฉบับ X  
 $\theta_y^*$  แทน ค่าความสามารถ ( $\theta$ ) ของผู้สอบจากฉบับ X ที่ปรับเทียบให้อยู่  
 บนสเกลของความสามารถ ( $\theta$ ) ฉบับ Y  
 $\alpha, \beta$  แทน ค่าคงที่ของการปรับเทียบ

ถ้าการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบฉบับ X กำหนดให้ค่าเฉลี่ยของ  $\theta$  เป็น 0 เมื่อปรับค่า  $\theta_x$  ให้อยู่บนสเกลของ  $\theta_y$  ค่า  $\bar{\theta}_y$  จะมีค่าเท่ากับ -0.18 แสดงว่าความแตกต่างระหว่างค่าความสามารถเฉลี่ยของผู้สอบฉบับ X และ Y มีค่าเป็น -0.18 นั่นเอง สารสนเทศนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินผลโครงการได้

โดยสรุป การปรับเทียบคะแนนจะต้องอาศัยการออกแบบการใช้แบบทดสอบและวิธีการปรับเทียบที่เหมาะสม โดยแบบทดสอบที่ใช้จะต้องวัดคุณลักษณะเด่นเดียวกัน มีลักษณะความเป็นคู่ขนานด้านเนื้อเรื่อง โครงสร้าง รูปแบบ ชนิดของข้อสอบ เวลาที่ใช้ และมีความเชื่อมั่นสูงทัดเทียมกัน สำหรับวิธีการปรับเทียบที่ใช้จะต้องมีความเสมอภาค ไม่แปรผันตามกลุ่ม และสมมาตร โดยการปรับเทียบมี 2 ประเภท ได้แก่ การปรับเทียบคะแนนตามแนวนอนและการปรับเทียบคะแนนตามแนวตั้ง และในการปรับเทียบคะแนนจะต้องใช้เทคนิคสำคัญ 2 ประการ คือ การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และการออกแบบวิธีการปรับเทียบ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ เป็นการปรับเทียบคะแนนตามแนวราบหรือแนวนอน เนื่องจากกลุ่มผู้สอบระดับชั้นเดียวกัน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่วนการออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเลือกใช้รูปแบบผู้ใช้ต่างกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบร่วม เนื่องจากมีเหมาะสมในทางปฏิบัติมากที่สุด และการออกแบบวิธีการปรับเทียบคะแนนเลือกใช้รูปแบบการปรับเทียบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และดำเนินการตามวิธีปรับแก้ค่าเฉลี่ยและซิกมา

#### 6. รูปแบบในการเชื่อมโยงคะแนนตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ

Feuer และคณะ (1999) ได้เสนอเกณฑ์การจำแนกรูปแบบการเชื่อมโยงคะแนนเพิ่มเติม โดยจำแนกการเชื่อมโยงคะแนนระหว่างแบบทดสอบตามแบบแผนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบ โดยยังคงไว้ซึ่งรูปแบบในการเชื่อมโยงทั้ง 4 ชนิดดังกล่าวข้างต้น ที่เป็นไปตามแนวคิดของ Mislavy (1992) และ Linn (1993) ซึ่งเกณฑ์ที่ Feuer และคณะ (1999) ใช้ในการจำแนกแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบ (Framework Definition)

ดำเนินการประเมินจากขั้นตอนการกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ โดยพิจารณาจากการระบุขอบเขต (Scope) ปริมาณ (Extent) ของกรอบมวลพฤติกรรม (Domain) เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนมีความสามารถอะไรบ้าง และมีความรู้ระดับใด โดยปกติในการกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบ ส่วนมากจะกำหนดในลักษณะที่เป็นส่วนหนึ่งของกรอบมวลพฤติกรรม เช่น ถ้าต้องการวัดกรอบมวลพฤติกรรมด้านการอ่านของผู้เรียน ก็ควรสร้างแบบทดสอบที่มีการกำหนดโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการอ่านของผู้เรียนให้ได้มากที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบ หรือการสร้างผังข้อสอบ (Test Specification or Blueprint)

เป็นการเสนอรายละเอียดของการทดสอบแต่ละครั้งว่าวัดเนื้อหาอะไร หรือจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดจากผู้เรียน ขอบเขตของเนื้อหาวิชา ตลอดจนมีการกำหนด



น้ำหนักความสำคัญหรือสัดส่วนของจำนวนข้อสอบที่จะสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดพฤติกรรมตามขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่ต้องการทดสอบแต่ละครั้ง และรวมถึงการตรวจให้คะแนน  
ขั้นตอนที่ 3 การคัดเลือกข้อสอบ (Item Selection)

เป็นการพิจารณาจากข้อสอบที่ถูกคัดเลือกมาบรรจุไว้ในแบบทดสอบ ซึ่งควรเป็นตัวแทน ที่ดีของผังข้อสอบให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

จากแนวคิดของ Feuer และคณะ (1999) ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปเกณฑ์จำแนกการเชื่อมโยง 3 ลักษณะ ได้แก่ เกณฑ์ที่ 1 แบบสอบทั้งสองฉบับมีการกำหนดโครงสร้างของแบบสอบและมีการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบเดียวกัน เกณฑ์ที่ 2 แบบสอบทั้งสองฉบับมีการกำหนดโครงสร้างของแบบสอบที่มีลักษณะเดียวกัน แต่มีการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบที่ต่างกัน และเกณฑ์ที่ 3 แบบสอบทั้งสองฉบับมีการกำหนดโครงสร้างของแบบสอบและมีการกำหนด คุณลักษณะเฉพาะของแบบสอบที่ต่างกัน ดังตาราง 3

ตาราง 3 การจำแนกประเภทของการเชื่อมโยงคะแนนตามเกณฑ์ของ Feuer และคณะ (1999)

ประเภทของการเชื่อมโยงคะแนน	การกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบ (Framework)	การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบ (Test Specification)
การปรับเทียบคะแนน (Equating)	มีลักษณะเดียวกัน	มีลักษณะเดียวกัน
คะแนนความสอดคล้อง (Concordance/Moderation)	มีลักษณะเดียวกัน	มีลักษณะแตกต่างกัน
การใช้แบบทดสอบเป็นตัวปรับอยู่ภายใน (Moderation)	มีลักษณะแตกต่างกัน	มีลักษณะแตกต่างกัน

รูปแบบการเชื่อมโยงคะแนนของ Mislevy (1992) และ Linn (1993) ผสมกับเกณฑ์ในการจำแนกของ Feuer และคณะ (1999) ซึ่งสามารถจำแนกรูปแบบการเชื่อมโยงคะแนนได้เป็น 4 รูปแบบ คือ

รูปแบบที่ 1 การปรับเทียบคะแนน (Equating) เป็นการเชื่อมโยงคะแนนจากแบบทดสอบสองฉบับที่มีลักษณะของเนื้อหาและค่าสถิติร่วมกันหรือมีความสัมพันธ์กันหรือแบบเดียวกัน แต่ดำเนินการทดสอบคนละครั้ง (Angoff. 1971 ; Kolen. 2004)

ถ้าพิจารณาในกรณีของการจำแนกรูปแบบตามเกณฑ์ของ Feuer และคณะ (1999) โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนก คือ แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับต้องมีการกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบและการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบที่มีลักษณะเดียวกัน และควรมีคุณสมบัติของความไม่ผันแปรตามกลุ่ม

รูปแบบที่ 2 การทำคะแนนให้เป็นมาตรฐาน (Calibration) เป็นการเชื่อมโยงคะแนนจากแบบทดสอบสองฉบับที่มีลักษณะโครงสร้างเดียวกัน แต่มีค่าความยากหรือความเชื่อมั่นต่างกัน มีความแข็งแกร่งน้อยกว่าการปรับเทียบ และมีความผันแปรตามกลุ่มผู้สอบ



ถ้าพิจารณาในกรณีของการจำแนกรูปแบบตามเกณฑ์ของ Feuer และคณะ (1999) โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนก สามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ กรณี 1 แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับที่จะต้องมีการกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบที่มีลักษณะเดียวกัน แต่มีการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบที่ต่างกัน และ กรณี 2 แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับมีการกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบและการกำหนดแบบแผนแบบทดสอบต่างกัน นอกจากนี้ อาจมีกรณีที่ใช้โครงสร้างของแบบทดสอบร่วมกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 การทำคะแนนให้เป็นมาตรฐานในกรณีที่แบบทดสอบสองฉบับมีความร่วมกันในด้านเนื้อหาแต่มีค่าสถิติของแบบสอบที่ต่างกัน ซึ่งอาจเกิดเนื่องมาจากความยาวของแบบทดสอบสองฉบับไม่เท่ากัน แบบทดสอบที่มีความยาวมากกว่าจะมีค่าความเชื่อมั่นมากกว่าแบบทดสอบที่มีความยาวที่สั้นกว่า

ตัวอย่างที่ 2 การทำคะแนนให้เป็นมาตรฐานในกรณีที่แบบทดสอบสองฉบับมีเนื้อหาบางส่วนต่างกัน และอาจมีหรือไม่มีค่าสถิติของแบบทดสอบที่ต่างกัน ซึ่งสามารถนำคะแนนมาจากระดับชั้นที่ต่างกัน แล้วนำคะแนนมาสร้างให้อยู่ในสเกลร่วมกัน ระหว่างแบบทดสอบสองฉบับ ซึ่งเรียกว่า “การสร้างสเกลแนวตั้ง” (Vertical Scaling)

ตัวอย่างที่ 3 การทำคะแนนให้เป็นมาตรฐานโดยใช้วิธีทางสถิติ เช่น ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบทำคะแนนให้เป็นมาตรฐาน โดยนำข้อคำถามมาสร้างเป็นสเกลร่วมกันระหว่างแบบทดสอบสองฉบับ และประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ และสามารถนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันได้ ซึ่งการทำคะแนนให้เป็นมาตรฐานด้วยวิธีนี้ควรอยู่ในกรอบของข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับแบบทดสอบที่ว่า แบบทดสอบสองฉบับ ต้องมุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกัน และควรมีเนื้อหาของแบบทดสอบที่คล้ายคลึงกันมากที่สุด ถ้าแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีเนื้อหาลักษณะเดียวกัน การทำคะแนนให้เป็นมาตรฐานในกรณีนี้ก็ คือ การปรับเทียบนั่นเอง (equating)

รูปแบบที่ 3 การฉายภาพ (Projection) เป็นการเชื่อมโยงคะแนนจากแบบทดสอบสองฉบับที่วัดคุณลักษณะต่างกัน โดยใช้วิธีการทำนายมาช่วยในการเชื่อมโยงคะแนน และมีข้อแตกต่างจากการปรับเทียบ และการทำคะแนนให้เป็นมาตรฐาน ได้แก่ 1) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์แบบทางเดียว คือ ขาดคุณสมบัติของความสมมาตร นั่นคือ ความสัมพันธ์ระหว่าง  $x$  กับ  $y$  มีค่าไม่เท่ากับความสัมพันธ์ระหว่าง  $y$  กับ  $x$  2) เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ออกแบบให้เก็บข้อมูลแบบผู้สอบกลุ่มเดียว และ 3) เป็นวิธีที่ไม่คำนึงถึงคุณลักษณะของแบบทดสอบว่าต้องมีลักษณะเดียวกัน

รูปแบบที่ 4 การปรับค่าทางสถิติ (Statistical Moderation) หรือบางครั้งเรียกว่า การปรับเทียบให้การกระจายของคะแนนเท่าเทียมกัน (Distribution Matching) เป็นการเชื่อมโยงคะแนนจากแบบทดสอบสองฉบับที่วัดคุณลักษณะต่างกัน ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับแบบทดสอบน้อยที่สุด และมีตัวแปรปรับแต่งอยู่ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ เช่น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางภาษาไทยกับภาษาอังกฤษโดยมีแบบทดสอบ SAT I ที่วัดความสามารถด้านภาษาเป็นตัวแปรปรับระหว่างแบบทดสอบสองฉบับ เป็นต้น โดยมีการออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบใช้ผู้สอบกลุ่มสุ่ม และการใช้ผู้สอบกลุ่มที่ไม่ตัดเทียบกันด้วย



Dorans (2000) แบ่งการเชื่อมโยงคะแนนออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1. การปรับเทียบคะแนน (Equating) เป็นการเชื่อมโยงคะแนนโดยผลคะแนนที่ได้สามารถนำมาทดแทนกันได้อย่างสมบูรณ์ (Fully Exchangeable) โดยแบบทดสอบทั้งสองฉบับถูกสร้างมาโดยมีการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่มีลักษณะเดียวกัน

การปรับเทียบคะแนนระหว่างแบบทดสอบ (Test Equating) เป็นศัพท์เฉพาะที่นักจิตมิติ (Psychometrician) นำมาใช้ในกระบวนการวัดผลและประเมินผล ซึ่งในช่วงแรกนักวัดผลไม่ได้ให้ความสนใจเท่าที่ควร จะมีการศึกษาเฉพาะกลุ่มนักจิตมิติเท่านั้น (Kolen and Brennan. 1995) โดยวัตถุประสงค์ของการปรับเทียบคะแนนเป็นตัวกำหนดแนวทางในการดำเนินการปรับเทียบคะแนน เพื่อให้เกิดประโยชน์ตามความต้องการ สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแรกมีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลที่ได้จากการปรับเทียบคะแนนจากแบบทดสอบต่างฉบับไปเป็นข้อมูลในการตัดสินผลการเรียนหรือผลการศึกษาร่วมกัน ซึ่งใช้กระบวนการปรับเทียบในแนวนอน (Horizontal Equating) ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลการปรับเทียบไปใช้ในการพิจารณาพัฒนาการเรียนหรือการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษา ซึ่งใช้การปรับเทียบคะแนนแนวตั้ง (Vertical Equating)

คะแนนที่ได้จากการปรับเทียบ (Equating Scores) เป็นผลของคะแนนที่ได้มาจากการเชื่อมโยงคะแนนชนิดการปรับเทียบคะแนน (Test Equating) ซึ่ง Hollan และ Rubin (Dorans. 2000 ; cited Hollan and Rubin. 1982) กล่าวว่า เป้าหมายของการปรับเทียบคะแนนคือสามารถนำคะแนนมาใช้แทนกันได้ (Interchangeable) ถ้าผลคะแนนที่วัดได้มาจากแบบทดสอบที่วัดคุณลักษณะเดียวกัน และมีลักษณะการวัดแบบเดียวกัน โดยแบบทดสอบที่นำมาปรับเทียบอาจเป็นแบบทดสอบที่มีการสร้างคนละครั้งแต่ใช้เครื่องมือในการวัดแบบเดียวกัน เช่น ในการวัดความยาวของวัตถุหรือสิ่งของส่วนใหญ่ใช้ไม้บรรทัดเป็นเครื่องมือในการวัดความยาว สามารถวัดออกมาเป็นหน่วยเซนติเมตร นิ้ว ฟุต และเมตร ซึ่งสามารถแปลงหรือปรับเทียบหน่วยวัดจากนิ้วให้กลายเป็นเซนติเมตร และจากเซนติเมตรให้กลายเป็นนิ้วได้ นั่นคือ ความหมายของการปรับเทียบนั่นเอง ส่วนความยาวหมายถึง คุณลักษณะที่ใช้วัดนั่นเอง แต่ในทางปฏิบัติเครื่องมือที่ใช้ในการวัดมีข้อจำกัดในการใช้หน่วยการวัดแทนกัน ไม่สามารถแลกเปลี่ยนคะแนนกันได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากการวัดยังผนวกความคลาดเคลื่อนในการวัดด้วย

2. การสร้างสเกล (Scaling) เป็นการเชื่อมโยงคะแนน โดยแปลงคะแนนจากแบบทดสอบฉบับหนึ่งมาอยู่บนมาตราวัดของแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่ง อาศัยการจัดตำแหน่งของผู้สอบในแต่ละแบบทดสอบ โดยแบบทดสอบสองฉบับมีการวัดคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกัน แต่มีการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบต่างกัน และผลของคะแนนที่ได้ไม่สามารถนำมาทดแทนกันได้

ผลของคะแนนที่ได้จากการเชื่อมโยงคะแนนชนิดการสร้างสเกล เรียกว่า คะแนนความสอดคล้อง (Concordant Scores) ซึ่ง Dorans (2004) กล่าวว่า การออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลและเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการสร้างคะแนนความสอดคล้อง สามารถใช้ได้ในลักษณะเดียวกับการปรับเทียบคะแนน โดยคะแนนความสอดคล้องเป็นการเชื่อมโยงคะแนนระหว่างแบบทดสอบที่มีลักษณะมาตรวัดต่างกันหรือเป็นการเชื่อมโยงคะแนนระหว่าง 2 สเกลนั่นเอง ซึ่งความแตกต่างอย่างชัดเจนของคะแนนที่ได้จาก 2 สเกล โดยนำมาปรับเทียบให้อยู่บนมาตราวัดที่มีลักษณะร่วมกัน (Scaling) กับการปรับเทียบคะแนน (Equating) คือ ถ้าสิ่งที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากัน จะมีผลเช่นเดียวกัน



ในทุกกลุ่มย่อยของประชากรผู้สอบ และการใช้คะแนนทดแทนกันได้ (Interchangeable) เป็นคุณสมบัติที่ได้จากการเชื่อมโยงคะแนนด้วยวิธีการปรับเทียบคะแนน ส่วนการสร้างสเกลหรือคะแนนความสอดคล้อง จะไม่มีคุณสมบัติของการใช้คะแนนทดแทนกันได้

สำหรับลักษณะเด่นที่ใช้ในการจำแนกระหว่างการปรับเทียบและการสร้างสเกล คือ คุณสมบัติของความสมมาตร (Symmetric) เช่น เมื่อนำคะแนนมาปรับเทียบกันระหว่างแบบทดสอบ X กับแบบทดสอบ Y คะแนนจากแบบทดสอบ X ที่ได้ 150 คะแนน จะเท่ากับแบบทดสอบ Y ที่ได้ 25 คะแนน เป็นต้น แต่ถ้าเป็นคะแนนที่ได้มาจากคะแนนความสอดคล้อง สามารถกล่าวได้เพียงว่าระดับของคะแนนจากแบบทดสอบ X และแบบทดสอบ Y อยู่ในระดับเดียวกันเนื่องจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับที่นำมาสร้างคะแนนความสอดคล้องมีการวัดโครงสร้างต่างกัน

3. การทำนาย (Prediction) เป็นการเชื่อมโยงคะแนนที่อยู่ภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นของแบบทดสอบที่ผู้ออกข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับแบบทดสอบมากที่สุด แต่ผลของคะแนนไม่มีคุณลักษณะของความสมมาตร (Symmetric) ซึ่งผลของคะแนนที่ได้จากการเชื่อมโยงคะแนน เรียกว่า คะแนนที่คาดหวัง (Expected Scores)

Kolen และ Brennan (2004) กล่าวว่า การเชื่อมโยงคะแนนไม่ควรพิจารณาเฉพาะระดับความคล้ายคลึงกันของแบบทดสอบเท่านั้น แต่ควรพิจารณาถึงหลักเกณฑ์อื่น ๆ ด้วย ซึ่งจากแนวคิดของ Feuer และคณะ (1999) ที่เสนอเกี่ยวกับการวัดในกรณีที่มีแบบทดสอบขาดคุณลักษณะของความร่วมกัน และจากการจำแนกประเภทตามแนวคิดของ Mislevy (1992) และ Linn (1993) ที่ใช้เกณฑ์ในการพิจารณาความร่วมกันของแบบทดสอบ คือ โครงร่างของแบบทดสอบที่มีลักษณะเดียวกันและมีการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบที่มีลักษณะเดียวกัน โดยที่โครงร่างของแบบทดสอบ คือ แนวคิดในการตอบคำถามว่า แบบทดสอบนั้นมีโครงสร้างหรือคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกันหรือไม่ ส่วนการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบ คือ แนวคิดในการตอบคำถามว่า คุณลักษณะของแบบทดสอบทั้งสองฉบับที่ต้องการวัดมีความคล้ายคลึงกันหรือไม่

เมื่อนำแนวคิดของ Mislevy (1992) Linn (1993) Feuer และคณะ (1999) และ Kolen และ Brennan (2004) มาสังเคราะห์ร่วมกัน สามารถจำแนกประเภทของการเชื่อมโยงคะแนนในรูปแบบต่าง ๆ พร้อมทั้งหลักเกณฑ์ในการพิจารณา ดังตาราง 4



ตาราง 4 ประเภทของการเชื่อมโยงคะแนนตามแนวคิดของ Mislevy (1992) และ Linn (1993) และระดับของความคล้ายคลึงกันระหว่างแบบทดสอบสองฉบับ

ประเภท	การสรุปอ้างอิง (Inferences)	โครงสร้าง/คุณลักษณะ (Constructs)	กลุ่มประชากรผู้สอบ (Populations)	คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ใช้ในการวัด (Measurement characteristics)
การปรับเทียบคะแนน (Equating)	มีลักษณะเดียวกัน	มีลักษณะเดียวกัน	มีลักษณะเดียวกัน	มีลักษณะเดียวกัน
การสร้างสเกลในแนวตั้ง (Vertical Scaling)	มีลักษณะเดียวกัน	มีลักษณะเดียวกัน/คล้ายคลึงกัน	ไม่มีความคล้ายคลึงกัน	มีลักษณะเดียวกัน/คล้ายคลึงกัน
คะแนนความสอดคล้อง (Concordance/Moderation)	มีลักษณะเดียวกัน	มีความคล้ายคลึงกัน	มีลักษณะเดียวกัน/คล้ายคลึงกัน	มี/ไม่มีความคล้ายคลึงกัน
การฉายภาพ (Projection)	มี/ไม่มีความคล้ายคลึงกัน	มี/ไม่มีความคล้ายคลึงกัน	มีความคล้ายคลึงกัน	ไม่มีความคล้ายคลึงกัน
การปรับค่าทางสถิติ (Statistical Moderation)	มี/ไม่มีความคล้ายคลึงกัน	มี/ไม่มีความคล้ายคลึงกัน	มี/ไม่มีความคล้ายคลึงกัน	ไม่มีความคล้ายคลึงกัน

ที่มา : Kolen and Brennan (2004)

กล่าวโดยสรุป แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของการเชื่อมโยงคะแนนและเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ไม่ว่าจะเป็นแนวคิดของ Mislevy (1992) และ Linn (1993) ที่จำแนกรูปแบบการเชื่อมโยงคะแนน และ Feuer และคณะ (1999) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการวัดในกรณีที่แบบทดสอบสองฉบับขาดความร่วมมือกันหรือไม่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งแต่ละแนวคิดยังไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุดที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมโยงคะแนนได้ (Kolen and Brennan. 2004) ดังนั้น ในการเชื่อมโยงคะแนนระหว่างแบบทดสอบสองฉบับควรมีการกำหนดกรอบการดำเนินงานให้ชัดเจนและควรพิจารณาถึงการแปลผลของคะแนนด้วยว่าจะสามารถแสดงถึงความสามารถที่แท้จริง และคะแนนที่ได้เป็นตัวแทนที่ดีของผู้เรียนได้มากน้อยเพียงไร

#### 7. วิธีการเชื่อมโยงคะแนนตามโมเดล MIRT (MIRT Linking Method)

กฎการเชื่อมโยงคะแนน เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากการประมาณค่าที่แยก จากกันแต่มีค่าความสามารถร่วมกัน และตั้งอยู่บนข้อตกลงเบื้องต้นของความไม่เท่าเทียมกันของผู้สอบ 2 กลุ่ม แต่มีข้อสอบร่วมกัน มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างการประมาณค่าพารามิเตอร์ 2 ชุด ที่มีลักษณะเหมือนกัน (Similar) เพื่อแปลงค่าพารามิเตอร์จากกลุ่มหนึ่งไปยังอีกกลุ่มหนึ่ง ที่เกี่ยวข้องกัน



ความไม่แปรเปลี่ยนของสเกล (Scale Invariance) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของ IRT ในการแปลงผลของสเกลความสามารถให้อยู่ในค่าเดียวกัน (Same Exponent Value) ในเชิงเส้นตรง ดังสมการ

$$P(x_{is} = 1 | \theta_j, \beta_i, \alpha_i, \gamma_i) = \gamma_i + (1 - \gamma_i) \int_{-\infty}^{\alpha_i(\theta_j - \beta_i)} \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} \exp(-t^2 / 2) dt$$

เมื่อ  $P(x_{ij} = 1 | \alpha_i, d_i, \theta_i, c_i)$  แทน ความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้อง ( $x_{ij} = 1$ ) ของข้อสอบข้อที่  $i$  ของบุคคลที่  $j$  ในมิติที่  $m$

โดย  $x_{ij}$  แทน คะแนนที่ได้ 0 (ตอบผิด) หรือ 1 (ตอบถูก) ในข้อสอบข้อที่  $i$  ของบุคคลที่  $j$

$\theta_j$  แทน ค่าพารามิเตอร์ที่อธิบายความสามารถของบุคคลที่  $j$

$\alpha_i$  แทน ค่าพารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กับอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่  $i$  ในแต่ละมิติของ  $m$

$\beta_i$  แทน ค่าพารามิเตอร์ที่มีลักษณะเป็นสเกลลาที่มีความสัมพันธ์กับความยากของข้อสอบข้อที่  $i$

เพื่อให้รูปแบบการตอบข้อสอบ ถ้าค่าพารามิเตอร์ข้อสอบและค่าพารามิเตอร์ความสามารถถูกแปลงไปยังทิศทางที่สอดคล้องกัน นั้นหมายความว่า ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบจะทำข้อสอบข้อนั้นได้ถูกต้องเมื่อสเกลและค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบได้ถูกแปลงคะแนนได้อย่างเหมาะสม ในทางปฏิบัติ การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบสามารถทำให้คล้ายกัน แต่ไม่สามารถระบุได้ เนื่องจากความแตกต่างของทั้ง 2 เซต ที่มีการกำหนดโมเดลที่เหมาะสม และยังขึ้นอยู่กับชนิดที่ใช้ในการเชื่อมโยงคะแนนที่ใช้เป็นเงื่อนไขในการดำเนินการแปลงคะแนนด้วย

Li และ Lissitz (2000 : 115-138) ได้ระบุการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสม (Indeterminacy) เพื่อใช้เป็นวิธีการในการปรับเทียบคะแนน (MIRT Equating) ให้เกิดความถูกต้องไว้ 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) การกำหนดการหมุนแกนที่เหมาะสม (Rotational Indeterminacy) 2) การกำหนดหน่วยที่เหมาะสม (Unit Indeterminacy) และ 3) การกำหนดจุดกำเนิดที่เหมาะสม (Origin Indeterminacy) โดยการหมุนแกนที่เหมาะสมมีวิธีในการหมุนแกนของแบบทดสอบปรับเทียบคะแนน เพื่อให้เชื่อมต่อกับแบบทดสอบฐาน สำหรับการกำหนดขนาดของหน่วยที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการระบุแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนให้มีการหดหรือขยาย เพื่อให้เชื่อมกับหน่วยของแบบทดสอบฐาน ส่วนการกำหนดจุดกำเนิดที่เหมาะสม สามารถกระทำได้โดยการแปลงจุดกำเนิดที่มีการระบุมิติที่หลากหลายของแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนไปยังจุดกำเนิดของแบบทดสอบฐาน

วิธีการเชื่อมโยงคะแนนมีหลากหลายวิธี (Hirsch. 1989 ; Li and Lissitz. 2000 ; Thompson, Nering and Davy. 1997 ; Oshima, Davy and Lee. 2000 ; Min. 2003 ; Reckase and Martinie. 2004) ที่พัฒนามาตามลำดับตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ซึ่งแต่ละวิธีนิยมออกแบบโดยใช้ข้อสอบร่วม เพื่อเป็นเครื่องมือในการเชื่อมโยงแบบทดสอบที่มีหลายฉบับให้สามารถอยู่





บนสเกลที่สามารถเปรียบเทียบกันได้ อย่างไรก็ตาม ในแต่ละวิธีของการเชื่อมโยงคะแนน จะมีวิธีการที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของคุณลักษณะของค่าสถิติ (Statistical Characteristics) และมีเกณฑ์ที่เหมาะสมมากที่สุด (Optimization Criteria) เช่น อะไรที่มีผลทำให้วิธีการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสม ทั้ง 3 ลักษณะมีค่ามากที่สุดหรือน้อยที่สุด เป็นต้น โดยมีรายละเอียดของแต่ละวิธีดังนี้

#### 1. วิธีการของ Hirsch (Hirsch's Method)

Hirsch (1988 : 1989) ได้พัฒนาวิธีการเชื่อมโยงคะแนนตามโมเดล MIRT บนพื้นฐานของการออกแบบโดยใช้ผู้สอบร่วม (Common Examinee Design) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนของการแปลงคะแนน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การค้นหาเวกเตอร์ตั้งฉากที่เป็นแกนหลักหรือส่วนสำคัญ (Orthogonal Basis Vectors)

ขั้นตอนที่ 2 เมตริกซ์การหมุนแกนแบบตั้งฉาก (Orthogonal Procrustes Rotation) จะค้นหาไปตามเส้นตรงของระบบแกนอ้างอิง (Reference System) ระหว่างผู้สอบทั้งสองกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 วิธีการในขั้นตอนที่ 1 และ 2 นำไปสู่การหมุนแกนการแปลงคะแนน โดยกำหนดตำแหน่งสเกลที่เหมาะสม (Scaling Indeterminacy) ซึ่งยึดแนวคิดเชิงเส้นตรงของการเชื่อมโยงคะแนนตามโมเดล UIRT เช่น วิธี Mean and Sigma หรือ วิธี Stocking and Lord (1983) เป็นต้น

วิธีการของ Hirsch สามารถให้ค่าขั้นแรกที่สุดคล้องกับการเชื่อมโยงคะแนนตามโมเดล MIRT แต่วิธีการดังกล่าวมีหลายขั้นตอนและมีความซับซ้อน เพื่อนำไปสู่เมตริกซ์การหมุนแกนในเวกเตอร์ที่มีความแตกต่างกันระหว่างเมตริกซ์ของกลุ่มฐานและเมตริกซ์ของกลุ่มปรับเทียบคะแนน อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันนิยมนำโปรแกรมเข้ามาช่วยในกระบวนการดังกล่าว ซึ่งทำได้ง่ายและมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น เช่น TESTFACT (Wilson, Wood and Gibbons. 1991) และโปรแกรม NOHARM เป็นต้น โดยมีการให้คำมิตีความสามารถของการหมุนแกนแบบตั้งฉาก ซึ่งในขั้นตอนที่ 2 (เมตริกซ์การหมุนแกนแบบตั้งฉาก) จะค้นหาไปตามเส้นตรงของระบบแกนอ้างอิง (Reference System) ระหว่างผู้สอบทั้งสองกลุ่ม จะไม่นำมาศึกษาในโปรแกรมสำหรับผู้สอบหลายกลุ่มหรือแบบทดสอบหลายฉบับ ดังนั้น จึงเหลือเพียงขั้นตอนที่ 1 และ 3 ซึ่งมีวิธีการที่คล้ายคลึงกับวิธีการเชื่อมโยงคะแนนของ Li และ Lissitz (2000 : 115-138)

#### 2. วิธีการของ Thompson, Nering, and Davy (Thompson, Nering, and Davy's Method)

ในปี ค.ศ. 1997 Thomson และคณะ ได้พัฒนากระบวนการเชื่อมโยงคะแนนสำหรับแบบทดสอบที่มีความหลากหลาย เมื่อแบบทดสอบไม่เป็นแบบทดสอบร่วมและกลุ่มผู้สอบไม่มีกลุ่มผู้สอบร่วม โดยโต้แย้งว่าสารสนเทศที่ได้จากการเชื่อมโยงคะแนนจะมีความแตกต่างกันในแบบทดสอบแต่ละฉบับ ซึ่งมาจากสมมติฐานของการสุ่มผู้สอบที่มีความเท่าเทียมกัน และการระบุงุ่มเนื้อหาของข้อสอบเดียวกัน แม้ว่าวิธีดังกล่าวจะมีผลในทางปฏิบัติ เนื่องจากมีการผ่อนคลายนข้อตกลงเบื้องต้นของการปรับเทียบคะแนนที่ไม่ต้องมีข้อสอบร่วมหรือผู้สอบร่วม แต่สมมติฐานดังกล่าวก็ยังไม่เป็นที่ยอมรับ เนื่องจากสมมติฐานของความเท่าเทียมกันแบบสุ่มของกลุ่มผู้สอบค่อนข้างหายาก และจำเป็นต้องอาศัยกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่และเกิดจากกระบวนการสุ่ม และการระบุงุ่มคล้ายคลึง



กันของกลุ่มข้อสอบค่อนข้างที่จะเป็นปัญหาและจำเป็นต้องใช้จำนวนชุดข้อสอบเป็นจำนวนมาก ซึ่ง Li และ Lissitz (2000 : 115-138) ให้ข้อสังเกตว่า วิธีดังกล่าวเหมาะสมในเชิงทดลองมากกว่าการนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง โดยจำเป็นต้องพัฒนากระบวนการและวิธีการดังกล่าวให้ชัดเจนมากขึ้น เพื่อให้มีผลในทางปฏิบัติ

### 3. วิธีการของ Oshima, Davy และ Lee (Oshima, Davy and Lee's Method)

Oshima, Davy และ Lee (2000 : 357-373) ได้พัฒนาวิธีการเชื่อมโยงคะแนนที่เรียกว่า วิธีการ "ODL" (Oshima, Davy and Lee's Method) ซึ่งใช้ข้อสอบร่วม โดยชุดของข้อสอบร่วมจะรวมอยู่ในแบบทดสอบที่มีหลายฉบับเพื่อนำไปสู่สเกลร่วมกัน การแปลงคะแนนของค่าพารามิเตอร์ที่เป็นโมเดลความสามารถในมิติหนึ่งสามารถชดเชยกันได้ (Compensatory Multidimensional Model) สมการ  $a_i' \theta_j + d_i$  เป็นส่วนสำคัญที่จะนำไปสู่สมการการเชื่อมโยงคะแนน ดังนี้

$$\begin{aligned} a_i^* &= (A^{-1})' a_i \\ d_i^* &= d_i - a_i^* A^{-1} \beta \\ \theta_j^* &= A \theta_j + \beta \end{aligned}$$

โดย  $A$   $(m \times m)$  แทน เมตริกซ์การหมุนแกน (Rotation Matrix) (เมื่อ  $m$  คือ จำนวนของมิติ)  
 $B$   $(m \times 1)$  แทน เวกเตอร์การแปลงคะแนน (Translation Vector)  
 $*$  แทน ตัวบ่งชี้ค่าพารามิเตอร์การแปลงคะแนน

จากสมการจะเห็นว่าเมตริกซ์การหมุนแกน  $A$  มี 2 ฟังก์ชัน คือ  $a$  เป็นการหมุนแกนเพื่อหาทิศทางที่เหมาะสม และ  $b$  เป็นการปรับเทียบความแปรปรวนของมิติความสามารถ สำหรับเวกเตอร์การแปลงคะแนน  $B$  ใช้ในการเลื่อนจุดขึ้นจากจุดกำเนิด เพื่อเปลี่ยนตำแหน่งจุดกำเนิดใหม่ของสเกล ซึ่งความเท่าเทียมกันของการแปลงค่าพารามิเตอร์และเปลี่ยนจุดกำเนิด สามารถแสดงได้ดังสมการ

$$a_i^* \theta_j^* + d_i^* = (a_i' A^{-1}) (A \theta_j + \beta) + (d_i - a_i' A^{-1} \beta) = a_i' \theta_j + d_i$$

สมการข้างต้นเป็นส่วนประกอบของการแปลงคะแนนเป็นค่าสถิติไปยังแบบทดสอบอีกฉบับ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์แรกเริ่มที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้อง นอกจากนี้ Oshima และคณะ ได้เปรียบเทียบวิธีการเชื่อมโยงคะแนน โดยอาศัยเกณฑ์การประเมินที่ต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า วิธีฟังก์ชันลักษณะของแบบทดสอบ (Test Characteristic Function : TCF) และฟังก์ชันลักษณะของข้อสอบ (Item Characteristic Function : ICF) เป็นวิธีที่มีความคงที่มากกว่า



วิธีอื่นที่ศึกษา (Direct Method และ Equated Function Method) โดยวิธีทั้งสองได้รับความนิยมให้จัดอยู่ในประเภทของการทำให้มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งวิธี TCF เป็นวิธีการแบบพหุมิติที่แผ่ขยายมาจากวิธีการของ Stocking และ Lord (1983) โดยอาศัยความแตกต่างน้อยสุดระหว่างการตอบข้อสอบของแบบทดสอบสองฉบับ ที่เป็นข้อสอบพร้อม เช่น การรวมพื้นผิวการตอบข้อสอบของข้อสอบพร้อม ในขณะที่วิธี ICF เป็นวิธีการที่จะทำให้ผลรวมของความแตกต่างยกกำลังสองระหว่างพื้นผิวการตอบข้อสอบมีค่าน้อยที่สุด และสรุปได้ว่า วิธี TCF เป็นการประมาณค่าเมตริกซ์การหมุนแกนที่ดีที่สุดมากกว่าวิธีแยกย่อยวิธีอื่น ๆ และมีความสัมพันธ์กับเวกเตอร์การแปลงคะแนนในระดับสูง

ฟังก์ชันน้อยที่สุด สำหรับวิธี TCF สามารถแสดงได้ดังสมการ

$$T(\theta) = \sum_{i=1}^n P_{i(\theta)}$$

$$\sum_{\theta} W_{\theta} [T_B(\theta) - T_E^*(\theta)]^2$$

โดย  $T_B, T_E^*$  แทน ค่าที่บ่งชี้คะแนนที่คาดหวังของข้อสอบพร้อมของผู้สอบ สำหรับแบบทดสอบฐานและแบบทดสอบปรับเทียบคะแนน

$W_{\theta}$  แทน ค่าแสดงน้ำหนักที่อยู่ในตำแหน่งของมิติความสามารถ  $\theta$  ซึ่งมีความสำคัญมากกว่าตำแหน่งอื่น

จากสมการข้างต้น แม้ว่าน้ำหนักทั้งหมดมีค่าเท่ากับเขตพื้นที่ทั้งหมด แต่ผลการประมาณค่า ที่ได้เป็นการประมาณค่าชนิดไม่ถ่วงน้ำหนัก และวิธี ODL มีความเป็นหนึ่งเดียว เนื่องจากการประมาณค่า โดยใช้เมตริกซ์การหมุนแกนและเวกเตอร์การแปลงคะแนนที่สามารถวิเคราะห์ในครั้งเดียวกันได้ แต่การหมุนแกนแบบตั้งฉากไม่มีการกำหนดค่าที่แน่นอน หมายความว่า ตำแหน่งเวกเตอร์ของข้อสอบในมิติทั้งก่อนและหลังการหมุนแกนไม่เหมือนกันนั่นเอง

#### 4. วิธี Li และ Lissitz (Li and Lissitz's Method)

ในปี ค.ศ. 2000 Li and Lissitz ได้พัฒนาวิธีเชื่อมโยงคะแนนที่เรียกว่า “LL” (Li and Lissitz's Method) ซึ่งพัฒนากระบวนการเชื่อมโยงคะแนนที่ต่างกัน 4 วิธี ออกแบบโดยใช้ข้อสอบพร้อมผลที่ได้พบว่า วิธีที่ดีที่สุด คือ การแปลงคะแนนรวม (Composite Transformation) ประกอบด้วยขั้นตอนการเชื่อมโยงคะแนน 3 ส่วน คือ

4.1 เมตริกซ์การหมุนแกนจากวิธีการหมุนแกนแบบตั้งฉาก

4.2 เวกเตอร์การแปลงคะแนน ได้โดยวิธีการประมาณค่าน้อยที่สุดของความแตกต่างน้อยสุดระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากก่อนการแปลงคะแนนกับพารามิเตอร์ที่ได้จากการแปลงคะแนน

4.3 ค่าคงที่ของศูนย์กลางการเลื่อนแกน (Central Dilation) ได้จากวิธีของจุดที่ตัดกัน (Trace Method) ของผลรวมที่น้อยที่สุดของความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง



วิธีการ LL เป็นชุดของสมการเชื่อมโยงคะแนนไปยังโมเดลค่าพารามิเตอร์การแปลงคะแนนของ  $a_i' \theta_j + d_i$  สามารถแสดงสมการองค์ประกอบได้ดังนี้

$$\begin{aligned} a_i^* &= k a_i' T \\ d_i^* &= d_i - a_i' T m \\ \theta_j^* &= (1/k) (T^{-1} \theta_j + m) \end{aligned}$$

โดย  $T$   $(m \times m)$  แทน เมตริกซ์การหมุนแกนแบบตั้งฉาก  
 $m$   $(m \times 1)$  แทน เวกเตอร์การแปลงคะแนนสำหรับ Location  
 $k$  แทน ค่าคงที่ Central Dilation สำหรับหน่วยการเปลี่ยนแปลง

จากสมการดังกล่าว สามารถสรุปสมการก่อนและหลังการแปลงคะแนนได้ดังนี้

$$a_i'^* \theta_j^* + d_i^* = (k a_i' T) (1/k) (T^{-1} \theta_j + m) + (d_i - a_i' T m) = a_i' \theta_j + d$$

Li และ Lissitz ได้เสนอวิธีการเชื่อมโยงคะแนนที่มีความยุติธรรมใน 3 ส่วนประกอบ คือ การหมุนแกน (Rotation) การแปลงคะแนน (Translation) และการกำหนดจุดศูนย์กลางการเลื่อนแกน (Central Dilation) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่มีความแกร่งในการให้ข้อมูลสารสนเทศเพื่อระบุขั้นตอนของค่าการแปลงคะแนนแบบพหุมิติได้ถูกต้อง

ในขณะที่วิธีการ ODL (Oshima, Davy and Lee's Method) เป็นวิธีที่เกี่ยวข้องกับการระบุทิศทางของมิติและหน่วยการเปลี่ยนแปลง (Unit Change) ไปยังเมตริกซ์การหมุนแกนแบบไม่ใช่มุมฉากเท่านั้น ซึ่ง Li และ Lissitz ได้แผ่ขยายไปอีก 2 ส่วนประกอบ คือ การหมุนแกนแบบตั้งฉากและการศึกษาค่าคงที่ศูนย์กลางการเลื่อนแกน (Central Dilation) เมื่อ Central หมายถึง หน่วยการเปลี่ยนแปลง โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าเป็นค่าคงที่ข้ามมิติที่ศึกษา เช่น 1 สเกลลา ( $k$ ) สามารถนับสำหรับหน่วยการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด โดยระบุว่าค่าคงที่ศูนย์กลางการเลื่อนแกน ซึ่งมีลักษณะทางคณิตศาสตร์มีผลที่ตรวจสอบได้และเป็นเหตุเป็นผลที่ถูกต้องในเชิงสัมพัทธ์

กระบวนการเชื่อมโยงคะแนนที่ดีที่สุดของวิธี LL คือ ค่าที่น้อยที่สุดตามฟังก์ชันการหมุนแกน ( $T$ ) ค่าคงที่การเลื่อนแกน ( $k$ ) และเวกเตอร์การแปลงคะแนน ( $m$ ) ดังสมการ

$$\begin{aligned} E_1 &= k A_E T - A_B \\ \text{tr}(E_1' E_1) &= \text{tr}(k A_E T - A_B)' (k A_E T - A_B) \end{aligned}$$



$$Q = \sum_{i=1}^n (d_{iB} - d_{iB}^*)^2$$

โดย	$tr$	แทน Operation Matrix ของผลรวมของส่วนประกอบที่มีลักษณะเป็นเมตริกซ์แนวทแยง (Trace Matrix)
	$A$	แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	$D$	แทน ค่าความยากของข้อสอบ
	$B$	แทน แบบทดสอบฐาน
	$E$	แทน แบบทดสอบปรับเทียบคะแนน
	*	แทน ตัวบ่งชี้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงคะแนนไปยังมิติของแบบทดสอบฐาน

### 5. วิธี M (Min's Method)

วิธี M เป็นวิธีเชื่อมโยงคะแนนที่พัฒนาโดย Min (2003) ซึ่งได้พิจารณาค่าพารามิเตอร์การเลื่อนแกน (Dilation) ที่มีลักษณะเป็นสเกลลาตามวิธี “LL” (Li and Lissitz's Method) และพบจุดอ่อนที่สำคัญของวิธีดังกล่าว คือ ความไม่เพียงพอของสเกลการเชื่อมโยงคะแนนที่มีลักษณะหลายมิติสำหรับการหดหรือการขยาย (Compressing/Dilating) ซึ่งค่าการเลื่อนแกนที่เป็นสเกลลา (Scalar Dilation Parameter) สามารถขยายสเกลไปแต่ละมิติให้อยู่ในลักษณะที่เป็นรูปแบบเหมือนกันโดยตรง แต่เมื่อแยกการประมาณค่าตามโมเดล MIRT ที่มีหลากหลายรูปแบบ อาจส่งผลให้สเกลมีการขยายไปยังมิติที่หลากหลายในระดับต่างกัน ทำให้มีปัญหาในการประมาณค่าสำหรับการปรับเทียบแนวตั้งที่มีหลายระดับที่ต่างกัน ดังนั้น Min จึงแก้ไขจุดอ่อนดังกล่าว โดยมุ่งที่จะเชื่อมโยงคะแนนในลักษณะขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ (Algorithm) ทำการแทนค่าสเกลการเลื่อนแกนด้วยเมตริกซ์ (Diagonal Dilation Matrix) ทำให้ผลที่ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยวิธี M แตกต่างจากวิธี LL คือ ยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงหน่วยความยาว (Unique Unit Change) ในแต่ละมิติมากกว่าการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ในมิติทั้งหมดโดยรวม อีกทั้ง วิธี M แตกต่างจากวิธี TCF (วิธีการของ Oshima, Davy, and Lee) และ NOP (จะกล่าวในหัวข้อ 3.7.6) คือ วิธี M จะยึดการหมุนแกน (Rotation) และระยะของมาตรวัด อีกทั้งมีขั้นตอนที่ต่างกัน โดยใช้การหมุนแกนแบบตั้งฉาก (Orthogonal Procrustes Rotation) ซึ่งสามารถเขียนสมการในการแปลงคะแนน ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} a_i^* &= a_i^* TK \\ d_i^* &= d_i - a_i^* Tm \\ \theta_j^* &= K^{-1} (T^{-1} \theta_j + m) \end{aligned}$$

เมื่อ	$K_{jj}$	แทน diagonal dilation matrix
	$T$	แทน เมตริกซ์การหมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation Matrix) สำหรับใช้ในการกำหนดทิศทาง



- $M$  แทน เวกเตอร์การแปลงคะแนนสำหรับการกำหนดตำแหน่ง (Location)  
 $a_i$  แทน เวกเตอร์ของค่าพารามิเตอร์ที่มีความสัมพันธ์กับอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่  $i$  ในแต่ละมิติที่มีจำนวน  $m$  มิติ  
 $D$  แทน ค่าพารามิเตอร์ที่มีลักษณะเป็นสเกลลาที่มีความสัมพันธ์กับความยากของข้อสอบข้อที่  $i$   
 $\theta_j$  แทน เวกเตอร์ของค่าพารามิเตอร์ที่อธิบายความสามารถของผู้สอบคนที่  $j$  ในมิติที่  $m$  (m-dimension space)

หมายเหตุ : \* เป็นสัญลักษณ์ที่บ่งชี้ถึงค่าที่มีการแปลงคะแนนจากแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนไปยังแบบทดสอบฐาน

จากสมการข้างต้น จะเห็นได้ว่า  $K$  เป็น Diagonal Dilation Matrix ซึ่งสถานการณ์  
 ที่นี้ ระบุให้  $K = \begin{bmatrix} k_1 & 0 \\ 0 & k_2 \end{bmatrix}$  เมื่อ  $k_1$  ในเมตริกซ์  $K$  แทน ส่วนประกอบของการเลื่อนแกนในมิติที่ 1

ทำนองเดียวกับ  $k_2$  ในเมตริกซ์  $K$  แทน ส่วนประกอบของการเลื่อนแกนในมิติที่ 2 สำหรับ  
 ส่วนประกอบอื่นที่นอกเหนือจากแนวทแยงจะกำหนดให้เป็น 0 เนื่องจากมาตรวัดจะถูกนำไปแทนที่ยัง  
 แกนของมิติที่ต้องการวัดมากกว่าส่วนที่ไม่ใช่มุมฉาก และในแต่ละคอลัมน์ของ  $K$  จะประกอบด้วย  
 จำนวนที่มีค่าไม่เท่ากับ 0 เพื่อให้สอดคล้องกับมิติที่ต้องการศึกษาในแต่ละแกน

ความเท่าเทียมกันของส่วนประกอบในการแปลงค่าพารามิเตอร์และจุดกำเนิดโดยวิธี M  
 สามารถแสดงได้ดังสมการ

$$a_i^* \theta_j^* + d_i^* = (a_i^* T K) (K^{-1}) (T^{-1} \theta_j + m) + (d_i^* - a_i^* T m) = a_i' \theta_j + d_i$$

เกณฑ์น้อยที่สุด (Minimization Criteria) ที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการเชื่อมโยง  
 คะแนนโดยวิธี M จะใช้เกณฑ์เดียวกับวิธี LL อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบของค่าพารามิเตอร์การเลื่อน  
 แกน (Dilation :  $K$ ) ซึ่งมีลักษณะเป็นเมตริกซ์มากกว่าค่าคงที่ตามวิธี LL จะเป็นจุดที่ทั้งสองวิธีมีความ  
 แตกต่างกันอย่างชัดเจน

#### 6. การปรับเทียบคะแนนวิธี NOP (Non-Orthogonal Procrustes Method)

Reckase และ Martineau (2004) ได้เสนอแนะวิธี NOP (Non-Orthogonal Procrustes Method) เป็นวิธีแปลงคะแนนจากแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนไปยังมิติของแบบทดสอบฐาน โดยขึ้นอยู่กับความสอดคล้องที่เหมาะสมมากที่สุดของมิติในแบบทดสอบปรับเทียบคะแนนไปยังแบบทดสอบฐาน ข้อได้เปรียบของวิธี NOP คือ มีการตัดเมตริกซ์การเลื่อนแกน ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $K$  ออกจากสมการ รวมถึงค่าที่เป็นสเกลลาด้วย โดยวิธี NOP มีลักษณะที่คล้ายกับวิธี TCF (Test Characteristic Function) ที่มีได้ทำการศึกษาเมตริกซ์การเลื่อนแกน (Dilation Matrix)



จากการศึกษาของ Mulaik (1972) ที่ใช้กระบวนการหมุนแกนแบบมุมแหลม (Oblique) สามารถแสดงสมการเมตริกซ์การหมุนแกน (Rotation Matrix) ได้ดังนี้

$$T = (A'A)^{-1} A'B$$

$$a_i^* = a_i^* T$$

$$d_i^* = d_i + a_i^* T m$$

$$\theta_j^* = (T^{-1} \theta_j - m)$$

เมื่อ	$T$	แทน เมตริกซ์การหมุนแกน (Rotation Matrix) สำหรับการบอกตำแหน่ง
	$A$	แทน เมตริกซ์ของค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของแบบทดสอบปรับเทียบคะแนน
	$B$	แทน เมตริกซ์ของค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของแบบทดสอบฐาน
	$M$	แทน เวกเตอร์การแปลงคะแนนสำหรับการกำหนดตำแหน่ง (Location)
	$a_i$	แทน เวกเตอร์ของค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ $i$ ในแต่ละมิติที่มีจำนวน $m$ มิติ
	$D$	แทน ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่ $i$
	$\theta_j$	แทน เวกเตอร์ของค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบคนที่ $j$ ในมิติที่ $m$ (m-dimension space)

หมายเหตุ : \* เป็นค่าพารามิเตอร์ของการแปลงคะแนน (Transform Parameter) ไปยังแบบทดสอบฐาน

จากวิธี LL และวิธี M จะเห็นได้ว่าเวกเตอร์การแปลงคะแนนโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด ซึ่งเป็นค่าของ Q.Q ที่เป็นผลรวมของความแตกต่างยกกำลังสองระหว่างค่าพารามิเตอร์ความยากของแบบทดสอบฐานและแบบทดสอบปรับเทียบคะแนน สามารถแสดงได้ดังสมการ

$$Q = \sum_{i=1}^{m_i} (d_i - d_i^*)^2$$

เวกเตอร์การแปลงคะแนน  $m$  ตามวิธี LL จะมีความแตกต่างตามส่วนประกอบของ  $m$  ซึ่งกำหนดให้เท่ากับ 0 และสามารถคำนวณได้ในครั้งเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ถ้ามีการศึกษาในมิติที่มากขึ้นจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูงขึ้นไปด้วย



ในขณะที่วิธี NOP ได้แผ่ขยายแนวคิดจากสมการข้างต้น โดยให้ความสำคัญกับส่วนประกอบของ  $m$  ซึ่งเป็นการหาจุดกำเนิดที่เหมาะสม (Origin Indeterminacy) เพื่อแก้ไขจุดบกพร่องสามารถแสดงได้ดังสมการ

$$Q = \sum_{i=1}^m (d_i - d_i^*)^2 = (d_i - d_i^*)' (d_i - d_i^*)$$

จากสมการก่อนหน้านี้นี้ จะได้สมการเพิ่มเติมดังนี้

$$d_i^* = d_i + a_i' T m = d_i + a_i' m \rightarrow d_i^* = d_i + A_i m$$

ดังนั้น  $Q = (d_i - d_i^* - A_i m)' (d_i - d_i^* - A_i m)$

นั่นคือ

$$Q = (d_b' d_b + d_c' d_c + m' A_b' A_b m - 2d_b' d_c - 2d_b' A_b m + 2d_c' A_b m)$$

ซึ่ง  $d_{c-b} \equiv d_c - d_b$

ดังนั้น

$$Q = (d_b' d_b + d_c' d_c + m' A_b' A_b m - 2d_b' d_c - 2d_b' A_b m + 2d_{c-b}' A_b m)$$

จะได้

$$\begin{aligned} \frac{\partial Q}{\partial m} &= \frac{\partial (2d_{c-b}' A_b m + m' A_b' A_b m)}{\partial m} \\ &= 2d_{c-b}' A_b + 2m' A_b' A_b \end{aligned}$$

เมื่อกำหนดให้สมการดังกล่าวมีค่า 0 จะได้ค่า  $m$  ดังนี้





$$\begin{aligned}
 2d'_{c-b}A_{\bar{b}} + 2m'A'_{\bar{b}}A_{\bar{b}} &= 0 \\
 d'_{c-b}A_{\bar{b}} + m'A'_{\bar{b}}A_{\bar{b}} &= 0 \\
 -m'A'_{\bar{b}}A_{\bar{b}} &= d'_{c-b}A_{\bar{b}} \\
 m' &= -d'_{c-b}A_{\bar{b}}(A'_{\bar{b}}A_{\bar{b}})^{-1}
 \end{aligned}$$

อย่างไรก็ตามวิธี NOP ค่อนข้างซับซ้อนในเชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เมื่อมีจำนวนมิติที่มากเกินไป นั่นคือ มองในบริบทของโมเดลและความคลาดเคลื่อนจากการสุ่ม อาจมีผลทำให้การแปลงคะแนนโดยวิธี NOP เกิดข้อผิดพลาดได้

จากวิธีการเชื่อมโยงคะแนนในบริบทของการปรับเทียบคะแนนที่กล่าวข้างต้น สามารถสรุปวิธีการและเงื่อนไขในการศึกษาการเชื่อมโยงคะแนน ได้ดังตาราง 5



ตาราง 5 สรุปวิธีการและเงื่อนไขการเชื่อมโยงคะแนนตามโมเดล MIRT

ผู้พัฒนา	วิธีการ	ชนิดการเชื่อมโยงคะแนน		วิธีหมุนแกน		ลักษณะของค่า Dilation		ส่วนประกอบของการเชื่อมโยงคะแนน			จุดเด่นของวิธีการ
		Equating	Vertical Scaling	OP	NOP	Scalar	Matrix	Rotation Matrix	Translation Vector	Central Dilation	
Hirsch (1989)	Hirsch	✓	-	✓	-	✓	-	✓	✓	-	เป็นพื้นฐานสำคัญของ MIRT Equating
Thompson, Nering and Davy (1997)	Thompson และคณะ	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	การออกแบบไม่ใช่แบบสอบรวมหรือกลุ่มผู้สอบรวม
Oshima, Davy and Lee (2000)	ODL	✓	-	-	✓	-	-	✓	✓	-	ประมาณค่าโดยใช้ Rotation Matrix และ Transformation Vector ที่สามารถวิเคราะห์ในคราวเดียวกันได้
Li and Lissitz (2000)	LL	✓	-	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	พัฒนาส่วนประกอบของการเชื่อมโยงคะแนนแบบพหุมิติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
Min (2003)	M	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	แก้ไขจุดอ่อนของวิธี LL โดยทำการแทนค่าสเกลลาของการเลื่อนแกน ด้วยเมตริกซ์ (Diagonal Dilation Matrix) ทำให้ผลที่ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
Reckase and Martineau (2004)	NOP	✓	✓	-	✓	-	-	✓	✓	-	มีการตัดเมตริกซ์การเลื่อนแกน (Dilation) ซึ่งมีค่าเท่ากับ K ออกจากสมการ รวมถึงค่าที่เป็นสเกลลาด้วยเช่นกัน

หมายเหตุ : OP หมายถึง การหมุนแกนแบบตั้งฉาก (Orthogonal Procrustes)

NOP หมายถึง การหมุนแกนแบบไม่ตั้งฉาก (Non-Orthogonal Procrustes)

จะเห็นได้ว่า วิธีเชื่อมโยงคะแนนตามโมเดล MIRT มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งศึกษาในรูปแบบของการปรับเทียบคะแนน โดยในปัจจุบันนำมาประยุกต์ใช้กับการสร้างสเกลแนวตั้งเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีความสอดคล้องกับสภาพจริงในสถานการณ์การสอบ อย่างไรก็ตาม ยังอาศัยหลักการของการปรับเทียบคะแนนอยู่เช่นเดิม

### โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional IRT Models)

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional Item Response Theory Model : MIRT Model) ถือได้ว่าเป็นแนวคิดที่แผ่ขยายมาจากโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Unidimensional Item Response Theory Model; UIRT Model) เพื่อแก้ไขจุดอ่อนของข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นเอกมิติ โดยจะแตกต่างจากแนวคิดแบบเดิมในส่วนของการเบี่ยงวิธีของโมเดล MIRT ที่นำมาประยุกต์และการแปลความหมายของผลที่ได้

สัญลักษณ์ที่ปรากฏ กำหนดให้มีความหมาย ดังนี้

$\phi, \psi, \chi$  และ  $\rho$  แทน ฟังก์ชันของคะแนนในแต่ละข้อ

$X$  แทน ค่าสถิติที่ได้จากการสังเกตได้จากค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบและแบบสอบ

$\sigma$  แทน เวกเตอร์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ

$\gamma(\cdot)$  แทน ฟังก์ชัน Normalizing ที่จะสามารถรับประกันได้ว่าค่าที่อยู่ในฟังก์ชันของ IRT อยู่ในช่วง 0 และ 1

$X_{is}$  แทน ผลการตอบข้อสอบข้อที่  $i$  สำหรับผู้สอบคนที่  $s$  (0 หรือ 1)

$X_{isT}$  แทน ความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้องของผู้สอบคนที่  $s$  สำหรับข้อสอบข้อที่  $i$  โดยรวมทุกมิติ

$Z_{is}$  แทน ศักยภาพของผู้สอบคนที่  $s$  สำหรับข้อสอบข้อที่  $i$

$\theta_s$  แทน ระดับความสามารถในลักษณะ 1 มิติ สำหรับผู้สอบคนที่  $s$

$\alpha_i$  แทน ค่าอำนาจจำแนก (Lower asymptote or guessing)

$\delta_i$  แทน Easiness Intercept สำหรับข้อสอบข้อที่  $i$

$\beta_i$  แทน ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่  $i$

$\gamma_i$  แทน ค่าโอกาสการเดา สำหรับข้อสอบข้อที่  $i$

$\theta_{sm}$  แทน ระดับความสามารถ (trait level) สำหรับผู้สอบคนที่  $s$  ในมิติที่  $m$  สำหรับข้อสอบข้อที่  $i$

$\alpha_{im}$  แทน ค่าอำนาจจำแนก (Lower asymptote or guessing) สำหรับข้อสอบข้อที่  $i$  ในมิติที่  $m$

$\underline{\theta}_s$  แทน ระดับความสามารถของผู้สอบคนที่  $j$  จาก  $M$  ส่วนประกอบ (M components)

$\underline{\beta}_s$  แทน ค่าความยากของข้อสอบข้อที่  $i$  จาก  $M$  ส่วนประกอบ (M components)

$\underline{\beta}_{im}$  แทน ค่าความยากของข้อสอบข้อที่  $i$  สำหรับส่วนประกอบ  $m$



$\tau_{km}$	แทน	น้ำหนักส่วนประกอบที่เป็นตัวกระตุ้น $k$ ในองค์ประกอบ $m$
$q_{ikm}$	แทน	คะแนนของส่วนประกอบที่เป็นตัวกระตุ้น $k$ ในองค์ประกอบ $m$ ของข้อสอบข้อที่ $i$
$\beta_{ik}$	แทน	ค่าความยากตามเงื่อนไข $k$ ของข้อสอบข้อที่ $i$
$\lambda_{i(k)m}$	แทน	น้ำหนักที่ระบุโดยคุณลักษณะ $m$ ในข้อสอบข้อที่ $i$ ภายใต้เงื่อนไข $k$
$\zeta_{h(s)k(i)}$	แทน	การเพิ่มขึ้นของโอกาสในการตอบข้อสอบได้ถูกสำหรับข้อสอบในชนิดที่ $k$ ในขั้นที่ $h$

### 1. แนวคิดของการพัฒนาโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ

แนวคิดของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (MIRT) ได้มาจากแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญ จำแนกออกเป็น 2 กลุ่มแนวคิด โดยกลุ่มแรกเป็นการศึกษาโดย Spearman & Thurstone ทำการศึกษาและพบว่าโมเดล MIRT มีที่มาจากทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เนื่องจากลักษณะของการวิเคราะห์องค์ประกอบจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการวิเคราะห์ MIRT ส่วนอีกกลุ่มหนึ่ง เป็นการศึกษาของ Lazarsfeld กล่าวว่า MIRT ได้รับอิทธิพลมาจาก UIRT เช่นเดียวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบ แต่แนวคิดเกี่ยวกับ UIRT ในช่วงแรกยังไม่เป็นที่นิยมเหมือนเช่นปัจจุบัน จากทั้งสองแนวคิดอาจกล่าวได้ว่า MIRT เป็นแนวคิดที่แผ่ขยายมาจาก UIRT หรือเป็นกรณีเฉพาะของการวิเคราะห์องค์ประกอบ หรือโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Modeling) นั่นเอง เพื่อให้เห็นถึงความเหมือนและความต่างของการวิเคราะห์องค์ประกอบซึ่งเป็นรากฐานของโมเดล MIRT ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบและทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory : IRT) ที่มีความสัมพันธ์กับรากฐานของแนวคิด MIRT พร้อมทั้งเปรียบเทียบวิธีการของการวิเคราะห์องค์ประกอบ และ MIRT โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

#### 1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

การศึกษาของ Reckase (1997 : 271-286) พบว่า มีนักวิชาหลายท่านได้มีการศึกษาและเห็นตรงกันว่าถึงแม้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบและ MIRT จะมีลักษณะระเบียบวิธีทางด้านตัวเลขที่คล้ายกัน ซึ่งทั้งสองวิธีพยายามที่จะระบุสเกลสมมติฐานเพื่อถอดแบบข้อมูลเพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ข้อมูล โดยสเกลของการวิเคราะห์องค์ประกอบและ MIRT จะต้องมีการกำหนดจุดกำเนิด (Origin) และหน่วยของการวัด (Unit of Measurement) เหมือนกันแต่สิ่งที่ MIRT แตกต่างจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ เมื่อพิจารณาถึงคุณลักษณะของข้อสอบหรือตัวแปรตั้งต้น (Input Variable) พบว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบจะพิจารณาถึงความแตกต่างของลักษณะตัวแปรตั้งต้น เช่น ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เป็นต้น รวมถึงความเที่ยงของการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น การกำจัดตัวแปรแทรกซ้อนหรือตัวแปรที่ไม่จำเป็นออกจากโมเดลการวิเคราะห์ โดยการปรับค่าสถิติให้เป็นมาตรฐาน จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบจะให้ความสำคัญกับเมตริกซ์ความสัมพันธ์แต่ไม่ให้ความสำคัญกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรที่ทำการศึกษา เช่น จากการศึกษาของ Herman ได้อธิบายลักษณะของการวิเคราะห์องค์ประกอบว่า หลักการเบื้องต้นของการวิเคราะห์องค์ประกอบคือ เป็นกระบวนการการจัดกระทำกับข้อมูลหรือตัวแปรเพื่อจัดกลุ่มตัวแปรในการจำแนกประเภทหรือองค์ประกอบให้ได้จำนวน



น้อยที่สุด วิธีการดังกล่าวสามารถทำได้โดยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งเมตริกซ์ความสัมพันธ์ ถือเป็นข้อมูลหลักในการวิเคราะห์ โดยไม่ได้ให้ความสนใจกับค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่เป็นคุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับข้อสอบหรือตัวแปรตั้งต้นโดยตรง เช่น ค่าความยากของข้อสอบ อำนาจจำแนกของข้อสอบ หรือโอกาสในการเดาของข้อสอบ เป็นต้น แต่จะพิจารณาตัวแปรแทรกซ้อนอื่น ๆ ที่จะตัดออกจากโมเดลการวิเคราะห์เพื่อให้ความสัมพันธ์มีความถูกต้องมากขึ้น

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า มีบุคคล 5 กลุ่ม ที่ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบได้เด่นชัดที่สุด และเป็นการจุดประกายการแผ่ขยายแนวคิดของโมเดล MIRT ตามลำดับดังต่อไปนี้ (Reckase. 1997 : 271-286)

1) Horst (1965) ถือว่าเป็นบุคคลแรกที่จุดประกายเกี่ยวกับแนวความคิดของ MIRT โดยทำการศึกษารวิเคราะห์องค์ประกอบที่สามารถสรุปในรูปของเมตริกซ์ข้อมูล (Factor Analysis of Data Matrices) ซึ่งให้ความสำคัญกับความสอดคล้องของเมตริกซ์ข้อมูลเต็มรูปแบบ (Full Data Matrix) มากกว่าที่จะให้ความสำคัญกับเมตริกซ์ความสัมพันธ์ (Correlation Matrix) จากกลุ่มของตัวแปรสมมติฐาน ซึ่งกล่าวว่า เราควรที่จะให้ความสำคัญกับตัวแปรทั้งหมดของการวิเคราะห์องค์ประกอบซึ่งไม่สนใจเฉพาะ ตัวแปรที่ต้องการศึกษาเท่านั้น แต่ต้องทำการพิจารณาทั้งเมตริกซ์ของคะแนนที่สังเกตได้ และเมตริกซ์ของคะแนนจริง ซึ่งโดยปกติแล้วตัวแปร (Treatment) ที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ ได้มาจากเมตริกซ์ความสัมพันธ์ของคะแนนที่สังเกตได้ วิธีการดังกล่าวเป็นแนวคิดที่จะนำไปสู่ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คิดว่าน่าจะให้สารสนเทศที่มากกว่าเมตริกซ์ข้อมูล แต่ความเป็นจริงแล้วควรที่จะให้ความสำคัญกับเมตริกซ์ข้อมูล เป็นอันดับแรกเพื่อที่จะได้พิจารณาถึงปัญหาและเทคนิคในการนำมาใช้วิเคราะห์องค์ประกอบ โดยจากการพิจารณาเมตริกซ์ข้อมูลของคะแนนสังเกตได้ Horst ได้เปรียบเทียบความสัมพันธ์กับคุณลักษณะของตัวแปร โดยมุ่งประเด็นไปยังจุดเริ่มต้น (Origin) และหน่วยของการวัด (Unit of Measurement) และผลของการแปลงคะแนนในสเกลที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยมุ่งไปที่เมตริกซ์แบบแบ่งสอง (Binary Matrices) และพยายามที่จะทำให้เป็นมาตรฐานของตัวแปรแบบแบ่งสอง นอกจากนี้ยังได้แนะนำเกี่ยวกับความแปรผันบางส่วนของความยากของข้อสอบ (Dispersion of Item Preference) ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า “Partialing Out the Simplex” เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบและใช้สำหรับการประมาณค่าของข้อมูลในโมเดลที่ทำการศึกษา

อย่างไรก็ตามแม้แนวคิดของ Horst มีลักษณะคล้ายคลึงกับแนวคิดของโมเดล MIRT ในปัจจุบัน แต่เขายังมุ่งศึกษาไปที่การวิเคราะห์น้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) มากกว่าการมุ่งศึกษาคูณลักษณะของข้อสอบและผู้สอบ

2) Christoffersson (1975) มีแนวคิดของการวิเคราะห์องค์ประกอบใกล้เคียงกับแนวคิดของโมเดล MIRT มากกว่าแนวคิดของ Horst ในการสร้างโมเดลความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์ระหว่างการตอบข้อสอบและเวกเตอร์ค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ โดยใช้โมเดลปกติสะสม (Normal Ogive Model) เพื่อประมาณค่าอำนาจจำแนก (Threshold) ซึ่งคือค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบในโมเดล MIRT นั่นเอง โดยค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (Threshold) จะมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ ซึ่งมีค่าเท่ากับสัดส่วนของการตอบข้อสอบได้ถูกต้อง โดย Christoffersson นำเสนอค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) และมีการประมาณค่าอำนาจจำแนก (Threshold) ซึ่งคล้ายคลึงกับการวิเคราะห์ MIRT แต่มีความแตกต่างกันที่เด่นชัด 2 ประการ คือ ประการแรกมุ่งไปที่



คุณลักษณะข้อสอบที่มีลักษณะต่อเนื่องตามสมมติฐานมากกว่าที่จะมุ่งศึกษาความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้อง ส่วนประการที่สอง ความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้องไม่ได้นำเสนอในฟังก์ชันของค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและเวกเตอร์ของค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบ แต่ความน่าจะเป็นในที่นี้ คือ โมเดลซึ่งแทนค่าสถิติของประชากร

3) Muthen (1978) มีการนำเสนอแนวคิดของการวิเคราะห์องค์ประกอบที่ใกล้เคียงกับ MIRT มากกว่า 2 แนวคิดแรก นั่นคือ ได้นำเสนอโมเดลเวกเตอร์  $p$  ซึ่งเป็นสัดส่วนของคะแนนที่สังเกตได้ ในลักษณะ  $m$  มิติ ( $m$ -Dimension) ของสัดส่วนคะแนนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง สามารถเขียนสมการในรูป  $p = f(\theta) + \varepsilon$  โดยกำหนดให้  $\theta$  แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ  $(\theta_1', \theta_2')$  เมื่อ  $\theta_1'$  คือเวกเตอร์ของระดับค่าอำนาจจำแนก (Thresholds) ส่วน  $\theta_2'$  เป็นเวกเตอร์ของส่วนประกอบที่อยู่ใต้เมตริกซ์เชิงทแยงของความสัมพันธ์แบบเตตระคลอริคของประชากร

จากการศึกษาแนวคิดของ Christoffersson (1975) และ Muthen พบว่ามีความใกล้เคียงกับแนวคิดของ MIRT ในปัจจุบัน แต่ขาดในส่วนของสูตรที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขของความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้องกับฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งของผู้สอบในมิติ  $\theta$

4) McDonald (1967) มีแนวคิดของระเบียบวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear Factor Analysis) ซึ่งถือได้ว่าเป็นแนวคิดที่ใกล้เคียงกับแนวคิดของ MIRT มากที่สุด เนื่องจากประสบกับปัญหาการวิเคราะห์ตัวแปรที่ให้คะแนนแบบ 2 ค่า คือ 0 และ 1 จึงแก้ปัญหาโดยการระบุงค์ประกอบความยากในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ 2 ค่า เพื่อจัดกระทำกับข้อมูลได้ง่ายขึ้น ถ้าในกรณีของข้อมูลที่สังเกตได้ สามารถจัดกระทำให้เป็นแบบไม่ใช่เชิงเส้นตรงได้และ McDonald ได้ให้แนวคิดที่สำคัญของความเป็นอิสระระหว่างข้อสอบ (Local Independence) ซึ่งเป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์ข้อสอบ โดยนำเสนอสมการพื้นฐานของความเป็นอิสระ นอกจากนี้ McDonald นำเสนอพื้นฐานของการตอบสนองข้อสอบ คือ การถดถอยของการตอบสนองข้อสอบในลักษณะมิติของลักษณะความสามารถและได้ระบุถึงความสัมพันธ์ของฟังก์ชันการถดถอย ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขของความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้อง

เมื่อพิจารณาแนวคิดของ McDonald และ MIRT จะเห็นประเด็นของความแตกต่าง คือ การใช้โมเดลที่ตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (Polynomial Model) สามารถนำมาจัดกระทำให้อยู่ในรูปของตัวแปรที่มีการตรวจให้คะแนน 2 ค่า อยู่ในช่วงของ 0 และ 1 อย่างไรก็ตาม McDonald มุ่งไปที่การประมาณค่าองค์ประกอบมากกว่าที่จะมุ่งประเด็นของคุณลักษณะตัวแปรหรือปฏิสัมพันธ์ของตัวแปร ต่อมาในปี ค.ศ. 1985 McDonald ได้ทำให้เห็นความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบกับ MIRT ชัดเจนมากขึ้น โดยบ่งชี้ว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบถือเป็นกรณีเฉพาะของ IRT โดยมองว่าในการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมซึ่งเป็นกรณีเฉพาะของทฤษฎีการวิเคราะห์คุณลักษณะแฝงตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นอิสระ (Local Independence)

5) Bock และ Aitkin (1981) ได้นำเสนอแนวคิดที่คล้ายกันระหว่างการวิเคราะห์องค์ประกอบกับ IRT และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ MIRT โดยระบุโมเดลปกติสะสม (Normal Ogive Model) สำหรับการวัดคุณลักษณะหลายมิติ รวมทั้งคุณลักษณะของข้อสอบในรูปแบบของการวิเคราะห์องค์ประกอบ และ IRT ซึ่งส่วนใหญ่จะนำเสนอค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบ เพื่อเป็นตัวแทนของค่าจุดตัดแกน (Intercept) และความชัน (Slopes) แต่ยังคงขาดในส่วนของโมเดลเต็ม



รูปแบบของ MIRT ใช้ตีความหมายค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ นั่นคือ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบและข้อสอบ ซึ่งการตีความหมายยังเป็นลักษณะของการวิเคราะห์องค์ประกอบ นั่นคือ พิจารณาในลักษณะขององค์ประกอบ ซึ่ง Bock และ Aitkin ได้แผ่ขยายแนวคิดในลักษณะ 2 มิติ ของโมเดลปกติสะสมแบบ 2 พารามิเตอร์ ไปสู่ชนิดของการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ MIRT

อย่างไรก็ตามแม้ว่าโมเดลที่นำเสนอโดย Bock และ Aitkin (1981 : 443-459) จะมีประโยชน์สำหรับการแผ่ขยายแนวคิดของโมเดล MIRT แต่จุดมุ่งหมายหลักยังคงมุ่งไปที่การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นสำคัญ ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Bock, Gibbons และ Muraki (1988 : 261-280) ที่เน้นไปที่การระบุจำนวนองค์ประกอบมากกว่าที่จะพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของผู้สอบและข้อสอบ

## 1.2 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory : IRT)

เมื่อพิจารณาแนวคิดของ IRT และการวิเคราะห์องค์ประกอบจะเห็นได้ว่ามีจุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบจะมุ่งไปที่การกำหนดองค์ประกอบให้น้อยที่สุดที่ถอดแบบข้อมูลในรูปของเมตริกซ์การตอบข้อสอบ ส่วนโมเดล IRT จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบและข้อสอบ โดย Lord (1980) ได้กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของ IRT คือ การอธิบายลักษณะข้อสอบจากการพิจารณาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและอธิบายลักษณะของผู้สอบจากการพิจารณาค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ เพื่อสามารถทำนายโอกาสในการตอบข้อสอบถูกของแต่ละบุคคลในข้อสอบแต่ละข้อได้ แม้ว่าผู้สอบไม่เคยทำข้อสอบข้อนั้นมาก่อนก็ตามซึ่งจะพิจารณาจากลักษณะที่คล้ายคลึงกันทั้งผู้สอบและข้อสอบ

จากการศึกษาแนวคิดของ IRT ในช่วงแรกยังอยู่บนข้อตกลงเบื้องต้นของการอธิบายค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบในมิติความสามารถเพียงมิติเดียว (Lord and Novick. 1968) ซึ่งง่ายต่อการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นและส่งผลต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ไม่ถูกต้อง (Camilli, Wang and Fesq. 1995 : 79-96) ดังนั้น การศึกษาในช่วงแรกจึงพิจารณาลักษณะการวัดแบบพหุมิติในมุมมองของ IRT ดังที่จะนำเสนอต่อไปนี้

ในช่วงแรก Rasch ได้ศึกษาเฉพาะโมเดล UIRT ต่อมาในปี ค.ศ. 1962 ได้นำเสนอโมเดลที่ยอมรับโดยทั่วไปรวมถึงความเป็นไปได้ของความสามารถของผู้สอบ โดยนำเสนอในรูปของเวกเตอร์มากกว่าค่าสเกลลา ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการ

$$P(x | \theta_j, \sigma_i) = \frac{1}{\gamma(\theta_j, \sigma_i)} \exp \left[ \phi(x) \theta_j + \psi(x) \sigma_i + \theta_j \chi(x) \sigma_i + \rho(x) \right]$$

จากการพิจารณาโมเดลข้างต้นจะเห็นว่ามีภาระระดับความสามารถของผู้สอบในรูปของเวกเตอร์ค่าพารามิเตอร์ โดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบและข้อสอบมีความเป็นอิสระจากกัน เมื่อพิจารณาส่วนประกอบอื่นๆ เช่น  $\phi, \psi, \chi$  ซึ่งเป็นเวกเตอร์ของการให้คะแนนจะต้องทราบข้อมูลในส่วนนี้ก่อนทำการวิเคราะห์ด้วยโมเดลราสช์ (Rasch Model) ไม่สามารถประมาณค่าได้จากข้อมูลในการตอบของผู้สอบ สำหรับในกรณีของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเอกมิติ การให้คะแนนจะมี 2 ค่าคือ 0 หรือ 1 โดยไม่ได้คำนึงถึงลักษณะข้อสอบ ดังนั้นการพิจารณาเฉพาะจำนวนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง ถือเป็นค่าสถิติที่เพียงพอสำหรับการพิจารณาค่า  $\theta$



ถ้าหากมีการตอบสนองข้อสอบในมิติที่ต่างกัน 2 ด้าน โดยคะแนนการตอบข้อสอบในแต่ละข้อของมิติที่ 1 และ 2 คือ  $\mu_1$  และ  $\mu_2$  ดังนั้นค่าสถิติที่เพียงพอสำหรับประมาณค่า  $\theta_1$  และ  $\theta_2$  คือ  $n\mu_1$  และ  $n\mu_2$  เมื่อ  $n$  คือ จำนวนข้อที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง อย่างไรก็ตามเนื่องจาก  $\mu_1$  และ  $\mu_2$  เป็นค่าคงที่ข้ามข้อสอบ ดังนั้น คะแนนที่ได้แต่ละมิติเป็นฟังก์ชันของ  $n$  เท่านั้น ดังนั้นค่า  $\theta_1$  และ  $\theta_2$  ที่ประมาณได้ จึงมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ นั่นคือโมเดลที่ได้ยังคงเป็นโมเดลแบบเอกมิตินั่นเอง จากปัญหาดังกล่าวนี้ มีนักวิจัยหลายท่าน พยายามที่จะแบ่งคะแนนให้มากกว่า 2 ค่า เช่น จัดกระทำกับข้อสอบจากลักษณะ “Dichotomous Items” แปลงให้เป็น “Single Polytomous Item” Rackase เพื่อที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์แบบ “Polytomous Items” (Kelderman. 1994 : 235-243) ดังนั้นฟังก์ชันการให้คะแนนจึงมีความซับซ้อนมากขึ้น หรือกำหนดให้ฟังก์ชันการให้คะแนนแตกต่างกันในแต่ละข้อก่อนที่จะวิเคราะห์ด้วยโมเดลราสซ์ เพื่อให้การวิเคราะห์มีความเป็นเหตุเป็นผลมากขึ้นสำหรับการวิเคราะห์คุณลักษณะของข้อสอบ (Glass. 1992 : 236-258) จะเห็นได้ว่าไม่นิยมนำ โมเดลราสซ์มาใช้ในการวิเคราะห์แบบพหุมิติ เนื่องจากมีความซับซ้อนของกระบวนการและความถูกต้องเกี่ยวกับฟังก์ชันการให้คะแนนที่มีความเฉพาะเจาะจง

ต่อมา Lord และ Novick (1968) ได้เสนอโมเดลพื้นฐานของ MIRT ที่บ่งชี้ถึงนิยามของมิติคุณลักษณะแฝงได้อย่างสมบูรณ์ และข้อตกลงเบื้องต้นของความเป็นอิสระ ซึ่งความเป็นอิสระในที่นี้หมายถึงคุณลักษณะของกลุ่มผู้สอบต่างๆที่มีค่าเหมือนกันของมิติความสามารถ  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$  เป็นการกระจายของคะแนนผลการตอบข้อสอบนั้นของผู้สอบแต่ละคนไม่สัมพันธ์กัน เมื่อ  $k$  คือจำนวนของมิติ ส่วน  $\theta$  ในที่นี้เป็นเวกเตอร์มิติคุณลักษณะที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ Lord and Novick (1968) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างโมเดลปกติสะสมตามทฤษฎีตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิตีและโมเดลองค์ประกอบร่วมอย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ Samejima ได้เสนอสูตรที่ใช้โดยทั่วไป โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าการตอบที่มีลักษณะการตรวจให้คะแนน 2 ค่าหรือมากกว่า 2 ค่า เป็นผลมาจากการแบ่งเป็นส่วนย่อย ๆ จากการตอบของตัวแปรต่อเนื่อง ซึ่ง Samejima ได้พัฒนาโมเดล MIRT สำหรับข้อสอบซึ่งมีลักษณะเป็นการตอบแบบต่อเนื่อง

แม้ว่า โมเดลของ Samejima (1974) เป็นโมเดลแรกที่ทำให้แนวความคิดเกี่ยวกับโมเดล MIRT มีความชัดเจน แต่จากการศึกษาของ Bejar (1977) พบว่าโมเดลดังกล่าวไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในทางปฏิบัติ ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากการตอบข้อสอบ มีการพิจารณาเป็นตัวแปรต่อเนื่องซึ่งไม่สอดคล้องกับบริบทของแบบสอบทั้งทางด้านการศึกษาและจิตวิทยา แต่อย่างไรก็ตามถ้ามีการประเมินเกี่ยวกับทักษะการปฏิบัติ โมเดลดังกล่าวก็จะเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ได้มากขึ้น (Reckase. 1997 : 271-286)

จากการศึกษาถึงวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบและ MIRT ของ Bock and Aitkin (1981 : 443-459) และ McDonald (1997 : 257-269) พบว่า สูตรทางสถิติของทั้งสองวิธีจะมีลักษณะเป็นเมตริกซ์ของการตอบข้อสอบที่ตรวจให้คะแนนแบบ 2 ค่า ซึ่งความเป็นจริง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาโดย Bock others ในปี ค.ศ. 1988 สามารถนำมาประยุกต์ใช้ทั้งการวิเคราะห์องค์ประกอบและ MIRT ซึ่งต่อมา McDonald (1997 : 257-269) พัฒนาโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ตามโมเดล MIRT รวมถึงการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เมื่อพิจารณาถึงแนวความคิดของทั้ง Factor Analysis และ MIRT พบว่ามีทั้งส่วนที่คล้ายคลึงกันและส่วนที่ต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึง





เปรียบเทียบวิธีการของการวิเคราะห์องค์ประกอบ และ MIRT (Comparison of the Factor Analysis and MIRT Approach) ซึ่งสรุปความแตกต่างของทั้ง 2 วิธี ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 สรุปความแตกต่างของการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) และ MIRT

Methodology	Factor Analysis	MIRT
1. Focus	มุ่งไปที่เทคนิคการสกัดข้อมูลและสังเคราะห์ข้อมูลให้มีขนาดเล็กลง (Data Reduction Technique) เพื่อให้ได้มิติที่น้อยที่สุดของข้อมูลและง่ายต่อความเข้าใจสำหรับการบ่งชี้คุณลักษณะต่าง ๆ	ไม่ได้มุ่งไปที่เทคนิคการสกัดข้อมูลและสังเคราะห์ข้อมูลให้มีขนาดเล็กลงแต่มุ่งไปที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบและข้อสอบ
2. Input Variable	สนใจ Correlation หรือ Variance/Covariance Matrices มากกว่าค่าเฉลี่ยและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่ง $\bar{X}$ และ S.D. มีผลน้อยมากหรืออาจจะไม่มีผลต่อผลการวิเคราะห์ที่ได้	ค่า $\bar{X}$ และ S.D. ของการตอบข้อสอบแทนด้วยค่าพารามิเตอร์ความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบ ซึ่งการประมาณค่าและการตีความหมายของค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ถือเป็นส่วนประกอบสำคัญในการวิเคราะห์
3. Data Analysis	เมตริกซ์ที่ใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ คือ Z-Score Matrix นั่นคือ เป็นเมตริกซ์ความสัมพันธ์ ที่มีการแปลงคะแนนแบบเส้นตรงของคะแนนที่สังเกตได้ไปสู่ Z-Score ส่วนค่าความแปรปรวนร่วม คือ เมตริกซ์ของการแปลงคะแนนเชิงเส้นตรงของจำนวนคะแนนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0	เป็นเมตริกซ์ของฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ในการตอบสนองข้อสอบ ที่จะระบุถึงคุณลักษณะในมิติของ $\theta$
4. Goodness of Fit Under Hypothesis Model	โมเดลสมมติฐานมุ่งไปที่เมตริกซ์ ความแปรปรวนและเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมโดยภาพรวมของกลุ่มผู้สอบ มากกว่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งหรือการเลือกเฉพาะกลุ่มย่อยใดกลุ่มย่อยหนึ่ง มุ่งไปที่การวัดโดยภาพรวมมากกว่าเงื่อนไขการวัดความสอดคล้องของข้อมูล	โมเดลที่แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบและข้อสอบ มีเป้าหมายของการระบุถึงความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้องของแต่ละบุคคลในแต่ละมิติของ $\theta$ โดยให้ความสำคัญกับข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับโมเดลหรือไม่สอดคล้องกับการทำนายความน่าจะเป็น โดยเฉพาะในช่วงพิสัยของความสามารถ ซึ่งเงื่อนไขของการวัดที่สอดคล้องกับแบบสอบชุดหนึ่ง ๆ จะต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขความสอดคล้องของผู้สอบ (Liou & Chang, 1992) และความเหมาะสมของการวัด (Drasgow, Levine & McLaughlin, 1991)



ตาราง 6 (ต่อ)

Methodology	Factor Analysis	MIRT
5. Analysis & Application	แม้ว่าวิธีการวิเคราะห์จะมุ่งไปที่การหมุนแกนตัวประกอบ (Procrustes Rotation) และสัมพันธ์กับความสอดคล้อง เพื่อที่จะแสวงหาองค์ประกอบร่วมกันแต่ยังมีลักษณะที่เน้นย้าน้อยกว่า MIRT	วิธีการวิเคราะห์จะมีการศึกษาข้ามแบบสอบและกลุ่มผู้สอบ จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์เพื่อให้อยู่ในสเกลร่วมกัน โดยมีประโยชน์ในการจัดเก็บเป็นคลังข้อสอบหรือการจัดชุดของแบบสอบเพื่อวัดโครงสร้างหรือคุณลักษณะที่มุ่งวัด (Fixed-Form Test Construction) หรือการสร้างแบบสอบให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบ (Adaptive Testing)

ที่มา : พัชรี จันทร์เพ็ง (2550 : 27-28)

โมเดล MIRT ถือเป็นแนวคิดที่แผ่ขยายมาจากโมเดล UIRT หรือเป็นกรณีเฉพาะของการวิเคราะห์องค์ประกอบหรือโมเดลสมการเชิงโครงสร้างนั่นเอง ซึ่งจะแตกต่างจากแนวคิดแบบเดิม ในส่วนของระเบียบวิธีของ MIRT ที่นำมาประยุกต์และการแปลความหมายของผลที่ได้ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบมุ่งไปที่เทคนิคการสกัดข้อมูลและสังเคราะห์ข้อมูลให้มีขนาดเล็กลง (Data Reduction Technique) เพื่อให้ได้มิติที่น้อยที่สุดของข้อมูลและง่ายต่อความเข้าใจสำหรับการบ่งชี้คุณลักษณะต่างๆ ส่วนโมเดล MIRT ไม่ได้มุ่งไปที่เทคนิคการสกัดข้อมูลและสังเคราะห์ข้อมูลให้มีขนาดเล็กลง แต่มุ่งไปที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบและข้อสอบ ซึ่งพบว่าในช่วงปลายปี ค.ศ. 1971-1979 ถึงช่วงต้นปี ค.ศ. 1981-1989 เริ่มมีการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับ MIRT มากขึ้นเพื่อให้เกิดผลในทางปฏิบัติ ซึ่งจากพัฒนาการ MIRT ที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า สิ่งสำคัญที่สุดในการที่จะบอกว่าโมเดลใดเหมาะสมที่สุด คือ กระบวนการในการประมาณค่าพารามิเตอร์ จากการศึกษาของ Mulaik (1972) และ Spray and others (1990) มีข้อสังเกตว่า โมเดลขาดความชัดเจนในกระบวนการประมาณค่าพารามิเตอร์จึงยากต่อการพัฒนาแนวคิดต่อไป แสดงให้เห็นว่ากระบวนการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามโมเดล MIRT ถือเป็นสิ่งสำคัญมากที่สุดและมีความท้าทายในการพัฒนา เนื่องจากการศึกษาที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันค่าสถิติที่สามารถสังเกตได้ยังไม่เพียงพอต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบและข้อสอบได้อย่างเป็นอิสระ ซึ่งประสบปัญหาเช่นเดียวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบและโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง ในเรื่องของระเบียบ วิธีในการประมาณค่า เช่นเดียวกัน ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ ใช้การวิเคราะห์ตามโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (MIRT)

## 2. ประเภทของโมเดล MIRT

โมเดลคุณลักษณะแฝงองค์ประกอบเดียวสามารถพัฒนาสู่โมเดลคุณลักษณะแฝงมากกว่า 1 องค์ประกอบหรือพหุมิติ (Multidimensional IRT Models) ได้ โดยขยายโมเดลให้สามารถรองรับ  $\theta$  หลายองค์ประกอบ



โมเดลการตอบสนองข้อสอบพหุมิติ ถือว่าคุณลักษณะแฝงของบุคคลมากกว่า 1 องค์ประกอบ ส่งผลต่อการตอบข้อสอบ ดังนั้นพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบจึงมีตั้งแต่ 2 พารามิเตอร์ขึ้นไป การพิจารณาถึงความสามารถหลายมิติของบุคคลน่าจะช่วยให้โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น ถ้าผู้สอบใช้ความสามารถหลายมิติที่ต่างกันอย่างเป็นระบบในการตอบข้อสอบย่อมมีความสัมพันธ์กับระดับความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ และมีผลต่อความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้อง (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 83-85)

เราสามารถทำการวิเคราะห์โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติได้ 2 วิธี คือ การวิเคราะห์โดยใช้โมเดลเชิงสำรวจ (Exploratory model) และการวิเคราะห์โดยใช้โมเดลเชิงยืนยัน (Confirmatory model) ซึ่งมีแนวคิดคล้ายการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) กล่าวคือ Exploratory IRT Model เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบที่มีมากกว่า 1 มิติ เพื่อเพิ่มความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แนวทางการวิเคราะห์จะไม่มีกำหนดจำนวนองค์ประกอบของคุณลักษณะแฝง แต่จะเป็นการแสวงหาจำนวนองค์ประกอบหรือมิติแฝงของบุคคลที่มีผลต่อการตอบข้อสอบ ในทางกลับกัน Confirmatory IRT Model เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ และพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ ตามจำนวนองค์ประกอบของคุณลักษณะแฝงที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ทั้งนี้ จากการนำเสนอโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติของ Embretson และ Reise (2000 : 83-90) สรุปได้ดังนี้

### 2.1 โมเดลโลจิสแบบพหุมิติ (Multidimensional Logistic Model)

โมเดล MIRT จะประกอบไปด้วยโมเดลโลจิส 1, 2 และ 3 พารามิเตอร์ แต่จะมีความแตกต่างในจำนวนมิติที่ศึกษา

#### 2.1.1 โมเดลโลจิสแบบพหุมิติ 1 พารามิเตอร์ (Multidimensional Rasch Model)

Reckase (1978) ระบุว่าเมื่อมีมิติหลายมิติที่คล้ายกันในข้อสอบแต่ละข้อ ต้องมีการถ่วงน้ำหนักแต่ละมิติของข้อสอบ ซึ่งโมเดลราสช์แบบเอกมิติจะมีความสอดคล้องกับข้อมูล นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีแบบแผนที่แน่นอนในการที่จะบ่งบอกถึงความแตกต่างระหว่างผู้สอบจากการศึกษาในหลายมิติ ดังนั้น ความแตกต่างของคุณลักษณะจึงไม่สามารถประมาณค่าแยกออกมาได้ และไม่มีการระบุโมเดลไว้ล่วงหน้า

McKinley และ Reckase (1982) ได้บรรยายลักษณะของโมเดลราสช์แบบพหุมิติ ไว้ดังสมการต่อไปนี้

$$P(X_{is} = 1 | \theta_s, \delta_i) = \frac{\exp\left(\sum_{ms} \theta_{sm} + \delta_i\right)}{1 + \exp\left(\sum_{ms} \theta_{sm} + \delta_i\right)}$$

จากสมการเมื่อเปรียบเทียบกับโมเดลราสช์แบบเอกมิติ (Unidimensional Rasch Model) ซึ่งเป็นโมเดลอย่างง่าย จะพบว่าระดับความสามารถในลักษณะ 1 มิติ ของบุคคลที่  $s$  ( $\theta_s$ ) จะถูกแทนด้วยการถ่วงน้ำหนักด้วยการรวมคุณลักษณะแฝงที่คล้ายกันซึ่ง Reckase (1978) ระบุ



ว่าเมื่อมีมิติหลายมิติที่คล้ายกันในข้อสอบแต่ละข้อต้องมีการถ่วงน้ำหนักแต่ละมิติของข้อสอบ ซึ่งโมเดล Rasch แบบเอกมิติจะมีความสอดคล้องกับข้อมูล นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีแบบแผนที่แน่นอนในการที่จะบ่งบอกถึงความแตกต่างระหว่างผู้สอบจากการศึกษาในหลายมิติ ดังนั้นความแตกต่างของคุณลักษณะจึงไม่สามารถประมาณค่าแยกออกมาได้ และไม่มีการระบุโมเดลไว้ล่วงหน้า

ต่อมา Stegelmann (1983) ได้เสนอโมเดล Rasch แบบพหุมิติ (Multidimensional Rasch Model) ที่สามารถประมาณค่าความแตกต่างของระดับความสามารถหรือคุณลักษณะแฝงได้ แต่อย่างไรก็ตาม โมเดลนี้ค่อนข้างมีข้อจำกัดในเรื่องของข้อสอบจะต้องมีค่าความยากเท่ากัน ดังนั้นโมเดลของ Stegelmann (1983) จึงไม่เหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติ (Embretson and Reise. 2000 : 84)

2.1.2 โมเดลโลจิสติกแบบพหุมิติ 2 พารามิเตอร์ (Multidimensional 2-Parameter Logistic Model)

ในโมเดลนี้ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจะแตกต่างกันในแต่ละมิติ ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$P(X_{is} = 1 | \theta_s, \delta_i, \alpha_i) = \frac{\exp\left(\sum_{ms} \alpha_{im} \theta_{sm} + \delta_i\right)}{1 + \exp\left(\sum_{ms} \alpha_{im} \theta_{sm} + \delta_i\right)}$$

จากสมการนี้ ศักยภาพของผู้สอบจากการตอบสนองข้อสอบแต่ละข้อจะพิจารณาจากผลรวมของการถ่วงน้ำหนักความสามารถของคุณลักษณะมากกว่าที่จะพิจารณาเพียงคุณลักษณะใดคุณลักษณะหนึ่งเหมือน Two-Parameter Logistic Model (2PL) ถ้าถ่วงน้ำหนักแล้วมีค่าพารามิเตอร์สูงกว่าคุณลักษณะอื่น ๆ เช่น  $\alpha_{im}$ ; ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ แสดงว่าคุณลักษณะนั้นมีความสำคัญในข้อสอบข้อนั้น ซึ่ง Rackase (1997) ได้บรรยายว่าโมเดลนี้สามารถระบุพารามิเตอร์ได้โดยมีข้อจำกัดเพียงเล็กน้อย ในเรื่องของการกำหนดค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณลักษณะ

2.1.3 โมเดลโลจิสติกแบบพหุมิติ 3 พารามิเตอร์ (Multidimensional 3-Parameter Logistic Model)

Embretson และ Reise (2000) ได้ขยายโมเดลโลจิสติกสามพารามิเตอร์แบบเอกมิติเป็นแบบโมเดลโลจิสติก 3 พารามิเตอร์แบบพหุมิติ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 84) โดยโมเดลโลจิสติกแบบพหุมิติ 3 พารามิเตอร์ เป็นโมเดลที่ขยายมาจากโมเดลโลจิสติก 2 พารามิเตอร์ โดยเพิ่มพารามิเตอร์โอกาสในการเดาเข้ามา (Lower Asymptote) ดังสมการต่อไปนี้



$$P(X_{is} = 1 | \theta_s, \delta_i, \alpha_i, \gamma_i) = \gamma_i + (1 - \gamma_i) \frac{\exp\left(\sum_{ms} \alpha_{im} \theta_{sm} + \delta_i\right)}{1 + \exp\left(\sum_{ms} \alpha_{im} \theta_{sm} + \delta_i\right)}$$

พื้นผิวของความน่าจะเป็นในลักษณะ 3 มิติ มีลักษณะคล้ายกับแผนภาพยกเว้น พื้นผิวของความน่าจะเป็นไม่ได้เริ่มที่ตำแหน่งต่ำสุด จึงทำให้ความน่าจะเป็นมีค่ามากกว่า 0 เมื่อมีการรวม Trait Level แล้ว

## 2.2 โมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติ (Multidimensional Normal Ogive Model)

### 2.2.1 โมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติ 2 พารามิเตอร์ (Multidimensional 2-Parameter Normal Ogive Model)

ในปี ค.ศ. 1988 Bock, Gibbons, and Muraki ได้สร้างโมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติแบบ 2 พารามิเตอร์ และ Bock et al. (1988) ได้บรรยายว่าเป็นโมเดลคล้ายกับการวิเคราะห์องค์ประกอบเต็มรูป แต่จะแตกต่างกันที่การวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นโมเดลความสัมพันธ์ (Correlation Model) แต่โมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติ 2 พารามิเตอร์เป็นโมเดลการตอบสนองข้อสอบโดยตรง และเป็นโมเดลที่ขยายมาจากโมเดลปกติสะสม 2 พารามิเตอร์ โดยสามารถแสดงสูตรของศักยภาพของผู้สอบ  $s$  ของข้อสอบข้อ  $i$  ( $Z_{is}$ ) (พัซรี จันทร์เพ็ง. 2550 : 34) แสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$Z_{is} = \sum_m \alpha_{im} \theta_{sm} + \delta_i$$

ข้อสอบข้อที่  $i$  มีพารามิเตอร์ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบคือ  $\alpha_{im}$  ที่กำหนดน้ำหนักในแต่ละมิติ  $m$  ที่ส่งผลต่อข้อสอบข้อที่  $i$  และ  $\delta_i$  เป็น Easiness Intercept โมเดลแบบปกติสะสมจะแสดงถึงโอกาสในการตอบข้อสอบได้ถูกต้องของผู้สอบ ซึ่งมีการแจกแจงเป็นปกติ แสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$P(X_{is} = 1 | \theta_s, \delta_i, \alpha_i) = \int_{Z_{is}}^{\infty} \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt$$

น้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loadings) แทนด้วย  $\lambda_{im}$  แต่ค่าความยากมาตรฐานของข้อสอบ (Standard Item Difficulty) แทนด้วย  $\delta_i$  และค่าความยากแบบพหุมิติของข้อสอบแต่ละข้อแทนด้วย  $\beta_i$  แสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\lambda_{im} = \frac{\alpha_{im}}{g_i}$$



$$\beta_i = \frac{\delta_i}{g_i}$$

เมื่อ  $g_i = \sqrt{1 + \sum_m \alpha_{im}^2}$  และค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติของข้อสอบแต่ละ

ข้อ (Multidimensional Discrimination) แทนด้วย  $A_i$  แสดงได้ดังสมการต่อไปนี้ (Reckase. 2009 : 118)

$$A_i = \sqrt{\sum_{k=1}^m \alpha_{ik}^2}$$

$$B_i = \frac{d_i}{A_i}$$

2.2.2 โมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติกับโอกาสการเดาข้อสอบ (Multidimensional Normal Ogive Model With Guessing) หรือโมเดลโค้งปกติสะสมแบบพหุมิติ ที่มี 3 พารามิเตอร์ (Multidimensional Three – Parameter Normal Ogive Model) ซึ่ง Bock, Gibbons และ Muraki (1988 : 261-280) ได้นำแนวคิดของการวิเคราะห์องค์ประกอบชนิดใช้สารสนเทศทั้งหมด (Factor analysis with full information) มาประยุกต์ โดยขยายโมเดลโค้งปกติสะสม 3 พารามิเตอร์แบบเอกมิติเป็นโมเดลโค้งปกติสะสม 3 พารามิเตอร์แบบพหุมิติ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 85) สำหรับโมเดลโค้งปกติสะสม 3 พารามิเตอร์จะเกี่ยวกับโอกาสในการเดาข้อสอบ โดยเฉพาะข้อสอบแบบเลือกตอบ มีการเพิ่มค่าพารามิเตอร์โอกาสในการเดาข้อสอบ (Lower Asymtote) และค่าที่ได้มีความคงที่ข้ามกลุ่มข้อสอบหรือชุดของแบบสอบย่อย ซึ่งแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$P(X_{is} = 1 | \theta_s, \delta_i, \alpha_i, \gamma_i) = \gamma_i + (1 - \gamma_i) \int_{Z_{is}}^{\infty} \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt$$

จากสมการจะเห็นว่ามีการเพิ่มค่าพารามิเตอร์โอกาสการเดาข้อสอบเข้ามาในสูตรของโมเดลปกติสะสม และค่าที่ได้มีความคงที่ข้ามกลุ่มข้อสอบหรือชุดของแบบสอบย่อย

2.3 โมเดลสำหรับการวัดมิติที่ไม่สามารถทดแทนได้ (Models for Noncompensatory Dimensional)

ในปี ค.ศ. 1980 Whitely ได้เสนอโมเดล Multicomponent Latent Trait Model (MLTM) เพื่อวัดองค์ประกอบของกระบวนการที่หลากหลาย ภายใต้ข้อสอบที่มีลักษณะของการพิสูจน์หรือแก้ปัญหา MLTM จะรวมโมเดลคณิตศาสตร์ของกระบวนการในการตอบข้อสอบกับโมเดล IRT ซึ่งจะประมาณค่าทั้งในส่วนของ Trait Level และค่าความยากของข้อสอบ โดยมีข้อตกลงเบื้องต้น



ว่าต้องทำข้อสอบถูกต้องหรือสอดคล้องกับผลสำรวจที่ประมาณค่าจากหลายส่วนประกอบ ถ้าส่วนประกอบใดไม่ประสบความสำเร็จและส่งผลให้การตอบข้อสอบไม่ถูกต้อง ดังนั้น MLTM จะกำหนดความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้องของผู้สอบคนที่  $s$  สำหรับข้อสอบข้อที่  $i$  โดยรวมทุกมิติ แทนด้วย  $X_{isT}$  เช่น ความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้องของบุคคลที่  $s$  สำหรับข้อสอบข้อที่  $i$  ในมิติที่  $m$  แทนด้วย  $X_{ism}$  ซึ่งโมเดล MLTM สามารถแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$P(X_{isT} = 1 | \underline{\theta}_s, \underline{\beta}_i) = \prod_m \frac{\exp(\theta_{sm} - \beta_{im})}{1 + \exp(\theta_{sm} - \beta_{im})}$$

จากสมการดังกล่าวมีข้อสังเกตว่าสมการทางขวามือของราสซิมเดล ซึ่งเป็นความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้องของส่วนประกอบ ซึ่งจะส่งผลต่อการตอบข้อสอบได้ถูกต้องในภาพรวม ส่วนพารามิเตอร์อื่น ๆ เช่น โอกาสการเดาอาจจะรวมเข้าไปใน MLTM ด้วย

เมื่อพิจารณา General Component Latent Trait Model (GLTM) ซึ่งเป็นแนวคิดของ Embretson (1984) เป็นโมเดลที่มีการรวมเอาโมเดลทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับส่วนประกอบค่าความยากของข้อสอบ เช่นเดียวกับ Linear Logistic Test Model (LLTM) ที่ค่าความยากของข้อสอบมีการถ่วงน้ำหนักโดยรวมส่วนประกอบที่เป็นตัวกระตุ้น แทนด้วยสัญลักษณ์  $q_{ikm}$  แสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$P(X_{isT} = 1 | \underline{\theta}_s, \underline{\beta}_i) = \prod_m \frac{\exp(\theta_{sm} - \sum_k \tau_{km} q_{ikm})}{1 + \exp(\theta_{sm} - \sum_k \tau_{km} q_{ikm})}$$

โมเดลพื้นฐานทั้งของ MLTM และ GLTM ต่างก็มีการกำหนดส่วนประกอบของการตอบเหมือนกับการตอบข้อสอบโดยรวมของแต่ละข้อ เพื่อใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของส่วนประกอบ การตอบสนองข้อสอบ ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้ เช่น การดำเนินการสอบของแบบสอบย่อย หรือชิ้นงานย่อย (Subtasks) จากข้อสอบรวมทั้งหมด อย่างไรก็ตามในพัฒนาการการประมาณค่าของ Maris ในปี 1995 พบว่าสามารถนำไปใช้กับโมเดล GLTM ในการประมาณค่าส่วนประกอบโดยไม่จำเป็น ต้องมีชิ้นงานย่อย การวัดโดยใช้ข้อสอบหรือใช้ชิ้นงานทำให้ได้โมเดลทางคณิตศาสตร์ที่มีความแม่นยำในการทำนายค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบหรือค่าคงที่ เพื่อใช้ประมาณค่า พารามิเตอร์ขององค์ประกอบ

จุดเด่นบางประการของ GLTM และ MLTM 1) การควบคุมโครงสร้างการวัดโดยการเลือกข้อสอบสำหรับโมเดลเฉพาะของค่าความยากของส่วนประกอบ 2) การวัดผู้สอบด้วยส่วนประกอบแฝง

2.4 โมเดลสำหรับการวัดการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลง (Models for Learning and Change)



ในปี ค.ศ. 1991 Embretson ได้พัฒนาโมเดลที่เรียกว่า Multidimensional Rasch Model for Learning and Change (MRMLC) เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางการวัดทางจิตวิทยาเพื่อการวัดความเปลี่ยนแปลง ซึ่งการออกแบบที่เหมาะสมของโมเดล MRMLC คือ ผู้สอบจะถูกสังเกตภายใต้เงื่อนไขตั้งแต่ 2 เงื่อนไขขึ้นไปหรือสองครั้งขึ้นไปขึ้นกับความสะดวกหรืออุปสรรคในการปฏิบัติ เช่น การทดสอบ Pretest และ Posttest เป็นต้น ในการใช้งาน MRMLC สามารถปรับปรุงได้และถือเป็นมิติที่แยกออกไป และนำเอากระบวนการทางโครงสร้างของ Wiener มาใช้ในการระบุมิติความสามารถแทนด้วยสัญลักษณ์  $\theta_m$  โดยมีเงื่อนไขเฉพาะ  $C_k$  ในที่นี้แนะนำเสนอการออกแบบสำหรับ 4 เงื่อนไขของการวัดตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 4

	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	$\theta_4$
$C_1$	1	0	0	0
$C_2$	1	1	0	0
$C_3$	1	1	1	0
$C_4$	1	1	1	1

where

$\theta_1$  = initial trait level

$\theta_2, \dots, \theta_M$  = modifiability from preceding measurement

ที่มา : Embretson และ Reise (2000 : 88)

ภาพประกอบ 4 แบบแผนกระบวนการทางโครงสร้างของ Wiener สำหรับการวัดที่มี 4 เงื่อนไขตามโครงสร้างที่กำหนดไว้

จากภาพประกอบ 4 คอลัมน์แสดงถึงคุณลักษณะ (Traits) ส่วนแถวแสดงถึงเงื่อนไขของการวัดภายใต้การใช้ข้อสอบ ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้ โดยค่าที่เท่ากับ 0 บ่งบอกถึงมิตินั้นไม่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน แต่เมื่อพิจารณาถึง  $\theta_1$  ซึ่งเป็นระดับคุณลักษณะเบื้องต้น พบว่า จะมีความเกี่ยวข้องกับทักษะเงื่อนไขที่มุ่งวัด โดยที่  $\theta_2, \theta_3$  และ  $\theta_4$  เป็นระดับคุณลักษณะที่ได้รับการปรับปรุงใหม่ และ  $\theta_2$  แทนการเปลี่ยนจากเงื่อนไขที่ 1 ไปยังสถานการณ์ที่ 2 เช่นเดียวกับ  $\theta_3$  และ  $\theta_4$  แทนการเปลี่ยนแปลงจากเงื่อนไขที่ 2 ไปยังเงื่อนไขที่ 3 และจากเงื่อนไขที่ 3 ไปยังเงื่อนไขที่ 4 ตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่ากระบวนการทางโครงสร้างของ Wiener เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีความแปรปรวนเพิ่มขึ้นข้ามเงื่อนไข ซึ่งเกี่ยวข้องกับลักษณะที่ต้องการวัดมากขึ้น เช่น การวัดความรู้ความสามารถทางสมองที่มีความซับซ้อน จะทำให้ค่าความแปรปรวนเพิ่มขึ้นตลอดเวลา การออกแบบโครงสร้างที่ต้องการวัดจะใช้โมเดลราสซ์ ดังสมการ

$$P(X_{i(k)s} = 1 | \theta_s, \beta_i) = \frac{\exp(\sum_m^k \theta_{sm} - \beta_i)}{1 + \exp(\sum_m^k \theta_{sm} - \beta_i)}$$





จากสมการจะเห็นได้ว่าสัญลักษณ์  $\sum_m^k$  เป็นการควบคุมเพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการปรับปรุงความสามารถใหม่ภายใต้เงื่อนไขที่  $k$  เนื่องจาก MRCML เป็นการประมาณค่าเช่นเดียวกับโมเดลที่มีลักษณะพหุมิติที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจากทั้งความสามารถเบื้องต้นและความสามารถที่ได้ปรับปรุงใหม่

ภายใต้เงื่อนไขที่มีความชัดเจนมีความเป็นไปได้ว่าการแผ่ขยายแนวคิดของโมเดล UIRT สำหรับใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงในมิติที่มุ่งวัด เช่น ในปี 1997 Fischer ได้ขยาย Linear Logistic Test Model (LLTM) ไปใช้ในกรณีพหุมิติ โดยการนิยาม “บุคคลากรด้านเทคนิค (Technical Persons)” ว่าผู้สอบกลายเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่มีความแตกต่างกัน 2 คุณลักษณะขึ้นไปในแต่ละเงื่อนไข อย่างไรก็ตาม LLTM ไม่ใช่โมเดลของ MIRT และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการเปลี่ยนแปลงของระดับคุณลักษณะของแต่ละบุคคลมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่เป็นปกติ

2.5 โมเดลในการระบุโครงสร้างของระดับคุณลักษณะ (Models with Specified Trait Level Structures)

เมื่อแบบสอบที่นำมาใช้อาศัยอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่มีความหลากหลายหรือใช้ในหลายช่วงเวลาและเกี่ยวข้องกับระดับคุณลักษณะที่อาจจะมีหลากหลายระบบด้วยการออกแบบโครงสร้างอาจจจะรวมอยู่ในโครงสร้างระดับคุณลักษณะตามโมเดล IRT และระบุคุณลักษณะที่มีเงื่อนไขร่วมกัน ซึ่งจากมุมมองอื่น ๆ ในการออกแบบโครงสร้างจะมีการกำหนดคุณลักษณะสำคัญของระดับคุณลักษณะเช่นเดียวกัน เนื่องจากระดับของคุณลักษณะเป็นผลมาจากการเปรียบเทียบกับปฏิบัติตามเงื่อนไข และโมเดล IRT ที่นำเสนอแต่ละโมเดลมีการออกแบบโครงสร้างที่ต่างกันไป เช่น ในปี 1995 Embretson ได้นำเสนอ General Structured Latent Trait Model (SLTM) โดยมีจุดมุ่งหมายในการออกแบบโครงสร้างของความสามารถหลาย ๆ ด้าน ที่มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบไม่เท่ากัน และมีปฏิสัมพันธ์ของข้อสอบภายใต้เงื่อนไขการวัดที่แตกต่างกัน ต่อมาในปี 1997 Wang, Wilson และ Adams ได้นำเสนอโมเดลเชิงโครงสร้างในแต่ละมิติที่คล้ายคลึงกันกับโมเดลราสส์ ซึ่งเป็นโมเดลที่สามารถอ้างอิงไปยังสถานการณ์โดยทั่วไปและสามารถนำไปใช้ร่วมกับการออกแบบโครงสร้างอื่น ๆ รวมทั้งสามารถใช้ร่วมกับ SLTM บางโมเดลได้ นอกจากนี้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Multi Aspect Test Software (MATS) ที่นำเสนอโดย Wu, Adams และ Wilson ในปี 1995 สามารถนำมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์โมเดลเหล่านี้ได้ด้วย และในปี 1995 DiBello, Atout และ Roussos ได้เสนอโมเดลที่คล้ายกับ Wang, Wilson และ Adams (1997) คือ Unified Model ซึ่งเป็นโมเดลที่มีการรวมความสามารถและการออกแบบโครงสร้างของข้อสอบเข้าด้วยกัน และเป็นโมเดลที่ใช้ได้ทั่วไปเนื่องจากไม่มีข้อจำกัดในการนำไปใช้กับโมเดลราสส์ที่กำหนดให้ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นค่าคงที่

การแสดงโมเดลด้วยโครงสร้างการออกแบบ สามารถพิจารณาได้จากโมเดล SLTM โดย SLTM จะมีโครงสร้างการออกแบบระดับคุณลักษณะรวมเข้าไว้ด้วยกัน ดังสมการต่อไปนี้

$$P(X_{i(k)s} = 1 | \theta_s, \beta_i, \lambda_{i(k)s}) = \frac{\exp(\sum_m \lambda_{i(k)m} \theta_{sm} - \sum_k \beta_{ik})}{1 + \exp(\sum_m \lambda_{i(k)m} \theta_{sm} - \sum_k \beta_{ik})}$$



ลักษณะเด่นของโมเดล SLTM อยู่ที่การให้น้ำหนักมักจะกำหนดค่าเป็น 0 มากกว่าที่จะประมาณค่าในโมเดลโลจิสแบบพหุมิติ 2 พารามิเตอร์ (Multidimensional 2-Parameter Logistic Model) ดังนั้นโมเดล SLTM จึงคล้ายกับ Confirmatory Factor Model มากกว่า Exploratory Factor Analysis Model เช่น โมเดล MRMLC การออกแบบเมทริกซ์อาจจะระบุเป็นกรณีเฉพาะของโมเดล SLTM อย่างไรก็ตาม SLTM จะยอมให้ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีความแตกต่างกันได้ เช่นเดียวกับโมเดล 2 พารามิเตอร์ ซึ่งจะแตกต่างจาก Exploratory Multidimensional IRT Model โดย SLTM ยอมให้มีข้อจำกัดในพารามิเตอร์ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ และโครงสร้างการออกแบบ MRMLC ซึ่งแทนด้วยเมทริกซ์  $\Lambda_{kxm}$  ดังแสดงในภาพประกอบ 5

$$\Lambda_{kxm} = \begin{matrix} & \lambda_{11} & 0 & 0 & 0 \\ & \lambda_{21} & \lambda_{22} & 0 & 0 \\ & \lambda_{31} & \lambda_{32} & \lambda_{33} & 0 \\ & \lambda_{41} & \lambda_{42} & \lambda_{43} & \lambda_{44} \end{matrix}$$

where

$\lambda_{km}$  = the discriminations of items in condition  $k$  on dimension  $m$

ที่มา : Embretson และ Reise (2000 : 90)

ภาพประกอบ 5 เมทริกซ์โครงสร้างการออกแบบ MRMLC

ค่าอำนาจจำแนกข้อสอบที่มีอยู่ใน SLTM จะมีข้อจำกัดอยู่ 2 ประการ ประเด็นแรก ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบบางข้อเหมือนในโมเดล MRMLC เช่น ข้อสอบทั้งหมดทุกข้อในเงื่อนไขที่ 1 มีค่าอำนาจจำแนกในมิติที่ 2 เท่ากับ 0 ส่วนข้อจำกัดประเด็นที่ 2 ข้อสอบข้อที่มีอำนาจจำแนกไม่เป็น 0 จะต้องมีความเท่าเทียมกันข้ามเงื่อนไข แม้ว่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีความแตกต่างกันระหว่างข้อในเงื่อนไขเดียวกัน ค่าอำนาจจำแนกจึงเป็นข้อจำกัดที่จะมีความเท่าเทียมกันได้ข้ามเงื่อนไข โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่  $i$  ในมิติ  $m$  เป็นค่าคงที่ข้ามเงื่อนไข โครงสร้างการออกแบบอื่น ๆ มีความเป็นไปได้สำหรับ SLTM เนื่องจากเป็นโมเดลที่มีลักษณะทั่วไปสูง

## 2.6 โมเดลสำหรับการจำแนกกลุ่มบุคคล (Model for Distinct Classes of Persons)

โมเดล IRT เป็นโมเดลที่นำมากำหนดกลุ่มคุณลักษณะแฝงที่ไม่สามารถสังเกตได้จากตัวแปรภายนอก ซึ่งการแบ่งกลุ่มเกิดขึ้นจากการระบุโมเดลการตอบข้อสอบด้วยระบบที่แตกต่างกันของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งโมเดลจะประกอบไปด้วยค่าพารามิเตอร์ของกลุ่ม (Class) และค่าพารามิเตอร์ของคุณลักษณะ (Trait) เพื่อใช้ในการทำนายลักษณะของการตอบสนองข้อสอบ แม้ว่าเทคนิควิธีของโมเดล IRT จะเป็นเพียงการศึกษาเพียง 1 คุณลักษณะของผู้สอบแต่ละคน แต่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกเชิงพหุมิติได้ เนื่องจาก 1) โอกาสการตอบสนองของผู้สอบเป็นการทำนายด้วย



พารามิเตอร์ของสมาชิกในกลุ่ม 2) ระดับของค่าความยากของข้อสอบของผู้สอบแต่ละคนมีความแตกต่าง กันซึ่งก็มีเช่นเดียวกันกับโมเดลพหุมิติ

โมเดล SALTUS ที่พัฒนาโดย Wilson ในปี 1985 มีความเหมาะสมกับการจำแนกความแตกต่างของความรอบรู้กับไม่รู้ ซึ่งข้อมูลมักจะไม่เหมาะสมกับโมเดล IRT แบบดั้งเดิม เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกมักจะได้รับอิทธิพลมาจากขั้นตอนในการวัดที่มีความเฉพาะเจาะจง (พัชรี จันทร์เพ็ง. 2550 : 39-40) โดยสามารถแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$P(X_{is} = 1 | \theta_s, \beta_i) = \prod_m \frac{\exp(\theta_s - \beta_i + \zeta_{h(s)k(i)})}{1 + \exp(\theta_s - \beta_i + \zeta_{h(s)k(i)})}$$

สิ่งสำคัญประการหนึ่งของการเลือกใช้โมเดล SALTUS คือ ICC จะขึ้นอยู่กับระดับขั้นของการพัฒนา ซึ่งต่อมา Rost (1990) ได้นำเสนอโมเดล Mixed Population Model (MIRA) โดยเหมาะกับข้อมูลในการแบ่งกลุ่มความแตกต่างของบุคคลอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการออกข้อสอบ การมีโครงสร้างหรือลำดับขั้นการเรียนรู้ที่ต่างกัน จะสามารถจำแนกโมเดลของค่าความยากของข้อสอบในแต่ละกลุ่ม ถือได้ว่าเป็นโมเดลที่ใช้ในการประมาณค่า Trait Level และการจำแนกกลุ่มผู้สอบในแต่ละบุคคล

ในปี ค.ศ. 1997 Von Davier มีการพัฒนาโปรแกรมทางด้านคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า WINMIRA เพื่อเป็นการประมาณค่าความยากของข้อสอบภายในกลุ่มที่ทำกรจำแนก ซึ่งในปัจจุบันพบว่าได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับโมเดล ในการจำแนกผู้สอบออกเป็นกลุ่มความสามารถและนำประยุกต์ใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน

โมเดล MIRT มีลักษณะคล้ายคลึงกับการวิเคราะห์องค์ประกอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ Exploratory MIRT Model และ Confirmatory MIRT Model โดยประเภทแรก Exploratory MIRT Model เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ข้อสอบและผู้สอบที่มากกว่า 1 มิติ โดยไม่ได้กำหนดจำนวนองค์ประกอบไว้ล่วงหน้า ส่วนประเภทที่สอง Confirmatory MIRT Model ที่เกี่ยวข้องกับการประมาณ ค่าพารามิเตอร์ในมิติที่มีความเฉพาะเจาะจงโดยคล้ายกับการวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการระบุความสัมพันธ์ของข้อสอบไปยังมิติต่าง ๆ โดยพบว่า ข้อสอบจะประกอบไปด้วยการออกแบบตามโครงสร้างและเป็นโมเดลในรูปฟังก์ชันเชิงคณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงกับคุณลักษณะที่มีความเฉพาะเจาะจงในหลายลักษณะ โมเดลนี้เหมาะสมสำหรับข้อสอบหรือชิ้นงานของทักษะการปฏิบัติที่ได้มีการกำหนดหรือสร้างทฤษฎีไว้ล่วงหน้า ทั้งนี้ Confirmatory MIRT Model เหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย เช่น แก้ปัญหาทางด้านการวัดทางจิตวิทยาในการวัดความเปลี่ยนแปลง (Measurement of Change) ออกแบบโครงสร้างของความสามารถ (สมประสงค์ เสนารัตน์ และ เบญจมาภรณ์ เสมารัตน์. 2554 : 22-23) และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกที่จะใช้วิธีการวิเคราะห์ตามโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติเชิงยืนยันจากโมเดลโลจิสแบบพหุมิติ 3 พารามิเตอร์ (Multidimensional 3-Parameter Logistic Model) เนื่องจากโมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติ 3 พารามิเตอร์และโมเดลโลจิสแบบพหุมิติ 3 พารามิเตอร์ ให้ผลลัพธ์ของการประมาณค่าใกล้เคียงกัน



มาก แต่ฟังก์ชันโลจิสมีลักษณะของสูตรทางคณิตศาสตร์ และวิธีคำนวณง่ายและสะดวกกว่า และโมเดลโลจิสมีความทนทานต่อความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกับผู้สอบที่มีความสามารถสูงจะตอบข้อสอบได้ดีกว่า (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 53-54 ; อ้างอิงมาจาก Lord. 1980)

### 3. การแปลความหมายพารามิเตอร์ของโมเดล

การนำเสนอทางคณิตศาสตร์สำหรับโมเดลพารามิเตอร์สำหรับผู้สอบและข้อสอบ พารามิเตอร์สามารถจะแปลความหมายได้ ดังนี้ (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. 2553 : 4-5)

3.1 พารามิเตอร์ผู้สอบ (Person parameters) พารามิเตอร์ผู้สอบในโมเดลเป็นสมาชิกของเวกเตอร์  $\theta$  จำนวนของสมาชิกที่ต้องการในโมเดลที่เหมาะสมกับเมทริกซ์ข้อมูลที่เปิดเผยในการอภิปรายจากประสบการณ์ในการวิจัยของผู้วิจัยบางคนได้ให้คำแนะนำว่าจำนวนของมิติมักจะประมาณค่าได้ต่ำกว่าหรือสูงกว่าความเป็นจริงก่อให้เกิดความผิดพลาดเล็กน้อย ดังนั้นเพื่อที่เวกเตอร์  $\theta$  จะนำค่าที่แปลผล ได้สูงสุดไปเน้นที่การลดข้อมูลด้วยวิธีการที่มีประสิทธิภาพ และแน่นอนว่าจำนวนของมิติที่ใช้ในโมเดลปฏิสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบและผู้สอบขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์

มิติของ  $\theta$  เป็นโครงสร้างทางสถิติที่ได้มาโดยการกำหนดความเหมาะสมในเมทริกซ์ข้อมูลที่มีสองมิติ คือ  $N \times n$  มิติที่อาจจะไม่มีมีความหมายทางจิตวิทยาหรือการศึกษา ซึ่งมิติเหล่านี้จะเป็นความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างหรือไม่ก็ได้ แน่แน่นอนที่มีช่องว่างในการหมุนจำนวนของลำดับแกน  $\theta$  กับจุดที่มีความหมายในช่องว่างนั้น การหมุนอาจจะมีหรือไม่มีพื้นฐานอยู่บนโครงสร้างความแปรปรวนร่วมของมิติ  $\theta$  ที่มีค่าคงที่ 0.0 แล้วสหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ระหว่างคะแนนของข้อสอบที่อธิบายการแก้ปัญหาพารามิเตอร์  $a$  อีกทางเลือกหนึ่งแน่นอนที่ข้อสอบหรือกลุ่มของข้อสอบสามารถจะถูกทำให้คงที่โดยการนิยามมิติที่เป็นอิสระจากกัน แล้วสหสัมพันธ์ที่สังเกตได้ระหว่างคะแนนข้อสอบจะมีอิทธิพลต่อพารามิเตอร์  $a$  และความสัมพันธ์ของมิติ  $\theta$

3.2 อำนาจจำแนกของข้อสอบ พารามิเตอร์ของอำนาจจำแนกของโมเดลนี้จะแสดงสมาชิกในเวกเตอร์  $a$  สมาชิกสามารถแปลความหมายเหมือนกันกับพารามิเตอร์  $a$  ในโมเดล IRT แบบมิติเดียว สมาชิกเวกเตอร์จะเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของพื้นผิวการตอบข้อสอบในทิศทางที่สอดคล้องกับแกน  $\theta$  สมาชิกที่บ่งชี้ถึงความเปลี่ยนแปลงของข้อสอบเป็นความแตกต่างในความสามารถของแกน  $\theta$  อย่างไรก็ตาม อำนาจจำแนกของข้อสอบที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับทิศทางของความแตกต่างของ  $\theta$  ซึ่งถ้าข้อสอบถูกวัดอย่างบริสุทธิ์บนมิติที่เหมาะสม การนำมิติมารวมกันจะสามารถจำแนกได้มากกว่ามิติเดียว อำนาจจำแนกของข้อสอบสำหรับการรวมอำนาจจำแนกทั้งหมดของมิติต่าง ๆ จะแสดงด้วยสมการ

$$MDISC_i = \sqrt{\sum_{k=1}^p a_{ik}^2}$$

เมื่อ  $MDISC_i$  แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่  $i$  สำหรับการรวมความสามารถที่ดีที่สุด

$p$  แทน จำนวนของมิติในช่วงของ  $\theta$

$a_{ik}$  แทน สมาชิกของเวกเตอร์  $a_i$  สำหรับรายละเอียดของข้อมูลเกี่ยวกับ

อำนาจจำแนกแบบหลายมิติ



3.3 ความยากของข้อสอบ พารามิเตอร์  $d_i$  ในโมเดลจะเกี่ยวข้องกับความยากของข้อสอบ อย่างไรก็ตาม ค่าของพารามิเตอร์นี้ไม่สามารถจะแปลผลได้เหมือนกันพารามิเตอร์  $b$  ในโมเดล IRT แบบมิติเดียว เพราะโมเดลนี้จะให้ในรูปของความชันหรือจุดตัด โดยปกติการแสดงองค์ประกอบของโมเดล IRT มิติเดียว คือ  $a(\theta - b)$  ซึ่งจะเท่ากับ  $a\theta + (-ab)$  ในเทอมของ  $-ab$  ในโมเดลมิติเดียวจะสอดคล้องกับ  $d_i$  เป็นค่าที่เท่าเทียมกันในการแปลความหมายพารามิเตอร์  $b$  ในกรณีมิติเดียว ซึ่งจะได้สมการว่า

$$MDIFF_i = \frac{-d_i}{MDISC_i}$$

เมื่อ  $MDIFF_i$  บ่งชี้ถึงช่วงห่างจากจุดศูนย์กลางของช่วง  $\theta$  ที่เป็นจุดที่มีความชันมากที่สุด ในทิศทางจากจุดศูนย์กลาง นั่นคือ พารามิเตอร์  $b$  ในโมเดล IRT มิติเดียว

$$\text{ทิศทางของความชันที่มากที่สุดจากจุดศูนย์กลาง คือ } \alpha_{ik} = \arccos \frac{a_{ik}}{MDISC_i}$$

เมื่อ  $\alpha_{ik}$  แทน มุมของเส้นตรงจากจุดศูนย์กลางของช่องห่างในจุดที่ความชันมากที่สุดกับแกนที่  $k$  สำหรับข้อสอบที่  $i$

3.4 พารามิเตอร์การเดา (Lower asymptote) พารามิเตอร์  $c_i$  จะมีความหมายเหมือนกับโมเดลโลจิส 3 พารามิเตอร์ ค่าของพารามิเตอร์บ่งชี้ถึงความน่าจะเป็นในการตอบถูกของผู้สอบที่มีความสามารถต่ำในมิติทั้งหมด

#### 4. โปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการทดสอบแบบพหุมิติ

สำหรับโปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการทดสอบแบบพหุมิตินั้นมีผู้พัฒนาขึ้นจำนวนมาก และโปรแกรมเหล่านั้นก็มีวิธีการพัฒนาที่หลากหลายโดยได้รวมคุณสมบัติต่าง ๆ ไว้มากมาย ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการทดสอบแบบพหุมิติเท่านั้น อย่างไรก็ตามการพัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์เหล่านั้นมีการพัฒนาขึ้นใหม่อย่างรวดเร็ว และมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น โดยจะขอยกตัวอย่างบางโปรแกรมที่ได้รับความนิยม อาทิ TESTFACT (Bock, Gibbons, Schilling, Muraki, Wilson and Wood. 2003) NOHARM (Fraser. 1998) ConQuest (Wu, Adams and Wilson. 1997) และ BMIRT (Yao. 2003) ซึ่งแต่ละโปรแกรมก็มีคุณสมบัติและข้อจำกัดในการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันไป ดังที่ Reckase (2009) ได้สรุปไว้ ดังนี้

4.1 TESTFACT เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบขึ้นเพื่อใช้กับข้อมูลที่มีการตรวจให้คะแนน 2 ค่า คือ 1 และ 0 โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่ากลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มประชากรและระดับความสามารถของคุณลักษณะแฝง (latent trait) ของผู้สอบมาจากการแจกแจงปกติแบบพหุมิติ (MVN (0, 1)) (ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ. 2554 : 106 ; อ้างอิงมาจาก Mislevy. 1986) นั่นคือ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 (ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ. 2554 : 106 ; อ้างอิงมาจาก Knol and Berger. 1988) ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ในการประมาณค่าโมเดล MIRT ส่วนใหญ่รวมถึงโปรแกรม TESTFACT ได้มีการแสดงเพื่อระบุปัญหา (หรือสร้างวิธีการที่เป็นแบบแผนเดียวกัน) คือ



เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติแบบพหุมิติ ผู้พัฒนาโปรแกรมได้กล่าวว่า “วิธีการนี้ถือเป็นวิธีการใหม่ของการวิเคราะห์ปัจจัยของข้อสอบที่อยู่ภายใต้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ” ซึ่งวิธีการใหม่ที่กล่าวนั้น หมายถึง การประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ และพารามิเตอร์ผู้สอบ สำหรับการทดสอบแบบพหุมิติจาก 2 พารามิเตอร์ ให้สามารถวิเคราะห์ได้ทั้ง 3 พารามิเตอร์ (Three-parameter normal ogive model) แต่ทั้งนี้โปรแกรม TESTFACT ไม่สามารถประมาณค่าโอกาสการเดาข้อสอบได้ ผู้พัฒนาโปรแกรมได้เสนอว่าให้ใช้โปรแกรมอื่นมาช่วยวิเคราะห์ เช่น BILOG-MG โดยโปรแกรมนี้มีข้อจำกัด คือ วิเคราะห์ได้เฉพาะข้อสอบที่ให้คะแนนแบบ dichotomous และมีข้อจำกัดเรื่องจำนวนมิติของข้อสอบ

4.2 NOHARM (Normal-Ogive Harmonic Analysis Robust method) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและผู้สอบสำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติได้ด้วยวิธีการทั้งสองแบบคือ Exploratory Factor Analysis (EFA) และ Confirmatory Factor Analysis (CFA) โดยชื่อโปรแกรมมาจากคำว่า Normal Ogive by Harmonic Analysis Robust Method การประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อสอบใช้วิธีที่เรียกว่า Unweighted Least Squares เป็นโปรแกรมที่ใช้ประมาณค่า Multidimensional Extension of the 2-Parameter Normal Ogive Model และใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ Multidimensional Extension of the 3-Parameter Normal Ogive Model โดยผู้ใช้ต้องคำนวณค่าการเดาจากโปรแกรมอื่น ๆ แล้วนำมาป้อนข้อมูลให้กับโปรแกรม NOHARM การประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อสอบของโปรแกรม NOHARM ใช้วิธีการที่แตกต่างจากโปรแกรม TESTFACT และผลของการประมาณค่าพารามิเตอร์จะได้ค่าอำนาจจำแนกที่มีหลายค่าต่อข้อสอบหนึ่งข้อ และได้ค่าพารามิเตอร์ความยากหนึ่งค่าต่อข้อสอบหนึ่งข้อ และเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะเป็นฟรีแวร์ (Freeware) ไม่มีลิขสิทธิ์การค้างจึงไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน สามารถใช้งานได้ทั้งบนระบบดอส (Dos System) และบนระบบวินโดวส์ (Windows System) เป็นโปรแกรมที่ทำงานได้รวดเร็วมากอีกทั้งไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนพารามิเตอร์ที่จะประมาณค่าแต่ขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้งาน แต่โปรแกรม NOHARM จะไม่ประมาณค่าองค์ประกอบของเวกเตอร์ความสามารถ ( $\theta$ -vector) ซึ่งหากผู้ใช้งานต้องการประมาณค่าส่วนประกอบของเวกเตอร์จะต้องใช้โปรแกรมอื่นๆ ช่วยในการประมาณค่า เช่น TESTFACT (สมประสงค์ เสนารัตน์. 2555 : 71-72) โปรแกรมนี้สามารถวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุมิติได้มากถึง 50 มิติ อย่างไรก็ตามโปรแกรมนี้จะไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ผู้สอบ และวิเคราะห์ได้เฉพาะข้อสอบที่ให้คะแนนแบบ dichotomous

4.3 ConQuest เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบและผู้สอบสำหรับ MIRT ได้ด้วยวิธีการทั้งสองแบบคือ Exploratory Factor Analysis (EFA) และ Confirmatory Factor Analysis (CFA) เป็นโปรแกรมที่ใช้ประมาณค่าได้หลากหลายโมเดล เช่น Multifaceted Item Response Models, Multidimensional Item Response Models, Latent Regression Models โดยโปรแกรมนี้มีแนวคิดอยู่ภายใต้แนวคิด MIRT Rasch model ซึ่งจะศึกษาเพียง one-parameter นั่นคือ ค่าความยาก (b) และการประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อสอบใช้วิธีการความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method) ที่แตกต่างกันสองแบบคือ Quadrature Approach ใช้เมื่อจำนวน  $\theta$  มีหนึ่งหรือสองค่า และ Monte Carlo Approach ใช้เมื่อจำนวน  $\theta$  มีสามค่าขึ้นไปและสามารถประมาณค่า  $\theta$  ได้ถึง 15 ค่าต่อข้อสอบหนึ่งข้อ (สมประสงค์ เสนารัตน์.



2555 : 72) โดยโปรแกรมนี้สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อสอบและพารามิเตอร์ผู้สอบได้ ลักษณะที่สำคัญสำหรับโมเดลนี้ คือ ผู้ใช้จะต้องระบุ เมตริกซ์การให้คะแนน (A) และออกแบบเมตริกซ์ (B) เมื่อต้องการใช้โปรแกรมนี้ประมาณค่าพารามิเตอร์

4.4 BMIRT (Bayesian Multivariate Item Respond Model) โปรแกรมนี้จะใช้วิธีการของ Markov chain Monte Carlo (MCMC) ซึ่งสามารถวิเคราะห์ข้อสอบที่ให้คะแนนทั้งแบบ dichotomous และ polytomous โดยสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ข้อสอบ พารามิเตอร์ผู้สอบ และพารามิเตอร์การกระจายของประชากร

นอกจากนี้ ในปี ค.ศ. 1997 Von Davier มีการพัฒนาโปรแกรมทางด้านคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า WINMIRA เพื่อประมาณค่าความยากของข้อสอบภายในกลุ่มที่ทำการจัดจำแนก ซึ่งในปัจจุบันพบว่าได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับโมเดล ในการจำแนกผู้สอบออกเป็นกลุ่มความสามารถและนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน

ในการวิจัยครั้งนี้มีลักษณะพหุมิติระหว่างข้อ (Between-item multidimensionality) ผู้วิจัยจึงใช้การวิเคราะห์แบบ bi-factor ซึ่งจะให้ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกตามมิติที่มุ่งวัด และอำนาจจำแนกรวม ดังนั้น ข้อสอบทุกข้อจึงมีค่าอำนาจจำแนก 2 ค่า นั่นคือ อำนาจจำแนกในองค์ประกอบที่วัดและค่าอำนาจจำแนกทั่วไป สำหรับอำนาจจำแนกในมิติอื่น ๆ ที่ไม่ได้มุ่งวัดจะมีค่าเป็น 0 ดังนั้น การประมาณค่า พารามิเตอร์ตามโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้โปรแกรม BILOG-MG ในการประมาณค่าพารามิเตอร์โอกาสการเดาข้อสอบ (c) และใช้โปรแกรม TESTFACT เพื่อประมาณ ค่าพารามิเตอร์ความยาก (b) และอำนาจจำแนก (a)

### การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ (Multidimensional Computerized Adaptive Testing : MCAT) เป็นการผสมผสานแนวคิดระหว่างทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional Item Response Theory : MIRT) กับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing : CAT) ซึ่งเป็นการทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูง มีความแม่นยำ และลดจำนวนข้อสอบ

1. ความเป็นมาและหลักการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ (Multidimensional Computerized Adaptive Testing)

เป็นเวลามากกว่า 10 ปี ที่การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing) หรือที่เรียกว่า (CAT) ได้รับความนิยม และกล่าวถึงในความสำเร็จของวิธีการทดสอบนี้ ซึ่งการทดสอบแบบปรับเหมาะนั้นมีความสามารถมากกว่าการทดสอบแบบดั้งเดิมที่เขียนลงบนกระดาษ คำตอบ (paper-and-pencil tests) ซึ่งเป็นการเพิ่มความแม่นยำในการวัด ลดระยะเวลาในการทดสอบ วิธีนี้ได้มาตรฐานและมีความยืดหยุ่นในการจัดตารางการสอบของผู้สอบ การทดสอบแบบปรับเหมาะส่วนใหญ่จะเลือกใช้การเลือกข้อคำถามและการคำนวณการให้คะแนน โดยใช้พื้นฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (item response theory : IRT) ซึ่งในขณะนี้เทคนิคดังกล่าวใช้กับการทดสอบแบบปรับเหมาะภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นที่การทดสอบจะต้องเป็นรูปแบบเอกมิติ (unidimensionality) (Segall. 1996 : 331-354) และเนื่องจากการตอบสนองข้อสอบ



แบบเอกมิติ ในบางครั้ง จะไม่เหมาะสมกับการทดสอบจริง ดังนั้นจึงมีการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional Item Response Theory : MIRT) ซึ่งมีแนวคิดมาจาก 2 กลุ่ม คือ Spearman (1927) and Thurstone (1947) และ Lazarsfeld (1950) (พีชรี จันทรพิง. 2550 : 22) ซึ่งในขณะที่ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติเริ่มได้รับการยอมรับและการทดสอบแบบปรับเหมาะกำลังได้รับความนิยมอย่างมากในการนำไปปฏิบัติจึงเกิดการรวมกันของทั้งสองวิธีนี้เรียกว่า การทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติ (Multidimensional Adaptive Testing : MAT) (Segall. 2010 : 57-75) และเมื่อนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการกระบวนการทดสอบจึงเรียกรูปแบบการทดสอบนี้ว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ (Multidimensional Computerized Adaptive Testing : MCAT) ซึ่งวิธี การทดสอบดังกล่าวนี้เป็นการทดสอบที่มีประสิทธิภาพในการวัดสูง ไม่ว่าจะเป็นความแม่นยำในการวัดการลดความยาวของข้อสอบ และเป็นการวัดที่ตรงกับสภาพจริงของลักษณะข้อสอบ

การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ได้รับความนิยมมากทั้งในการทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา และเป็นวิธีการเฉพาะที่ใช้ในการประเมินความสามารถและคุณลักษณะแฝงอื่น ๆ ในการเลือกข้อสอบจากคลังข้อสอบที่ให้ผู้สอบได้รับข้อสอบตามผลการตอบข้อสอบของข้อก่อนหน้านี้ จุดมุ่งหมายของขั้นตอนการเลือกข้อสอบ คือ การเลือกข้อสอบให้เหมาะสมกับระดับลักษณะของผู้เข้าสอบ ซึ่งในปัจจุบันการทดสอบจำนวนมากที่มีลักษณะเหมือนกัน เช่น การสอบภาษาอังกฤษในลักษณะเป็นภาษาต่างประเทศ (TOEFL) ข้อสอบวัดเชาว์ปัญญาทั่วไปก่อนเข้าศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา (the Graduate Record Examinations : GREs) หรือข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถของผู้ที่ต้องการเข้าศึกษาในระดับปริญญาโทและปริญญาเอกสาขาบริหารธุรกิจ (Graduate Management Admission Test : GMAT) ที่ใช้การบริหารการสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ ในปี 2012 องค์การความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) มีแผนที่จะนำเอาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์มาใช้ในการประเมินสมรรถนะของนักเรียนในโครงการประเมินนักเรียนในระดับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment : PISA) (Frey and Seitz. 2009 : 89-90)

แนวคิดของการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบพหุมิติเป็นที่รู้จักกันมาในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา ในปี 1987 Bloxom และ Vale ได้นำเสนอวิธีการที่ปรับปรุงใหม่เกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบพหุมิติ โดยใช้การคัดเลือกข้อสอบแบบเบสปรับปรุงใหม่ของ Owen ที่นำเสนอไว้ในปี 1975 หลังจากนั้นในปี 1992 Tam ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกข้อสอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบพหุมิติระหว่างวิธีแบบเบสปรับปรุงใหม่ของ Owen กับวิธีการอื่น ๆ ในประเด็นความแม่นยำในการวัดสารสนเทศของข้อสอบและเวลาในการคำนวณ ต่อมาในปี 1996 Segall ได้นำเสนอวิธีการแบบเบสสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบพหุมิติ ซึ่งในเวลาต่อมาวิธีการแบบเบสเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมสูงมาก วิธีการนี้ใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของความแปรปรวนร่วมระหว่างมิติของการวัดสำหรับการเลือกข้อสอบและการประมาณค่าความสามารถ ส่งผลให้จำนวนข้อสอบที่ลดลง ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่จำเป็นของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ แนวคิดของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ เป็นแนวทางใหม่ในการประเมินความสามารถด้วยเหตุผล 2 ประการ ประการแรก เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้โมเดลการวัดแบบเอกมิติ การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิตีย่อมมีข้อจำกัดที่เหมาะสมระหว่างโมเดลเชิงทฤษฎีที่ประกอบกันขึ้นมาจากหลากหลาย





แนวคิดและโมเดลการวัดในเชิงสถิติด้วยการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ และการทดสอบแบบดั้งเดิม (Frey and Seitz. 2009 : 89-90)

นอกจากนี้ Frey และ Cartensen (2009 : 59) ได้กล่าวถึง การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติว่าเป็นการนำเอาหลักการของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์มาขยายขอบเขตการวัดของข้อสอบจากการวัดแบบเอกมิติ เป็นข้อสอบแต่ละข้อวัดพร้อมกันในหลาย ๆ มิติ และถ้าใช้จำนวนข้อสอบที่เท่ากัน การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติจะเป็นการทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ และการทดสอบแบบดั้งเดิม เนื่องจากการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติมีอัตราการวัดที่แม่นยำกว่าเมื่อใช้ข้อสอบเท่ากัน ดังนั้น การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติจึงสามารถที่จะลดจำนวนข้อสอบลงได้มากกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติประมาณ 30-50% และลดจำนวนข้อสอบได้มากกว่าการทดสอบแบบดั้งเดิมที่กำหนดจำนวนข้อสอบไว้ประมาณ 70% โดยไม่สูญเสียความแม่นยำ และ Frey และ Seitz ได้กล่าวถึงการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ 1.3 เท่า อย่างไรก็ตาม Frey และ Seitz ได้ระบุว่าถ้าใช้การเลือกข้อสอบแบบสุ่มการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ 3.7 เท่า (Frey and Seitz. 2009 : 81-93)

โดยสรุป การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการทดสอบที่ผู้สอบแต่ละคนได้ข้อสอบแตกต่างกันด้วยเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ ที่มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ ทำให้ผู้สอบจะไม่มีความรู้สึกว่าข้อสอบมีความยากมากเกินไปเกินความสามารถของผู้สอบด้วยการออกแบบคลังข้อสอบที่มีข้อสอบจำนวนมากและมีเนื้อหาครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด นอกจากนี้ การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ยังสามารถตรวจและรายงานผลได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ตอบสนองความต้องการของผู้สอบที่ต้องการทราบผลทันทีหลังการทดสอบ การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ จึงเป็นการทดสอบที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อตอบสนองผู้เรียนอย่างแท้จริง

## 2. หลักการของการทดสอบแบบปรับเหมาะ (Principle of Adaptive Testing)

การทดสอบแบบปรับเหมาะ (Adaptive Testing or Tailored Testing) เป็นการทดสอบที่มุ่งวัดคุณลักษณะที่ต้องการ โดยการคัดเลือกข้อสอบตามความสามารถของผู้สอบในระหว่างกระบวนการทดสอบ การคัดเลือกข้อสอบจะพิจารณาจากผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามที่มีมาก่อน ถ้าตอบข้อสอบข้อนั้นได้ถูกต้อง ข้อสอบข้อต่อไปก็จะยากขึ้น แต่ถ้าตอบข้อสอบข้อนั้นผิด ข้อสอบข้อต่อไปก็จะง่ายลง (Weiss. 1983 : 1-7 ; Weiss and Schleisman. 1999 : 138-150) แบบทดสอบที่ใช้ในการทดสอบแบบปรับเหมาะจึงเป็นแบบทดสอบที่ประกอบไปด้วยชุดของข้อสอบที่แตกต่างกันสำหรับการสอบของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นลักษณะที่ตรงกันข้ามกับแบบทดสอบแบบประเพณีนิยม (Conventional Tests) ที่ผู้สอบทุกคนจะถูกสอบด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกัน ซึ่งแบบทดสอบประเพณีนิยมอาศัยหลักการตามทฤษฎีการทดสอบแบบมาตรฐานเดิม (Classical Test Theory : CTT) คุณภาพของข้อสอบได้มากก็ต่อเมื่อผู้สอบทุกคนทำข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบชุดเดียวกัน ผลการ



ทดสอบจะได้ค่าความสามารถของผู้สอบกระจายเป็นช่วงกว้างบนเส้นต่อเนื่องของค่าความสามารถตามจุดประสงค์การวัดของแต่ละแบบทดสอบนั้น

ข้อสอบในแบบทดสอบประเพณีนิยมมักกำหนดค่าความยากปานกลางประมาณ 0.5 ผู้สอบระดับความสามารถบริเวณช่วงค่าความยาก 0.5 จะได้รับการวัดผลอย่างแม่นยำ แบบทดสอบประเพณีนิยม จึงใช้ได้ดีกับผู้สอบระดับความสามารถปานกลางเท่านั้น อีกประการหนึ่ง การให้ผู้สอบทุกคนต้องทำข้อสอบจำนวนเท่า ๆ กัน ทำให้มีข้อสอบจำนวนน้อยที่เหมาะสมกับผู้สอบระดับความสามารถสูงและผู้สอบระดับความสามารถต่ำ ความแม่นยำในการวัดสำหรับผู้สอบเหล่านี้จึงลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อข้อสอบมีความยากเกินไปสำหรับผู้สอบความสามารถต่ำหรือง่ายเกินไปสำหรับผู้สอบความสามารถสูงสารสนเทศของผู้สอบจึงน้อยลงตามไปด้วย เพราะฉะนั้น ข้อสอบยากเกินไปหรือง่ายเกินไปเมื่อจัดให้ผู้สอบจะไม่วัดความสามารถของผู้สอบได้ถูกต้อง (Weiss. 1974 ; 1985 : 774-789) มีผลต่อความเชื่อมั่นในภาพรวมและให้ความเที่ยงตรงลดลง

การจำกัดเวลาในการทดสอบเพื่อความสะดวกของผู้คุมสอบ อาจนำมาซึ่งความคลาดเคลื่อนของคะแนนแบบทดสอบได้ เนื่องจากผู้สอบบางคนตอบข้อสอบได้ในเวลาจำกัดในขณะที่บางคนทำไม่ได้ ผลคือ การจำกัดเวลาจะส่งผลกระทบต่อผู้สอบแตกต่างกัน การประมาณขนาดความคลาดเคลื่อนของคะแนนแบบทดสอบทำได้ไม่แน่นอน (Weiss. 1974)

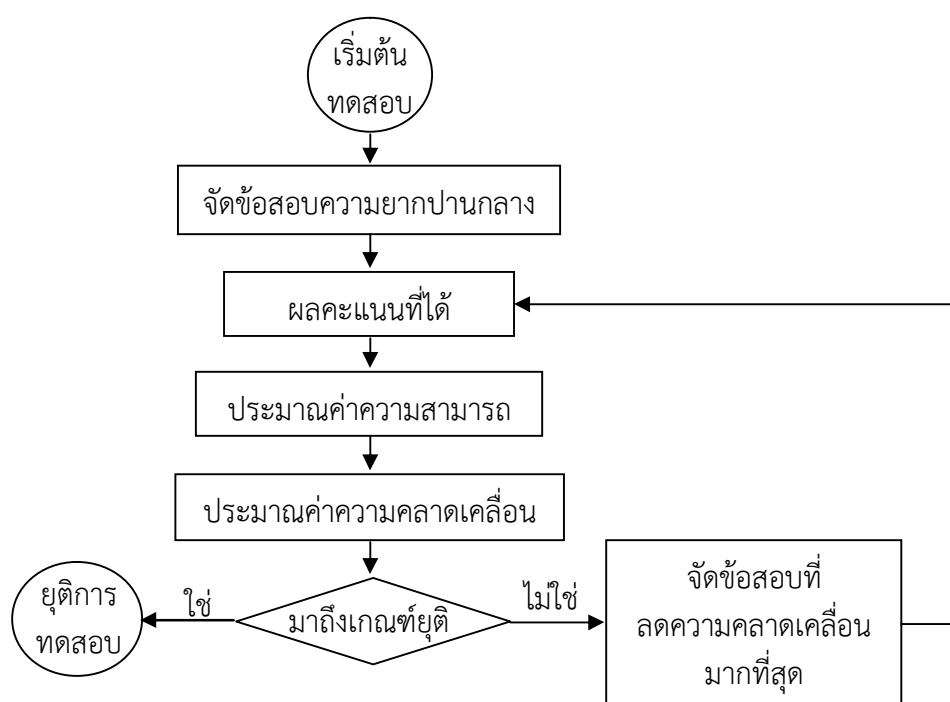
จากเหตุผลดังกล่าว มีการศึกษาวิธีการทดสอบอื่น ๆ นอกเหนือจากการทดสอบประเพณีนิยม เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของคะแนนการทดสอบ วิธีที่ได้รับความสนใจคือ การทดสอบแบบปรับเหมาะตามหลักการตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response Theory : IRT) จากแนวคิดที่ว่า ข้อสอบที่จัดให้แก่ผู้สอบแต่ละคนมีค่าความยากเหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบคนนั้น ทำให้ความน่าจะเป็นของการตอบถูกต้องหรือตอบผิดมีค่าเท่ากับ 0.5 ดังนั้น ข้อสอบที่จัดให้แก่ผู้สอบจะวัดระดับความสามารถของผู้สอบคนนั้นอย่างแม่นยำ มีความเฉพาะเจาะจงมากกว่าการทดสอบประเพณีนิยมซึ่งให้เพียงระดับความสามารถโดยเฉลี่ยของกลุ่มผู้สอบ

ภายใต้กลยุทธ์ของการทดสอบแบบปรับเหมาะ การใช้ข้อสอบจำนวนมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบความยากเหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบจะลดผลที่เป็นอุปสรรคและการเดา รวมทั้งจำนวนข้อสอบต่ำกว่าหรือสูงกว่าระดับความสามารถของผู้สอบจะใช้น้อยลง ลดความเบี่ยงเบนของผู้สอบในการทำแบบทดสอบ โดยทั่วไป การทดสอบแบบปรับเหมาะจะไม่จำกัดเวลา อนุญาตให้ผู้สอบได้ใช้เวลาตามต้องการ การจัดจำนวนข้อสอบให้มีความเฉพาะในแต่ละบุคคล ทำให้ผู้สอบบางคนลดเวลาในการทำแบบทดสอบ นอกจากนี้ เวลาในการตอบข้อสอบสามารถใช้เป็นข้อมูลในการวัดทางจิตวิทยาได้ Weiss and Betz (Weiss. 1974 ; citing Weiss and Betz. 1973) กล่าวว่า การทดสอบแบบปรับเหมาะสามารถลดเวลาโดยไม่ลดความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงและอาจจะเพิ่มความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงได้

การดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะจะเกี่ยวข้องกับคำถามสำคัญ 3 คำถาม ได้แก่ จะเลือกข้อสอบที่ใช้ในการเริ่มต้นการสอบได้อย่างไร (how to start) จะเลือกข้อสอบข้อถัดไปได้อย่างไร (how to continue) และรู้ได้อย่างไรว่าจะยุติการสอบ (how to stop) (Thissen and Mislevy. 1990 ; Wainer. 1990 : 1-21) คำถามดังกล่าวจะไม่พบในการทดสอบแบบประเพณีนิยม เนื่องจากในการเริ่มต้นทำแบบทดสอบมักจะเริ่มจากการทำข้อสอบข้อที่ 1 ข้อต่อ ๆ ไป จนถึงข้อสุดท้าย แต่ในการทดสอบแบบปรับเหมาะ การเลือกข้อสอบที่ใช้ในการประมาณค่าความสามารถเบื้องต้นหรือ



เป็นขั้นตอนของการเริ่มการทดสอบเป็นที่สำคัญและมีผลต่อการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบเพื่อ การเลือกข้อสอบข้อต่อไป รวมถึงการยุติการสอบ และการประมาณค่าความสามารถสุดท้ายของผู้สอบ การเริ่มต้นการสอบ การดำเนินการสอบและการยุติการสอบจึงเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การทดสอบ แบบปรับเหมาะมีประสิทธิภาพสูงสุดและมักจะเป็นประเด็นที่ใช้ในการศึกษาวิจัยพัฒนาเกี่ยวกับการ ทดสอบแบบปรับเหมาะ ซึ่งในการทดสอบแบบปรับเหมาะนั้น อาศัยแนวคิดตามทฤษฎีการตอบข้อสอบ (Item Response Theory : IRT) โดยทั่วไปนิยมใช้รูปแบบ 3 พารามิเตอร์ ข้อสอบต้องทราบ ค่าพารามิเตอร์และรวบรวมข้อสอบทั้งหมดไว้ในคลังข้อสอบ ขั้นตอนการทดสอบแบบปรับเหมาะสรุป ดังนี้



ที่มา : Vispoel (1999 : 151-176)

ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการทดสอบแบบปรับเหมาะ

ภาพประกอบ 6 สรุปขั้นตอนการทดสอบแบบปรับเหมาะ เริ่มต้นการทดสอบทำโดยเลือก ข้อสอบจากคลังข้อสอบกำหนดความยากของข้อสอบที่ระดับปานกลางหรือความยากของข้อสอบ ใกล้เคียงกับความสามารถของผู้สอบตามสารสนเทศเดิม ผลคะแนนที่ได้นำไปคำนวณหาค่าประมาณ ความสามารถของผู้สอบ เพื่อใช้ค่าประมาณความสามารถนี้ทำการเลือกข้อสอบข้อที่ให้ความ คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและจัดให้ผู้สอบ นั่นหมายถึง ถ้าตอบข้อสอบถูกต้อง ข้อสอบข้อต่อไปมีระดับ ความยากเพิ่มขึ้น ถ้าตอบข้อสอบผิด ข้อสอบข้อต่อไปมีระดับความยากลดลง การทดสอบดำเนินต่อเนื่อง ไปเรื่อยๆ และสิ้นสุดเมื่อความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าความสามารถไม่เกินเกณฑ์กำหนด หรือ ค่าประมาณความสามารถอยู่ในระดับยอมรับได้ หรือเมื่อใช้ข้อสอบตามจำนวนต้องการหรือ ดังนี้



ข้อสอบที่จัดให้แก่ผู้สอบกล่าวได้ว่าไม่ยุ่งยากเกินไปหรือยากเกินไปกว่าความสามารถของผู้สอบ เหมาะกับการวัดระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละคน

### 3. ประเภทของการทดสอบแบบปรับเหมาะ

Weiss (1974) และ Hambleton and Swaminathan (1985) ได้จำแนกประเภทของการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ โดยพิจารณาถึงยุทธวิธีที่ใช้ในการคัดเลือกข้อสอบ จึงจำแนกเป็นการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่ใช้ยุทธวิธีสองขั้นตอน และยุทธวิธีหลายขั้นตอน

#### 3.1 ยุทธวิธีสองขั้นตอน (Two-stage Strategies)

เป็นการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่แบ่งการทดสอบออกเป็นสองขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นตอนแรกเป็นการสอบกำหนดทิศทางและขั้นตอนที่สองเป็นการสอบวัดผล

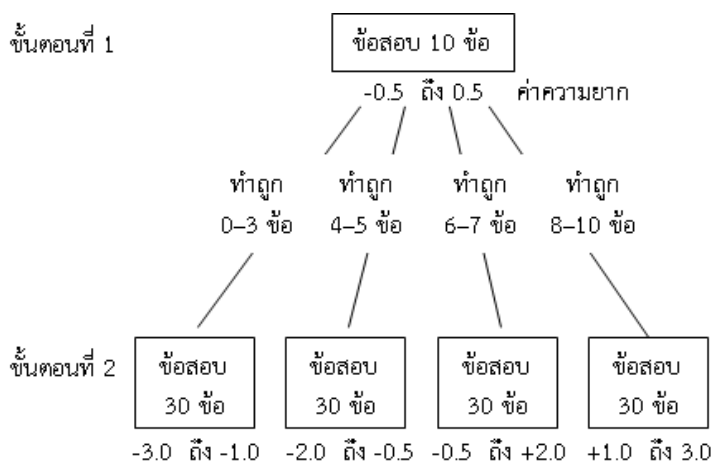
ในปี ค.ศ. 1970 และปี ค.ศ. 1980 นักวิจัยได้มีความพยายามในการพัฒนาแบบทดสอบแบบปรับเหมาะโดยเน้นไปที่ขั้นตอนการคัดเลือกข้อสอบ เพื่อให้ได้จำนวนข้อสอบที่น้อยที่สุด ในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบได้อย่างถูกต้อง ยุทธวิธีสองขั้นตอนจึงได้รับการพัฒนาขึ้น เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ดังกล่าว โดยใช้แบบทดสอบสองฉบับในการทดสอบสองขั้นตอน แบบทดสอบแต่ละฉบับในแต่ละขั้นตอนจะประกอบไปด้วยกลุ่มของข้อสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งซึ่งกำหนดทิศทางคำตอบสำหรับผู้สอบไว้ เรียกว่า testlets แบบทดสอบในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้ (Thissen and Mislevy. 1990 : 103-135)

1) แบบทดสอบขั้นตอนแรกหรือแบบทดสอบเพื่อกำหนดทิศทาง (first-stage test or routing test) เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างสั้น ประกอบด้วยข้อสอบที่มีระดับความยากกระจายในช่วงกว้างหรือมีระดับความยากปานกลาง เพื่อให้ผู้สอบทำในขั้นตอนแรกและตรวจข้อสอบทันทีเพื่อใช้ผลการทดสอบเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแบบทดสอบในขั้นที่สองโดยพิจารณาตามค่าความยากของแบบทดสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบซึ่งประมาณได้จากการทดสอบแบบทดสอบฉบับแรก

2) แบบทดสอบขั้นตอนที่สองหรือแบบทดสอบวัดผล (second-stage test, main test or measurement test) เป็นแบบทดสอบที่ถูกคัดเลือกให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบซึ่งประมาณได้จากการทดสอบในขั้นแรกมักเป็นแบบทดสอบที่ยาวกว่าแบบทดสอบในขั้นแรก และประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ประมาณ 3-5 ฉบับแยกตามระดับความยาก ในแต่ละฉบับจะมีข้อสอบจำนวน 20-30 ข้อ คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละฉบับไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้โดยตรง เนื่องจากข้อสอบแต่ละฉบับมีความยากต่างกัน วิธีนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันอาจทำได้โดยการนำคะแนนของแต่ละฉบับมาถ่วงด้วยค่าความยากเฉลี่ยของแต่ละฉบับเพื่อปรับค่าความยากให้เท่ากัน

โครงสร้างของการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบโดยใช้ยุทธวิธีสองขั้นตอน แสดงดังภาพประกอบ 7





ที่มา : สิริลักษณ์ เกษรปทุมานันท์ (2549 : 25)

ภาพประกอบ 7 โครงสร้างของการทดสอบโดยใช้ยุทธวิธี 2 ขั้นตอน

### 3.2 ยุทธวิธีหลายขั้นตอน (Muti-stage Strategies)

เป็นการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่แบ่งการทดสอบออกเป็นหลายขั้นตอน โดยมีการจัดโครงสร้างของขั้นตอนจัดเรียงข้อสอบ การเลือกข้อสอบและการยุติการทดสอบหลายรูปแบบแบ่งออกเป็น

#### 3.2.1 ยุทธวิธีหลายขั้นตอนแบบทางแยกคงที่ (Fixed-Branching)

รูปแบบทางแยกคงที่ที่ใช้ในยุทธวิธีหลายขั้นตอนเหมือนยุทธวิธีสองขั้นตอนใน ส่วนของการกำหนดทางแยกคงที่ แตกต่างกันในส่วนของ การตัดสินใจแยกทาง ซึ่งในการใช้ยุทธวิธีสอง ขั้นตอนกำหนดการตัดสินใจเพียงครั้งเดียวจากการทำแบบทดสอบกำหนดทิศทางในขั้นแรกไปการทำ แบบทดสอบวัดผลในขั้นที่สอง ส่วนรูปแบบทางแยกคงที่ในการใช้ยุทธวิธีหลายขั้นตอนจะกำหนดการ ตัดสินใจหลังจากที่ผู้สอบทำข้อสอบในแต่ละข้อตามโครงสร้างของแบบทดสอบที่กำหนดไว้ล่วงหน้า โดยคำนวณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบไว้แล้ว ผู้สอบแต่ละคนจะได้ทำแบบทดสอบที่มีโครงสร้างของ แบบทดสอบเดียวกันแต่จะได้ทำข้อสอบในข้อที่แตกต่างกันตามวิธีการคัดเลือกข้อสอบที่กำหนดไว้ รูปแบบในการกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบ สรุปได้ดังนี้ (ทัศนศิริินทร์ สว่างบุญ. 2554 : 27-28)

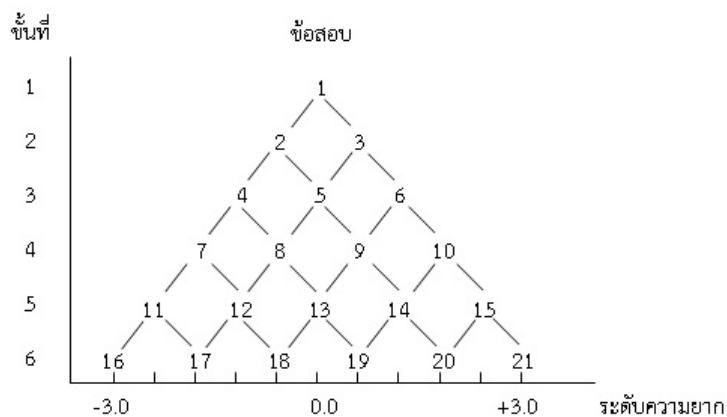
#### 1) รูปแบบปิรามิดหรือรูปแบบโครงสร้างต้นไม้ (pyramidal model)

รูปแบบปิรามิดมีหลายลักษณะ ได้แก่ ปิรามิดขนาดขั้นคงที่ ปิรามิด ขนาดขั้นแปรผัน ปิรามิดชนิดรอบบิน- มอนโร ปิรามิดชนิดข้างตัด ปิรามิดชนิดข้างตัดสกัดการสะท้อน กลับ ปิรามิดชนิดมีหลายข้อในแต่ละขั้น ปิรามิดชนิดให้น้ำหนักตัวเลือก

#### 2) รูปแบบปรับระดับแบบยืดหยุ่น (flexilevel model)

#### 3) รูปแบบปรับระดับขั้น (stradaptive model)





ที่มา : สิริลักษณ์ เกษรพทุมานันท์ (2549 : 26)

ภาพประกอบ 8 โครงสร้างของการทดสอบรูปแบบปิรามิดขนาดคงที่

### 3.2.2 ยุทธวิธีหลายชั้นตอนแบบทางแยกแปรผัน (Variable Branching)

รูปแบบทางแยกแปรผันเป็นรูปแบบการทดสอบที่ไม่ได้กำหนดโครงสร้างและไม่ได้กำหนดข้อสอบไว้ล่วงหน้า ว่าถ้าผู้สอบตอบถูก จะต้องไปทำข้อสอบข้อใดหรือถ้าตอบผิดจะต้องไปทำข้อสอบข้อใดแต่จะดำเนินการโดยใช้ข้อสอบที่กำหนดค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบไว้แล้ว การคัดเลือกข้อสอบเพื่อให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบจะดำเนินการโดยใช้วิธีการทางสถิติในการประมาณค่าความสามารถ ซึ่งวิธีการประมาณค่าความสามารถที่นิยมใช้มี 2 วิธี ได้แก่

#### 1) การประมาณค่าแบบเบส์ (Bayesian estimation)

ยุทธวิธีของเบส์นี้ประยุกต์ทฤษฎีของเบส์ในกระบวนการตอบข้อสอบและอาศัยเครื่อง คอมพิวเตอร์ในการทดสอบ จึงมักเรียกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วย มีขั้นตอนดังนี้ (สิริลักษณ์ เกษรพทุมานันท์. 2549 : 33)

1.1) ในแต่ละชั้นของการทดสอบจะมีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าไว้จากข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่เกี่ยวกับผู้สอบและข้อสอบ

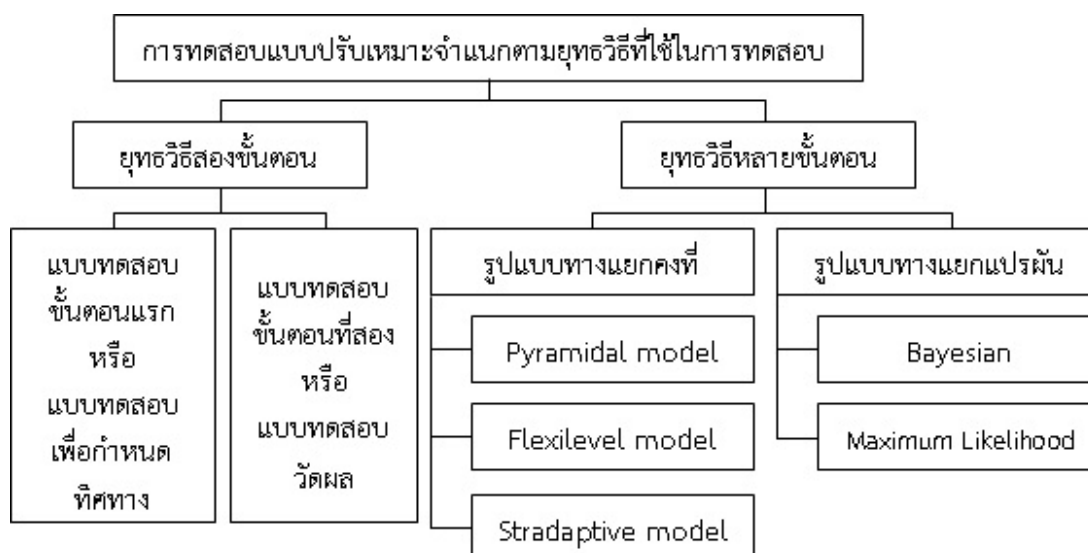
1.2) คัดเลือกข้อสอบจากกลุ่มข้อสอบที่ได้คำนวณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบไว้แล้ว ข้อสอบในกลุ่มข้อสอบทุกข้อที่ยังไม่ได้นำมาให้ผู้สอบคนนั้น ๆ สอบจะถือว่าเป็นข้อสอบที่มีโอกาสนำมาใช้สอบได้ กระบวนการนี้แสดงให้เห็นว่าข้อสอบข้อใด ๆ ในกลุ่มข้อสอบที่นำมาใช้ในการทดสอบกับผู้สอบคนใด ๆ ก็ตามจะเป็นข้อสอบที่มีระดับความยากใกล้เคียงกับระดับความสามารถของผู้สอบมากที่สุด หลังจากดำเนินการสอบโดยใช้ข้อสอบที่คัดเลือกไว้ก็จะประมาณความสามารถของผู้สอบไว้ก่อน แล้วการตอบถูกหรือการตอบผิดจะนำมารวมกันเพื่อคำนวณโดยใช้ทฤษฎีของเบส์หาค่าความสามารถในภายหลัง การประมาณค่าครั้งนี้เป็นการประมาณค่าที่ปรับจากค่าที่ได้คำนวณไว้แต่เดิม กระบวนการนี้จะสิ้นสุดลงเมื่อความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสามารถมีค่าน้อยกว่าที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

2) การประมาณค่าแบบความเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood estimation)



วิธีนี้เป็นวิธีที่ Urry (1977 : 181-196) ได้พัฒนาขึ้นโดยใช้วิธีการประมาณค่าความเป็นไปได้สูงสุดตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งมีวิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบที่คล้ายคลึงกับกระบวนการตามทฤษฎีบทของเบส์ แม้ว่าเหตุผลทางคณิตศาสตร์ต่างกัน หลังจากที่ผู้สอบตอบข้อสอบเพียง 1 ข้อก็จะนำผลการทดสอบไปแก้สมการความเป็นไปได้สูงสุด และจะได้ค่าประมาณค่าความสามารถและความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ข้อสอบข้อถัดไปที่เลือกมาใช้ทดสอบจะเป็นข้อสอบจากกลุ่มข้อสอบและเป็นข้อสอบที่มีระดับความยากเหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบทันที จากข้อมูลการตอบทั้งหมดของผู้สอบ ซึ่งรวมถึงข้อสอบข้อสุดท้ายที่ผู้สอบตอบ จากนั้นก็ประมาณค่าความสามารถและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานใหม่ โดยใช้สมการความเป็นไปได้สูงสุด จนกว่าการทดสอบจะสิ้นสุดตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จากการจำแนกการทดสอบแบบปรับเหมาะตามยุทธวิธีที่ใช้ในการทดสอบ สามารถสรุปยุทธวิธีที่ใช้ในการทดสอบได้ดังภาพประกอบ 9



ที่มา : ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ (2554 : 28)

ภาพประกอบ 9 ประเภทของการทดสอบแบบปรับเหมาะจำแนกตามยุทธวิธีที่ใช้ในการทดสอบ

นอกจากนี้ Hulin, Drasgow และ Parsons (1983) ได้จำแนกประเภทของการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ โดยพิจารณาถึงเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ จึงจำแนกเป็นการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์และการทดสอบที่ใช้คอมพิวเตอร์

- 1) การทดสอบที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์ เป็นการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย การทดสอบที่ใช้ในการสอบดังต่อไปนี้
  - 1.1) แบบสอบวัดเชาว์ปัญญารายบุคคลของ Binet
  - 1.2) แบบสอบเลือกคำตอบเป็นกลุ่มแบบสองขั้นตอน (Two-Stage Test)



1.3) แบบสอบปรับระดับความสามารถที่ยืดหยุ่น (Flexilevel Test)

1.4) แบบสอบกำหนดตามการแยกทาง (Branching Test)

2) การทดสอบที่ใช้คอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing) เป็นการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่นำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อความสะดวกในการคัดเลือกข้อสอบ และประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ซึ่งนิยมใช้การกำหนดทางแยกแบบแปรผัน และใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเป็นพื้นฐานในการประมาณค่า

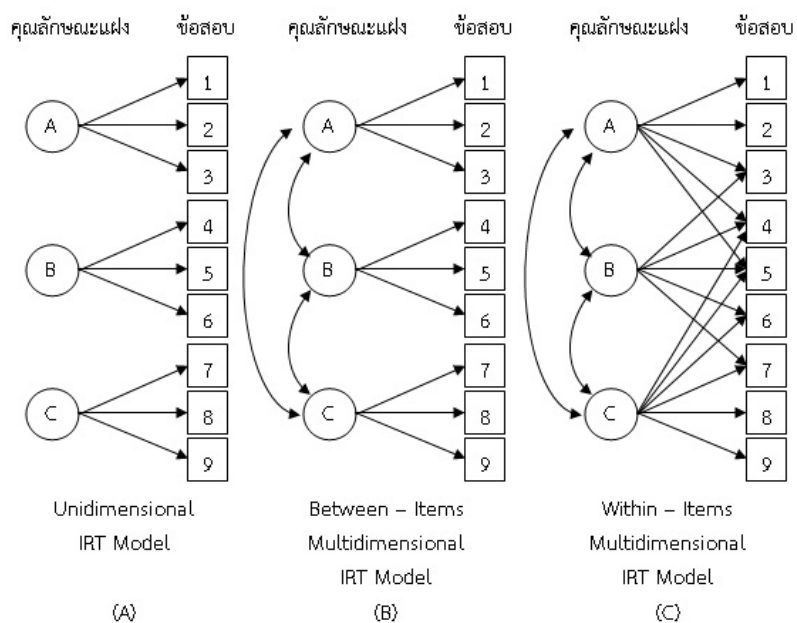
อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้และประสิทธิภาพของการทดสอบแล้ว การทดสอบแบบปรับเหมาะจำเป็นต้องใช้กับคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดต่อไป

#### 4. ประเภทของ multidimensionality

ประเภทของ multidimensionality แบ่งออกเป็น การทดสอบพหุมิติระหว่างข้อ (between-item multidimensionality) และการทดสอบพหุมิติภายในข้อ (within-item multidimensionality) (ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ. 2554 : 64 ; อ้างอิงมาจาก Adam and others. 1997) โดยที่ข้อสอบจะถูกเรียกว่าเอกมิติ (unidimensional) เมื่อข้อสอบนั้นมุ่งที่จะวัดคุณลักษณะเพียงคุณลักษณะเดียว และจะเรียกว่าพหุมิติ (multidimensional) เมื่อข้อสอบนั้นมุ่งที่จะวัดคุณลักษณะหลายคุณลักษณะ และการทดสอบนั้นจะเป็นการทดสอบพหุมิติระหว่างข้อ (between-Item multidimensionality) เมื่อข้อสอบแต่ละข้อไม่ได้วัดหลายคุณลักษณะ และการทดสอบนั้นจะเป็นการทดสอบพหุมิติภายในข้อ (within-Item Multidimensionality) เมื่อข้อสอบแต่ละข้อวัดหลายคุณลักษณะ แสดงลักษณะของการทดสอบพหุมิติระหว่างข้อ และการทดสอบพหุมิติภายในข้อ สำหรับลูกศรสองทางระหว่างคุณลักษณะแฝงบ่งชี้ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะแฝงที่ไม่เป็น 0 และจะเห็นได้ว่าการทดสอบพหุมิติระหว่างข้อเป็นลักษณะพิเศษของการทดสอบพหุมิติภายในข้อ โดยที่แต่ละข้อถูกกำหนดให้วัดเพียงคุณลักษณะเดียว การทดสอบพหุมิติระหว่างข้อ และการทดสอบพหุมิติภายในข้อมีลักษณะคล้ายกับโครงสร้างปัจจัย “simple” และ “complex” ในการวิเคราะห์ปัจจัย (factor analysis) ขั้นตอนการทดสอบแบบปรับเหมาะถูกพัฒนามาจากโมเดลการตอบสนองข้อสอบพหุมิติระหว่างข้อ และภายในข้อจะถูกกล่าวถึงในชื่อ between-Item MAT และ Within-Item MAT ซึ่งการศึกษาของ Luecht (1996 : 389-404) และ Segall (1996 : 331-354) เป็นตัวอย่างการศึกษาการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบ between-Item MAT ในลักษณะของการให้คะแนนสองค่า (Wang and Chen. 2004 : 295-316) ซึ่ง Li (ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ. 2554 : 65 ; อ้างอิงมาจาก Li. 2006) เรียกกรุปแบบนี้ว่าโครงสร้างอย่างง่าย (simple structure) โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติระหว่างข้อสอบ และโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติภายในข้อสอบ ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 83-84)







ภาพประกอบ 10 โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ ระหว่างข้อสอบ และโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติภายในข้อสอบ

จากภาพประกอบ 10 (A) แสดงโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ (Unidimensional IRT Model) ข้อสอบมุ่งวัดคุณลักษณะแฝงหรือความสามารถด้าน A, B และ C โดยถือว่าความสามารถทั้ง 3 ด้านเป็นอิสระจากกัน ส่วนภาพประกอบ 10 (B) แสดงโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 มิติ ซึ่งความสามารถทั้ง 3 ด้าน มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยความสามารถแต่ละด้านถูกวัดระหว่างข้อสอบต่างชุดกัน (Between-Items) หรือคุณลักษณะแฝงแต่ละด้านถูกวัดโดยใช้ข้อสอบต่างชุดกัน สำหรับภาพ ประกอบ 10 (C) แสดงโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 3 มิติ ซึ่งความสามารถทั้ง 3 ด้าน มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยความสามารถแต่ละด้านถูกวัดภายในข้อสอบชุดเดียวกัน (Within-Items)

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งแบ่งมิติตามแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สโตน จำนวน 4 มิติ ได้แก่ องค์ประกอบทางภาษา องค์ประกอบด้านตัวเลข องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งความสามารถถูกวัดระหว่างข้อสอบต่างชุด ที่มีความสัมพันธ์กัน จึงเป็นการทดสอบพหุมิติระหว่างข้อ (Between-Item multidimensionality)

#### 5. องค์ประกอบของการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติ

การทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติเป็นการมองการทดสอบปรับเหมาะแบบเอกมิติจากมุมมองแบบพหุตัวแปร ประกอบไปด้วยองค์ประกอบสำคัญหลายองค์ประกอบ ดังนี้

##### 5.1 โมเดลทฤษฎีตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ

โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ (Multidimensional Item Response Theory Model : MIRT Model) ถือได้ว่าเป็นแนวคิดที่แผ่ขยายมาจากโมเดลการตอบสนองข้อสอบ



แบบเอกมิติ (Unidimensional Item Response Theory Model : UIRT Model) เพื่อแก้ไขจุดอ่อนของข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นเอกมิติ โดยจะแตกต่างจากแนวคิดแบบเดิมในส่วนของการเปรียบเทียบวิธีของโมเดล MIRT ที่นำมาประยุกต์และการแปลความหมายของผลที่ได้

การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติสามารถใช้งานร่วมกับโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติได้หลากหลายโมเดล (Frey and Seitz. 2009 : 90) เช่น โมเดล โลจิสติกแบบพหุมิติ โมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติ โมเดลสำหรับการวัดมิติที่ไม่สามารถทดแทนกันได้ โมเดลสำหรับการวัดการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลง โมเดลในการระบุโครงสร้างของระดับคุณลักษณะ และโมเดลสำหรับการจำแนกกลุ่มบุคคล

โมเดลโลจิสติกแบบพหุมิติและโมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติเป็นโมเดลที่มีการนำใช้งานได้กว้างขวางกว่าโมเดลอื่น ๆ เนื่องจากรูปแบบทางสถิติของโมเดลโลจิสติกแบบพหุมิติสามารถบูรณาการไปใช้ในโมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติได้ แม้ว่าจะมีคุณลักษณะคล้ายคลึงกัน อีกทั้งรูปแบบในเชิงสถิติของโมเดลสำหรับการวัดมิติที่ไม่สามารถทดแทนกันได้ยังไม่ได้ได้รับการพัฒนาให้เพียงพอที่จะนำไปใช้งานได้ในปัจจุบันนี้ (Reckase. 2009 : 121) และโมเดลปกติสะสมมีความซับซ้อนของโครงสร้างข้อสอบ (ICCs) มากกว่าโมเดลโลจิสติก แต่เมื่อคุณ 1.702 เข้าไปใน Exponents ของโมเดลโลจิสติกจะทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูกต้องของทั้งสองโมเดลมีค่าใกล้เคียงกันมาก คือ มีความแตกต่างกันไม่เกิน 0.01 (Zimowski. 2003 : 541) แสดงให้เห็นว่าโมเดลทั้งสองนี้สามารถบูรณาการไปใช้งานด้วยกันได้ด้วยการปรับแก้เพียงเล็กน้อย

โดยทั่วไปโมเดลการระบุความน่าจะเป็นของโมเดล การตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติสำหรับการตอบสนองกับข้อสอบที่ถูกต้อง  $i$  ( $u_i = 1$ ) ขึ้นอยู่กับความสามารถแฝง  $p$  เมื่อ  $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p)$  และคุณลักษณะของข้อสอบที่ครอบคลุมด้วยพารามิเตอร์ข้อสอบหนึ่งพารามิเตอร์หรือมากกว่า (Frey and Seitz. 2009 : 90) โดยโมเดลการระบุความน่าจะเป็นในการตอบที่ถูกต้องของโมเดลโลจิสติกแบบพหุมิติ แสดงได้ดังสมการต่อไปนี้ (Segall. 2010 : 62)

$$P_i(\theta) \equiv \text{Prob}(U_i = 1 | \theta) = c_i + \frac{1 - c_i}{1 + \exp[-Da'_i(\theta - b_i, 1)]}$$

- เมื่อ  $P_i(\theta)$  แทน ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบข้อที่  $i$
- $U_i$  แทน ตัวแปรสุ่มแบบ binary ที่ประกอบด้วยผลการตอบข้อสอบข้อที่  $i$  ( $U_i = 1$  ถ้าข้อที่  $i$  ตอบถูก และ  $U_i = 0$  ถ้าตอบเป็นอย่างอื่น)
- $c_i$  แทน ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบที่มีความสามารถต่ำจะตอบข้อสอบข้อที่  $i$  ได้ถูกต้อง
- $b_i$  แทน พารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่  $i$
- $D$  แทน ค่าคงที่เท่ากับ 1.702
- $a'_i$  แทน เวกเตอร์  $1 \times p$  ของพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่  $i$
- $1$  แทน เวกเตอร์  $p \times 1$  ของ 1's



$$\text{โดยที่} \quad -Da'_i(\theta - b_i, 1) = -D \sum_{k=1}^p a_{ki} (\theta_k - b_i)$$

และโมเดลการระบุความน่าจะเป็นในการตอบที่ถูกต้องของโมเดลปกติสะสมแบบพหุ  
มิติ (Bock and Schilling. 2003 : 585 ; Reckase. 2009 : 95) แสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$P_i(\theta) \equiv \text{Prob}(U_{ij} = 1 | \theta_j) = c_i + (1 - c_i) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-z_i(\theta_j)}^{\infty} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz$$

$$= c_i + (1 - c_i) \phi[z_i(\theta_j)]$$

$$\begin{array}{ll} \text{เมื่อ } z_i(\theta_j) & \text{แทน } d_i + a_i \theta_j = d_i + a_{i1} \theta_{j1} + a_{i2} \theta_{j2} + \dots + a_{ip} \theta_{jp} \\ \phi & \text{แทน เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของมิติขนาด } p \times p \\ c_i & \text{แทน พารามิเตอร์โอกาสการเดาของข้อสอบข้อที่ } i \end{array}$$

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกที่จะใช้วิธีการวิเคราะห์ตามโมเดลการตอบสนองข้อสอบ  
แบบพหุมิติเชิงยืนยันจากโมเดลโลจิสแบบพหุมิติ 3 พารามิเตอร์ (Multidimensional 3-Parameter  
Logistic Model) เนื่องจากโมเดลปกติสะสมแบบพหุมิติ 3 พารามิเตอร์และโมเดลโลจิสแบบพหุมิติ 3  
พารามิเตอร์ ให้ผลลัพธ์ของการประมาณค่าใกล้เคียงกันมาก แต่ฟังก์ชันโลจิสมีลักษณะของสูตรทาง  
คณิตศาสตร์ และวิธีคำนวณง่ายและสะดวกกว่า และโมเดลโลจิสมีความทนทานต่อความคลาดเคลื่อนที่  
เกิดขึ้นกับผู้สอบที่มีความสามารถสูงจะตอบข้อสอบได้ดีกว่า (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 53-54 ;  
อ้างอิงมาจาก Lord. 1980)

## 5.2 คลังข้อสอบที่มีความเหมาะสม (Calibrated Item Pool)

แม้ว่าวิธีดำเนินการของการทดสอบปรับเหมาะจะดีเพียงใดหากคลังข้อสอบที่พัฒนาขึ้น  
ไม่มีคุณภาพ การทดสอบครั้งนี้ก็ถือว่าไม่มีคุณภาพเช่นกัน ดังนั้น การออกแบบและพัฒนาคลังข้อสอบ  
สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะจึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่ควรคำนึงถึง (Reckase. 2009 : 336)

ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบขึ้นอยู่กับความเกี่ยวข้องและความเหมาะสมของ  
ข้อสอบที่ใช้ แต่สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ความตรงของแบบทดสอบจะ  
ขึ้นอยู่กับทั้งจำนวนและเนื้อหาของข้อสอบในคลังข้อสอบ นอกจากข้อสอบจะต้องมีจำนวนมากเพียงพอ  
ในการประมาณค่าระดับความสามารถของผู้สอบซึ่งมีความแตกต่างกันได้อย่างถูกต้อง  
เหมาะสมแล้ว ข้อควรคำนึงที่สำคัญประการหนึ่งก็คือเนื้อหาของข้อสอบ เนื่องจากการมีข้อสอบในคลัง  
จำนวนมากทำให้ มีโอกาสที่จะมีข้อสอบที่ไม่ดีได้มาก ซึ่งข้อสอบเหล่านั้นจะมีผลกระทบอย่างมากต่อการ  
ให้คะแนนสุดท้ายในการทดสอบแบบปรับเหมาะ เพราะในการทดสอบแบบปรับเหมาะมีการตรวจให้  
คะแนนในทันที ข้อสอบที่ถูกเลือกให้ผู้สอบทำ จึงมีผลต่อความถูกต้องในการประมาณค่าความสามารถ  
ของผู้สอบและการให้คะแนนสุดท้ายโดยไม่มีการแก้ไขหรือย้อนกลับได้ (Latu and Chapman.  
2002 : 619-622 ; อ้างอิงมาจาก Hambleton, Zaal, and Pieters. 2000)



การทดสอบแบบปรับเหมาะจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นถ้ามีคลังข้อสอบขนาดใหญ่ ข้อสอบดังกล่าวได้รับการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกสูง มีค่าความยากครอบคลุม ช่วงความสามารถของผู้สอบและมีค่าการเดาต่ำ Weiss (1988) ได้เสนอไว้ว่าจำนวนข้อสอบในคลังข้อสอบควรมีอย่างน้อย 100 - 200 ข้อ และคลังข้อสอบ 116-150 ข้อ จะให้ผลดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Urry (1977 : 181-196) ที่พบว่า คลังข้อสอบที่วัดคุณลักษณะเดียวกันควรมีอย่างน้อย 100 ข้อ ส่วนข้อสอบในคลังข้อสอบนั้นควรมีค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.8 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง -3.0 ถึง 3.0 และค่าสัมประสิทธิ์การเดาน้อยกว่า 0.3 นอกจากนี้ Allen and Yen กล่าวว่าถ้าจะให้ดีต้องมีจำนวนข้อสอบจำนวน  $2n$  ข้อ เมื่อ  $n$  = จำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ แต่ถ้าการทดสอบมีการกำหนดจำนวนข้อที่จะใช้คงที่เหมือนกันทุกคน จำนวนข้อสอบควรมีอย่างน้อย  $n(n+1)/2$  โดยข้อสอบแต่ละข้อควรมีอำนาจจำแนกสูง ( $a > 0.80$ ) มีค่าความยากที่ครอบคลุมระดับช่วงต่าง ๆ อย่างเหมาะสม [ $- 2.0 < \theta < +2.0$ ] ค่าสัมประสิทธิ์การเดา ( $c < 0.30$ ) และควรมีข้อสอบเท่า ๆ กันในแต่ละระดับความยาก และจากการศึกษาของ Ho (1989 : 421-A) พบว่า ชนิดของคลังข้อสอบ (ข้อสอบแบบสุ่ม ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง และข้อสอบที่ง่าย ๆ) นั้น มีปฏิสัมพันธ์กับวิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ และขนาดของคลังข้อสอบส่งผลต่อการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยมาก อย่างไรก็ตาม คลังข้อสอบขนาดใหญ่ช่วยให้แบบทดสอบมีโอกาสเลือกข้อสอบที่เหมาะสมได้ดีกว่าคลังข้อสอบขนาดเล็ก ให้สารสนเทศแบบทดสอบเพิ่มขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ แต่การสร้างคลังข้อสอบขนาดใหญ่ต้องใช้ข้อสอบจำนวนมาก ข้อสอบอาจมีจำนวนไม่เพียงพอที่จะครอบคลุมทุกระดับความสามารถของประชากรผู้สอบ หรือทุกระดับขั้นของค่าอำนาจจำแนก รวมทั้งการสร้างข้อสอบคุณภาพดีทำได้ยากโดยเฉพาะข้อสอบอำนาจจำแนกสูง เสียเวลามาก ค่าใช้จ่ายในการสร้างสูง และการบำรุงรักษาคลังข้อสอบทำได้ยาก (สุदारตัน หวลมุกดา. 2550 : 6)

การทดสอบแบบปรับเหมาะส่วนใหญ่ใช้คลังข้อสอบที่ได้รับการสอบเทียบด้วยทฤษฎีโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ แต่ภายใต้เงื่อนไขในเชิงทฤษฎีการประเมินทางการศึกษาและจิตวิทยาในปัจจุบันนี้มักจะเกี่ยวข้องกับหลายประเด็น เช่น ใน PISA เกี่ยวข้องกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ การอ่านและวิทยาศาสตร์ (OECD) ซึ่งเงื่อนไขดังกล่าวจะเหมาะสมกับการใช้การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติมากกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบเอกมิติ (Frey and Seitz. 2009 : 89)

จากการศึกษาที่ผ่านมาไม่มีงานวิจัยใดที่ระบุเกี่ยวกับการพัฒนาคลังข้อสอบสำหรับการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติ ซึ่งข้อสอบที่ใช้ในคลังข้อสอบจะมาจากการจำลองข้อมูล และนำมาจากข้อสอบที่มีอยู่แล้วในลักษณะ paper-and-pencil ยกตัวอย่างเช่น Veldkamp และ van der Linden ใช้คลังข้อสอบจำนวน 176 ข้อ จากข้อสอบเดิมที่มีลักษณะ paper-and-pencil ในการทดสอบ ACT Assessment program นอกจากนั้น Lee, Ip และ Fuh ใช้ข้อสอบจำนวน 480 ข้อ จากการจำลองคลังข้อสอบขึ้นมา โดยแยกอำนาจจำแนกออกเป็น 4 ระดับ ซึ่งผลของการศึกษาเหล่านี้ก็ขึ้นอยู่กับคุณภาพของคลังข้อสอบที่นำมาใช้ (ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ. 2554 : 67)



### 5.3 จุดเริ่มต้นการทดสอบ (Starting Point or Entry Level)

การทดสอบเริ่มต้นด้วยการคัดเลือกข้อสอบข้อแรก (Initial Item) การคัดเลือกข้อสอบข้อแรกนิยมใช้ข้อสอบที่มีความยากปานกลางซึ่งสามารถแบ่งวิธีการคัดเลือกเป็น 2 กรณี (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 201)

5.3.1 กรณีเมื่อประชากรผู้สอบมีความสามารถค่อนข้างใกล้เคียงกัน (Homogeneous) หรือไม่มีข้อมูลสำหรับผลสัมฤทธิ์ที่ผ่านมาควรเริ่มต้นด้วยข้อสอบที่มีค่าความยากปานกลางเท่ากันสำหรับทุกคน เช่น นักศึกษาปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์ควรเริ่มต้นด้วยข้อสอบข้อที่มีค่าความยากปานกลางสำหรับประชากรกลุ่มนี้

5.3.2 กรณีเมื่อประชากรผู้สอบมีความสามารถค่อนข้างแตกต่างกัน (Heterogeneous) โดยพิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่ เช่น กลุ่มอายุ ระดับชั้นที่ศึกษา ซึ่งควรเริ่มต้นด้วยข้อสอบที่มีค่าความยากปานกลางสำหรับแต่ละระดับการศึกษาของผู้สอบ

อาจจะกล่าวได้ว่าระดับในการเริ่มต้นในการทดสอบแบบปรับเหมาะ ผู้สอบแต่ละคนจะได้ข้อสอบที่มีระดับความยากต่างกัน การเริ่มทำข้อสอบที่คลาดเคลื่อนไปจากความสามารถของผู้สอบไม่มีผลกระทบต่อการประมาณค่าความสามารถเท่าใดนักแต่ถ้าให้ผู้สอบเริ่มทำข้อสอบที่ตรงกับความสามารถของตนก็จะทำให้ลดจำนวนข้อที่จะใช้ในการทดสอบลงได้ (พิมพ์สิริ เขียรนรเศรษฐ์. 2549) ในขณะที่ Gershon แนะนำว่า ข้อสอบข้อแรกควรเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่ายเพื่อให้ผู้สอบมีความรู้สึกถึงการบรรลุความสำเร็จ แต่ต้องอยู่ในสถานการณ์ที่ท้าทาย

### 5.4 การประมาณค่าความสามารถ (Ability Estimate)

การประมาณค่าความสามารถของโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติมีเกณฑ์การประมาณค่าที่แตกต่างกันหลายแนวทาง เช่น Maximum Likelihood Criterion, Maximum a Posteriori Bayesian Criterion และ Least Squares Criterion (Reckase. 2009 : 139) แต่โดยทั่วไปเกณฑ์การประมาณค่าความสามารถของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติที่นิยมมีอยู่ 2 วิธี คือ วิธีการประมาณค่าแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation) และวิธีการประมาณค่าแบบเบย์ (Bayesian Estimation) (Reckase. 2009 : 314) และจากข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นอิสระของข้อสอบและผู้สอบในทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ถ้าตัวแปรความสามารถมีความคงที่การตอบสนองข้อสอบของผู้สอบต่อข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบถูกคาดหวังว่าเป็นอิสระจากกัน ในเชิงสถิติ การประมาณค่าความสามารถด้วยเทคนิคการประมาณค่าแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation) นำไปสู่ความไม่ชัดเจนของการประมาณค่าของเวกเตอร์ความสามารถ  $\theta = (\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2, \dots, \hat{\theta}_p)$  ณ จุดเริ่มต้นของการทดสอบ แต่วิธีการประมาณค่าแบบเบย์จะหลีกเลี่ยงข้อบกพร่องนี้ แต่ก็ยังไม่มีข้อสรุปเกี่ยวกับปัญหาในการประมาณค่าความสามารถ ในทางปฏิบัติจึงยังคงมีการใช้วิธีการประมาณค่าทั้งแบบความน่าจะเป็นสูงสุดและแบบเบย์ (Frey and Seitz. 2009 : 90)

ความน่าจะเป็นเกี่ยวกับ  $\theta$  เมื่อทราบ  $u$  โดยการประยุกต์ใช้กฎของเบย์ (Bayes' rule) ที่ใช้ในการสร้างฟังก์ชัน posterior density (Segall. 2010 : 63-64 ; Reckase. 2009 : 144-145)



$$f(\theta|u) = \frac{L(u|\theta)f(\theta)}{f(u)}$$

เมื่อ  $f(\theta|u)$  แทน ความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นหลังของ  $\theta$  ที่ทำให้เกิดอนุกรมคะแนนรายข้อ

$L(u|\theta)$  แทน ฟังก์ชันความน่าจะเป็น (likelihood function)

$f(\theta)$  แทน ความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นก่อนของ  $\theta$

$f(u)$  แทน ความน่าจะเป็นภายในขอบเขตของ  $u$  ซึ่ง  $f(u)$  คำนวณได้

จากสมการต่อไปนี้

$$f(u) = \int_{-\infty}^{\infty} L(u|\theta)f(\theta)d\theta$$

นั่นคือ

$$f(\theta|u) = \frac{L(u|\theta)f(\theta)}{\int_{-\infty}^{\infty} L(u|\theta)f(\theta)d\theta}$$

โดยฟังก์ชันความน่าจะเป็น (likelihood function) คำนวณได้ดังนี้

$$L(u|\theta) \equiv L(u_{v_1}, u_{v_2}, \dots | \theta) = \prod_{i \in v} P_i(\theta)^{u_i} Q_i(\theta)^{1-u_i}$$

เมื่อ  $P_i(\theta)$  แทน ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบข้อที่  $i$

$$Q_i(\theta) = 1 - P_i(\theta)$$

$v$  แทน เวกเตอร์ที่บรรจุข้อสอบแบบปรับเหมาะ

การประมาณค่าด้วยวิธี ML เป็นสมการที่ดำเนินการพร้อมกัน  $p$  มิติ ซึ่ง (Segall, 1996 : 334)

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \ln f(\theta|u) = 0$$

อนุพันธ์แยกส่วนลำดับที่ 1 คือ (Segall, 2010 : 73)

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \ln f(\theta|u) = D \sum_{i \in S} v_i a_i - \Phi^{-1}(\theta - \mu)$$

เมื่อผลรวมรายข้ออยู่ภายใน  $S$  และ



$$v_i = \frac{(p_i(\theta) - c_i)(u_i - p_i(\theta))}{(1 - c_i)p_i(\theta)}$$

วิธีการประมาณค่าแบบเบส์ มีข้อตกลงเบื้องต้นว่ามีการแจกแจงเป็นแบบปกติหลายตัวแปร (Multivariate Normal) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมเท่ากับ  $\Phi$  แสดงได้ดังสมการต่อไปนี้ (Segall. 2010 : 60)

$$f(\theta) = (2\pi)^{-\frac{H}{2}} |\Phi|^{-\frac{1}{2}} \exp \left[ -\frac{1}{2} (\theta - \mu)' \Phi^{-1} (\theta - \mu) \right]$$

เมื่อเวกเตอร์  $\mu = \{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_H\}$  และเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม  $H \times H$

ของ  $\Phi$

การประมาณค่าที่ดีกว่าคือ ทำให้เป็นรูปทั่วไป (Segall. 2010 : 69) ดังนี้

$$\theta^{(m+1)} = \theta^{(m)} - \delta^{(m)}$$

เมื่อ  $\theta^{(m+1)}$  แทน ค่าความสามารถข้อที่ m+1

$\theta^{(m)}$  แทน ค่าความสามารถข้อที่ m

$$\delta^{(m)} = [M(\theta^{(m)})]^{-1} \times \frac{\partial}{\partial \theta} \ln f(\theta^{(m)} | u)$$

โดย  $f(\theta^{(m)} | u)$  แทน ความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นหลังของ  $\theta$  ที่ทำให้เกิด

อนุกรมคะแนน รายข้อ

$M(\theta^{(m)})$  แทน เทริกซ์ทั้งเมทริกซ์ของอนุพันธ์แยกส่วน ลำดับที่ 2 ของ  $J(\theta)$  ซึ่งคำนวณดังนี้

$$J_s(\theta) \equiv \frac{\partial^2}{\partial \theta \partial \theta'} \ln f(\theta | u) = D^2 \sum_{i \in S} a_i a_i' w_i - \Phi^{-1}$$

เมื่อ  $D$  แทน ค่าคงที่ เท่ากับ 1.7

$a_i$  แทน เวกเตอร์พารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อที่  $i$

$a_i'$  แทน เวกเตอร์  $1 \times p$  ของพารามิเตอร์อำนาจจำแนกข้อที่  $i$



$$w_i = \frac{Q_i(\theta)[P_i(\theta) - c_i][c_i u_i - P_i^2(\theta)]}{P_i^2(\theta)(1 - c_i)^2}$$

โดย  $c_i$  แทน พารามิเตอร์โอกาสการเดาข้อสอบข้อที่  $i$  ได้ถูกต้อง  
 $u_i$  แทน ผลการตอบข้อสอบข้อที่  $i$  ซึ่ง  $u_i = 1$  เมื่อตอบถูก และ  $u_i = 0$   
 เมื่อตอบผิด

$P_i(\theta)$  แทน ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบข้อที่  $i$

$$Q_i(\theta) = 1 - P_i(\theta)$$

จากการศึกษาของ Diao และ Reckase (2009 : 1-11) โดยใช้ข้อสอบจำนวน 50 ข้อ พบว่า การประมาณค่าด้วยวิธีนี้ประสบความสำเร็จในการประมาณค่าด้วยเวลาที่รวดเร็ว และจากการศึกษาของรังสรรค์ มณีเล็ก (2540) พบว่า การประมาณค่าความสามารถด้วยวิธี Bayesian Estimation มีความตรงเชิงสภาพสูงกว่าการประมาณค่าแบบวิธี Maximum Likelihood Estimation ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการประมาณค่าความสามารถด้วยวิธีการแบบเบส์ (Bayesian Estimation)

#### 5.4 การคัดเลือกข้อสอบ (Item Selection)

วิธีการคัดเลือกข้อสอบเป็นการระบุถึงข้อสอบที่ถูกเลือกมาจากคลังข้อสอบเพื่อนำเสนอให้ผู้เข้าสอบได้ตอบข้อสอบ ซึ่งโดยหลักของการคัดเลือกข้อสอบก็เพื่อลดความแปรปรวนของเวกเตอร์ความสามารถแบบพหุมิติชั่วคราว (Frey and Seitz. 2009 : 90) ซึ่งกฎของการคัดเลือกข้อสอบทั้งหมดขึ้นอยู่กับค่าของเกณฑ์ที่ใช้ในการประมาณค่าความสามารถ ( $\theta$ ) บ้างก็ใช้เกณฑ์ต่ำสุด บ้างก็ใช้เกณฑ์สูงสุด และมีวิธีการคัดเลือกข้อสอบอยู่หลากหลายวิธี แต่ละวิธีสามารถใช้ร่วมกันกับวิธีการประมาณค่าทุกแบบ และยังสามารถใช้วิธีการเลือกข้อสอบหลากหลายวิธีร่วมกันได้อีกด้วย (Reckase. 2009 : 327) ส่วนใหญ่จะใช้การประมาณค่าแบบ Maximum Likelihood และการประมาณค่าแบบ Bayesian (Segall. 2010 : 59-60)

วิธีการคัดเลือกข้อสอบหลาย ๆ เช่น minimum trace of the inverse Fisher information matrix (van der Linden. 1999) Maximize the Determinant of the Fisher Information Matrix (Segall. 1996 ; Mulder and van der Linden. 2009 ; Reckase. 2009) Maximize Kullback-Leibler Information (Veldkamp and van der Linden. 2002 ; Reckase. 2009) Maximize Information in Direction with Minimum Information, Largest Decrement in the Volume of the Bayesian Credibility Ellipsoid (Reckase. 2009) Maximum KL distance between two subsequent posteriors (Mulder and van der Linden. 2010) KL information with Bayesian update method (Wang and Chang. 2010) Kullback-Leibler Information (Mulder and van der Linden. 2010) และ Mutual Information (Mulder and van der Linden. 2010 ; Wang and Chang. 2011) เป็นต้น แต่ในการนำเสนอวิธีการคัดเลือกข้อสอบในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอแนะนำเพียง 3 วิธี ได้แก่ Maximize





the Determinant of the Fisher Information Matrix, Kullback-Leibler Information และ Mutual Information ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

#### 5.4.1 Maximize the Determinant of the Fisher Information Matrix

Segall (1996 : 336) ได้นำเสนอวิธีเมทริกซ์สารสนเทศของฟิชเชอร์ เพื่อใช้ในการคัดเลือกข้อสอบ สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ซึ่งเป็นวิธีที่เป็นไปตามคุณสมบัติของการประมาณค่า  $\theta$  แบบ Maximum Likelihood โดยการแจกแจงของค่าประมาณ  $\theta$  จะแทนค่าจริงของ  $\theta$  ที่มีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปรด้วยเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมที่เกี่ยวข้องกับเมทริกซ์สารสนเทศของฟิชเชอร์ ดังนี้ (Reckase. 2009 : 330 ; Segall. 1996 : 336)

$$I_{rs}(\theta, \hat{\theta}) = -E \left[ \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \theta_r \partial \theta_s} \right]$$

- เมื่อ  $\theta$  แทน ค่าความสามารถจริงของผู้สอบ  
 $\hat{\theta}$  แทน ค่าประมาณ Maximum Likelihood  
 $\theta_r$  แทน องค์ประกอบของเวกเตอร์  $\theta$  ลำดับที่  $r$   
 $\theta_s$  แทน องค์ประกอบของเวกเตอร์  $\theta$  ลำดับที่  $s$   
 $L$  แทน ฟังก์ชัน Likelihood ของการตอบสนองข้อสอบใน MCAT

เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมในการประมาณค่าหลังจากการทดสอบแบบปรับเหมาะข้อที่  $k$  จะถูกรวมด้วยการผกผันของเมทริกซ์สารสนเทศ ดังนี้ (Reckase. 2009 : 330)

$$\Sigma_k = \{I(\theta, \hat{\theta}_k)\}^{-1}$$

- เมื่อ  $\Sigma_k$  แทน ผลรวมของการผกผันของเมทริกซ์สารสนเทศ  
 $\hat{\theta}_k$  แทน ค่าประมาณความสามารถของผู้สอบหลังจากทำข้อสอบข้อที่  $k$

เมทริกซ์สารสนเทศที่ใช้ในการคำนวณค่าความสามารถ  $\theta$  ในโมเดล MIRT สำหรับเมทริกซ์องค์ประกอบแนวทแยง (the diagonal element of the matrix) แสดงได้ ดังนี้ (Reckase. 2009 : 330)

$$I_{rr}(\theta, \hat{\theta}_k) = \sum_{l=1}^k \frac{\left[ \frac{\partial P_l(\theta)}{\partial \theta_r} \right]^2}{P_l(\theta) Q_l(\theta)}$$



หรือ Segall (1996 : 336) นำเสนอดังนี้

$$I_{rr}(\theta, \hat{\theta}) = -D^2 \sum_{i \in v} \frac{a_{ri}^2 Q_i(\theta) [P_i(\theta) - c_i] [c_i P_i(\theta) - P_i^2(\theta)]}{P_i^2(\theta) (1 - c_i)^2}$$

เมื่อ  $D$  แทน ค่าคงที่ (constant) ซึ่งมีค่า 1.7

$v$  แทน เวกเตอร์ที่ประกอบด้วยข้อสอบที่ใช้ดำเนินการในการทดสอบแบบปรับเหมาะ

$a_{ri}$  แทน พารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่  $i$  ซึ่งถูกคัดเลือกให้ดำเนินการทดสอบในลำดับที่  $r$

$c_i$  แทน พารามิเตอร์โอกาสการเดาข้อสอบได้ถูกต้องในการทำข้อสอบข้อที่  $i$

$P_i(\theta)$  แทน ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบข้อที่  $i$

$$Q_i(\theta) = 1 - P_i(\theta)$$

สำหรับเมทริกซ์สารสนเทศของข้อสอบแสดงได้ด้วยองค์ประกอบทแยงมุม ดังนี้ (Segall. 1996 : 337)

$$I_{rr}(\theta, u_i) = \frac{\left[ \frac{\partial P_i(\theta)}{\partial \theta_r} \right]^2}{P_i(\theta) Q_i(\theta)}$$

และสำหรับองค์ประกอบทแยงมุมแบบปิด (the off diagonal element) แสดงได้ดังนี้ (Reckase. 2009 : 330)

$$I_{rs}(\theta, \hat{\theta}_k) = \sum_{l=1}^k \frac{\left[ \frac{\partial P_l(\theta)}{\partial \theta_r} \right] \left[ \frac{\partial P_l(\theta)}{\partial \theta_s} \right]}{P_l(\theta) Q_l(\theta)}$$

หรือ Segall (1996 : 336) นำเสนอดังนี้

$$I_{rs}(\theta, \hat{\theta}) = -D^2 \sum_{i \in v} \frac{a_{ri} a_{si} Q_i(\theta) [P_i(\theta) - c_i] [c_i P_i(\theta) - P_i^2(\theta)]}{P_i^2(\theta) (1 - c_i)^2}$$

เมื่อ  $a_{si}$  แทน พารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่  $i$  ซึ่งถูกคัดเลือกให้ดำเนินการทดสอบในลำดับที่  $s$



จะได้ว่า (Segall. 1996 : 337)

$$I_{rs}(\theta, \hat{\theta}) = \sum_{i \in v} \frac{\frac{\partial P_i(\theta)}{\partial \theta_r} \times \frac{\partial P_i(\theta)}{\partial \theta_s}}{P_i(\theta) Q_i(\theta)}$$

สำหรับเมทริกซ์สารสนเทศของข้อสอบแสดงได้ด้วยองค์ประกอบทแยงมุมแบบปิด ดังนี้ (Segall. 1996 : 337)

$$I_{rs}(\theta, u_i) = \frac{\frac{\partial P_i(\theta)}{\partial \theta_r} \times \frac{\partial P_i(\theta)}{\partial \theta_s}}{P_i(\theta) Q_i(\theta)}$$

จะได้ว่า (Segall. 1996 : 338)

$$\Sigma_k = \{I(\theta, \hat{\theta}_k)\}^{-1} = [\sum_{i \in v} I(\theta, u_i)]^{-1}$$

เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของการประมาณค่าชั่วคราวของข้อสอบข้อที่  $k$  เมื่อรวมกับข้อที่  $k + 1$  จะสามารถแสดงได้ ดังนี้ (Segall. 1996 : 338)

$$\Sigma_{k+(k+1)} = [I(\theta, \hat{\theta}_k) + I(\theta, u_{k+1})]^{-1}$$

เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบที่ Segall (1996) นำเสนอจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างเมทริกซ์สารสนเทศฟิชเชอร์และความเชื่อมั่นที่ครอบคลุมค่าประมาณความสามารถ  $\theta$  ที่ระบุไว้โดย Anderson (1984) ซึ่ง Anderson ได้แสดงให้เห็นถึงความเท่ากันของช่วงความเชื่อมั่นที่ครอบคลุมค่าประมาณความสามารถ  $\theta$  ที่เป็นรูปทรงรีในพหุพื้นที่ โดยปริมาณของรูปทรงรีนี้คือฟังก์ชันของ  $\Sigma_k$  ต่อมา Segall (1996) ได้แนะนำว่า ถ้าค่า  $\Sigma_k$  มากที่สุด จะทำให้ปริมาณของช่วงความเชื่อมั่นที่ครอบคลุมค่าประมาณความสามารถ  $\theta$  มีค่าน้อยที่สุด

ดีเทอร์มิแนนท์ของเมทริกซ์ แสดงได้ ดังนี้ (Reckase. 2009 : 330)

$$|I(\theta, \hat{\theta}_k) + I(\theta, u_{k+1})|$$

พจน์ทางซ้ายเป็นเมทริกซ์สารสนเทศของข้อสอบที่ได้ดำเนินการทดสอบข้อที่  $k$  ไปแล้ว สำหรับพจน์ทางขวาเป็นเมทริกซ์สารสนเทศของข้อสอบที่จะใช้ดำเนินการทดสอบในข้อต่อไป ซึ่งการคัดเลือกข้อสอบที่จะใช้ดำเนินการทดสอบในข้อต่อไปนั้นจะระบุว่าข้อใดมีเมทริกซ์สารสนเทศสูงที่สุด



เมื่อนำมารวมกับเมตริกซ์สารสนเทศข้อที่ผ่านมา โดยจะคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าผลรวมของดีเทอร์มิแนนท์สูงสุด

#### 5.4.2 วิธีการ Kullback-Leibler Information

สารสนเทศ Kullback-Leibler (หรือ KL) เป็นการวัดความหลากหลายหรือระยะห่างระหว่างการแจกแจงความน่าจะเป็น 2 แหล่ง นั่นคือ (Cheng. 2009b : 621 ; citing Cover and Thomas. 1991)

$$D[f, g] = E_f \left[ \log \frac{f(x)}{g(x)} \right]$$

เมื่อ  $f(x)$  และ  $g(x)$  เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็น 2 แหล่ง โดยทั่วไป  $f(x)$  แทนการแจกแจงจริงของข้อมูล จากการสังเกตหรือความแม่นยำในการแจกแจงทางทฤษฎี การวัด  $g(x)$  มักจะแสดงให้เห็นถึงทฤษฎี โมเดล การอธิบาย หรือค่าประมาณของ  $f(x)$  ซึ่งสารสนเทศ KL ไม่เคร่งครัดในการวัดระยะห่าง เนื่องจากไม่มีความสมมาตร นั่นคือ  $D[f, g] \neq D[g, f]$  โดยจะกล่าวถึงระยะห่างของ KL เพียงในกรณีที่สะท้อนถึงวิธีการลู่ออกหรือวิธีการที่ห่างกันของความน่าจะเป็นทั้ง 2 แหล่ง นอกจากนี้  $D[f, g]$  ขนาดใหญ่จะง่ายต่อการบอกความแตกต่างทางสถิติของความน่าจะเป็นทั้ง 2 แหล่ง (Cheng. 2009b : 621 ; citing Henson and Douglas. 2005)

Chang และ Ying (ทัศนศิริินทร์ สว่างบุญ. 2554 : 43 ; อ้างอิงมาจาก Chang and Ying. 1996) ได้แสดงฟังก์ชัน KL ไว้ ดังนี้

$$KL_j(\theta \parallel \theta_0) = P_j(\theta_0) \log \left[ \frac{P_j(\theta_0)}{P(\theta)} \right] + [1 - P_j(\theta_0)] \log \left[ \frac{1 - P_j(\theta_0)}{1 - P_j(\theta)} \right]$$

ให้  $P_j(\theta)$  แทน ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบสำหรับข้อที่  $j$  ซึ่ง  $\theta$  และ  $\theta_n$  แทน 2 ระดับคุณลักษณะ โดย Chang and Ying สังเกตว่ามีคุณลักษณะที่สำคัญหลายประการของฟังก์ชัน KL ได้แก่

- 1)  $KL_j(\theta \parallel \theta_0) \neq KL(\theta_0 \parallel \theta)$
- 2)  $KL_j(\theta \parallel \theta_0) \geq 0$  และ  $KL_j(\theta_0 \parallel \theta_0) \geq 0$
- 3) คล้ายกับผลรวมของค่าฟังก์ชันสารสนเทศของฟิชเชอร์ กล่าวคือ สารสนเทศระดับคะแนนแบบสอบเป็นผลรวมของสารสนเทศระดับข้อสอบ ดังนี้

$$KL^n(\theta \parallel \theta_0) = \sum_{j=1}^n KL_j(\theta \parallel \theta_0)$$



ในขณะที่ GWIC คือ ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักที่สามารถประยุกต์ใช้กับ  $KL_j(\theta \parallel \theta_0)$  เพื่อที่จะหาเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ ซึ่งฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักทั่วไป คือ

$$w(\theta, \theta_0) = \begin{cases} 1, & \theta \in (\hat{\theta} - \delta_1, \hat{\theta} + \delta_2) \quad \text{and} \quad \theta_0 \in (\hat{\theta} - \delta_3, \hat{\theta} + \delta_4) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

ซึ่งการประมาณค่าความสามารถ ( $\hat{\theta}$ ) เป็นค่าความสามารถที่แท้จริง ( $\theta$ ) ตามข้อสอบ  $n$  ข้อ และพื้นที่ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบ กล่าวคือ ข้อสอบที่มีพื้นที่สูงสุด ซึ่งเท่ากับสารสนเทศ  $KL_j(\theta \parallel \theta_0)$  ที่เฉลี่ยสูงสุดจะถูกคัดเลือก โดยมีสูตร ดังนี้

$$KL_j(\hat{\theta}) = \int_{\theta_1}^{\theta_u} KL_j(\theta \parallel \hat{\theta}) d\theta$$

$$\text{เมื่อ } (\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_u) = \left( \hat{\theta} - \frac{z}{\sqrt{n}}, \hat{\theta} + \frac{z}{\sqrt{n}} \right) \text{ และ } \frac{z}{\sqrt{n}} \text{ เป็นขีดจำกัดความเชื่อมั่น}$$

(Confidence limit)

#### 5.4.3 วิธีการ Mutual Information (MUI)

Weissman (2007) ได้นำวิธี MUI มาใช้คัดเลือกข้อสอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งนำเสนอครั้งแรกในการทดสอบการจัดชั้นแบบปรับเหมาะ และ Mulder and van der Linden (2010) ได้นำวิธีนี้มาใช้ใน MCAT ซึ่ง MUI มีความหมายคล้ายกับระยะห่าง KL ระหว่างการแจกแจงร่วมกัน  $f(X, Y)$  และผลผลิตของการแจกแจงมาร์จินอล (Marginal Distributions)  $f(X)$  และ  $f(Y)$  ซึ่ง MUI สามารถแสดงได้ ดังนี้ (Wang and Chang. 2011 : 368)

$$I(X; Y) = \sum_x \sum_y f(x, y) \log \left[ \frac{f(x, y)}{f(x)f(y)} \right]$$

เมื่อ  $X$  และ  $Y$  แทน ตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง 2 ตัว

$f(x, y)$  แทน การแจกแจงร่วมกันของตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง  $X$  และ  $Y$

$f(x)$  แทน ผลผลิตของการแจกแจงมาร์จินอลของตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง  $X$

$f(y)$  แทน ผลผลิตของการแจกแจงมาร์จินอลของตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง  $Y$



ลักษณะโดยทั่วไปของสารสนเทศ KL เป็นการวัด MUI ซึ่ง MUI ที่จะแสดงให้เห็นต่อไปนี้จะใช้ปริพันธ์ (integrals) มาแทนผลรวม (sums) ดังนี้ (Mulder and van der Linden. 2010 : 84)

$$I_M(X, Y) = \int_Y \int_X f(x, y) \log \frac{f(x, y)}{f(x)f(y)} dx dy$$

เมื่อ  $I_M(X, Y)$  เป็นตัวชี้วัดปริมาณของสารสนเทศใน  $X$  และ  $Y$  และเมื่อ  $X$  และ  $Y$  เป็นอิสระจากกัน จะได้  $I(X, Y) = 0$  นั่นก็หมายความว่า  $X$  ไม่ได้ใช้ข้อมูลร่วมกับกับ  $Y$  แต่ถ้า  $X$  และ  $Y$  มีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ นั่นคือ ค่า  $X$  จะช่วยพยากรณ์ได้อย่างสมบูรณ์  $Y$  แล้วเงื่อนไข entropy จะลดลงเป็นศูนย์ ซึ่งคุณลักษณะนี้จะได้มาโดยตรงจากความจริงภายใต้เงื่อนไข  $f(x, y) = f(x)f(y)$  (Mulder and van der Linden. 2010 : 84 ; Wang and Chang. 2011 : 368)

Weissman (2007) อธิบายว่า การคัดเลือกข้อสอบด้วย MUI สูงสุดระหว่างการแจกแจงก่อนหน้าและการแจกแจงการตอบสนองของผู้สอบ จะคัดเลือกข้อสอบที่มีความใกล้เคียงกับความสามารถ  $\theta$  ซึ่งพิจารณาจากสารสนเทศในข้อสอบที่ทำการทดสอบก่อนหน้านี้ ข้อสอบที่ดีที่สุดตามเกณฑ์การคัดเลือกนี้ คือ (Mulder and van der Linden. 2010 : 88-89 ; Wang and Chang. 2011 : 368-369)

$$\operatorname{argmax}_{i_k \in R_k} I_M(\theta; u_{i_k}) = \operatorname{argmax}_{i_k \in R_k} \sum_{u_{i_k}=0}^1 \int_0^1 f(\theta, u_{i_k} | \mathbf{u}_{k-1}) \log \frac{f(\theta, u_{i_k} | \mathbf{u}_{k-1})}{f(\theta | \mathbf{u}_{k-1}) f(u_{i_k} | \mathbf{u}_{k-1})} d\theta$$

เมื่อ  $f(\theta, u_{i_k} | \mathbf{u}_{k-1}) = f(u_{i_k} | \theta) f(\theta | \mathbf{u}_{k-1})$  จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \operatorname{argmax}_{i_k \in R_k} I_M(\theta; u_{i_k}) &= \operatorname{argmax}_{i_k \in R_k} \sum_{u_{i_k}=0}^1 \int_0^1 f(u_{i_k} | \theta) f(\theta | \mathbf{u}_{k-1}) \log \frac{f(u_{i_k} | \theta) f(\theta | \mathbf{u}_{k-1})}{f(\theta | \mathbf{u}_{k-1}) f(u_{i_k} | \mathbf{u}_{k-1})} d\theta \\ &= \operatorname{argmax}_{i_k \in R_k} \sum_{u_{i_k}=0}^1 \int_0^1 f(u_{i_k} | \theta) f(\theta | \mathbf{u}_{k-1}) \log \frac{f(u_{i_k} | \theta)}{f(u_{i_k} | \mathbf{u}_{k-1})} d\theta \end{aligned}$$

สมมติการตอบสนองข้อที่  $k - 1$  ได้รับการตอบเรียบร้อยแล้วและภายหลังปัจจุบันมีความหนาแน่น  $f(\theta | \mathbf{u}_{k-1})$  ซึ่งการปรับปรุงการแจกแจงภายหลังจากการตอบสนองข้อที่  $k$  ได้ปรากฏในทฤษฎีของเบย์ (Bayes' theorem) ดังนี้



$$f(\theta | \mathbf{u}_k) = \frac{f(u_{i_k} | \theta) f(\theta | \mathbf{u}_{k-1})}{f(u_{i_k} | \mathbf{u}_{k-1})}$$

เมื่อ  $f(u_{i_k} | \theta)$  แทน ฟังก์ชันของการตอบสนอง  $U_{i_k} = u_{i_k}$  ข้อที่  $i_k$  เมื่อทราบค่าความ  
สามารถที่แท้จริง ซึ่งได้มาจาก  $f(u_{i_k} | \theta) = P_{i_k}^{u_{i_k}}(\theta) Q_{i_k}^{1-u_{i_k}}(\theta)$   
 $f(u_{i_k} | \mathbf{u}_{k-1})$  แทน ฟังก์ชันของการตอบสนอง  $U_{i_k} = u_{i_k}$  ข้อที่  $i_k$  เมื่อทราบเวกเตอร์  
การตอบสนองข้อที่  $k-1$  ซึ่งนิยามได้ว่า  
 $f(u_{i_k} | \mathbf{u}_{k-1}) = \int_{\theta} f(u_{i_k} | \theta) f(\theta | \mathbf{u}_{k-1}) d\theta$   
 $i_k$  แทน ดัชนีประจำข้อสอบในคลังข้อสอบข้อที่  $i$  เมื่อนำมาใช้ทดสอบข้อที่  $k$   
 $\mathbf{u}_{k-1}$  แทน เวกเตอร์การตอบสนองข้อที่  $k-1$

การตีความที่สำคัญของวิธีการ MUI มาจากแนวคิดของเอนโทรปี entropy ซึ่งมีนิยาม  
ด้วย  $H(Y | X) = \sum_x p(x) H(Y | X = x)$  ซึ่งเป็นเอนโทรปีของ  $Y$  บนค่าของ  $X$  และค่าเฉลี่ยของ  $X$   
ที่เกินค่าที่เป็นไปได้ ส่วนใหญ่  $H(Y | X)$  จะเล็กกว่า  $H(Y)$  และเป็นตัวบ่งชี้ที่ลดความไม่แน่นอนที่  
แตกต่างกันด้วยการเพิ่มสารสนเทศที่ดำเนินการโดย  $X$  ความแตกต่างนี้ เรียกว่า “สารสนเทศร่วมกัน  
(Mutual Information)” ซึ่งหากนำเสนออย่างเป็นทางการ จะได้ว่า (Wang and Chang. 2011 :  
369 ; Mulder and van der Linden. 2010 : 88)

$$I_M(\theta; u_{i_k}) = H(\theta) - H(\theta | u_{i_k})$$

เมื่อ  $I_M(\theta; u_{i_k})$  แทน สารสนเทศ Mutual ซึ่งเป็นการลดลงของความไม่แน่นอน

เกี่ยวกับ  $\theta$  เกิดจากการตอบสนอง  $U_{i_k} = u_{i_k}$

$H(\theta)$  แทน สารสนเทศของความสามารถ  $\theta$  ซึ่งนิยามได้ว่า

$$H(\theta) = - \sum_{u_{i_k}=0}^1 \int_{\theta} f(\theta, u_{i_k}) \log f(\theta) d\theta$$

$H(\theta | u_{i_k})$  แทน สารสนเทศของความสามารถ  $\theta$  ภายใต้การสังเกตของ  $u$  ซึ่ง

$$\text{นิยามได้ว่า } H(\theta | u_{i_k}) = - \sum_{u_{i_k}=0}^1 \int_{\theta} f(\theta, u_{i_k}) \log f(\theta | u_{i_k}) d\theta$$

โดยสรุป การเลือกข้อสอบนับว่าเป็นหัวใจสำคัญของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วย  
คอมพิวเตอร์ (Weiss and Kingsbury. 1984 : 361-375) วิธีการเลือกข้อสอบที่ดีต้องพิจารณา  
ประสิทธิภาพสูงสุดในการประมาณค่า ความสามารถให้ใกล้เคียงค่าความสามารถจริงของผู้สอบ



(สุภารัตน์ หลวมกดา. 2550 : 2) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการคัดเลือกข้อสอบด้วยวิธีการ Maximize the Determinant of the Fisher Information Matrix

### 5.5 เกณฑ์การยุติการสอบ (Termination Criteria)

การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ จะสิ้นสุดลงเมื่อผลการตอบข้อสอบที่ผ่านมาเป็นไปตามเกณฑ์ยุติการทดสอบ เกณฑ์ยุติการทดสอบอาจเป็นจำนวนข้อสอบที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เวลาที่ใช้ในการทดสอบคะแนนจุดตัดที่แยกระดับความสามารถของกลุ่มผู้สอบ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ

เกณฑ์ยุติการทดสอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปมี 2 วิธี ได้แก่ จำกัดจำนวนข้อสอบ (Fixed length) และจำนวนข้อสอบแปรผัน (Variable length) ซึ่งการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติที่ใช้เกณฑ์จำนวนข้อสอบแปรผันมีจำนวนน้อย (Reckase. 2009 : 335-336) หรืออาจเป็นเวลาที่ใช้ในการทดสอบคะแนนจุดตัดที่แยกระดับความสามารถของกลุ่มผู้สอบ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ แต่เกณฑ์ยุติการทดสอบที่นิยมใช้กันอยู่ในขณะนี้ มี 2 ลักษณะ ได้แก่ จำกัดจำนวนข้อสอบ และกำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 204) หรืออาจจะใช้ทั้ง 2 เกณฑ์ร่วมกัน

จากงานวิจัยที่ผ่านมา ไม่ว่าจะเป็นการจำลองข้อมูลหรือการเก็บข้อมูลจริง ส่วนใหญ่จะใช้การกำหนดจำนวนข้อสอบ แต่ยังไม่มีการศึกษาว่าจำนวนข้อสอบเท่าใดจึงจะเหมาะสมสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบพหุมิติ (ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ. 2554 : 72) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ใช้เกณฑ์การยุติการสอบด้วยการจำกัดจำนวนข้อสอบ (Fixed length) จำนวน 40 ข้อ

## 6. กระบวนการในการทดสอบ

กระบวนการในการทดสอบเป็นหัวใจสำคัญของการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะต้องทราบว่า จะเริ่มต้น ดำเนินการทดสอบ และสิ้นสุดการทดสอบอย่างไร (สิริลักษณ์ เกษรพทุมานันท์. 2549 : 46-48)

### 6.1 การเริ่มต้นการทดสอบ (Starting)

การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ จะให้ความสำคัญกับค่าความยากของข้อสอบข้อต่อไปที่จะนำมาเสนอแก่ผู้สอบ การพิจารณาความยากของข้อสอบจะพิจารณาจากการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบในขณะนั้น เมื่อผู้เข้าสอบตอบข้อสอบในแต่ละครั้งความสามารถของผู้สอบจะถูกประมาณค่าใหม่ทุกครั้งเสมอ เมื่อเริ่มต้นการทดสอบมักจะไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถของผู้เข้าสอบ ดังนั้นการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ ส่วนมากจะคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากปานกลางเสมอแก่ผู้ที่เข้าสอบเป็นข้อแรกในการเริ่มต้นการทดสอบ หรืออาจคัดเลือกข้อสอบที่ง่ายเป็นข้อสอบในการเริ่มต้นสอบเพื่อลดความวิตกกังวลและสร้างแรงจูงใจในการสอบของผู้เข้าสอบ

### 6.2 การดำเนินการสอบ (Continuing)

การดำเนินการสอบด้วยการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ จะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของการทดสอบ กล่าวคือ การทดสอบจะต้องใช้ข้อสอบน้อยข้อ และลดเวลาที่ใช้ในการทดสอบลง เพื่อลดความเครียดและความเหนื่อยล้าจากการทดสอบ แต่ผลการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบได้ตรงกับระดับความสามารถที่แท้จริง ดังนั้นในขั้นตอนการ





ดำเนิน การทดสอบจะต้องกระทำอย่างรัดกุม กระบวนการคัดเลือกข้อสอบจะต้องสามารถคัดเลือกข้อสอบที่มีสารสนเทศ โดยเฉพาะค่าความยากจะต้องสอดคล้องกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ถูกประมาณค่าครั้งสุดท้ายมากที่สุด การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์สามารถคัดเลือกข้อสอบเสนอแก่ผู้สอบได้ถูกต้องรวดเร็ว การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์จึงเป็นกระบวนการทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูง ดังนั้น การดำเนินการทดสอบเริ่มต้นโดยการให้ผู้สอบนั่งหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่มีเครื่องขับแผ่นบันทึก (Disk drive) ในแผ่นบันทึกข้อมูลจะมีโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ ที่มีองค์ประกอบต่าง ๆ ตามที่กำหนด ผู้ดำเนิน การทดสอบจัดเตรียมเครื่องให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะทดสอบและชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบข้อสอบ จากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อสอบข้อแรกบนจอภาพเพื่อให้ผู้สอบได้ตอบ ข้อสอบข้อแรกนี้จะเป็นข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายปานกลาง ถ้าผู้สอบตอบข้อสอบข้อแรกถูกข้อต่อไปจะเป็นข้อสอบที่มีระดับความยากเพิ่มขึ้น แต่ถ้าผู้สอบตอบข้อสอบข้อแรกผิด ข้อต่อไปจะเป็นข้อสอบที่มีระดับความยากลดลง จากนั้นก็จะประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ การทดสอบจะดำเนินต่อไปตามแนวทาง (ภาพประกอบ 11) ต่อไปนี้

6.2.1 หลังจากประมาณค่าความสามารถของผู้สอบแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะคัดเลือกข้อสอบข้อใหม่ที่มีความยากง่ายใกล้เคียงกับความสามารถของผู้สอบ

6.2.2 ผู้สอบตอบข้อสอบข้อใหม่ที่ปรากฏในหน้าจอคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์รับคำตอบและตรวจคำตอบ

6.2.3 ประมาณค่าความสามารถของผู้สอบอีกครั้งหนึ่งตามผลการตอบข้อสอบที่ผ่านมา

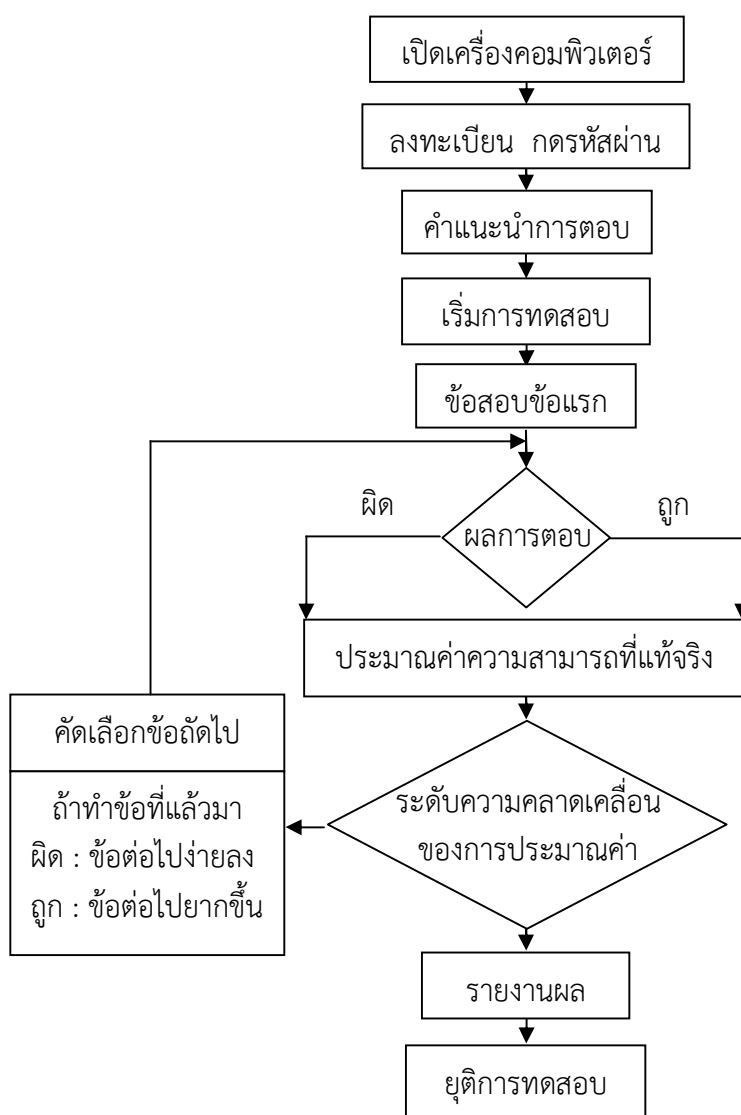
6.2.4 พิจารณาว่าผู้สอบควรทำข้อสอบข้อต่อไปหรือไม่ตามเกณฑ์ยุติการทดสอบที่กำหนดไว้

6.2.5 ถ้าผู้สอบต้องทำข้อสอบข้อต่อไปก็ย้อนกลับไปขั้นที่ 1 อีกครั้ง เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ สารสนเทศเกี่ยวกับการตอบข้อสอบของผู้สอบก็จะบันทึกไว้ เครื่องคอมพิวเตอร์และแสดงผลการทดสอบให้ผู้สอบทราบ

### 6.3 การสิ้นสุดการทดสอบ (Stopping)

การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์จะสิ้นสุดลงเมื่อผลการสอบที่ผ่านมาเป็นไปตามเกณฑ์ยุติการทดสอบ ซึ่งเกณฑ์ยุติการทดสอบนั้น อาจกำหนดโดยใช้เกณฑ์จำนวนข้อสอบ เกณฑ์เวลาที่ใช้ในการทดสอบ เกณฑ์คะแนนจุดตัด (Cut off score) เพื่อแยกระดับความสามารถของผู้สอบออกเป็นกลุ่มรอบรู้และไม่รู้ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบเป็นไปตามเกณฑ์ยุติการทดสอบที่ตั้งไว้ การทดสอบแต่ละคนก็จะสิ้นสุดลง





ที่มา : ศิริชัย กาญจนวาสี (2555 : 200)

ภาพประกอบ 11 การดำเนินการทดสอบ CAT

## 7. ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

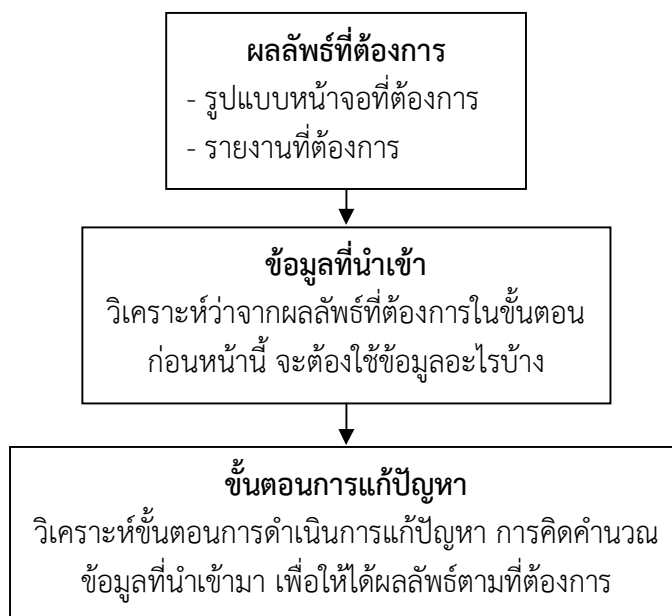
โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางอาชีพแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ มีขั้นตอนการสร้างโปรแกรม ดังนี้ (เวชยันต์ สังข์จ้อย. 2554 : 23-25)

7.1 วิเคราะห์ปัญหา (Problem analysis) ดำเนินการโดยวิเคราะห์จากผลลัพธ์ (Output) และข้อมูล (Data) ที่เข้ามา และนำสิ่งเหล่านี้มาวิเคราะห์ กำหนดขั้นตอนและกระบวนการของโปรแกรม (ดังภาพประกอบ 12)

7.2 ออกแบบโปรแกรม (Design) ผู้พัฒนาโปรแกรมจะต้องนำขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 (วิเคราะห์ปัญหา) มาออกแบบเป็นหน้าตาของโปรแกรม เช่น รูปแบบหน้าจอ รายงาน กำหนดข้อมูลนำเข้า และกำหนดขั้นตอนการประมวลผล ฯลฯ ซึ่งในการออกแบบโปรแกรม มีเครื่องมือที่นิยมใช้อยู่ 2 ประเภท ได้แก่ ผังงาน (Flowchart) และรหัสจำลอง (Pseudo Code)



เครื่องมือทั้งสองนี้มักจะใช้งานร่วมกัน โดยเขียนผังงานเป็นโครงสร้างและลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม และใช้รหัสจำลองอธิบายรายละเอียดการทำงานในแต่ละขั้นตอน



ที่มา : เวชยันต์ สังข์จួយ (2554 : 23)

### ภาพประกอบ 12 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา

7.3 เขียนโปรแกรม (Coding) เป็นการนำเอาการออกแบบในขั้นตอนที่ 2 มาเขียนเป็นภาษาโปรแกรม ซึ่งผู้เขียนจะเลือกใช้ภาษาใด ขึ้นอยู่กับความสามารถ และความเชี่ยวชาญของผู้เขียนโปรแกรม และจะต้องดูความเหมาะสมของงานด้วย

7.4 ตรวจสอบข้อผิดพลาด (Testing and Debugging) ข้อผิดพลาดของโปรแกรมที่อาจเกิดขึ้นได้ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

7.4.1 Syntax Error เกิดจากการใช้คำสั่งผิดหลักไวยากรณ์ของคำสั่ง หรือสะกดคำสั่งผิด

7.4.2 Run-time Error ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นเมื่อรันโปรแกรม เช่น การกำหนดตัวแปรเพื่อเก็บผลลัพธ์จากการคำนวณที่ไม่เหมาะสม เมื่อสั่งรันโปรแกรมผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานไม่สอดคล้องกับตัวแปรที่กำหนดไว้

7.4.3 Logical Error เกิดจากการใช้เงื่อนไขหรือการกำหนดการคำนวณที่ผิดพลาดในโปรแกรม บางครั้งคอมพิวเตอร์อาจไม่แสดง Error จำเป็นต้องตรวจสอบโปรแกรมทั้งโปรแกรมเพื่อหาคำสั่งที่ผิดพลาด

7.5 ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม (Testing and Validating) การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมต่างจากการตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรมในขั้นตอนที่ 4 ตรงที่การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมนั้นจะทำการตรวจสอบเมื่อโปรแกรมเขียนเสร็จแล้ว (โปรแกรมรันผ่านที่ไม่มี



Error) ซึ่งการตรวจสอบนี้ให้ดูว่าโปรแกรมทำงานได้ตามต้องการหรือไม่ อาจต้องรันโปรแกรมหลายครั้ง ป้อนข้อมูลหลายชุดที่แตกต่างกัน เพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ออกมานั้นเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่อย่างไร

7.6 ฝึกอบรมและจัดทำเอกสาร (Training and Documentation) การฝึกอบรม คือการอธิบายให้ผู้ใช้งานเข้าใจขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมและใช้งานโปรแกรมได้อย่างถูกต้องเต็มประสิทธิภาพ และควรจัดทำเอกสารรายละเอียดของโปรแกรมเพื่อให้ผู้อื่นสามารถแก้ไขและพัฒนาโปรแกรมต่อไปได้ รวมทั้งคู่มือการใช้งานโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ รายละเอียดระบบสำหรับผู้ดูแลระบบ (Technical Documentation) และ คู่มือวิธีใช้โปรแกรมสำหรับผู้ใช้งาน (User Documentation)

7.7 บำรุงดูแลรักษา (Program Maintenance) เมื่อนำโปรแกรมไปใช้งานจริงอาจจะเกิดปัญหาขึ้นได้ ผู้พัฒนาต้องติดตามตรวจสอบ ตรวจสอบข้อซักถาม และแก้ปัญหาให้แก่ผู้ใช้งานด้วย ปัญหาอาจ เกิดขึ้นจากตัวโปรแกรมเอง จากอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือผู้ใช้งานก็ได้ จึงจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาโปรแกรมให้สามารถใช้งานได้ตลอดเวลา รวมทั้งอาจมีการแก้ไขหรือเพิ่มเติมโปรแกรมตามที่ใช้ต้องการ

7.8 ประเมินผล (Evaluation) มีการประเมินผลการทำงานของโปรแกรม เพื่อหาจุดบกพร่องและแนวทางการพัฒนาต่อไป โดยนำผลการประเมินไปวิเคราะห์ปัญหาเพื่อพัฒนาโปรแกรมให้ดีขึ้นต่อไป

## 8. คุณภาพของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ย่อมมีจุดมุ่งหมายที่จะเปรียบเทียบคุณภาพ หรือประสิทธิภาพของการทดสอบว่าวิธีใดเหมาะสมที่สุด ทั้งกรณีที่ไม่ทราบค่าความสามารถที่แท้จริง ซึ่งศึกษาจากการจำลองข้อมูล และกรณีที่ไม่ทราบค่าความสามารถที่แท้จริง ซึ่งศึกษาจากการทดสอบจริง สามารถพิจารณาได้จากหลายค่า ได้แก่

### 8.1 ค่าความเที่ยง (Reliability)

ค่าความเที่ยงคือ กำลังสองของความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการประมาณค่าการทดสอบแบบปรับเหมาะกับค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ โดยที่ค่าความเที่ยงสูง หมายถึง วิธีการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติมีคุณภาพสูง ซึ่งค่าความเที่ยงหาได้จากสูตร ดังนี้ (ทัศนศิริินทร์ สว่างบุญ. 2554 : 77)

$$r^2 = r_{xy}^2$$

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

เมื่อ  $r^2$  แทน ความเที่ยงของการวัด

$r_{xy}$  แทน ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถ

n แทน จำนวนผู้สอบ

x แทน ค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการประมาณค่า

y แทน ค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ



## 8.2 ค่าระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean distance)

ค่าระยะทางแบบยูคลิด คือ การหาระยะห่างระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการประมาณค่าจากการทดสอบแบบปรับเหมาะ ( $\hat{\theta}$ ) กับค่าความสามารถของผู้สอบที่แท้จริง ( $\theta$ ) สำหรับกรณีการทดสอบสั้น ๆ ก็สามารถนำระยะทางแบบยูคลิด มาเป็นดัชนีวัดความแม่นยำทางจิตมิติ โดยที่ค่าระยะทางน้อย หมายถึง ค่าความสามารถจากการประมาณค่าและค่าความสามารถที่แท้จริงมีความใกล้เคียงกัน นั่นคือ วิธีการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติมีคุณภาพสูง ซึ่งค่าระยะทางแบบยูคลิดหาได้จากสูตร ดังนี้ (ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ. 2554 : 77)

$$ED_i = \sqrt{(\theta_{i_1} - \hat{\theta}_{i_1})^2 + (\theta_{i_2} - \hat{\theta}_{i_2})^2 + \dots + (\theta_{i_j} - \hat{\theta}_{i_j})^2}$$

เมื่อ	$ED_i$	แทน	ค่าระยะแบบยูคลิดของผู้สอบคนที่ i
	i	แทน	ผู้สอบคนที่ i
	j	แทน	มิติความสามารถที่ j
	$\hat{\theta}_{i_j}$	แทน	ค่าความสามารถที่ประมาณค่าได้ของผู้สอบคนที่ i มิติที่ j
	$\theta_{i_j}$	แทน	ค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบคนที่ i มิติที่ j

## 8.3 สารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information)

ในการทดสอบแบบดั้งเดิมจะหาความแน่นอนหรือค่าความเชื่อมั่นของการประมาณค่าความสามารถได้จากค่าความเชื่อมั่นของคะแนน และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด ซึ่งค่าแปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มผู้สอบ จึงเป็นจุดอ่อนประการหนึ่ง แต่ในทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ จะใช้ฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบแทนค่าความเชื่อมั่น (กาญจนา แก้วมณี. 2545 : 33 ; อ้างอิงมาจาก Hambleton and Cook. 1977 : 64)

ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Function) เป็นเครื่องบ่งชี้คุณภาพข้อสอบ สามารถให้ค่าสูงสุดเมื่อข้อสอบมีค่าความยากใกล้เคียงหรือเท่ากับค่าความสามารถของผู้สอบ ค่าอำนาจจำแนกสูง และค่าการเดาน้อยมากจนเข้าใกล้ศูนย์ เมื่อใช้รูปแบบการตอบข้อสอบประเภทให้ผลสองค่า (Dichotomous Scoring) ซึ่งฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบใช้หาค่าความเชื่อมั่นในการตอบข้อสอบแต่ละข้อในแต่ละระดับความสามารถ จากสมการต่อไปนี้ (Hambleton, Swaminathan and Roger. 1991 : 91)

$$I(\theta) = \frac{[P_i'(\theta)]^2}{P_i(\theta)Q_i(\theta)}, i = 1, 2, \dots, n$$



- เมื่อ  $I_i(\theta)$  แทน ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ  
 $P'_i(\theta)$  แทน ความชันของโค้งลักษณะข้อสอบที่ระดับความสามารถ  $\theta$   
 $P_i(\theta)$  แทน ความน่าจะเป็นของผู้สอบที่มีความสามารถ  $\theta$  สามารถตอบข้อสอบ  
 ข้อที่  $i$  ได้ถูกต้อง  
 $Q_i(\theta)$  แทน  $1 - P_i(\theta)$

จากสมการนี้จะเห็นว่า ข้อสอบแต่ละข้อจะมีโค้งสารสนเทศของข้อสอบ ซึ่งขึ้นอยู่กับความ  
 ชันของข้อสอบและความแปรปรวนของการตอบข้อสอบถูกของแต่ละข้อในแต่ละระดับความสามารถ  
 และยิ่งความชันของโค้งลักษณะข้อสอบมีค่ามาก ๆ ประกอบกับค่าความแปรปรวนมีค่าน้อย ๆ โค้ง  
 สารสนเทศของข้อสอบที่ระดับความสามารถนั้นจะยิ่งสูงขึ้น สำหรับโค้งสารสนเทศของข้อสอบที่มี  
 ค่าสูงสุด ณ ระดับความสามารถใดก็จะสามารถจำแนกระดับความสามารถของผู้สอบได้ดี ณ ระดับ  
 ความสามารถนั้น (กาญจนา แก้วมูณี. 2545 : 34 ; อ้างอิงมาจาก Hambleton and Cook.  
 1977 : 66)

หรือหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ ได้จากสมการต่อไปนี้

$$I_i(\theta) = \frac{2.89a_i^2(1-c_i)}{\left[ c_i + e^{1.7a_i(\theta-b_i)} \right] \left[ 1 + e^{-1.7a_i(\theta-b_i)} \right]^2}$$

- เมื่อ  $I_i(\theta)$  แทน ค่าฟังก์ชันสารสนเทศหรือค่าสารสนเทศที่ได้จากข้อสอบข้อที่  $i$   
 สำหรับผู้สอบที่มีความสามารถ  $\theta$   
 $a_i$  แทน ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่  $i$   
 $b_i$  แทน ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่  $i$   
 $c_i$  แทน ค่าพารามิเตอร์โอกาสการเดาข้อสอบถูกของข้อสอบข้อที่  $i$   
 $e$  แทน ลอการิทึมที่มีฐาน  $e$  ( $e = 2.72$ )

ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ เมื่อพิจารณาเทียบกับค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a)  
 ความยาก (b) และโอกาสการเดา (c) ของข้อสอบ จะสรุปได้ดังนี้

- ค่าสารสนเทศของข้อสอบจะสูงขึ้น สำหรับผู้สอบมีความสามารถ  $\theta$  ใกล้กับ  
 ค่าพารามิเตอร์  $b$  ของข้อสอบ และค่าสารสนเทศของข้อสอบจะลดลง สำหรับผู้สอบที่มีความสามารถ  
 $\theta$  ใกล้กับค่าพารามิเตอร์  $b$  ของข้อสอบ
- ค่าสารสนเทศของข้อสอบโดยทั่วไปจะมีค่าสูงขึ้น ถ้าค่าพารามิเตอร์  $a$  ของข้อสอบ  
 มีค่ามากขึ้น
- ค่าสารสนเทศของข้อสอบมีค่าสูงขึ้น เมื่อค่าพารามิเตอร์  $c$  ของข้อสอบเข้าใกล้ 0
- $I_i(\theta)$  จะมีค่าสูงสุด ณ ตำแหน่ง  $\theta_{\max}$  ถ้า  $c_i = 0$ ,  $\theta_{\max} = b$  แต่ถ้า  
 $c_i > 0$ ,  $\theta_{\max} > b$



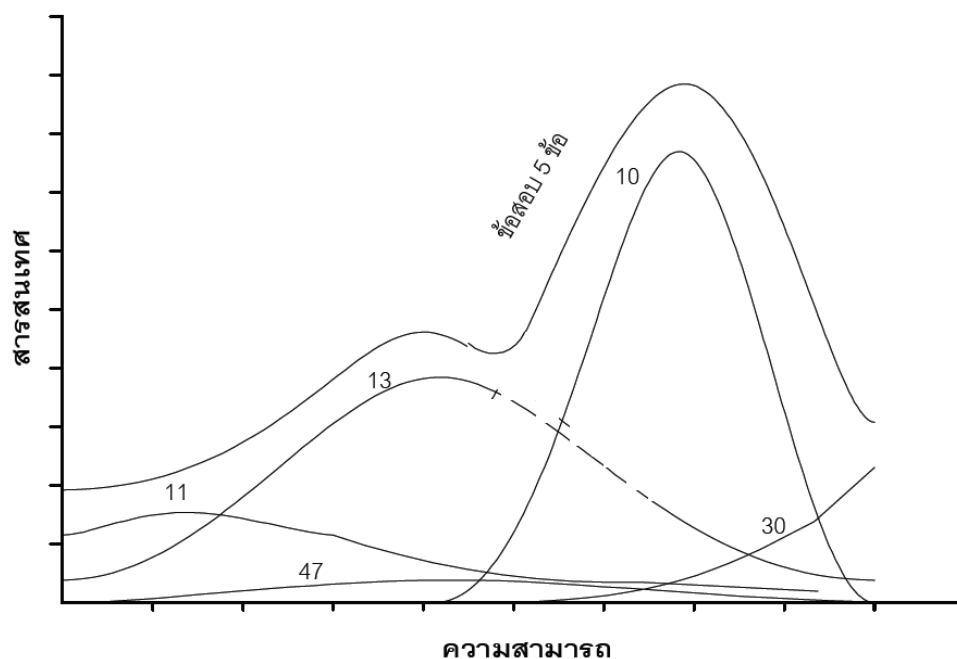
ในการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบหรือการพิจารณาความเชื่อถือได้ของการประมาณค่าความสามารถที่แท้จริงนั้น พิจารณาจากฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Function) ซึ่งเป็นผลรวมของฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อ (Item Information Function) (Lord. 1980 : 72) หรืออาจกล่าวได้ว่า สารสนเทศของแบบทดสอบเป็นดัชนีที่ใช้ประเมินคุณภาพของแบบทดสอบที่พิจารณาจากความถูกต้องแม่นยำในการประมาณความสามารถของผู้สอบ อันเกิดจากผลรวมเชิงพีชคณิตของค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อรวมเข้าด้วยกันทั้งหมด ณ ตำแหน่ง  $\theta$  เดียวกัน ดังสูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 65 ; ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ. 2554 : 78 ; Hambleton, Swaminathan and Roger. 1991 : 94)

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^k I_i(\theta) \quad , i = 1, 2, \dots, k$$

เมื่อ	$I(\theta)$	แทน	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศหรือค่าสารสนเทศที่ได้รับจากแบบทดสอบสำหรับผู้สอบที่มีความสามารถ $\theta$
	$I_i(\theta)$	แทน	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศหรือค่าสารสนเทศที่ได้จากข้อสอบข้อที่ $i$ สำหรับผู้สอบที่มีความสามารถ $\theta$
	$k$	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

ถ้าเรามีกลุ่มข้อสอบที่ทราบค่าสารสนเทศ เราสามารถสร้างแบบทดสอบให้มีค่าสารสนเทศของแบบทดสอบ ณ ระดับหนึ่งของความสามารถที่เราต้องการได้ เช่น การสร้างแบบทดสอบเพื่อคัดเลือกให้ได้รับทุนการศึกษาก็ต้องใช้ข้อสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่ระดับความสามารถสูง ๆ นั้น โดยจัดให้มีค่าสารสนเทศของแบบทดสอบสูง ณ ระดับความสามารถสูงๆ ดังตัวอย่างค่าสารสนเทศของข้อสอบ 5 ข้อ และค่าสารสนเทศของแบบทดสอบ ดังแสดงในภาพประกอบ 13





ที่มา : ธงชัย นิลคำ (2551 : 44)

ภาพประกอบ 13 โค้งสารสนเทศของข้อสอบ 5 ข้อ และโค้งสารสนเทศของแบบทดสอบ

ลักษณะของฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ สรุปได้ดังนี้ (รังสรรค์ มณีเล็ก. 2540 : 53-54)

- 1) ฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบได้ถูกกำหนดขึ้นสำหรับชุดของข้อสอบที่แต่ละจุดของสเกลความสามารถ
- 2) ค่าของสารสนเทศของแบบทดสอบเป็นผลมาจากคุณภาพและจำนวนของข้อสอบ
- 3) ที่ความสามารถระดับเดียวกัน เส้นถดถอยที่มีความชันมากกว่าจะให้ค่าสารสนเทศของแบบทดสอบสูงกว่าเส้นถดถอยที่มีความชันน้อยกว่า
- 4) ข้อสอบที่มีค่าความแปรปรวนต่ำ จะส่งผลให้ค่าสารสนเทศของแบบทดสอบมีค่าสูง
- 5) ค่าสารสนเทศของแบบทดสอบจะไม่ขึ้นกับการจัดหมู่เฉพาะของข้อสอบ ข้อสอบแต่ละข้อเป็นอิสระจากกัน
- 6) ค่าสารสนเทศของแบบทดสอบมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ

ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบจะแปรเปลี่ยนไปตามระดับความสามารถและแปรผกผัน (Inverses) กับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถ (Hambleton and Swaminathan. 1985 : 104 –105 ; citing Warm. 1979 : 77) ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (Standard Error of Estimation : SE) สำหรับทฤษฎีการตอบข้อสอบมีบทบาทเหมือนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (Standard Error of Measurement : SEM) ในทฤษฎีการทดสอบแบบมาตรฐานเดิม แต่ความคลาดเคลื่อน





มาตรฐานของการประมาณค่าความสามารถในทฤษฎีการตอบข้อสอบสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามค่าความสามารถของผู้สอบได้ (Hambleton, Swaminathan and Rogers. 1991 : 91-96)

#### 8.4 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า (Standard Error of Estimate)

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า ซึ่งแตกต่างจากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard Error of Measurement : SEM) กล่าวคือ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าเป็นความคลาดเคลื่อนของค่าความสามารถของผู้สอบที่คลาดเคลื่อนไปจากความสามารถจริง ( $E = \hat{\theta} - \theta$ ) ส่วนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด คือความคลาดเคลื่อน (E) ที่เกิดจากคะแนนดิบหรือคะแนนที่ได้จากการวัด (X) ที่คลาดเคลื่อนไปจากคะแนนจริง (T) นั่นคือ  $E = X - T$  ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่ามีความสัมพันธ์กับค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information Function) ดังสูตร

$$SE(\theta) = \frac{1}{\sqrt{I(\theta)}}$$

เมื่อ  $SE(\theta)$  แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า  $\theta$   
 $I(\theta)$  แทน สารสนเทศของแบบทดสอบที่ให้สำหรับผู้ที่มีความสามารถ  $\theta$

8.5 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error : MSE) เป็นค่าบอกความถูกต้องของค่าประมาณความสามารถของผู้สอบ แสดงเป็นผลต่างกำลังสองเฉลี่ยระหว่างค่าประมาณความสามารถและค่าความสามารถจริงของผู้สอบ นอกจากนี้ MSE ยังมีค่าเท่ากับความแปรปรวนของค่าประมาณความสามารถรวมกับความลำเอียงกำลังสอง กล่าวได้ว่า MSE ให้ความหมายเหมือนคุณภาพของค่าประมาณความสามารถ MSE ขนาดเล็กบ่งชี้การประมาณค่าความสามารถมีความแตกต่างจากค่าความสามารถจริงของผู้สอบน้อยมาก สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการคัดเลือกข้อสอบ ซึ่งในการจำลองข้อมูลจะดำเนินการทำซ้ำทั้งสิ้น 20 รอบ ใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้ (สุตารัตน์ หลวมุกดา. 2550 : 65)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^M (\hat{\theta}_i - \theta_i)^2$$

เมื่อ  $n$  แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด  
 $\hat{\theta}_i$  แทน ค่าประมาณความสามารถของผู้สอบ  
 $\theta_i$  แทน ค่าความสามารถจริงของผู้สอบ



8.6 ความลำเอียงเฉลี่ย (Average Bias) เป็นค่าบอกความเที่ยงตรงของค่าประมาณความสามารถของผู้สอบ แสดงเป็นผลต่างเฉลี่ยระหว่างค่าประมาณความสามารถและค่าความสามารถจริงของผู้สอบ บอกทิศทางการประมาณค่าว่าให้ผลสูงหรือต่ำกว่าค่าความสามารถจริงของผู้สอบ ถ้าความลำเอียงกำลังสองเท่ากับ 0 ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยจะเท่ากับความแปรปรวนของค่าประมาณความสามารถของผู้สอบ ความลำเอียงเฉลี่ยขนาดเล็กสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีเลือกข้อสอบ ซึ่งมีสูตรดังนี้ (Li and Schafer. 2003 : 15)

$$BIAS = \frac{\sum_{i=1}^r (\hat{\theta}_i - \theta_i)}{r}$$

เมื่อ  $r$  แทน จำนวนการทำซ้ำ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ ทำซ้ำ 20 รอบ ( $r = 20$ )

$\hat{\theta}_i$  แทน ค่าประมาณความสามารถของผู้สอบ

$\theta_i$  แทน ค่าความสามารถจริงของผู้สอบ

### 8.7 ความยาวข้อสอบ

การพิจารณาจำนวนข้อสอบจะใช้ในกรณีที่การทดสอบปรับเหมาะ กำหนดเกณฑ์การยุติข้อสอบโดยพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า ซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดไว้ที่ตำแหน่งความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 ( $SE \leq 0.3$ ) โดยการทดสอบแบบปรับเหมาะที่มีคุณภาพนั้นผู้สอบจะได้รับข้อสอบจำนวนน้อยแต่สามารถประมาณค่าความสามารถได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ดังนั้น วิธีการทดสอบรูปแบบใดที่ให้จำนวนข้อสอบน้อยกว่าจะมีคุณภาพการทดสอบปรับเหมาะสูงกว่า (ทัศนศิรินทร์ สว่างบุญ. 2554 : 79)

### 8.8 ความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy)

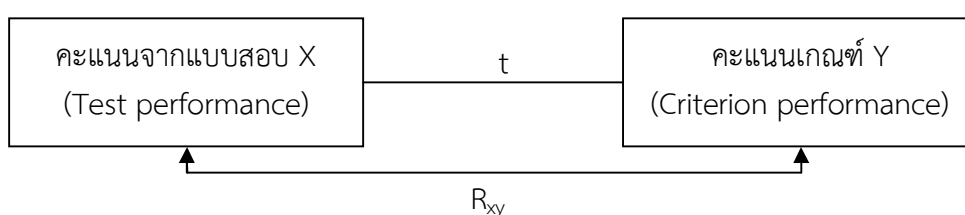
ในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ โดยปกติไม่ว่าจะเป็นการวัดหรือการประมาณค่าใด ๆ ก็ตามจะมีความคลาดเคลื่อนอยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวัดหรือการประมาณค่าความสามารถในทางการศึกษาและจิตวิทยาจะมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง ถ้าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่ามีค่าสูง ความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy) ในการประมาณค่าก็จะต่ำ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถจริง ( $\theta$ ) ความสามารถที่ได้จากการประมาณค่า ( $\hat{\theta}$ ) และค่าความคลาดเคลื่อน (E) ได้ดังนี้ (Lord and Novick. 1968)

$$E = \hat{\theta} - \theta$$

จากสมการนี้จะเห็นว่าถ้าความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยหรือเข้าใกล้ศูนย์ ความสามารถที่ได้จากการประมาณค่าก็จะเข้าใกล้ความสามารถจริง นั่นคือ มีความถูกต้องแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบสูง



8.9 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) หรือความเที่ยงตรงเชิงทำนาย เป็นความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ซึ่งสัมพันธ์กับสมรรถนะการดำเนินงานในอนาคต (Future Performance) การประมาณค่าความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของแบบสอบให้ความสนใจประมาณสถานภาพในอนาคต (Future Status) ของคุณลักษณะที่มุ่งวัดโดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบสอบกับคะแนนเกณฑ์จากเครื่องมือที่สามารถใช้บ่งบอกผลความสำเร็จของลักษณะที่มุ่งวัดนั้นในอนาคต เนื่องจากเครื่องมือทั้งสองทำการวัดในเวลาต่างกัน โดยแบบสอบที่สร้างทำการวัดเพื่อให้ได้คะแนนสอบในปัจจุบัน แต่อีกเครื่องมือหนึ่งต้องทิ้งช่วงเวลาทำการวัดในเวลาต่อมาเพื่อให้ได้คะแนนเกณฑ์ในอนาคต สำหรับนำมาใช้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ดังภาพประกอบ 14



ที่มา : ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 : 112)

ภาพประกอบ 14 แนวคิดของการตรวจสอบความตรงเชิงพยากรณ์

ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์กับความเที่ยงตรงตามสภาพ มีความแตกต่างกันที่ช่วงเวลาของการเก็บข้อมูลคะแนนเกณฑ์ ถ้าแบบสอบใดสามารถให้คะแนนสอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน ก็ถือว่ามี ความเที่ยงตรงตามสภาพ แต่ถ้าสามารถให้คะแนนสอดคล้องกับสภาพที่เกิดขึ้นในอนาคตก็จะเป็นความ เที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ ดังนั้น ถ้าแบบสอบมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ก็ย่อมมีความเที่ยงตรงตามสภาพ แต่ถ้าแบบสอบมีความเที่ยงตรงตามสภาพแล้ว ไม่จำเป็นต้องมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์เสมอไป (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2552 : 112)

$$R_{xy} = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n\sum x^2 - (\sum x)^2)(n\sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

เมื่อ  $R_{xy}$  แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน  $x$  และคะแนน  $y$   
 $x$  แทน ค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการทดสอบฉบับที่ 1  
 $y$  แทน ค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการทดสอบฉบับที่ 2

จะเห็นได้ว่า การหาคุณภาพของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สามารถพิจารณาได้หลายวิธี ในการศึกษาครั้งนี้ จะพิจารณาจากสารสนเทศของแบบทดสอบและความ เที่ยงตรงเชิงพยากรณ์



## 9. เกณฑ์การประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Sympson (พงษ์พิชิต พรหมสิทธิ์. 2544 : 24-25 ; อ้างอิงมาจาก Sympson. 1975) ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับการประเมินกระบวนการทดสอบไว้ว่าน่าจะประเมินผลกระทบแต่ละอย่างในองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง ไม่ควรจะทำในลักษณะรวม ๆ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบกระบวนการทดสอบ 2 กระบวนการที่มีความแตกต่างกันเพียงองค์ประกอบเดียวเท่านั้น หากพบว่ากระบวนการทดสอบหนึ่งดีกว่าอีกกระบวนการทดสอบหนึ่งแล้ว ก็จะบอกได้ว่า ปัจจัยที่ทำให้กระบวนการทดสอบแตกต่างกัน คือ องค์ประกอบที่ต่างกันนั้น อย่างไรก็ตาม การประเมินกระบวนการทดสอบในด้านขององค์ประกอบดังกล่าวข้างต้นมักจะเป็นไปได้ยาก เนื่องจากข้อจำกัดต่าง ๆ หลายประการ เช่น วิธีคัดเลือกข้อสอบบางวิธีจะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น ไม่สามารถใช้วิธีดำเนินการทดสอบอื่นได้ หรือการให้คะแนนบางวิธีเหมาะสมกับวิธีการคัดเลือกข้อสอบในลักษณะเดียวกันตลอดการทดสอบ การศึกษาเพื่อประเมินแบบทดสอบจึงจำเป็นต้องเปรียบเทียบกระบวนการทดสอบที่แตกต่างกันในสององค์ประกอบหรือมากกว่า โดย Sympson ได้จำแนกประเภทของเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินกระบวนการทดสอบ ดังนี้

### 9.1 เกณฑ์ความเชื่อถือได้ (Validating Criteria)

เป็นการพิจารณาถึงคุณลักษณะของคะแนนที่ได้จากการทดสอบว่าแสดงลักษณะที่ต้องการวัดเพียงใด เกณฑ์เชิงความเชื่อถือได้ ประกอบด้วย ความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งอาจหาได้จากค่าสัมประสิทธิ์ความคงที่ (Stability Coefficient) สัมประสิทธิ์ความคงที่ภายใน (Internal Consistency Coefficient) และค่าสัมประสิทธิ์จากแบบทดสอบคู่ขนาน (Alternate Form Correlation Coefficient) ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบทดสอบอื่น ๆ ตลอดจนความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากคะแนนที่ได้จากการทดสอบ รวมทั้งลักษณะการกระจายของคะแนนการสอบในกลุ่มผู้สอบกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ความแตกต่างระหว่างการกระจายของคะแนนที่ได้จากกลุ่มผู้สอบต่างกลุ่มกัน และการใช้วิธีการทางสถิติหรือกราฟ เพื่อการประเมินความสอดคล้อง (Goodness of Fit) กับรูปแบบตามทฤษฎีที่มีอยู่เดิม

### 9.2 เกณฑ์เชิงทฤษฎี (Theoretical Criteria)

การเปรียบเทียบด้วยเกณฑ์นี้จะมีความเหมาะสมสำหรับการตรวจสอบว่ากระบวนการทดสอบหนึ่งดีกว่าอีกกระบวนการทดสอบหนึ่งหรือไม่ เมื่อกระบวนการทดสอบทั้งสองนั้นน่าจะมีความตรงเชิงโครงสร้างเท่ากัน เกณฑ์เชิงทฤษฎี ประกอบด้วย การกระจายของค่าประมาณคุณลักษณะแฝง โค้งสารสนเทศ (Information Curve) โค้งประสิทธิภาพสัมพันธ์ (Relative Efficiency Curve) โค้งความลำเอียง (Bias Curve) โค้งความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด รวมทั้ง การคงสภาพ (Robustness) ในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ หรือโค้งคุณลักษณะของข้อสอบที่ได้จากกระบวนการทดสอบที่แตกต่างกัน เป็นต้น นอกจากนี้ ต้องมีการกำหนดรูปแบบของโค้งลักษณะข้อสอบที่ต้องการขึ้น และต้องทราบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแล้วใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์หรือคอมพิวเตอร์ในการคำนวณ ดังนั้น เกณฑ์เชิงทฤษฎีจึงไม่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาโดยการทดสอบจริงได้ เพราะเราไม่ทราบสภาพที่แท้จริงของผู้สอบแต่ละคนบนมาตรคุณลักษณะแฝง



### 9.3 เกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-Social Criteria)

การประเมินโดยใช้เกณฑ์เชิงจิต-สังคม เป็นการศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดจากกระบวนการทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะทางจิตวิทยาของผู้สอบ โดยปกติจะประเมินใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านค่าใช้จ่ายและวิธีการดำเนินการสอบ ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

### 9.4 เกณฑ์เชิงค่าใช้จ่าย (Cost Criteria)

การประเมินโดยใช้เกณฑ์เชิงค่าใช้จ่าย เป็นการประเมินค่าใช้จ่ายในการสร้างแบบทดสอบ การสื่อสารกับผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ รวมถึงมูลค่าวัสดุต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในกระบวนการทดสอบ ค่าใช้จ่ายในการสร้างและการหาเกณฑ์ปกติของกลุ่มข้อสอบ การประเมินค่าใช้จ่ายนี้จะต้องประเมินควบคู่ไปกับผลที่ได้จากกระบวนการทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยว่า การลงทุนมีความคุ้มค่าหรือเหมาะสมกับจุดอ่อนต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น หรือไม่ เช่น จุดอ่อนในเรื่องที่ผู้สอบทำผิดพลาดในระหว่างดำเนินการสอบ ข้อผิดพลาดในการให้คะแนนและการตีความหมายของคะแนน การเสียเวลาที่ผู้สอบต้องติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ เวลาที่ต้องใช้ในการดำเนินการสอบ รวมถึงการให้คะแนนและการตีความหมายของคะแนน เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ที่พัฒนาขึ้นครั้งนี้ เป็นโปรแกรมที่มีเงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน 2 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ และโปรแกรมที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ ซึ่งโดยทั่วไป การทวนคำตอบในการทดสอบจะส่งผลกระทบต่อความวิตกกังวลของผู้สอบ ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ จึงเลือกเกณฑ์เชิงจิต-สังคม ในการประเมินโปรแกรมการทดสอบครั้งนี้

10. ประโยชน์ของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติที่เหนือกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ

เนื่องจากการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ มีประโยชน์และข้อจำกัดเช่นเดียวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติที่ได้กล่าวไปแล้ว แต่การทดสอบแบบพหุมิติมีประโยชน์ที่เหนือกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบเอกมิติ คือ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการวัด ลดความยาวของข้อสอบได้เมื่อใช้เกณฑ์ยุติการทดสอบด้วยการกำหนดความแม่นยำของผลการทดสอบ การวัดผลมีความแม่นยำเทียบเท่าหรือสูงกว่าแบบเอกมิติ ทำให้มั่นใจว่าข้อสอบที่ได้รับมีเนื้อหาครอบคลุม ซึ่งเป็นข้อดีที่ไม่สามารถโต้แย้งได้ เนื่องจากการทดสอบแบบเอกมิติ มีวิธีการคัดเลือกข้อสอบที่จำกัดจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหา ซึ่งอาจเกิดปัญหาได้ ถ้าเนื้อหาไม่มีความชัดเจนเรื่องความยากของข้อสอบ ดังนั้น การคัดเลือกข้อสอบที่จำกัดจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหา ควรใช้ MCAT ซึ่งมีการดำเนินการในแต่ละมิติแยกออกจากกัน และแต่ละมิติมีความสัมพันธ์กันสูง นอกจากนี้ เมื่อลดจำนวนข้อสอบลง 1 ใน 3 โดยให้จำนวนข้อสอบเป็นค่าคงที่ พบว่า MCAT สามารถเพิ่มความเที่ยงได้อย่างมาก (Segall, 1996 : 331-354)

11. ประเด็นปัญหาของการใช้การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

แม้ว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์จะมีประสิทธิภาพในการทดสอบสูง แต่การทดสอบนี้ก็ยังมีประเด็นปัญหาที่ต้องการการแก้ไข ปรับปรุงเพื่อให้การทดสอบมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ซึ่งปัญหาที่พบต่าง ๆ มักจะเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิธีการในการดำเนินการทดสอบแบบปรับเหมาะ อาทิ การคัดเลือกข้อสอบข้อแรก การให้คะแนน การยุติการสอบ การควบคุมการใช้ข้อสอบซ้ำ และการ



สร้างความสมดุลของเนื้อหา ซึ่งประเด็นเหล่านี้ได้มีผู้ศึกษาในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติและได้ข้อสรุปแล้ว แต่ปัจจุบันยังมีประเด็นของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ยังเป็นข้อถกเถียงกันอยู่ นั่นคือ หลังจากที่ผู้สอบทำการทดสอบเสร็จ ผู้สอบควรได้รับโอกาสให้กลับไปทวนคำตอบหรือไม่ ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่พบผู้ศึกษาในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ในที่นี้จึงขอกกล่าวเฉพาะประเด็นปัญหานี้เท่านั้น ดังนี้

ประเด็นของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ที่หลังจากผู้สอบทำการทดสอบเสร็จ ผู้สอบควรได้รับโอกาสให้กลับไปทวนคำตอบหรือไม่ ซึ่งเป็นที่ชัดเจนว่าผู้สอบย่อมต้องการที่จะกลับไปทวนคำตอบ และน่าจะได้มาถึงการประมาณค่าความสามารถที่แม่นยำหลังทวนและด้วยข้อเท็จจริงที่ว่าทางเลือกคำตอบครั้งแรกอาจไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเสมอ แต่นักวิจัยที่มีชื่อเสียงบางท่านต่างมีความเห็นที่ไม่ควรเปิดโอกาสให้มีการทวนคำตอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ เนื่องจากข้อจำกัดของกระบวนการทดสอบ ตัวอย่างเช่น

Wainer (1990 : 1-21) กล่าวว่า ที่ไม่ควรให้มีการทวนคำตอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์เพราะจะสูญเสียความมีประสิทธิภาพและเกิดความลำเอียงในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ รวมทั้งเกิดความคลาดเคลื่อนในการได้มาถึงความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบในกระบวนการทดสอบ ทำให้ขัดแย้งกับกระบวนการการสร้างแบบทดสอบแบบปรับเหมาะที่มีประสิทธิภาพ โดย Wainer ได้ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ทำให้ผู้สอบได้คะแนนสูงขึ้น กล่าวคือ เมื่อผู้สอบตั้งใจที่จะตอบคำถามผิด ดังนั้นจึงทำให้ได้รับข้อสอบข้อต่อไปที่มีระดับความยากต่ำลง และถ้าเปิดโอกาสให้ผู้สอบสามารถทวนคำตอบได้โดยไม่มีเงื่อนไข ผู้สอบก็จะสามารถกลับไปแก้คำตอบข้อก่อนหน้า ทำให้ข้อสอบแต่ละข้อนั้นไม่สัมพันธ์กับระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ จากงานวิจัยพบว่าผู้สอบจะได้รับการประมาณค่าความสามารถโน้นไปทางด้านบวกหรือได้รับคะแนนที่สูงเกินความสามารถที่แท้จริง และมีความคลาดเคลื่อนสูง นอกจากนี้ Green และคณะ (1984 : 347-360) กล่าวว่า อาจเกิดความสับสนและความล่าช้าในการทำการทดสอบ จากการที่ผู้สอบต้องคอยนึกย้อนถึงการตอบข้อสอบข้อที่ผ่านมา

การต่อต้านการทวนคำตอบใน CAT ข้างต้น จะเห็นได้ว่าเกิดจากปัญหาที่มีลักษณะเฉพาะจากการทวนคำตอบ ดังนั้นถึงแม้ว่าการทวนคำตอบจะก่อให้เกิดผลดีมากมายแต่ก็เฉพาะกรณีที่จะสามารถจัดปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้น้อยลงหรือหมดไปเท่านั้น ซึ่งวิธีการทวนคำตอบที่ Stocking (1997 : 57-75) เสนอวิธีการที่นำมาใช้ในการทวนคำตอบและสามารถควบคุมการประมาณค่าความสามารถที่เกินจริงได้ 3 วิธี คือ การทวนที่มีการจำกัดจำนวน (Limited Review) การทวนที่มีการจำกัดช่วง (Block Review) และการทวนในหมวดสิ่งเดียวกัน (Stimulus-based Review) โดยกระบวนการในการทวนคำตอบทั้ง 3 วิธี ผู้สอบจะได้รับข้อสอบที่เป็นข้อสอบเดิมที่ได้ทำผ่าน เมื่อผู้สอบเปลี่ยนคำตอบจะไม่มี การคัดเลือกข้อสอบข้อใหม่ นั่นคือ ไม่มีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบทุกครั้งที่มีการตอบข้อสอบ แต่มีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบทั้งมิติ และมีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบรวมทุกมิติ เพื่อทราบความแตกต่างระหว่างค่าประมาณความสามารถของผู้สอบก่อนการทวนคำตอบ และหลังการทวนคำตอบ ซึ่งแต่ละวิธีมีหลักการ ดังนี้



1) การทวนที่มีการจำกัดจำนวน (Limited Review) คือ ผู้สอบอาจย้อนกลับไปทวนคำตอบได้ทั้งหมด แต่จะเปลี่ยนคำตอบได้ในจำนวนที่จำกัดเท่านั้น

2) การทวนที่มีการจำกัดช่วง (Block Review) คือ ผู้สอบจะสามารถทวนคำตอบพร้อมทั้งเปลี่ยนคำตอบภายในช่วงที่จำกัดไว้ได้ทั้งหมด แต่ไม่สามารถที่จะทวนข้ามช่วงได้ ยกตัวอย่างเช่น การจำกัดช่วง 10 ข้อ กล่าวคือผู้สอบจะสามารถกลับมาทวนคำตอบภายในช่วง (ข้อ 1-10) ได้หลังจากที่ทำเสร็จข้อ 10 หลังจากนั้นจะไปทำข้อสอบในช่วงถัดไป (ข้อ 11-20) และจะสามารถกลับมาทวนคำตอบในช่วงนี้ได้เมื่อทำเสร็จข้อ 20 แต่ไม่สามารถกลับไปทวนคำตอบในช่วงก่อนหน้านี้ (ข้อ 1-10) ได้ เป็นต้น

3) การทวนในหมวดสิ่งเดียวกัน (Stimulus-based Review) มีความคล้ายคลึงกับการทวนที่มีการจำกัดช่วง แต่แตกต่างตรงความยาวของช่วง กล่าวคือ การทวนที่มีการจำกัดช่วงนั้นจะแบ่งความยาวของข้อสอบออกเป็นช่วง ช่วงละเท่า ๆ กัน แต่การทวนในหมวดสิ่งเดียวกันจะแบ่งความยาวช่วงตามหมวดสิ่งเร้า เช่น แบบทดสอบเรื่องทศนิยม ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง การแปลงเศษส่วนให้เป็นทศนิยม, การอ่านทศนิยม, การบวกทศนิยม และการลบทศนิยม ดังนั้นจึงแบ่งหมวดสิ่งเร้าตามเนื้อหาของแบบทดสอบเป็น 4 หมวด กล่าวคือ การแปลงเศษส่วนให้เป็นทศนิยม (ข้อ 1-4) การอ่านทศนิยม (ข้อ 5-10) การบวกทศนิยม (ข้อ 11-15) และการลบทศนิยม (ข้อ 16-20) ซึ่งจะเห็นได้ว่าช่วงของการทวนจะมีความยาวของข้อสอบไม่เท่ากัน

Vispoel, Hendrickson และ Bleiler (2000 : 21-38) ได้สนใจวิธีการทวนที่มีการจำกัดช่วง (Block Review) จึงทำการศึกษาเปรียบเทียบแต่ละเงื่อนไขการทวน คือ การไม่ให้ทวน การทวนที่มีการจำกัดช่วง 5 ข้อ การทวนที่มีการจำกัดช่วง 10 ข้อ และการทวนที่มีการจำกัดช่วง 40 ข้อ ซึ่งหลังจากได้ผลการศึกษาแล้ว Vispoel จึงได้ให้ข้อเสนอว่า การทวนแบบจำกัดช่วงอาจทำหน้าที่ได้ดีพอ ๆ กับการทวนได้ทั้งหมด แต่สามารถลดปัญหาการโกงข้อสอบจากการเปิดโอกาสให้ผู้สอบสามารถทวนคำตอบได้ เนื่องจากผู้สอบต้องตอบข้อสอบไว้แล้วครั้งหนึ่ง รวมทั้งยังมีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างช่วงด้วยเมื่อผู้สอบทำการทวนเสร็จในช่วง

ดังนั้น โดยหลักการของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์มีเป้าหมายที่จะดำเนิน การทดสอบด้วยการคัดเลือกข้อสอบให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบแต่ละบุคคล นั่นคือผู้สอบที่มีระดับความสามารถสูงก็จะได้รับข้อสอบที่ยาก ส่วนผู้ที่มีระดับความสามารถต่ำก็จะได้รับคำตอบที่ง่าย ซึ่งการกลับไปทวนคำตอบของผู้สอบที่มีระดับความสามารถอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ระดับความสามารถสูงแล้ว ทำให้มีการเปลี่ยนคำตอบจากถูกเป็นผิด หรือจากผิดเป็นผิด รวมทั้งมีการใช้เวลาในการทำข้อสอบนานขึ้นเนื่องจากเสียเวลากลับไปทวนคำตอบนั้น จะเกิดผลดีหรือไม่กับการเปิดโอกาสให้มีการทวนคำตอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ จึงควรมีการวิจัยเกี่ยวกับประเด็นนี้เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการยอมรับหรือไม่ยอมรับการทวนคำตอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ในอนาคตต่อไป

จากงานวิจัยที่ผ่านมา ได้ศึกษาการทวนคำตอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติมากมาย เช่น Vispoel (1998) Olea และคณะ (2000) Vispoel, Hendrickson และ Bleiler (2000) Revuelta, Ximenez และ Olea (2003) และพิมพ์สิริ เจริญนครเศรษฐ์ (2549 : 135-137) ซึ่งได้ผลที่สอดคล้องกัน คือ การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ให้ทวนคำตอบมีประสิทธิภาพมากกว่าการทดสอบที่ไม่ให้



ทวนคำตอบ และจากการวิจัยปัจจัยการเปลี่ยนแปลงคำตอบที่ใช้การทดสอบแบบดั้งเดิมของประณาท เทียนศรี (2545) พบว่า ข้อสอบที่นักเรียนมักมีการเปลี่ยนคำตอบเมื่อกลับไปทวน ส่วนใหญ่เป็นข้อสอบที่มีระดับความยากอยู่ที่ค่อนข้างยากจนถึงยากมาก และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดี (ระดับความสามารถสูง) เมื่อมีการเปลี่ยนคำตอบใหม่ก็จะเป็นคำตอบที่ถูกต้องมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (ระดับความสามารถต่ำ) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยเหล่านี้เป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ ซึ่งยังไม่มียานวิจัยที่นำประเด็นการทวนคำตอบนี้ มาศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำประเด็นนี้มา ศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ และกำหนดให้เป็นตัวแปรที่มีชื่อว่าจะ ใจองไขการทวนคำตอบ แบ่งออกเป็นการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบและการทดสอบที่ไม่อนุญาต ให้ทวนคำตอบ ซึ่งใช้การทวนที่มีการจำกัดช่วง (Block Review) 10 ข้อ

## 12. ทิศทางในอนาคตของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

MIRT ที่สร้างขึ้น มีความชัดเจนว่าข้อสอบและแบบทดสอบต้องมีความซับซ้อนมากกว่า ภาระงาน การทางจิตวิทยาทั่ว ๆ ไป ความง่ายของโมเดล unidimensional อาจจะไม่มีประสิทธิภาพพอ สำหรับการอธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบและข้อสอบจะต้องใช้โมเดลที่ซับซ้อนมากกว่าและจำเป็นที่ จะต้องใช้พื้นฐานของงานที่ทำให้เข้าใจในอิทธิพลของคะแนนแบบทดสอบรวมทั้งฉบับที่รวมการวัดในทุก ๆ มิติของแบบทดสอบ แต่งานโดยมากทำเช่นนี้ โดยเฉพาะภาระงานที่จำเป็นจะต้องบ่งชี้ทักษะที่ถูก ประเมิน ซึ่งมีวิธีการให้คะแนนที่หลากหลายกันและภาระงานอื่นที่จำเป็นในแบบทดสอบที่มี โครงสร้างในการประเมินทักษะต่าง ๆ ด้วยแบบทดสอบฉบับเดียว นั่นคือ แบบทดสอบที่เป็นคู่ขนานกัน ที่ถูกพิจารณาว่าวัดในมิติหลากหลายมากกว่าที่วัดเพียงมิติเดียว

การเพิ่มขึ้นของข้อสอบที่ให้คะแนนแบบหลายค่า (Polytomous) ใน polytomous IRT ที่วัดในหลายมิติก็เป็นสิ่งจำเป็น Muraki and Bejar ได้ศึกษาในเนื้อหาที่ ตัวอย่างเมื่อใช้ grade response item จะมีการให้คะแนนในแต่ละข้อแตกต่างกันไปและนำเสนอความแตกต่างของคะแนน รวมในทักษะต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น มีค่าต่ำสุดของการให้คะแนนแนะนำสำหรับการประเมินการเขียนที่ สนใจในพื้นที่ฐานของการค้นคว้าเอกสารและมีคะแนนสูงสุดในเรื่องของตรรกศาสตร์ การจัดองค์การ และ รูปแบบ ถ้าเป็นดังนี้ เราจะสามารถเปลี่ยนแปลงโมเดลที่สนใจได้อย่างไร

จากความสำคัญนี้จำเป็นที่จะต้องเพิ่มงานวิจัยที่ต้องการสำหรับการประมาณ ค่าพารามิเตอร์โมเดล MIRT แม้ว่าจะมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมาณค่า (เช่น TESTFACT, NOHAMRM, MULTISIM, MULTIRA, DIMTEST เป็นต้น) อย่างน้อยก็ต้องมีความรู้เกี่ยวกับข้อมูลที่ จำเป็นในการสนับสนุนการนิยามหลายมิติ จำนวนที่ข้อที่อยู่ในมิติก่อนที่จะถูกวิเคราะห์ อะไรที่เป็น ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง ทฤษฎีของประชากรผู้สอบ และจำนวนของมิติที่สามารถระบุได้ อะไรเป็นความหมายที่พุดถึง 2 มิติที่สัมพันธ์กันสูงแต่แตกต่างกัน การประมาณค่าในวิธีการที่ หลากหลายและมากพอสำหรับการวิจัยในอนาคต (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. 2553 : 6-7)

นอกจากนี้ ศิริชัย กาญจนวาสี (2555 : 215) กล่าวว่า การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความ สามารถของผู้สอบที่มีการคัดเลือกข้อสอบจากคลังให้มีความยากเหมาะสมกับระดับความสามารถ ของผู้สอบ เพื่อให้สารสนเทศสูงสุด สำหรับการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ตามหลักการของ ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งสามารถจัดข้อสอบต่างชุดให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบแต่ละ คนได้ พร้อมทั้งสามารถประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ โดยมีความคลาดเคลื่อนต่ำ และผลการ





ประมาณค่าสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้อย่างเที่ยงธรรม การทดสอบในลักษณะนี้จึงมีความยืดหยุ่น และประสิทธิภาพสูงสำหรับการทดสอบในอนาคต การวิจัยเกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะกำลัง เติบโตอย่างต่อเนื่องในรายละเอียดของวิธีการคัดเลือกข้อสอบแบบต่าง ๆ เช่น Flexilevel Test, Stradaptive Test, Pyramidal Adaptive Testing เป็นต้น รวมทั้งการจัดชุดแบบสอบที่ครอบคลุม ลักษณะของแบบสอบและผลของการทำข้อสอบหรือแบบสอบซ้ำที่มีต่อการประมาณค่าความสามารถ ของผู้สอบ

จากความสำคัญนี้จำเป็นที่จะต้องเพิ่มงานวิจัยที่ต้องการสำหรับการประมาณ ค่าพารามิเตอร์โมเดล MIRT แม้ว่าจะมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมาณค่า อย่างน้อยก็ต้องมี ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลที่จำเป็นในการสนับสนุนการนิยามหลายมิติ จำนวนข้อที่อยู่ในมิติก่อนที่จะถูก วิเคราะห์ อะไรที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง ทฤษฎีของประชากรผู้สอบ และจำนวนของมิติ ที่สามารถระบุได้ อะไรเป็นความหมายที่พูดถึง 2 มิติที่สัมพันธ์กันสูงแต่แตกต่างกัน การประมาณค่าใน วิธีการที่หลากหลายและมากพอสำหรับการวิจัยในอนาคต (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. 2553 : 6-7)

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แบ่งออกเป็น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับ เหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ และงานวิจัยที่เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการเอกมิติและพหุ มิติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางการเรียน

#### 1.1 งานวิจัยภายในประเทศ

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางการเรียน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 ถึง พ.ศ.2556 ซึ่งความถนัดทางการเรียนสามารถนำมาศึกษาได้อย่างหลากหลาย ได้แก่ การสร้าง แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความถนัดทางการเรียนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ศึกษาประเด็นต่าง ๆ ของกลุ่มตัวอย่างที่มีความถนัดทางการเรียนแตกต่างกัน ดังงานวิจัยต่อไปนี้

##### 1.1.1 งานวิจัยที่สร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน ได้แก่

กิริตี เชียงเหี้ยม (2551 : 108-111) ได้สร้างแบบทดสอบความถนัดทางการ เรียนสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 1 โดยสร้างแบบทดสอบความถนัดด้านจำนวนและด้านภาษา

ศรัณย์พร ขำดำ (2551 : 102-105) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัด ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มโรงเรียนเทศบาลเมืองอุตรดิตถ์ โดยสร้างแบบทดสอบวัดความถนัด 6 ด้าน ได้แก่ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้าน การแก้ปัญหา ความสามารถด้านการให้เหตุผล ความสามารถด้านการจำสัญลักษณ์ ความสามารถในการ นำเสนอข้อมูล และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์



ศุภกรรัตน์ กรองสะอาด (2552 : 76-78) ได้สร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนเพื่อใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน จำนวน 4 ฉบับ ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านตัวเลข และด้านมิติสัมพันธ์

ดารารพร หาญกล้า (2552 : 100-102) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความถนัดทางฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 2 โดยสร้างแบบทดสอบจำนวน 5 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความถนัดด้านจำนวน แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบวัดความถนัดด้านเหตุผล แบบทดสอบวัดความถนัดด้านความจำ และแบบทดสอบวัดความถนัดด้านการสังเกตหรือการรับรู้ จะเห็นได้ว่า งานวิจัยส่วนใหญ่สร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สโตน

1.1.2 งานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาต่าง ๆ และงานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่

#### 1) วิชาคณิตศาสตร์

อทิตยา ป้องเศร้า (2553 : 57-60) ได้ศึกษาตัวแปรพยากรณ์ทางด้านความถนัดทางการเรียนที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าความถนัดทางการเรียนด้านภาษา และความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลขมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และตัวแปรความถนัดทางการเรียนที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ และความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข

ศักดิ์ชัย จันทร์แสง (2550 : 86-87) การศึกษาปัจจัยด้านสติปัญญาและด้านที่ไม่ใช่สติปัญญาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านสติปัญญา ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา และความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์

วิจิตรา พิลาตัน และอรอุมา วรานุสาสน์ (2551 : 77) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษานครสวรรค์ ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยทางความถนัดที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในทางบวก ได้แก่ ความถนัดด้านตัวเลข ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดด้านภาษา และความถนัดด้านเหตุผล และตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางการเรียน ได้แก่ ความถนัดด้านตัวเลข ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านภาษา ซึ่งตัวพยากรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางการเรียนมีอิทธิพลต่อการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้มากที่สุด คือ ความถนัดด้านตัวเลข ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดทางภาษา ตามลำดับ

สุจิตรา เถาว์โท (2555 : 116) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 29 : การวิเคราะห์ทฤษฎีระดับ ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรพยากรณ์ระดับนักเรียนที่เกี่ยวข้อง



ข้องกับความถนัดทางการเรียนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล และความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์

นนทิพร บุญห่อ (2555 : 130) ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 5 ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่ดีของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางการเรียน เรียงตามลำดับความสำคัญ ดังนี้ ความถนัดด้านภาษา ความถนัดด้านจำนวน และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์

## 2) วิชาวิทยาศาสตร์

ดวงเดือน คันทะพรม (2543 : 67-68) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดมหาสารคาม ผลการวิจัยพบว่า ความถนัดด้านภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดด้านความจำ ความถนัดด้านการใช้คำอย่างคล่องแคล่ว ความถนัดด้านความไวต่อการรับรู้ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.21, 0.33, 0.28, 0.35, 0.10, 0.30 และ 0.41 ตามลำดับ และตัวแปรพยากรณ์ที่ส่งผลต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านความจำ ความถนัดด้านเหตุผล ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดด้านภาษา ตามลำดับ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ เท่ากับ 0.603 มีอำนาจในการพยากรณ์ได้ร้อยละ 36.40

ศักดิ์ชัย จันทร์แสง (2550 : 86-87) การศึกษาปัจจัยด้านสติปัญญาและด้านที่ไม่ใช่สติปัญญาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านสติปัญญา ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านจำนวน ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์

## 3) วิชาสังคมศึกษา

สาคร กิ่งจันทร์ (2545 : 119-120) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี ผลการวิจัยพบว่า ความถนัดทางการเรียนทางภาษา ความถนัดทางการเรียนด้านจำนวน และความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา

## 4) วิชาภาษาไทย

พิมพ์ประภา อรัญมิตร (2552 : 138-140) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยระดับนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางการเรียนที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา



### 5) วิชาภาษาอังกฤษ

ทัศนีย์ ประสงค์สุข (2546 : 57-58) และวนิดา ดีแป้น (2553 : 159-161) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ความถนัดทางภาษา เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ

1.1.3 งานวิจัยที่ศึกษาประเด็นต่าง ๆ ของกลุ่มตัวอย่างที่มีความถนัดทางการเรียนแตกต่างกัน ได้แก่

อรพิน ศรีวงศ์แก้ว (2550 : 83) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด ที่มีความถนัดทางการเรียนแตกต่างกัน เมื่อจำแนกตามความถนัดทางการเรียนพบว่า นักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนด้านจำนวนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอยู่ในระดับมาก ส่วนด้านเหตุผล ด้านการรับรู้ ด้านการใช้คำ ด้านภาษา ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านความจำ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนี้ นักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนแตกต่างกัน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เอมอร มาตะรักษ์ (2554 : 100-101) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีสไตล์การเรียนรู้ ความถนัดทางการเรียน และภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันแตกต่างกัน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศงขลาเขต 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนและมีภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันแตกต่างกัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ใช้ภาษา ญ่ไทและภาษาอีสานในชีวิตประจำวัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ใช้ภาษาส่ในชีวิตประจำวัน อย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีสไตล์การเรียนรู้แตกต่างกัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสไตล์การเรียนรู้ ความถนัดทางการเรียน และภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

### 1.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Bennet, Seshore และ Weshman (1956 : 81-89) พบว่าผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถด้านภาษาและด้านจำนวน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านภาษากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าสูงสุด

Crowder (1957 : 281-286) พบว่ามีสมรรถภาพทางสมองเพียง 4 ด้าน คือ ด้านภาษา ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านตัวเลข และด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

Smith (1964 : 115) Strowbride (1976 : 1014-A) พบว่า สมรรถภาพสมองด้านภาษา มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และใช้พยากรณ์ผลการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี



Shieh (1985 : 33-36) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ เจตคติ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7-8 พบว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับคะแนนสมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชายสูงกว่านักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญ

Loebal (1993 : 463-A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบเชิงสาเหตุของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นปีที่ 1 จำนวน 156 คน เป็นชาย 73 คน หญิง 83 คน ในนิวยอร์ก ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่ไม่ส่งผลต่อกัน ได้แก่ เพศ สมรรถภาพทางภาษา และเจตคติ ตัวแปรที่ส่งผลทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ สมรรถภาพทางภาษา สมรรถภาพทางมิติสัมพันธ์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับเจตคติไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

William และ Luciano (1994 : 160-162) ได้ทำการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการใช้เหตุผลทางภาษาและความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จะมีอำนาจในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

Loard และ Nicely (1997 : 67-81) ได้ศึกษาว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีอิทธิพลต่อวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ โดยใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ทดสอบนักเรียนระดับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแถบชานเมืองในรัฐเพนซิลเวเนีย โดยพิจารณาจากวิชาที่ชอบและเพศ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์จะได้คะแนนด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial tests) สูงกว่านักเรียนที่ชอบวิชาอื่น

Morton (2004 : 407) ได้ศึกษาเพื่อสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนภาษา ตามที่วัดด้วยแบบทดสอบความถนัดทางภาษาสมัยใหม่ และเพื่อสำรวจการรับรู้และการออกเสียง พูดยาต่างประเทศ กลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้เป็นผู้ใหญ่ที่พูดภาษาอังกฤษมาแต่เด็กเพียงภาษาเดียว จำนวน 23 คน ตอบแบบทดสอบหรือทำหน้าที่แล้ว 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบความถนัดทางภาษาสมัยใหม่ (ตอนที่ 1 และ 2 ทำหน้าที่ออกเสียงตาม ทำหน้าที่ประมาณค่าตนเอง และแบบทดสอบการรับรู้ ตอนที่ 1 และ 2 ของแบบทดสอบความถนัดทางภาษาสมัยใหม่ ได้ออกแบบไว้เพื่อวัดทักษะทางความจำแบบท่องจำ และความสามารถทางลرشของสัทศาสตร์ ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของคะแนน พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างคะแนนการทดสอบความถนัดกับคะแนนการทดสอบการรับรู้ อย่างไรก็ตาม ผู้ใหญ่ในกลุ่มตัวอย่างที่มีคะแนนความถนัดสูงทางการออกเสียงตามมากกว่าผู้ใหญ่ที่มีคะแนนความถนัดต่ำกว่า และไม่ได้เก่งในการประมาณค่าการออกเสียงของตนเองไปกว่าผู้ใหญ่ที่มีคะแนนความถนัดต่ำกว่า ผลการศึกษาครั้งนี้ก็เหมือนกับผลการศึกษาอื่น ๆ ที่บ่งชี้ไว้ คือ มีความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดกับความถนัดทางการออกเสียงตาม จึงจำเป็นต้องทำการวิจัยเพิ่มอีกเพื่ออธิบายผลการศึกษาเหล่านี้

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความถนัดทางการเรียนที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า ความถนัดทางการเรียนส่วนใหญ่ยึดแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สโตน ซึ่งองค์ประกอบความถนัดทางการเรียนส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละวิชาแตกต่างกัน ผู้วิจัยได้สรุปองค์ประกอบความถนัดทางการเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่าง ๆ ไว้ดังตาราง 7



ตาราง 7 องค์ประกอบความถนัดทางการเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่าง ๆ

องค์ประกอบ	วิชา	งานวิจัย
ความถนัดทางภาษา	คณิตศาสตร์	Smith (1964) Strowbride (1976) Loebal (1993) สุพิศ ตระกูลศุภชัย (2547) ธวัชชัย ธรรมจันทร์ (2548) ประสาน ทองยอด (2548) ศักดิ์ชัย จันทะแสง (2550) กิรติ เชียงเหมี่ยงม (2551) สมใจ บุญดี (2552) อทิตยา ป่องเศร่า (2553) เอมอร มาตะรักษ์ (2554) สุจิตรา เถาว์โท (2555) นันทิพร บุญห่อ (2555)
	วิทยาศาสตร์	ธานินทร์ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา (2539) ดวงเดือน คันทะพรม (2543) ศักดิ์ชัย จันทะแสง (2550)
	สังคมศึกษา	สาคร กิ่งจันทร์ (2545)
	ภาษาไทย	พิมพ์ประภา อรัญมิตร (2552)
	ภาษาอังกฤษ	ทัศนีย์ ประสงค์สุข (2546) วนิดา ดีแป้น (2553)
ความถนัดด้านจำนวน	คณิตศาสตร์	Crowder (1957) วราลักษณ์ ลิ้มทองสกุล (2545) ศราวุธ ไตรยราช (2546) สุพิศ ตระกูลศุภชัย (2547) อรพิน ศรีวงศ์แก้ว (2550) วิจิตรา พิลาตัน, อรุมา วรานุสาสน์ (2551) อทิตยา ป่องเศร่า (2553)
	วิทยาศาสตร์	ธานินทร์ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา (2539) ดวงเดือน คันทะพรม (2543) ศักดิ์ชัย จันทะแสง (2550)
	สังคมศึกษา	สาคร กิ่งจันทร์ (2545)
ความถนัดด้านเหตุผล	คณิตศาสตร์	Crowder (1957) Smith (1964) เบนจวาลี ไชยแสน (2544) นิลรัตน์ ทศช่วย (2547) ประสาน ทองยอด (2548) สุจิตรา เถาว์โท (2555)
	วิทยาศาสตร์	ดวงเดือน คันทะพรม (2543)
	สังคมศึกษา	สาคร กิ่งจันทร์ (2545)
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	คณิตศาสตร์	Crowder (1957) Loebal (1993) อุทุมพร เครือบคนโท (2540) ทิพวรรณ วังเย็น (2541) พัชรา ทัศนาวิจิตรวงศ์ (2541) ศราวุธ ไตรยราช (2546) สุชาติ หอมจันทร์ (2546) ทศณรงค์ จารุเมธีชน (2548) ธนบดี สีขาวอ่อน (2549) สุจิตรา เถาว์โท (2555)
	วิทยาศาสตร์	ธานินทร์ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา (2539) ดวงเดือน คันทะพรม (2543) ศักดิ์ชัย จันทะแสง (2550)

จากตาราง 6 จะเห็นได้ว่า องค์ประกอบความถนัดทางภาษาเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ องค์ประกอบความถนัดด้านจำนวนและด้านเหตุผลเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา และองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์



## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ

### 2.1 งานวิจัยภายในประเทศ

รังสรรค์ มณีเล็ก (2540 : 173) ศึกษาผลของตัวแปรบางตัวต่อความเที่ยงตรงเชิงสภาพและจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่า เมื่อใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบจากคลังข้อสอบต่างกัน 3 วิธี ได้แก่ วิธีการจับคู่ระหว่างค่าความยากง่ายของข้อสอบกับค่าความสามารถโดยประมาณของผู้สอบ วิธีการจับคู่ระหว่างค่าความสามารถที่ทำให้ข้อสอบมีสารสนเทศสูงที่สุดกับค่าความสามารถโดยประมาณของผู้สอบ และวิธีใช้ข้อสอบที่มีค่าสารสนเทศสูงที่สุดไม่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของการทดสอบต่างกัน แต่ทำให้จำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบต่างกัน การคัดเลือกข้อสอบจากคลังข้อสอบด้วยการใช้ค่าสารสนเทศสูงที่สุดของข้อสอบจะใช้ข้อสอบน้อยกว่าการคัดเลือกข้อสอบวิธีอื่น ๆ

สิริลักษณ์ เกษรพทุมานันท์ (2549 : 120) ศึกษาการเปรียบเทียบความตรงตามสภาพในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบขั้นแรก อัตราการใช้ข้อสอบซ้ำ และเกณฑ์ยุติการทดสอบที่ต่างกัน พบว่า เมื่อใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบขั้นแรกต่างกันในการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ จะมีค่าความตรงตามสภาพของการทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ระหว่างเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบขั้นแรกด้วยวิธีสารสนเทศของคูเบค-ไลเบลอร์ โดยที่เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบขั้นแรกด้วยวิธีสารสนเทศของคูเบค-ไลเบลอร์มีค่าความตรงตามสภาพสูงกว่าเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบขั้นแรกด้วยวิธีสารสนเทศของฟิชเชอร์ และเมื่อใช้เกณฑ์การยุติการทดสอบที่ต่างกัน ( $SEE \leq 0.30$ ,  $SEE \leq 0.45$ ) ในการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่า ค่าความตรงตามสภาพของการทดสอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อใช้เกณฑ์ยุติการทดสอบที่กำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.30 พบว่า ความตรงตามสภาพของการทดสอบระหว่างเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบขั้นแรกด้วยวิธีสารสนเทศของฟิชเชอร์ และวิธีสารสนเทศของคูเบค-ไลเบลอร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิมพ์สิริ เขียรนรเศรษฐ์ (2549 : 135-137) ศึกษาการเปรียบเทียบค่าความสามารถลักษณะของการเปลี่ยนคำตอบ และเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ ของผู้สอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ เมื่อเงื่อนไขการทดสอบและระดับความสามารถของผู้สอบแตกต่างกัน ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างเงื่อนไขการไม่ให้ทวนคำตอบและการให้ทวนคำตอบของผู้สอบพบว่า ผู้สอบที่มีระดับความสามารถสูงมีค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างเงื่อนไขการไม่ให้ทวนคำตอบและการให้ทวนคำตอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้สอบที่มีระดับความสามารถปานกลางและต่ำ มีค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างเงื่อนไขการไม่ให้ทวนคำตอบและการให้ทวนคำตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งผู้สอบส่วนใหญ่จะใช้เวลาในการทำข้อสอบในเงื่อนไขการให้ทวนคำตอบมากกว่าการไม่ให้ทวนคำตอบเฉลี่ย 19.90% โดยที่ผู้สอบที่มีระดับความสามารถสูงจะใช้เวลาในการทำข้อสอบในเงื่อนไขการให้ทวนคำตอบเพิ่มขึ้นจากเงื่อนไขการไม่ให้ทวนคำตอบมากที่สุด รองลงมาได้แก่ผู้สอบที่มีระดับความสามารถต่ำ และผู้สอบที่มีระดับความสามารถปานกลาง ตามลำดับ



นอกจากงานวิจัยที่ได้กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปผลจากการศึกษางานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิตี แบ่งตามองค์ประกอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะ ได้ดังนี้

ในประเด็นคลังข้อสอบ จากการศึกษาของโสฬส สุขานนท์สวัสดิ์ (2545) เกียรติศักดิ์ ส่องแสง (2547) อำนาจ เกษศรีไพร (2549) ธงชัย นิลคำ (2551) สุนันท์ พลอาษา (2551) และธนกศักดิ์ จันทร์พรม (2552) ส่วนใหญ่ใช้คลังข้อสอบที่มีขนาด 100-250 ข้อ โดยมีพารามิเตอร์ความยาก (b) อยู่ระหว่าง -3.6 ถึง +3.8 ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง 0 แต่ไม่เกิน +3.6 และพารามิเตอร์การเดา (c) ต่ำกว่า 0.3

ในประเด็นการคัดเลือกข้อสอบ งานวิจัยส่วนใหญ่ได้กำหนดวิธีการคัดเลือกข้อสอบเพียงวิธีเดียวในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งตัวอย่างงานวิจัย ได้แก่ โสฬส สุขานนท์สวัสดิ์ (2545) เกียรติศักดิ์ ส่องแสง (2547) อำนาจ เกษศรีไพร (2549) และสุนันท์ พลอาษา (2551)

ในประเด็นการประมาณค่าความสามารถ งานวิจัยในประเทศส่วนใหญ่จะ使用方法ประมาณค่าความสามารถด้วยวิธี Bayesian ได้แก่ โสฬส สุขานนท์สวัสดิ์ (2545) เกียรติศักดิ์ ส่องแสง (2547) อำนาจ เกษศรีไพร (2549) และสุนันท์ พลอาษา (2551) นอกจากนี้งานวิจัยของธนกศักดิ์ จันทร์พรม (2552) ใช้การประมาณค่าความสามารถด้วยวิธี Maximum likelihood estimation (MLE)

ในประเด็นเกณฑ์การยุติการทดสอบ งานวิจัยส่วนใหญ่จะ使用方法กำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ เป็นเกณฑ์การยุติการทดสอบ ได้แก่ โสฬส สุขานนท์สวัสดิ์ (2545) เกียรติศักดิ์ ส่องแสง (2547) อำนาจ เกษศรีไพร (2549) ธงชัย นิลคำ (2551) และสุนันท์ พลอาษา (2551) ส่วนงานวิจัยของธนกศักดิ์ จันทร์พรม (2552) ใช้เกณฑ์การยุติการทดสอบตามยุทธวิธีแมกซิมัมไลค์ลิฮูด

## 2.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิตี ได้แบ่งตามองค์ประกอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะและประเด็นอื่น ๆ ที่น่าสนใจ ได้แก่

### 2.2.1 คลังข้อสอบ (Item Bank)

Weiss (1988) ได้เสนอไว้ว่าจำนวนข้อสอบในคลังข้อสอบควรมีอย่างน้อย 100-200 ข้อ และคลังข้อสอบ 116-150 ข้อ จะให้ผลดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Urry (1977 : 181-196) ที่พบว่า คลังข้อสอบที่วัดคุณลักษณะเดียวกันควรมีอย่างน้อย 100 ข้อ ส่วนข้อสอบในคลังข้อสอบนั้นควรมีค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.8 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง -3.0 ถึง 3.0 และค่าสัมประสิทธิ์การเดา น้อยกว่า 0.3

### 2.2.2 การคัดเลือกข้อสอบ (Item Selection)

Carlson (1993 : 213-224) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เมื่อใช้วิธีการคัดเลือกข้อสอบต่างกัน 4 วิธี เกณฑ์ยุติการทดสอบ 2 เกณฑ์ ผลจากการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์กับคะแนนรวมทั้งฉบับมีความสัมพันธ์กันสูงมาก วิธีการคัดเลือกข้อสอบจากคลังข้อสอบทั้ง 4 วิธี ให้ผลไม่ต่างกัน อย่างไรก็ตาม การคัดเลือกข้อสอบด้วยวิธีใช้ค่าสารสนเทศของข้อสอบที่สูงสุด (Maximum information) ดีกว่าวิธีอื่น ๆ

Chang และ Ying (1996 : 213-229) ทำการศึกษาวิธีการคัดเลือกข้อสอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้สารสนเทศแบบ Global Information กับวิธีการคัดเลือกข้อสอบโดยวิธีสารสนเทศสูงสุดของ Fisher ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกข้อสอบ





ปรากฏว่าวิธีการคัดเลือกข้อสอบของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยวิธีใช้สารสนเทศแบบ Global Information สามารถลดความลำเอียงของการทดสอบลง และสามารถลดความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดลง

งานวิจัยส่วนใหญ่ได้กำหนดวิธีการคัดเลือกข้อสอบเพียงวิธีเดียวในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งตัวอย่างงานวิจัย ได้แก่ Eggen and Straetmans (2000) Gardner and others (2004) McGlohen and others (2008) และ Guzman and Conejo (2010) และยังมีงานวิจัยที่ศึกษาวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อแรก ได้แก่

Hulin, Drasgow และ Parsons (1983 : 222-223) พบว่า ในการคัดเลือกข้อสอบข้อแรกให้กับผู้สอบ ลักษณะของข้อสอบข้อแรกนั้นไม่มีผลต่อความถูกต้องในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบเมื่อสิ้นสุดการสอบ รวมทั้งการใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบโดยการจับคู่ระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบกับค่า  $\theta_{max}$  เพื่อแก้ปัญหาการใช้ข้อสอบมากเกินไปนั้น มีการสูญเสียสารสนเทศมากกว่าการคัดเลือกข้อสอบโดยวิธีสารสนเทศสูงสุด ( $I_{max}$ ) แต่ให้สารสนเทศมากกว่าการทดสอบแบบเดิม กล่าวคือ ถ้าความสามารถของผู้สอบต่ำกว่า  $-1.25$  แล้ว การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์จะให้สารสนเทศมากเป็น 2 เท่าของการทดสอบแบบเดิม

Cheng, Ankenmann และ Chang (2000 : 241-255) ศึกษาเปรียบเทียบหลัก เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบในขั้นตอนเริ่มต้นของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้หลัก เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ 5 วิธี ได้แก่ Fisher information (FI), Fisher interval information (FII), Fisher information with a posterior distribution (FIP), Kullback-Leibler information (KL) และ Kullback-Leibler information with a posterior distribution (KLP) ทั้งในด้านประสิทธิภาพและความถูกต้องของการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ผลการวิจัยพบว่า ขั้นตอนแรกวิธี FII, FIP และ KLP ดีกว่าวิธี FI เพียงเล็กน้อยที่ค่าความสามารถ ( $\theta = -3$  และ  $-2$ ) สำหรับแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากกว่า 10 ข้อ ให้ผลไม่แตกต่างกัน

Cheng และ Ankenmann (2004 : 147-174) ได้ศึกษาเพิ่มเติมโดยเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกข้อสอบข้อแรกใน 4 วิธี คือ วิธีสารสนเทศของฟิชเชอร์ (Fisher information : FI) วิธีสารสนเทศการแจกแจงภายหลังของฟิชเชอร์ (Fisher information with a posterior distribution : FIP) วิธีสารสนเทศการกระจายภายหลังของคูลเบค-ไลเบลเลอร์ (Kullback-Leibler information with a posterior distribution : KLP) และวิธีการคัดเลือกแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized item selection : RN) โดยเปรียบเทียบในประเด็นของความแม่นยำในการประมาณค่าคุณลักษณะแฝง ซึ่งเปรียบเทียบใน 3 เงื่อนไข คือ 1) การใช้เพียงฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก 2) การใช้ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ และความสมดุลของเนื้อหาเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก และ 3) การใช้ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ ความสมดุลของเนื้อหาและการควบคุมการใช้ข้อสอบซ้ำเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก เมื่อข้อสอบมีความยาวน้อยกว่า 10 ข้อ พบว่า FIP และ KLP มีคุณสมบัติที่เหนือกว่า FI ที่ระดับความสามารถสุดโต่งในเงื่อนไขที่ 1 อย่างไรก็ตาม ในสถานการณ์จริงไม่สามารถสรุปได้ว่า FIP และ KLP มีคุณสมบัติที่เหนือกว่า FI โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการควบคุมการใช้ข้อสอบซ้ำ ในกรณีที่ความยาวข้อสอบมากกว่า 10 ข้อ พบว่า 3 วิธีที่ไม่ใช้การสุ่มมีผล



การปฏิบัติคล้ายคลึงกันไม่ว่าจะเป็นเงื่อนไขใดก็ตามในขณะที่วิธีสารสนเทศของฟิชเชอร์ (Fisher information : FI) มีการใช้ข้อสอบสูงกว่าวิธีอื่นเล็กน้อย

### 2.2.3 การประมาณค่าความสามารถ (Ability Estimate)

Ho (1989 : 421-A) ได้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ศึกษาเปรียบเทียบยุทธวิธีการใช้ Adaptive Testing ผลการศึกษาพบว่า ยุทธวิธีของโมดัลเบย์ จะมีประสิทธิภาพ (Efficient) สูงสุด ยุทธวิธีของเบย์ จะให้ค่าความเที่ยงสูงสุด และยุทธวิธีความเป็นไปได้สูงสุดจะให้ค่าไม่คงที่ (Inconsistent) ภายใต้การทดสอบในสถานการณ์ต่าง ๆ และมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างชนิดของคลังข้อสอบกับยุทธวิธีของ Adaptive Testing และระหว่างชนิดของคลังข้อสอบกับระดับความสามารถของผู้สอบ

Wang และ Vispoel (1998 : 109-135) ได้ศึกษาลักษณะของวิธีการประมาณค่าความสามารถในการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ 4 วิธีคือ Maximum likelihood estimation (MLE), Three bayesian approaches วิธีของ Owen, Expected a posteriori (EAP) และ Maximum a posteriori ตามทฤษฎีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและการวิจัยเชิงประจักษ์ก่อนหน้านี้ ซึ่งให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างวิธี MLE และวิธี Bayesian ซึ่ง MLE จะมีความลำเอียงต่ำกว่า ส่วนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงกว่า มีความสอดคล้องต่ำกว่าและมีการจัดสอบที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจริงในขณะที่ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับวิธี Bayesian ขึ้นอยู่กับการกระจายของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจริงที่เกิดภายหลัง ส่วนวิธี EAP ให้ผลดีที่สุด การใช้เกณฑ์การเริ่มต้นโดยจัดผู้เข้าสอบเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับความสามารถจะช่วยลดความลำเอียงลง ในกรณีที่ใช้วิธีการของ Bayesian แต่มีผลต่อวิธีของ MLE เพียงเล็กน้อย จากความลำเอียงของผลการวิจัยเหล่านี้ จึงเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการเลือกวิธีการประมาณค่าความสามารถของการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ ให้เหมาะสมในบริบทของการตัดสินใจที่แตกต่างกัน

Cheng และ Liou (2000 : 257-265) ได้ทำการศึกษาการประมาณค่าระดับความสามารถในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่า การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์นั้นจะประมาณค่าความสามารถของผู้สอบได้ถูกต้องสมเหตุสมผล จากจำนวนข้อสอบเพียงเล็กน้อย การนำการทดสอบแบบปรับเหมาะไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับ 1) ความถูกต้องของวิธีการทางสถิติที่ใช้สำหรับประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ และ 2) ประสิทธิภาพของเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบ วิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบเหมาะสมสำหรับ CAT นอกจากนี้ยังตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอน CAT ที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การประมาณค่าความสามารถของผู้เข้าสอบถูกต้องจะต้องไม่มีความลำเอียงในการคัดเลือกข้อสอบเริ่มต้นในการทดสอบแบบปรับเหมาะ และการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อสอบด้วยข้อสอบ 10 ข้อหรือมากกว่า

### 2.2.4 เกณฑ์การยุติการทดสอบ (Termination Criteria or Stopping Criteria)

Dodd, De Alaya และ Koch (1993 : 61-77) ได้ศึกษาผลกระทบของลักษณะของกลุ่มข้อสอบและความแตกต่างของเกณฑ์ยุติการทดสอบ จากการจำลองข้อมูลโดยใช้ Partial credit mode พบว่า การยุติโดยการดูค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน จะให้ผลดีกว่าการยุติโดยดูค่า



สารสนเทศของข้อสอบ และยังพบว่ากลุ่มข้อสอบ (Item pool) ที่มีข้อสอบน้อยที่สุดที่สามารถใช้ได้ คือ 30 ข้อ และควรมีค่าความยากง่ายปานกลาง

Gushta (2003 : 2-25) ได้แสดงตัวอย่างโดยการจำลองข้อมูลเปรียบเทียบเกณฑ์ยุติการทดสอบ โดยใช้การกำหนดจำนวนข้อสอบให้เท่ากับ 25 ข้อ เป็นเกณฑ์ยุติการทดสอบ และใช้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบเป็นเกณฑ์ยุติการทดสอบ ซึ่งกำหนดให้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.30 พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากการกำหนดจำนวนข้อสอบเป็นเกณฑ์ยุติการทดสอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.365 – 3.434 แต่ถ้ากำหนดค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบเป็นเกณฑ์ยุติการทดสอบ จะได้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ ยุติที่กำหนด ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.298 – 0.3 เนื่องจากกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 เป็นเกณฑ์ยุติการทดสอบ

### 2.2.5 เงื่อนไขการทดสอบ (Conditions of the exam)

Lunz, Bergstrom และ Wright (1992 : 33-40) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากการอนุญาตให้ผู้สอบสามารถทวนคำตอบและเปลี่ยนคำตอบได้โดยการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างนักเรียนให้ได้รับอนุญาตให้ทวนคำตอบได้ ซึ่งมีค่าชี้แจงในแบบสอบถามว่าจะต้องตอบคำถามทุกข้อให้เสร็จ หลังจากนั้นจึงสามารถทวนคำตอบและเปลี่ยนคำตอบได้ และกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ถูกสุ่มจะไม่ได้รับอนุญาตให้ทวนคำตอบ ภายใต้เงื่อนไขดังกล่าวพบว่า ค่าประมาณความสามารถของผู้สอบก่อนและหลังทวนมีค่าสหสัมพันธ์ .98 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของแบบสอบลดลง 1% หลังการทวนคำตอบผู้สอบประมาณ 32% ได้รับค่าประมาณความสามารถสูงขึ้น แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของการสอบผ่านหรือไม่ผ่าน และกลุ่มที่อนุญาตให้มีการทวนคำตอบได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับอนุญาตให้มีการทวนเล็กน้อย

Vispoel (1998 : 328-345) ได้ทำการศึกษาผลความแตกต่างในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ระหว่างการอนุญาตให้ทวนคำตอบและการไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ พบว่าการอนุญาตให้ทวนคำตอบนั้นมีข้อสอบจำนวนเปอร์เซ็นต์เล็กน้อยที่มีการเปลี่ยนคำตอบ (5.23%) ข้อที่ถูกเปลี่ยนคำตอบจากผิดไปถูกมีจำนวนมากกว่าข้อที่เปลี่ยนจากถูกไปผิด (คิดเป็นสัดส่วน 2.92 : 1) ผู้เข้าสอบส่วนมาก (66.5%) เปลี่ยนคำตอบอย่างน้อย 1 ข้อ ผู้สอบที่เปลี่ยนคำตอบเกือบทั้งหมดได้รับค่าประมาณความสามารถที่สูงขึ้น (คิดเป็นสัดส่วน 2.55 : 1) ผู้สอบส่วนมากมีความต้องการทวนคำตอบ แต่การอนุญาตให้ทวนคำตอบจะทำให้ผู้สอบใช้เวลาในการสอบเพิ่มขึ้น 41%

Vispoel, Rocklin, Wang และ Bleiler (1999 : 141-157) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากการอนุญาตให้ผู้สอบสามารถกลับไปทวนคำตอบและเปลี่ยนคำตอบได้ พบว่า ผู้สอบจะได้รับการประเมินค่าความสามารถที่สูงกว่าความสามารถที่แท้จริง โดยอ้างหลักเกณฑ์ของไวเนอร์ในกรณีที่ผู้สอบจงใจตอบคำถามผิดก่อนทวนและทำตามความสามารถจริงระหว่างการทวน ผลลัพธ์จากการจำลองสถานการณ์ปรากฏว่า มีบางกรณีที่ประเมินค่าความสามารถได้สูงขึ้นและบางกรณีที่ประมาณค่าความสามารถได้ต่ำลงพอ ๆ กัน ดังนั้น ประเด็นค่าความสามารถที่เพิ่มขึ้นได้นั้น อาจขึ้นอยู่กับกระบวนการที่ใช้ในการประเมินค่าความสามารถ (Maximum likelihood หรือ Bayesian), ค่าความสา



มารู้ที่แท้จริงของผู้สอบ, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประมาณค่าความสามารถ, ความสามารถในการใช้แผนการนี้ของผู้เข้าสอบและประเภทการตัดสินใจในการประเมินค่าความสามารถ

Sekula-Wacura และ Brito (2000 : 442-444) ได้ทำการศึกษาผลจากการดำเนิน การจัดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ของคณะกรรมการเอเอสซีพี ซึ่งศึกษาถึงผลกระทบในการอนุญาตให้ทวนคำตอบทั้ง 3 วิธีการที่นำมาใช้ในการทวนคำตอบและสามารถควบคุมการประมาณค่าความสามารถที่เกินจริงได้ คือ การทวนที่มีการจำกัดจำนวน (Limited Review) การทวนที่มีการจำกัดช่วง (Block Review) และการทวนในหมวดสิ่งเร้าเดียวกัน (Stimulus-based Review) โดยสรุปแล้วพบว่า การอนุญาตให้ทวนคำตอบทั้ง 3 วิธีนั้น ส่งผลต่อผู้เข้าสอบทั้งในด้านสภาพทางจิตวิทยาของผู้สอบและด้านการสามารถวัดความสามารถของผู้สอบได้แม่นยำมากขึ้น

Olea และคณะ (2000 : 157-173) ได้ทำการทดสอบความสามารถทางคำศัพท์ ภาษา อังกฤษของนักศึกษาชาวสเปนด้วยการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ (แบบปกติและแบบปรับเหมาะ) ภายใต้เงื่อนไขการทวน (อนุญาตให้ทวนคำตอบและไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ) โดยมุ่งการตรวจสอบผลก่อนการทวนและหลังการทวน ผลลัพธ์ 2 สิ่งหลักที่ได้รับหลังการทวนคือ จำนวนคำตอบที่ถูกและค่าประมาณความสามารถมีค่าเพิ่มขึ้น และลดระดับความกังวลใจของผู้สอบ การสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบและไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบนั้นไม่มีความแตกต่างกันในค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด

Vispoel, Hendrickson และ Bleiler (2000 : 21-38) ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่อนุญาตให้ทวนคำตอบแบบช่วงนั้น ได้ทดลองศึกษาใน 4 ลักษณะคือ ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ อนุญาตให้ทวนคำตอบแบบแบ่งช่วง ช่วงละ 5 ข้อ อนุญาตให้ทวนคำตอบแบบแบ่งช่วง ช่วงละ 10 อนุญาตให้ทวนคำตอบหลังจากทำแบบสอบเสร็จสิ้นทั้ง 40 ข้อ ผลปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างในค่าประมาณความสามารถทางภาษา, ความคลาดเคลื่อนในการวัดหรือเวลาที่ใช้ในการสอบ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบแบบต่าง ๆ ค่าประมาณความสามารถเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังจากการทวนคำตอบ คำตอบส่วนใหญ่แก้จากผิดไปถูกมากกว่าแก้จากถูกไปผิด ผู้สอบที่เปลี่ยนคำตอบส่วนมากจะได้รับค่าความสามารถเพิ่มขึ้น ผู้สอบเกือบทุกคนระบุว่าได้รับโอกาสพอเพียงในการทวนคำตอบ และการทวนแบบจำกัดช่วงสั้น (5 ข้อ) อาจทำหน้าที่ได้ดีพอ ๆ กับการทวนได้ทั้งหมด แต่สามารถลดปัญหาการโกงข้อสอบจากการเปิดโอกาสให้ผู้สอบสามารถทวนคำตอบได้ เนื่องจากผู้สอบต้องตอบข้อสอบให้เสร็จก่อนภายในช่วงจึงจะสามารถกลับไปทวนคำตอบได้ ซึ่งเป็นการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบไว้แล้วครั้งหนึ่ง รวมทั้งยังมีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างช่วงด้วยเมื่อผู้สอบทำการทวนเสร็จในช่วง

Revuelta, Ximenez และ Olea (2003 : 791-808) ได้ทำการศึกษาคณสมบัติทางจิตวิทยาของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ระหว่างความสัมพันธ์ของกระบวนการเลือกข้อสอบและโอกาสในการทวนคำตอบ การดำเนินการทดสอบประกอบด้วย 3 ประเภท (แบบปรับเหมาะ, แบบปรับเหมาะอย่างง่าย, และแบบตายตัว) และมี 4 เงื่อนไขการทวน (ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ, อนุญาตให้ทวนคำตอบหลังจากทำแบบสอบเสร็จสิ้น, อนุญาตให้ทวนคำตอบแบบแบ่งช่วง ช่วงละ 5 ข้อ, อนุญาตให้ทวนคำตอบแบบข้อต่อข้อ) พบว่า คำตอบหลังการทวนเพิ่มค่าประมาณความสามารถและเพิ่มเวลาในการสอบ ไม่พบผลกระทบจิตวิทยาทางความกระวนกระวายใจ ผู้สอบที่ได้รับอนุญาตให้ทวนคำตอบทุกแบบคำนึงถึงความสำคัญในความเป็นไปได้ของการทวนมากกว่าผู้เข้าสอบที่ไม่ได้รับอนุญาตให้ทวนคำตอบ



จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิตีที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปประเด็น ดังตาราง 8

ตาราง 8 สรุปประเด็นในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์

ผู้วิจัย	ประเด็นที่ศึกษา				
	Item Bank	Item Selection	Ability Estimate	Termination Criteria	repeated answer
โสฬส (2545)	$0 < a \leq +3$ $-3 < b < +3$ $c < 0.3$	b กับ $\hat{\theta}$	Bayesian	SEE < 0.45 หรือกดปุ่มยุติ	
เกียรติศักดิ์ (2547)	244 ข้อ	lmax	Bayesian	SEE $\leq$ 0.30	
อำนาจ (2549)	$0 < a \leq +3$ $-3 < b < +3$ $c < 0.3$	b กับ $\hat{\theta}$	Bayesian	SEE $\leq$ 0.30 หรือกดปุ่มยุติ	
สิริลักษณ์ (2549)	244 ข้อ $0.41 < a \leq 2.34$ $-2.23 < b < 2.72$ $0.06 < c < 0.30$	FI KL*	Bayesian	SEE $\leq$ 0.30* SEE $\leq$ 0.45	
ธงชัย (2551)	230 ข้อ $0.345 \leq a \leq 2.903$ $-3.640 \leq b \leq 3.839$ $0.082 \leq c \leq 0.300$	b กับ $\hat{\theta}$	Bayesian	SEE $\leq$ 0.30	
สุนันท์ (2551)	210 ข้อ $0.340 \leq a \leq 2.906$ $-3.640 \leq b \leq 3.839$ $0.074 \leq c \leq 0.300$	b กับ $\hat{\theta}$	Bayesian	SEE $\leq$ 0.30	
ธนศักดิ์ (2552)	103 ข้อ $0.51 < a \leq 3.55$ $-1.87 < b < 2.87$ $0.0 < c < 0.29$	maximum likelihood	MLE	maximum likelihood	
พิมพ์สิริ (2549)	210 ข้อ	lmax	Bayesian	20 ข้อ	ไม่ให้ทวน Block 5 ข้อ*



ตาราง 8 (ต่อ)

ผู้วิจัย	ประเด็นที่ศึกษา				
	Item Bank	Item Selection	Ability Estimate	Termination Criteria	repeated answer
Urry (1977)	อย่างน้อย 100 ข้อ $0.8 < a$ $-2.0 < b < 2.0$ $c < 0.3$				
Weiss (1988)	118 – 150 ข้อ				
Hulin, drasgow and Parsons (1983)		b กับ $\hat{\theta}$ $\theta_{\max}$ กับ $\hat{\theta}$ Imax *			
Chang and Ying (1996)		Global Information* Fisher			
Cheng, Ankenmann and Chang (2000)		FI FII * FIP * KL KLP *			
Cheng and Ankenmann (2004)		FI FIP * KLP * RN			
Weiss (1982)			MLE Bayesian *		
Ho (1989)			MLE Bayesian *		
Wang and Vispoel (1998)			MLE * Bayesian * EAP * Maximum a posteriore		



ตาราง 8 (ต่อ)

ผู้วิจัย	ประเด็นที่ศึกษา				
	Item Bank	Item Selection	Ability Estimate	Termination Criteria	repeated answer
Dodd, De Ayala and Koch (1993)				SEE * Test Information	
Gushta (2003)				25 ข้อ SEE $\leq$ 0.30*	
Vispoel (1998)					ให้ทวน* ไม่ให้ทวน
Olea and others (2000)					ให้ทวน* ไม่ให้ทวน
Vispoel, Hendrickson and Bleiler (2000)					ไม่ให้ทวน Block 5 ข้อ* Block 10 ข้อ ทวนหลังสอบ
Revueita, Ximenez and Olea (2003)					ไม่ให้ทวน ทวนหลังสอบ* Block 5 ข้อ * ทวนข้อต่อข้อ*

\* คือ วิธีการที่ทดสอบแล้วมีประสิทธิภาพมากกว่า

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิตี สรุปได้ว่า ในแต่ละประเด็นได้นักวัดผลสนใจศึกษาเป็นจำนวนมาก ซึ่งถ้ามองในประเด็นการคัดเลือกข้อสอบ ส่วนใหญ่จะศึกษาการคัดเลือกข้อสอบด้วยวิธีเดียวกัน แต่ผลการศึกษาอาจจะแตกต่างกันไปตามกลุ่มตัวอย่าง และในประเด็นเงื่อนไขการทดสอบ ผลการศึกษาส่วนใหญ่พบว่า เงื่อนไขการทดสอบที่ให้ทวนคำตอบจะมีประสิทธิภาพมากกว่าเงื่อนไขการทดสอบที่ไม่ให้ทวนคำตอบ

### 3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

#### 3.1 งานวิจัยในประเทศ

ทัศนศิริินทร์ สว่างบุญ (2554 : 148-152) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกข้อสอบขั้นแรกและลำดับข้อสอบที่มีต่อคุณภาพของการทดสอบแบบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจำนวนข้อสอบในคลังข้อสอบกรณีจำลองข้อมูลมีจำนวน 300 ข้อ กรณีใช้ข้อมูลสุติ



ภูมิมี่จำนวน 100 ข้อ และกรณีใช้ข้อมูลปฐมภูมิมี่จำนวน 170 ข้อ การประมาณค่าความสามารถ ใช้วิธีของ Bayesian การยุติการทดสอบแบบปรับเหมาะ พิจารณาจาก 2 เกณฑ์ คือ การกำหนดจำนวนข้อสอบ (fixed test length) จำนวน 30 ข้อ กรณีการจำลองข้อมูลและการใช้ข้อมูลทุติยภูมิพร้อมทั้งพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 ( $SEE \leq 0.3$ ) กรณีการใช้ข้อมูลปฐมภูมิ ผลการวิจัยพบว่า วิธีการคัดเลือกข้อสอบขั้นแรกด้วยวิธี Kullback-Leibler information มีคุณภาพการทดสอบสูงกว่าวิธี Fisher information (แต่ในกรณีใช้ข้อมูลปฐมภูมิใช้วิธีการคัดเลือกข้อสอบด้วยวิธีของ Fisher information เพียงวิธีเดียว) ลำดับข้อสอบแบบผสมผสานมิติมี่คุณภาพการทดสอบสูงกว่าลำดับข้อสอบแบบจำแนกมิตี นอกจากนี้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างการคัดเลือกข้อสอบขั้นแรกและลำดับข้อสอบที่ส่งผลต่อคุณภาพของการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติ โดยที่วิธี Kullback-Leibler information แบบผสมผสานมิติมี่คุณภาพสูงสุดในกรณีการทดสอบขั้นแรก และผลการประเมินการใช้โปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติ พบว่า ผู้สอบมีความถึงพอใจระดับมาก และพบว่าภูมิล้างของผู้สอบ (เกรดเฉลี่ยสะสมและทักษะการใช้คอมพิวเตอร์) ไม่ส่งผลต่อผลการประเมินโปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติ

สมประสงค์ เสนารัตน์ (2555 : 187-192) ได้ศึกษาการพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อวินิจฉัยกระบวนการพุทธิปัญญาในการเรียนพีชคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ ซึ่งพัฒนาโปรแกรมด้วยการคัดเลือกข้อสอบข้อแรกและข้อถัดไปจากคลังข้อสอบที่มีค่าสารสนเทศสูงสุดด้วยวิธีการ Bayesian Volume Decrease ประมาณค่าความสามารถของผู้สอบด้วยวิธี Bayesian Estimation และยุติการทดสอบด้วยเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (แบบทดสอบเรื่องคู่อันดับและกราฟ กำหนดเกณฑ์ไว้ที่ 0.049 และแบบทดสอบเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กำหนดเกณฑ์ไว้ที่ 0.130) หรือกรณีที่ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ก็จะจบการทดสอบเมื่อทำข้อสอบครบ 15 ข้อ ผลการวิจัยและพัฒนาได้คลังข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ประกอบด้วยคลังข้อสอบเนื้อหาคู่อันดับและกราฟ 59 ข้อ และสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 104 ข้อ เมื่อนำโปรแกรมไปทดลองใช้เบื้องต้น พบว่า ครูและนักเรียนมีความพึงพอใจกับการทำงานของโปรแกรมและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงโปรแกรมให้ดียิ่งขึ้น และเมื่อนำไปใช้งานในสถานการณ์จริงพบว่า ครูและนักเรียนมีความเห็นว่าโปรแกรมมีประโยชน์ มีความเป็นไปได้อย่างเหมาะสม และมีความถูกต้องครอบคลุมในระดับมาก ดังนั้น โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน สามารถนำไปใช้งานในสถานการณ์จริงสอดคล้องเหมาะสมกับเป้าหมายในการจัดการศึกษา และสามารถวินิจฉัยผู้เรียนได้อย่างถูกต้องครอบคลุมครบถ้วนสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง

### 3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Linden (1999 : 398-412) ได้เสนอวิธี MCAT โดยตั้งใจที่จะทำให้องค์ประกอบการวัดมีความแม่นยำและเหมาะสม การประมาณค่าความสามารถใช้วิธี ML และการคัดเลือกข้อสอบใช้วิธีโดยยึดเกณฑ์ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนน้อยสุด (minimum error variance) ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (หรือการสุ่ม) ขององค์ประกอบการวัดได้มาจากผลรวมเชิงเส้นขององค์ประกอบจากส่วนกลับของเมทริกซ์สารสนเทศของ Fisher (Fisher-information matrix) สำหรับคลังข้อสอบ 2 มิติ จำนวน 50 ข้อ ให้ความแม่นยำของการวัดที่ใกล้เคียงกันข้ามช่องว่างของ





ความสามารถสำหรับข้อสอบสั้น ๆ (10 และ 30 ข้อ) การประมาณค่าแบบ ML มีแนวโน้มที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนและไม่มีประสิทธิภาพโดยเขาได้เปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าด้วยวิธี Bayesian กับวิธี Maximum likelihood ซึ่งพบว่า วิธี Bayesian ให้สารสนเทศมากกว่าการใช้วิธี Maximum likelihood ซึ่งสิ่งนี้จะถูกต้องเมื่อ มิติต่าง ๆ อยู่ภายใต้พื้นฐานของการตอบสนองข้อสอบที่มีความสัมพันธ์กันและการแจกแจงร่วมของความสามารถแฝงนั้นทราบค่าหรือประมาณค่าได้อย่างยุติธรรม

Cheng (2009 a : 1-15) ได้ศึกษาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ โดยจำลองข้อมูลพารามิเตอร์ข้อสอบ และใช้ข้อมูลจริงในการประมาณค่าพารามิเตอร์ อาศัยรูปแบบ DINA โดยใช้ในการคัดเลือกข้อสอบจากวิธีการ 5 วิธี ได้แก่ KL, SHE, PWKL, HKL และการเลือกข้อสอบสุ่ม (RANDOM) โดยสมมติว่าผู้สอบทุกคนมีโอกาส 50% ที่จะมีความรอบรู้ในแต่ละคุณลักษณะ (6 คุณลักษณะ) ค่าพารามิเตอร์ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่มและการเดา ถูกสร้างขึ้นรวมทั้งสิ้น 300 ข้อ ข้อสอบแต่ละข้อมีโอกาส 20% ในการวัดแต่ละคุณลักษณะ จำนวนข้อสอบที่มีในคลังข้อสอบต่อจำนวนคุณลักษณะ คือ 60 : 1 และการเดาและความผิดพลาดแบบสุ่มกำหนดไว้ที่ 5% ประมาณค่าด้วยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation : MLE) ใช้ความยาวของแบบสอบ 12 ข้อ ในส่วนการใช้ข้อมูลจริง จำนวน 2,000 คน ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 36 ข้อ ความยาวของแบบทดสอบมี 24 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า KL และ SHE มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีการคัดเลือกข้อสอบแบบสุ่ม ขั้นตอนวิธีการ SHE มีประสิทธิภาพดีกว่า KL และขั้นตอนวิธีการใหม่ คือ PWKL และ HKL มีประสิทธิภาพดีกว่าขั้นตอนวิธีการ KL และ SHE โดย PWKL มีประสิทธิภาพดีกว่า SHE ในทุกคุณลักษณะ ยกเว้น คุณลักษณะที่ 1 ส่วน HKL มีประสิทธิภาพดีกว่า SHE ในทุกคุณลักษณะและระหว่าง PWKL และ HKL พบว่า PWKL มีประสิทธิภาพดีกว่าในคุณลักษณะที่ 5 และ 6 ขณะที่วิธีการ HKL มีประสิทธิภาพดีกว่าในคุณลักษณะที่ 2 สรุปได้ว่า ขั้นตอนวิธีการ PWKL และ HKL ให้ผลดีกว่า KL, SHE และวิธีการคัดเลือกข้อสอบแบบสุ่ม

Petersen และคณะ (2006 : 315-329) ได้ทำการศึกษาการใช้แบบทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสุขภาพและคุณภาพชีวิต health-related quality of life (HRQOL) ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Mplus กลุ่มตัวอย่างเป็นสมาชิกของกลุ่มคุณภาพชีวิต EORTC จำนวน 2,958 คน และใช้เกณฑ์ที่จำเป็น 3 ประการของ คือ เกณฑ์ในการกำหนดข้อคำถามข้อแรกในการเริ่มต้นการทดสอบ เกณฑ์ในการเลือกข้อสอบข้อต่อไป และเกณฑ์การหยุดการทดสอบ ผลการวิจัย มีความเป็นไปได้ที่จะใช้คะแนนสำหรับสามมิติจากการทดสอบด้วยข้อสอบเพียง 5-7 ข้อ ด้วยการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ซึ่งมีคะแนนใกล้เคียงกับการใช้คะแนน จากข้อสอบทั้ง 12 ข้อ และไม่มี ความผิดพลาดหรือมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้นแสดงถึงความแม่นยำมากของการทดสอบ

Diao และ Reckase (2009 : 1-11) ศึกษาเปรียบเทียบการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและการคัดเลือกข้อสอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติด้วยวิธี การประมาณค่าความสามารถ 2 วิธี คือ วิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method) และวิธีแบบเบย์ (Bayesian Method) ส่วนการคัดเลือกข้อสอบใช้วิธีการคัดเลือกโดยใช้ 4 รูปแบบย่อย คือ D-optimality, A-optimality และ Bayesian Volume Decrease



(3 รูปแบบแรกใช้ Maximum Information Using Fisher's Information) และ Kullback-Leibler Information แต่ละรูปแบบใช้ความยาวข้อสอบ 20 และ 50 ข้อ ส่วนรูปแบบ Bayesian Volume Decrease ยังมีเงื่อนไขการกำหนดเมตริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมที่แตกต่างกันอีก 3 รูปแบบ คือ Identity, Diag (9) และ True  $\theta$  จำลองคลังข้อสอบด้วยข้อมูลจริงจากผู้สอบ 8,562 คน ด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบจำนวน 50 ข้อ ที่วัดความสามารถ 3 มิติ ใช้โมเดลตอบสนองข้อสอบแบบพหุ มิติ 2 พารามิเตอร์แบบทดแทนกันได้ (The Compensatory Two-parameter Multidimensional IRT Model) และในการประมาณค่าความสามารถแบบเบสในช่วงระหว่างการดำเนินการสอบ ใช้การประมาณค่าด้วย Maximum-a-Posteriori (MAP) และประมาณค่าความสามารถในตอนสุดท้ายด้วย Expected A Posteriori (EAP) ผลการวิจัยพบว่า การประมาณค่าด้วยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุดด้วย ข้อสอบจำนวน 50 ข้อ ต้องใช้เวลานานมากกว่าจะสามารถประมาณค่าได้ แต่วิธีแบบเบสสามารถ ประมาณค่าความสามารถได้อย่างรวดเร็ว และเมื่อข้อสอบมีความยาวมากขึ้นวิธีแบบเบสจะมีความ ลำเอียงน้อยกว่าวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด และในประเด็นประสิทธิภาพของการคัดเลือกข้อสอบด้วย D-optimality และ A-optimality พบว่า ทั้งสองวิธีมีประสิทธิภาพในการคัดเลือกข้อสอบที่ใกล้เคียงกัน มาก ส่วนความสามารถในการคัดเลือกข้อสอบของวิธีแบบเบสทั้งสามรูปแบบพบว่ามีประสิทธิภาพ ใกล้เคียงกันและการใช้ข้อสอบจำนวน 50 ข้อ ความลำเอียงจะน้อยกว่าการใช้ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ และท้ายสุดเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคัดเลือกข้อสอบแบบเบสที่ใช้ Fisher's Information กับวิธีแบบ KL ที่ใช้ Maximizing Kullback-Leibler Information พบว่าทั้งสองวิธีเป็น วิธีการคัดเลือกข้อสอบที่ดีทำให้การประมาณค่าความสามารถมีความถูกต้องและมีเสถียรภาพเหมือนกัน

Finch (2010 : 10-26) ได้ศึกษาความลำเอียงและความแม่นยำในการประมาณ ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ โดยอาศัยโมเดลการวิเคราะห์ องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยทำการสร้างข้อมูลจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo) เป็นข้อมูล ชนิดสองค่าที่มีความหลากหลายทั้งจำนวนของผู้สอบ(250, 500, 1,000 และ 2,000) ความยาวของ ข้อสอบ (15, 30 และ 60) การแจกแจงของคุณลักษณะแฝง (Normal, Skewed) ความสัมพันธ์ของ องค์ประกอบร่วม (0, 0.3, 0.5 และ 0.8) ชนิดของโมเดล (2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์ที่มีค่าการ เดาของข้อสอบ) ใช้วิธีการประมาณค่า 2 วิธี คือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดไม่ถ่วงน้ำหนัก (Unweighted Least Squares: ULS) และวิธีกำลังสองน้อยที่สุดถ่วงน้ำหนัก (Robust Weighted Least Squares : RWLS) ผลการวิจัย พบว่า มีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างตัวแปรที่ศึกษาและความแม่นยำในการ ประมาณค่าของวิธีการ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่กล่าว มาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ แบบพหุมิติ ดังตาราง 9



ตาราง 9 สรุปประเด็นในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

ผู้วิจัย	ประเด็นที่ศึกษา				
	Item Bank	Item Selection	Ability Estimate	Termination Criteria	repeated answer
ทัศนศิริรินทร์ (2554)	จำลอง 300 ข้อ หุติยภูมิ 100 ข้อ ปฐมภูมิ 170 ข้อ	FI KL *	Bayesian	30 ข้อ SEE $\leq$ 0.3	
สมประสงค์ (2555)	คู่อันดับและกราฟ 59 ข้อ, สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว 104 ข้อ	Bayesian Volume Decrease	Bayesian	SEE < 0.049 SEE < 0.130 หรือ 15 ข้อ	
van der Linden (1999)	50 ข้อ	minimum error variance	Bayesian * MLE		
Cheng (2009a)	จำลอง 300 ข้อ จริง 36 ข้อ	KL SHE PWKL * HKL * RANDOM	MLE	จำลอง 12 ข้อ จริง 24 ข้อ	
Diao และ Reckase (2009)	50 ข้อ	FI * KL *	Bayesian * MLE	20 ข้อ 50 ข้อ *	

\* คือ วิธีการที่ทดสอบแล้วมีประสิทธิภาพมากกว่า

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สรุปได้ว่า การทดสอบแบบปรับเหมาะแบบพหุมิติมีผู้ศึกษาในประเด็นต่าง ๆ ไม่มากนัก แต่ผลงานวิจัยได้ทำการศึกษาในประเด็นที่หลากหลาย ซึ่งประเด็นการคัดเลือกข้อสอบยังไม่หลากหลาย และผู้วิจัยเห็นว่าการศึกษาของ Cheng (2009 a : 1-15 ; 2009 b : 619-632) ยังไม่ปรากฏในงานวิจัยของประเทศไทย นอกจากนี้ ประเด็นของการทวนคำตอบยังเป็นข้อถกเถียงกันอยู่ ซึ่งเป็นที่ชัดเจนจากการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิตินี้ว่าผู้สอบย่อมต้องการที่จะกลับไปทวนคำตอบ และผู้วิจัยคิดว่า ผู้สอบที่ได้ทำการทดสอบแบบประเพณีนิยมก็สามารถที่จะย้อนกลับไปทวนคำตอบได้ ดังนั้นผู้สอบที่ทำการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ก็ควรที่จะมีโอกาสได้ทวนคำตอบด้วยเช่นเดียวกัน จึงนำประเด็นนี้มาทำการศึกษาในครั้งนี้ด้วย

#### 4. งานวิจัยที่เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการเอกมิตินี้และพหุมิติ

Luecht (1996 : 389-404) ได้ศึกษาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ในมิติที่หลากหลายในการทดสอบเพื่อขอประกาศนียบัตรหรือใบรับรอง ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในมิติที่หลากหลาย (MIRT) ผลการวิจัยปรากฏว่า การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ



ด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในมิติที่หลากหลาย (MIRT) นั้นให้ค่าความแปรปรวนของความเชื่อมั่นสูงมีประโยชน์ต่อการวัดทางจิตวิทยา

Wang และ Chen (2004 : 295-316) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติและการนำไปปฏิบัติ ซึ่งได้ศึกษาโดยการจำลองข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการวัดของการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติ (Multidimensional Adaptive Testing) ด้วยการทดสอบปรับเหมาะแบบเอกมิติ (Unidimensional Adaptive Testing) และการบริหารการสอบแบบสุ่ม (Random Administration) ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติมีประสิทธิภาพสูงกว่าอีกสองวิธี

จากงานวิจัยที่เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการเอกมิติและพหุมิติ ต่างก็ได้ข้อสรุปที่คล้ายคลึงกันว่า การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยแบบพหุมิติจะให้ค่าความแปรปรวนของความเชื่อมั่น ระดับความแม่นยำ และประสิทธิภาพที่สูงกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยแบบเอกมิติ ซึ่งสอดคล้องกับ Frey and Cartensen (2009 : 59) ที่กล่าวถึงการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติว่าเป็นการนำเอาหลักการของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์มาขยายขอบเขตการวัดของข้อสอบจากการวัดแบบเอกมิติเป็นข้อสอบแต่ละข้อวัดพร้อมกันในหลาย ๆ มิติ และถ้าใช้จำนวนข้อสอบที่เท่ากัน การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติจะเป็นการทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ และการทดสอบแบบดั้งเดิม เนื่องจากการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติมีอัตราการวัดที่แม่นยำกว่าเมื่อใช้ข้อสอบเท่ากัน

#### 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินโปรแกรมการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์

สุนันท์ พลอาษา (2551 : 90-95) ที่ศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการดำเนินการทดสอบบนเว็บเพจ 4 ด้าน ได้แก่ คำชี้แจงและวิธีดำเนินการทดสอบบนเว็บเพจ ด้านการจูงใจในการดำเนินการทดสอบบนเว็บเพจ ด้านความวิตกกังวลในการดำเนินการทดสอบบนเว็บเพจ และด้านความคิดเห็นทั่วไป เกี่ยวกับการทดสอบบนเว็บเพจ พบว่า ความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า มี 1 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด คือ คำชี้แจงและวิธีดำเนินการทดสอบบนเว็บเพจ และอีก 3 ด้าน อยู่ในระดับมาก

ธนศักดิ์ จันทร์พรม (2552 : 91-96) ให้กลุ่มเป้าหมายประเมินการทดสอบการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ตามยุทธวิธีแมกซิมมไลค์ลิสตูดในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยเกณฑ์เชิงจิต-สังคม 4 ด้าน ได้แก่ ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบว่า ในภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ตามยุทธวิธีแมกซิมมไลค์ลิสตูด และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยเกี่ยวกับคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ การจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ และความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และไม่เห็นด้วยต่อความวิตกกังวลในการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์



ศิริลักษณ์ หวังขอบ (2553 : 91-94) สอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้แบบทดสอบแบบปรับเหมาะ สำหรับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยสอบถาม 6 ส่วน ได้แก่ ส่วนของโปรแกรม ส่วนของระบบการจัดการเรียนรู้ ส่วนของเนื้อหา ส่วนของรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว ส่วนของตัวอักษร และส่วนของแบบทดสอบแบบปรับเหมาะพบว่า อยู่ในเกณฑ์พึงพอใจมาก

ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ (2554 : 143-144) ศึกษาผลการประเมินการใช้โปรแกรมการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เข้าระบบเพื่อทำการทดสอบผ่านคอมพิวเตอร์ พบว่า ในภาพรวมมีความพึงพอใจมาก เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า ด้านความยากในการใช้มีความพึงพอใจปานกลาง นักเรียนบางส่วนยังเห็นว่า โปรแกรมมีความยุ่งยากซับซ้อนและไม่คุ้นเคยกับการทดสอบผ่านคอมพิวเตอร์ ส่วนด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ พบว่า มีความพึงพอใจปานกลาง โดนประเด็นที่นักเรียนเห็นด้วย ค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ การนำวิธีการทดสอบผ่านคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอบเข้ามหาวิทยาลัย ส่วนด้านความพึงพอใจในการใช้งาน ผู้สอบมีความพึงพอใจมาก

ดิเรก หอมจันทร์ (2554 : 60-64) ศึกษาผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไป (นักศึกษา) จำนวน 50 คน พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นแต่ละส่วนพบว่า มี 2 ส่วนที่อยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ ส่วนของระบบการจัดการเรียนรู้ และส่วนของแบบทดสอบปรับเหมาะสำหรับส่วนของโปรแกรม ส่วนของการออกแบบหน้าจอ และส่วนของตัวอักษร อยู่ในระดับดี

สมประสงค์ เสนารัตน์ (2555 : 179-) ศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้งานเกี่ยวกับความมีประโยชน์ ความเป็นไปได้ ความเหมาะสม และความถูกต้องครอบคลุมของโปรแกรม พบว่า ครูคณิตศาสตร์มีความเห็นว่าโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ทั้งโดยรวมและรายด้านทุกด้านอยู่ในระดับมาก โดยด้านความมีประโยชน์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ ด้านความเป็นไปได้ ด้านความเหมาะสม และด้านความถูกต้องครอบคลุมตามลำดับ สำหรับความคิดเห็นจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ความเห็นว่าโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ทั้งโดยรวมและรายด้านทุกด้านอยู่ในระดับมาก โดยด้านความเหมาะสม และด้านความถูกต้องครอบคลุมมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ ด้านความมีประโยชน์ และด้านความเป็นไปได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน

จากที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปได้ว่า แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่มีประโยชน์ต่อนักเรียน สถานศึกษา และหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลือกแนวทางการศึกษาหรือทำงานให้มีความสอดคล้องกับความถนัดตามความสามารถที่แท้จริง และจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียน การทำงานด้านต่าง ๆ เป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนที่วัดได้ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านตัวเลข ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ แต่เนื่องจากที่ผ่านมาแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนได้ดำเนินการทดสอบแบบดั้งเดิม ยังไม่มีการพัฒนาการทดสอบความถนัดทางการเรียนให้ดำเนิน การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ และการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ นั่นคือ พัฒนา



โปรแกรมการทดสอบความถนัดทาง การเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ และนำประเด็นการทวนคำตอบและไม่ให้ทวนคำตอบมาศึกษาในครั้งนี้ด้วย

### สรุปแนวทางในการวิจัยครั้งนี้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยข้างต้นสามารถสรุปแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นต่างๆ ที่มีความสำคัญเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจงานวิจัยนี้มากขึ้น ดังตาราง 10

ตาราง 10 สรุปวิธีดำเนินการวิจัยการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

ประเด็นพิจารณา	การดำเนินการ
1. การคัดเลือกข้อสอบ	วิธี Maximize the Determinant of the Fisher Information Matrix
2. วิธีประมาณค่าความสามารถ	วิธีการแบบเบย์ส์
3. เงื่อนไขการทดสอบ	การทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ และการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ
4. เกณฑ์ยุติการทดสอบ	40 ข้อ
5. จำนวนมิติ	4 มิติ
6. คุณภาพของการทดสอบ	Test Information, Predictive Validity และผลการประเมินโปรแกรมการทดสอบ
7. การประเมินโปรแกรมการทดสอบ	เกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-social criteria) 4 ด้าน ได้แก่ ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
8. โมเดล MIRT	โมเดลโลจิสแบบพหุมิติ 3 พารามิเตอร์



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและเปรียบเทียบคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งดำเนินการวิจัย 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาค้างข้อสอบความถนัดทางการเรียน ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบและความถนัดทางการเรียน ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สตัน 4 องค์ประกอบ คือ ความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ขั้นตอนที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา ขั้นตอนที่ 4 ผู้วิจัยปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งจัดทำแบบทดสอบ ขั้นตอนที่ 5 ดำเนินการทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน ขั้นตอนที่ 6 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ขั้นตอนที่ 7 คัดเลือกข้อสอบเข้าสู่คลังข้อสอบ เพื่อใช้พัฒนาโปรแกรมในระยะต่อไป

ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและเขียนโปรแกรม 2 โปรแกรม คือ โปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ และโปรแกรมที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ พร้อมทั้งสร้างคู่มือการใช้แต่ละโปรแกรม ขั้นตอนที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรม ขั้นตอนที่ 4 ผู้วิจัยปรับปรุงโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ขั้นตอนที่ 5 จัดทำเป็นโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมต้นฉบับ เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในระยะต่อไป

ระยะที่ 3 การทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น โดยใช้เกณฑ์เชิงจิต-สังคม ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ฉบับนักเรียนและครูผู้สอน ขั้นตอนที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็น ขั้นตอนที่ 4 ผู้วิจัยปรับปรุงแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นฉบับสมบูรณ์ ขั้นตอนที่ 5 นำโปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรม ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และครูผู้สอน ขั้นตอนที่ 6 นักเรียนและครูผู้สอนตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ พร้อมทั้งสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ขั้นตอนที่ 7 นำผลการทดสอบจากขั้นตอนที่ 5 มาศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ และวิเคราะห์เปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบ พร้อมทั้ง นำผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นจากขั้นตอนที่ 6 มาวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดเห็น



ของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมระหว่าง 2 โปรแกรม ขั้นตอนที่ 8 ปรับปรุงโปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในระยะต่อไป

ระยะที่ 4 การประเมินผลการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 นำโปรแกรมการทดสอบ ไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ขั้นตอนที่ 2 นักเรียนตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ พร้อมทั้งสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ขั้นตอนที่ 3 นำผลการทดสอบจากขั้นตอนที่ 1 มาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ และศึกษาผลการแนะนำแนวการศึกษาต่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมทั้ง วิเคราะห์ผลการตอบแบบสอบถามจากขั้นตอนที่ 2

การดำเนินการวิจัย สามารถสรุปได้ดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

ระยะ	เป้าหมาย	เครื่องมือ	สถิติ	หมายเหตุ
1	เพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน	- คลังข้อสอบความถนัดทางการเรียน	- ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา - ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง - ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบแบบพหุมิติ - ปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยวิธีปรับแก้ค่าเฉลี่ยและซิกมา	ตอบความมุ่งหมายของการวิจัยข้อ 1.1
การวิจัยระยะที่ 1 (R1)	- ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบและความถนัดทางการเรียน - สร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน - ดำเนินการทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	- บันทึกการสังเคราะห์เอกสาร - แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน	- การวิเคราะห์เนื้อหา	





ตาราง 11 ต่อ

ระยะ	เป้าหมาย	เครื่องมือ	สถิติ	หมายเหตุ
การวิจัย ระยะที่ 1 (R1) (ต่อ)	- วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิง โครงสร้าง และวิเคราะห์ ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ - คัดเลือกข้อสอบเข้าสู่คลังข้อสอบ		- ค่าความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้าง - ค่าพารามิเตอร์ ข้อสอบแบบพหุมิติ - สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
การพัฒนา ระยะที่ 1 (D1)	- ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความ สอดคล้องของเนื้อหา - ปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำ ของผู้เชี่ยวชาญ	- แบบทดสอบ ความถนัดทาง การเรียนรู้ - แบบประเมิน ความสอดคล้อง ของเนื้อหา	- ค่าดัชนีความ สอดคล้องของ เนื้อหา	
2	เพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบ ความถนัดทางการเรียนแบบ ปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้งบ การทวนคำตอบที่แตกต่างกัน	- โปรแกรมการทดสอบ - คู่มือการใช้ โปรแกรมการ ทดสอบ	- ค่าเฉลี่ย - ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ตอบความ มุ่งหมาย ของ การวิจัย ข้อ 1.1
การวิจัย ระยะที่ 2 (R2)	- ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรม การทดสอบและคู่มือการใช้ โปรแกรมการทดสอบ - ออกแบบและเขียนโปรแกรม พร้อมทั้งสร้างคู่มือการใช้	- บันทึกการสังเคราะห์ เอกสาร	- การวิเคราะห์ เนื้อหา	
การพัฒนา ระยะที่ 2 (D2)	- ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบโปรแกรม และคู่มือการใช้โปรแกรม - ปรับปรุงโปรแกรมและคู่มือ การใช้โปรแกรม - จัดทำเป็นโปรแกรมและคู่มือ การใช้โปรแกรมต้นฉบับ	- โปรแกรมการทดสอบ - คู่มือการใช้โปรแกรม การทดสอบ - แบบประเมิน โปรแกรมและคู่มือ การใช้โปรแกรม (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)	- สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	



ตาราง 11 ต่อ

ระยะ	เป้าหมาย	เครื่องมือ	สถิติ	หมายเหตุ
3	เพื่อศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน	- โปรแกรมการทดสอบ - ใบแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้สอบ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557	- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างค่าความสามารถที่วัดได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรม และผลการเรียนเฉลี่ยภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557	ตอบความมุ่งหมายของการวิจัยข้อ 1.2
	เพื่อเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน	- โปรแกรมการทดสอบ	- ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบจากผลการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบ - Independent Sample t-test	ตอบความมุ่งหมายของการวิจัยข้อ 1.3
	เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน	- แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ	- one-way MANOVA	ตอบความมุ่งหมายของการวิจัยข้อ 1.4
การวิจัยระยะที่ 3 (R3)	- ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมิน โดยใช้เกณฑ์เชิงจิต-สังคม - แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ฉบับนักเรียนและครูผู้สอน	- บันทึกการสังเคราะห์เอกสาร - แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ (สำหรับครูผู้สอน)	- การวิเคราะห์เนื้อหา - ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน - ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบ - Independent Sample t-test	



ตาราง 11 ต่อ

ระยะ	เป้าหมาย	เครื่องมือ	สถิติ	หมายเหตุ
การวิจัย ระยะที่ 3 (R3) (ต่อ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ</li> <li>- นักเรียนและครูผู้สอนตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ</li> <li>- ศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ วิเคราะห์สารสนเทศของแบบทดสอบ และผลการประเมินโปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ (สำหรับนักเรียน)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- one-way MANOVA</li> <li>- สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถี่ และร้อยละ</li> </ul>	
การพัฒนา ระยะที่ 3 (D3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสอบถาม</li> <li>- ปรับปรุงแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์</li> <li>- ปรับปรุงโปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ตามผลการตอบแบบสอบถามและคำแนะนำของครูผู้สอนและนักเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบประเมินความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ดัชนีความเหมาะสมของแบบประเมิน</li> </ul>	
4	เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ	- โปรแกรมการทดสอบ	- ไคสแควร์	ตอบความมุ่งหมายของการวิจัยข้อ 2.1
	เพื่อศึกษาการแนะแนวการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	- โปรแกรมการทดสอบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ค่าเฉลี่ย</li> <li>- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน</li> <li>- ความถี่</li> <li>- ร้อยละ</li> </ul>	ตอบความมุ่งหมายของการวิจัยข้อ 2.2

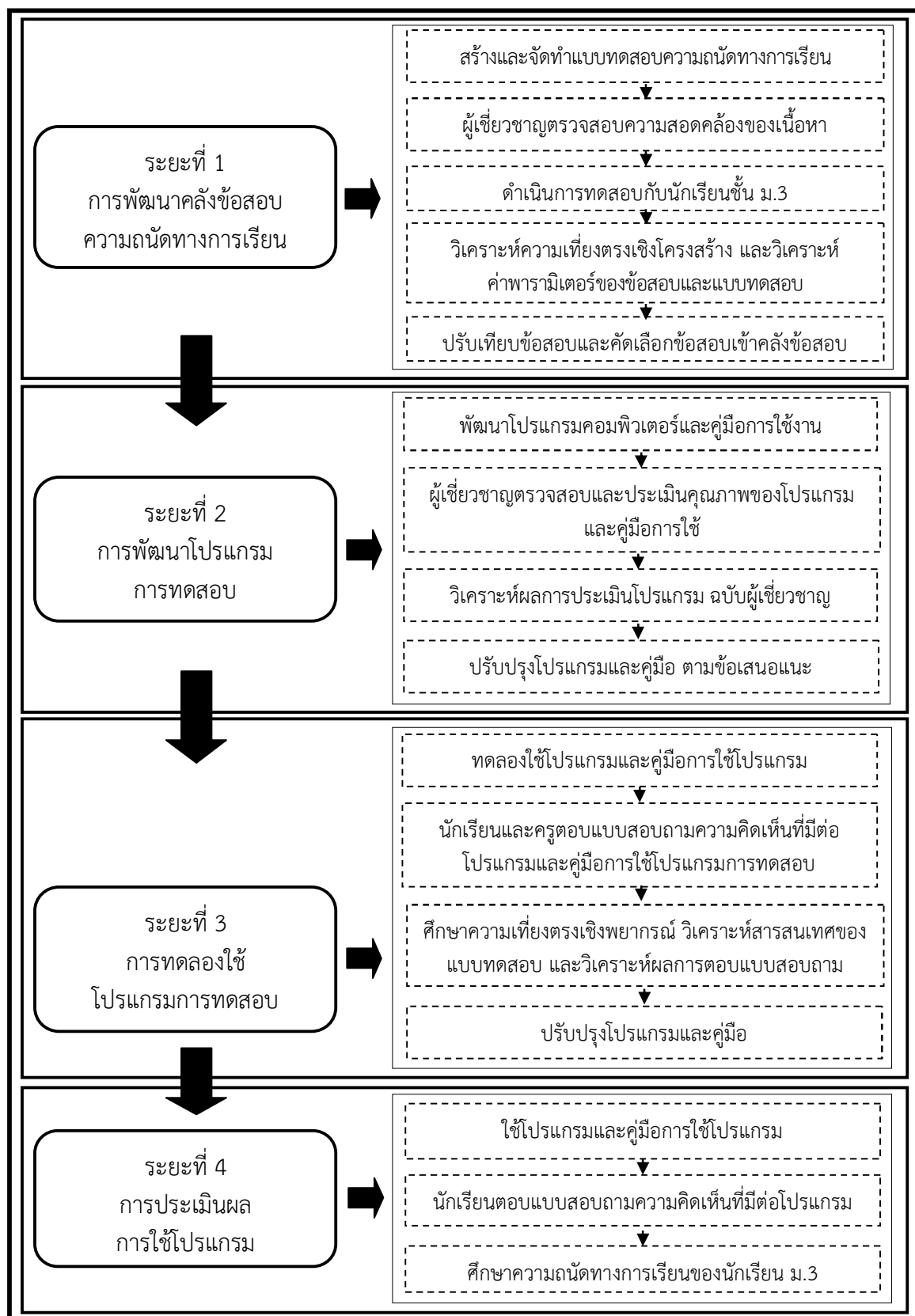


ตาราง 11 ต่อ

ระยะ	เป้าหมาย	เครื่องมือ	สถิติ	หมายเหตุ
การวิจัย ระยะที่ 4 (R4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้โปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ</li> <li>- ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ ศึกษาผลการแนะนำการศึกษาต่อ และวิเคราะห์ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โปรแกรมการทดสอบ</li> <li>- คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไคสแควร์</li> <li>- สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ</li> </ul>	
การพัฒนา ระยะที่ 4 (D4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ</li> <li>- ปรับปรุงโปรแกรมตามผลการตอบแบบสอบถาม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน</li> </ul>	

ผู้วิจัยได้เขียนแผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนโดยสังเขป ดังนี้





ภาพประกอบ 15 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย



## ระยะที่ 1 การพัฒนาคลังข้อสอบความถนัดทางการเรียน

### 1. ความมุ่งหมายของการวิจัยและการพัฒนา

เพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน เป็นการสร้างคลังข้อสอบความถนัดทางการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สตัน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ โดยผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ ผ่านการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และข้อสอบมีค่าพารามิเตอร์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

### 2. แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูลในการพัฒนาคลังข้อสอบความถนัดทางการเรียน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

2.1 ผู้เชี่ยวชาญที่จบการศึกษาระดับปริญญาเอกหรือมีตำแหน่งทางวิชาการตั้งแต่ระดับผู้ช่วยศาสตราจารย์ จำนวน 20 ท่าน โดยแยกตามองค์ประกอบ ๆ ละ 5 ท่าน (ดังภาคผนวก ก หน้า 272-273)

2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 386 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แบ่งกลุ่มโรงเรียนตามสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 15 กลุ่ม ได้แก่ สพม. เขต 19-33

ขั้นตอนที่ 2 สุ่มเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 2 เขต ได้แก่ เขต 19 และ เขต 31

ขั้นตอนที่ 3 แบ่งกลุ่มโรงเรียนตามขนาดโรงเรียน จำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่

ขั้นตอนที่ 4 สุ่มโรงเรียนที่สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาที่สุ่มได้จากขั้นตอนที่ 2 ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เขตละ 6 โรงเรียน โดยเป็นโรงเรียนขนาดละ 2 โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 12 โรงเรียน

ขั้นตอนที่ 5 สุ่มห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนที่สุ่มได้จากขั้นตอนที่ 4 โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย โรงเรียนละ 1 ห้อง รวมห้องเรียน 12 ห้อง และเนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของการสุ่มนักเรียนจากห้องเรียนเป็นรายบุคคล ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทุกคนในแต่ละห้องเรียนที่สุ่มได้เป็นตัวอย่างวิจัย ซึ่งตัวอย่างวิจัยที่ใช้ในการพัฒนาคลังข้อสอบ สามารถแสดงได้ดังตาราง 12



ตาราง 12 แสดงตัวอย่างวิจัยที่ใช้ในการพัฒนาคลังข้อสอบความถนัดทางการเรียน

เขตพื้นที่	ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	ห้อง	จำนวน (คน)
สพม. เขต 19	เล็ก	โรงเรียนดงมะไฟวิทยาคม	ม.3/1	26
		โรงเรียนเลยสว่างวิทยาคม	ม.3/2	30
สพม. เขต 19 (ต่อ)	กลาง	โรงเรียนเลยอนุกุลวิทยา	ม.3/5	42
		โรงเรียนสันติวิทยาสรรพ์	ม.3/2	42
	ใหญ่	โรงเรียนสุวรรณคูหาพิทยาสรรค์	ม.3/2	32
		โรงเรียนเชียงคาน	ม.3/1	43
สพม. เขต 31	เล็ก	โรงเรียนจระเข้หินสังขมิถวิทยา	ม.3/3	18
		โรงเรียนมิตรภาพวิทยา	ม.3	12
	กลาง	โรงเรียนโนนสมบูรณ์วิทยา	ม.3/4	28
		โรงเรียนสีดาวิทยา	ม.3/2	35
	ใหญ่	โรงเรียนโชคชัยสามัคคี	ม.3/10	36
		โรงเรียนชุมพวงศึกษา	ม.3/4	42
รวม				386

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการพัฒนาคลังข้อสอบ ประกอบด้วย

3.1 แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบความถนัดด้านต่าง ๆ

3.2 แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 4 แบบทดสอบ ๆ ละ 15 ข้อ

### 4. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การสร้างแบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา

4.1.1 ศึกษาและสังเคราะห์วิธีการสร้างแบบประเมินจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

4.1.2 สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา และให้คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

4.2 การสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน มีขั้นตอนดังนี้

4.2.1 ศึกษาและสังเคราะห์วิธีการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

4.2.2 ผู้วิจัยสร้างแบบสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Item) 5 ตัวเลือก เนื้อหาความถนัดตามแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน (Thurstone) สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 400 ข้อ (ดังตาราง 13) โดยแบบทดสอบบางส่วนประยุกต์จากแบบทดสอบของประภาสว่างจิตต์ (2550) ชาญวิทย์ อาจสม (2550) อรพิน ศรีวงศ์แก้ว (2550) ศักดิ์ชัย จันทร์แสง (2550) วิจิตรา พิลาตัน และอรอุมา วรานุสาสน์ (2551) ศุภรัตน์ กรองสะอาด (2552) ดาราพร หาญกล้า (2552) สมใจ บุญดี (2552) ศุภร ศรีนุต (2553) อติทยา ป้องศรี (2553) เอมอร มาตะรักษ์ (2554) สุจิตรา เถาว์โท



(2555) และนันทิพร บุญห่อ (2555) ซึ่งมีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความถนัดทางภาษา แบบทดสอบความถนัดด้านจำนวน แบบทดสอบความถนัดด้านเหตุผล และแบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ระหว่าง .71-.88, .73-.91, .66-.86 และ .66-.88 ตามลำดับ มีความยากระหว่าง .10-.80, .17-.81, .16-.86 และ .22-.80 ตามลำดับ และมีความอำนาจจำแนกระหว่าง .00-.76, .07-.77, .04-.72 และ .24-.79 ตามลำดับ

ตาราง 13 ข้อสอบความถนัดทางการเรียนที่ผู้วิจัยดำเนินการสร้างขึ้น จำแนกตามองค์ประกอบความถนัด

องค์ประกอบ	รายละเอียดเนื้อหา	จำนวน (ข้อ)	
ความถนัดทางภาษา	คำตรงข้าม	15	
	คำที่มีความหมายใกล้เคียง	15	
	ศัพท์สัมพันธ์	15	
	ความเข้าใจภาษา	บทประพันธ์	15
		สถานการณ์	15
		ภาพ	15
	การสังเคราะห์ข้อความ		10
ความถนัดด้านจำนวน	ตัวเลขอนุกรม	ตัวเลขอนุกรมธรรมดา	30
		ตัวเลขอนุกรมหลายชั้น	30
	คณิตศาสตร์เหตุผล		40
ความถนัดด้านเหตุผล	การจำแนกประเภท	แบบภาษา	10
		แบบภาพ	10
	การอุปมาอุปไมย	แบบภาษา	10
		แบบภาพ	10
	แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ		20
	สรุปความ		20
	ความสามารถด้านวิเคราะห์		20
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	แบบซ้อนภาพ	ภาพเหมือน	10
		ภาพทรงเรขาคณิต	10
	แบบซ้อนภาพ		10
	แบบแยกภาพ		10
	แบบต่อภาพ		10
	แบบหมุนภาพ		10
	แบบประกอบภาพสามมิติ		15
	แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์		15
	การนับลูกบาศก์		10
รวม		400	





4.2.3 สร้าง Q-matrix โดยผู้วิจัยระบุองค์ประกอบความถนัดและเนื้อหาที่ใช้วัดความถนัดกับข้อสอบในข้อ 1.3.2.2

4.2.4 ให้คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

4.2.5 นำแบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหาที่สร้างขึ้น (ตรวจสอบ Q-matrix) ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา และตรวจสอบการใช้ภาษาว่ามีความเหมาะสมกับนักเรียนชั้น ม.3 หรือไม่ โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้สอดคล้องกับองค์ประกอบนั้น ๆ

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้สอดคล้องกับองค์ประกอบนั้น ๆ

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้ไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบนั้น ๆ

ผลการตรวจสอบ พบว่า ข้อสอบผ่านเกณฑ์ จำนวน 364 ข้อ มีค่า IOC ขององค์ประกอบความถนัดทางภาษา องค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน องค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล และองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ อยู่ในช่วง -0.40-1.00, 0.40-1.00, 0.00-1.00 และ 0.60-1.00 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์ จำนวน 77 ข้อ, 99 ข้อ, 88 ข้อ และ 100 ข้อ ตามลำดับ ทั้งนี้ ผู้วิจัยทำการคัดเลือกข้อสอบไว้ เพื่อจัดทำเป็นแบบทดสอบสำหรับหาค่าพารามิเตอร์ในขั้นตอนต่อไป จำนวน 300 ข้อ องค์ประกอบละ 75 ข้อ (รายละเอียดดังตาราง 41-42 ภาคผนวก ข หน้า 276-280)

4.2.6 จัดชุดข้อสอบ แบบทดสอบละ 6 ชุด ๆ ละ 4 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบองค์ประกอบความถนัดทางภาษา ฉบับที่ 2 องค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน ฉบับที่ 3 องค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล และฉบับที่ 4 องค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งมีข้อสอบฉบับละ 15 ข้อ และเนื่องจากมีการปรับเทียบคะแนนด้วยรูปแบบผู้สอบต่างกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบร่วม (Anchor-Test Design) ใช้จำนวนข้อสอบร่วม 20% ของจำนวนข้อสอบ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 165 ; อ้างอิงมาจาก Angoff. 1984) ดังนั้น แต่ละฉบับมีข้อสอบร่วม 3 ข้อ รวมข้อสอบทั้งสิ้น 300 ข้อ (ดังตาราง 14) และนำไปเก็บข้อมูลต่อไป

ตาราง 14 การจัดชุดข้อสอบ จำแนกตามข้อสอบร่วม ข้อสอบต่างกัน และกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดสอบหาค่าพารามิเตอร์

องค์ประกอบความถนัด	ฉบับที่	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)			จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)
		ทั้งฉบับ	ข้อสอบร่วม	ข้อสอบต่างกับฉบับอื่น	
ความถนัดทางภาษา	1	15	3	12	66
	2	15	3	12	66
	3	15	3	12	65
	4	15	3	12	67
	5	15	3	12	61
	6	15	3	12	61
	รวม		90	3	72



ตาราง 14 (ต่อ)

องค์ประกอบความถนัด	ฉบับที่	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)			จำนวน กลุ่มตัวอย่าง (คน)
		ทั้งฉบับ	ข้อสอบรวม	ข้อสอบต่าง กับฉบับอื่น	
ความถนัดด้านจำนวน	1	15	3	12	60
	2	15	3	12	67
	3	15	3	12	64
	4	15	3	12	69
	5	15	3	12	65
	6	15	3	12	61
	รวม	90	3	72	386
ความถนัดด้านเหตุผล	1	15	3	12	60
	2	15	3	12	64
	3	15	3	12	66
	4	15	3	12	65
	5	15	3	12	65
	6	15	3	12	66
	รวม	90	3	72	386
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	1	15	3	12	63
	2	15	3	12	66
	3	15	3	12	65
	4	15	3	12	67
	5	15	3	12	65
	6	15	3	12	60
	รวม	90	3	72	386
รวมทั้งสิ้น		360	12	288	386

### 5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะดำเนินการดังต่อไปนี้

5.1 ขอนหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ เพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการสถานศึกษา เพื่อดำเนินการทดสอบนักเรียน

5.2 ประสานผู้อำนวยการสถานศึกษาเพื่อแจ้งขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และนำแบบทดสอบที่จัดเตรียมไว้มอบให้ครูที่ได้รับมอบหมายเป็นผู้ดำเนินการทดสอบ โดยผู้วิจัย อธิบายจุดมุ่งหมายของการวิจัยและชี้แจงวิธีการทดสอบ พร้อมทั้งทำการนัดหมาย วัน เวลา ที่จะขอรับแบบทดสอบคืน



5.3 ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่ 1 กุมภาพันธ์ ถึง 15 มีนาคม 2557

5.4 นำแบบทดสอบที่ได้รับมาตรวจสอบ ความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูล และวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างเป็นการตรวจสอบเชิงยืนยันว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดองค์ประกอบความถนัดตามที่ระบุไว้หรือไม่ ทั้งนี้ข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นข้อสอบที่วัดความสามารถ 4 มิติ (จำแนกตามองค์ประกอบความถนัดทางการเรียน) โครงสร้างของข้อสอบมีลักษณะเป็นข้อสอบพหุมิติระหว่างข้อ ซึ่งแต่ละมิติมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสัมพันธ์กันสูง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .745 ถึง .920 โดยดำเนินการทดสอบองค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรม TESTFACT ในลักษณะของ Confirmatory Item Factor Analysis ที่เรียกว่า bi-factor analysis ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อสอบแต่ละข้อสามารถวัดองค์ประกอบความถนัดตามที่ระบุไว้ในลักษณะที่ไม่เหลื่อมล้ำไปในองค์ประกอบอื่น ๆ และมีค่า  $\chi^2 = 826148.74$ ,  $df = 79241.00$ ,  $P = 0.120$  นั่นคือ ข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (รายละเอียดดังตาราง 43 ภาคผนวก ข หน้า 281-290)

5.5 วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบแบบพหุมิติ ด้วยโปรแกรม TESTFACT โดยใช้การวิเคราะห์แบบ bi-factor ซึ่งจะประมาณค่าพารามิเตอร์ความยาก (b) และอำนาจจำแนก (a) สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์โอกาสการเดา (c) จะวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG-MG และเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ด้วยวิธีปรับแก้ค่าเฉลี่ยและซิกมา (Robust Mean and Sigma Method) (รายละเอียดดังตาราง 44 ภาคผนวก ข หน้า 290-293) ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบความถนัดทางการเรียนก่อนคัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบ จากการทดสอบนักเรียนจำนวน 386 คน มีค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.33 โดยองค์ประกอบความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.28, 0.34, 0.33 และ 0.33 ตามลำดับ ค่าความยากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.27 โดยองค์ประกอบความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าความยากเท่ากับ 0.28, 0.28, 0.25 และ 0.29 ตามลำดับ และโอกาสการเดามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.15 โดยองค์ประกอบความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าโอกาสการเดาเท่ากับ 0.16, 0.15, 0.15 และ 0.13 ตามลำดับ (รายละเอียดดังตาราง 45-46 ภาคผนวก ข หน้า 293-303)

5.6 คัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบ โดยพิจารณาจากข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเป็นบวก ค่าความยากแบบพหุมิติในช่วง -2.50 ถึง 2.50 และค่าโอกาสการเดาข้อสอบได้ถูกมีค่าไม่เกิน 0.30 เข้าสู่คลังข้อสอบ เพื่อนำคลังข้อสอบไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

### 6.1 การหาคุณภาพเครื่องมือ

6.1.1 ค่าความสอดคล้องของเนื้อหา โดยการหาผลรวมของคะแนนในข้อสอบแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด แล้วมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อดูดัชนีความสอดคล้อง (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 220) ดังสูตร



$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบ  
 $\sum R$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด  
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

6.1.2 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ทั้งนี้ข้อสอบที่นำมาใช้เป็นคลังข้อสอบนั้นมีลักษณะเป็นข้อสอบที่วัดความสามารถหลายมิติ ซึ่งโครงสร้างของข้อสอบมีลักษณะเป็นข้อสอบพหุมิติระหว่างข้อ ผู้วิจัยศึกษาจากองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบทางภาษา องค์ประกอบด้านตัวเลข องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ โดยจะแบ่งมิติที่จะศึกษาออกเป็น 4 มิติ ตามองค์ประกอบข้างต้น โดยดำเนินการทดสอบองค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้วยโปรแกรม TESTFACT ซึ่งวิเคราะห์ในลักษณะของ Confirmatory Item Factor Analysis ที่เรียกว่า bi-factor analysis

6.1.3 ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบแบบพหุมิติ วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม TESTFACT โดยใช้การวิเคราะห์แบบ bi-factor ซึ่งให้ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกตามมิติที่มุ่งวัดและอำนาจจำแนกรวม ดังนั้น ข้อสอบทุกข้อ จึงมีค่าอำนาจจำแนก 2 ค่า คือ ค่าอำนาจจำแนกในองค์ประกอบความถนัดและค่าอำนาจจำแนกรวม สำหรับอำนาจจำแนกในมิติอื่น ๆ ที่ไม่ได้มุ่งวัด มีค่าเป็น 0 ซึ่งโปรแกรม TESTFACT จะประมาณค่าพารามิเตอร์ความยาก (b) และอำนาจจำแนก (a) สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์โอกาสการเดา (c) จะวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BILOG-MG

6.1.4 วิธีการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ใช้วิธีปรับแก้ค่าเฉลี่ยและซิกมา (Robust Mean and Sigma Method) โดยนำความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบรวมเป็นรายข้อมาใช้เป็นตัวถ่วงน้ำหนัก ข้อสอบรวมที่มีค่าแปรปรวนระหว่างฉบับสูงจะมีน้ำหนักน้อย ส่วนข้อที่มีค่าแปรปรวนระหว่างฉบับต่ำจะมีน้ำหนักมาก ค่าน้ำหนักเป็นส่วนกลับของความแปรปรวนของค่าประมาณตัวที่มีค่ามาก (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 175 ; อ้างอิงมาจาก Linn and others. 1981)

## 6.2 สถิติพื้นฐาน

6.2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) เป็นค่ากลางที่ได้จากการนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนทั้งหมด ดังสูตร (คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2553 : 125)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย  
 $\sum X$  แทน ข้อมูลแต่ละตัวในชุดข้อมูล  
 N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด



6.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) เป็นการวัดการกระจายจากการหารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของระยะทางของข้อมูลแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด (คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2553 : 127)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $x$  แทน ข้อมูลแต่ละตัว  
 $x^2$  แทน ข้อมูลแต่ละตัวยกกำลังสอง  
 $N$  แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

## ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

### 1. ความมุ่งหมายของการวิจัยและพัฒนา

เพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน เป็นการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ โดยพัฒนา 2 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ และโปรแกรมที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมจากผู้เชี่ยวชาญ

### 2. แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสมของโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรม จำนวน 5 ท่าน ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญที่จบการศึกษาระดับปริญญาเอกทางด้านคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญที่จบการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านการศึกษาและประเมินผลการศึกษา จำนวน 2 ท่าน (ดังภาคผนวก ก หน้า 273)

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ได้แก่

3.1 แบบประเมินโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรม (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ

3.2 โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

3.3 โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ



3.4 คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

3.5 คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

#### 4. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

##### 4.1 แบบประเมินโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรม (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

###### 4.1.1 ศึกษาและสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง

4.1.2 สร้างแบบประเมิน โดยการปรับแบบประเมินของสมประสงค์ เสนารัตน์ (2555 : 390-392) และให้คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนและการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมิน ดังนี้

###### เกณฑ์การให้คะแนน

มากที่สุด	ให้คะแนน	5
มาก	ให้คะแนน	4
ปานกลาง	ให้คะแนน	3
น้อย	ให้คะแนน	2
น้อยที่สุด	ให้คะแนน	1

###### เกณฑ์การพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมิน

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00	โปรแกรมและคู่มือมีความถูกต้องเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้ในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	โปรแกรมและคู่มือมีความถูกต้องเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้ในระดับมาก
2.51 – 3.50	โปรแกรมและคู่มือมีความถูกต้องเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้ในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	โปรแกรมและคู่มือมีความถูกต้องเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้ในระดับน้อย
1.00 – 1.50	โปรแกรมและคู่มือมีความถูกต้องเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้ในระดับน้อยที่สุด

4.1.3 จัดพิมพ์แบบประเมินโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรม (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

##### 4.2 โปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ดำเนินการดังนี้

4.2.1 นำคลังข้อสอบจากขั้นตอนที่ 1 มาใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับพัฒนาโปรแกรม ประกอบด้วยไฟล์ที่เป็นภาพ และค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ



4.2.2 ศึกษาและสังเคราะห์เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

4.2.3 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยมีวิธีการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้ (เวชยันต์ สังข์จ้อย. 2554 : 23-24)

1) ออกแบบโปรแกรม (Design) โดยการออกแบบโครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรม ได้แก่ หน้าจอโปรแกรมแรก หน้าจอการลงทะเบียน หน้าจอยินดีต้อนรับ หน้าจอคำแนะนำ ก่อนทดสอบ หน้าจอข้อสอบ หน้าจอคัดเลือกรูปข้อสอบข้อถัดไป หน้าจอแสดงผลการทดสอบในแต่ละองค์ประกอบความถนัด หน้าจอแสดงตารางผลการทดสอบความถนัดทางการเรียน หน้าจอแนะนำแนวทางการศึกษาต่อ หน้าจอสรุปผลการทดสอบและแนะนำแนวทางการศึกษาต่อ และออกแบบปุ่มคำสั่งในการใช้งานโปรแกรม (ดังภาพประกอบ 26-41 ภาคผนวก ค หน้า 335-343)

2) สร้างผังงานโปรแกรม (Program Flowchart) เป็นกระบวนการทำงานของโปรแกรมทั้ง 2 โปรแกรม ตั้งแต่รับข้อมูล (Input) คำนวณ (Process) จนถึงแสดงผลลัพธ์ (Output) ซึ่งผู้วิจัยสร้างผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการทดสอบ (ดังภาพประกอบ 16-17)

3) เลือกภาษาในการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบ โดยผู้วิจัยเลือกใช้ภาษา Visual Basic .Net 2010 และ Microsoft SQL Server 2008 เนื่องจากเป็นภาษาที่รองรับ Optional argument รองรับ Optional argument และจะมีฟังก์ชัน MathNet.Number.LinearAlgebra.Double ในการคำนวณ

4) เขียนโปรแกรม (Coding)

4.2.4 ทดลองใช้โปรแกรม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเบื้องต้นโดยผู้วิจัย หากพบข้อผิดพลาด จะทำการปรับปรุงแก้ไขจนกว่าจะได้โปรแกรมที่ถูกต้องเหมาะสมกับการนำไปใช้งานต่อไป

4.2.5 สร้างคู่มือในการใช้โปรแกรม สำหรับให้ผู้ใช้สามารถใช้งานโปรแกรมได้ตามลำดับขั้นตอน โดยศึกษาจากคู่มือการใช้โปรแกรมของสมประสงค์ เสนารัตน์ (2555 : 358-384) (ดังภาคผนวก ง หน้า 344-372) และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพต่อไป

## 5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะดำเนินการดังต่อไปนี้

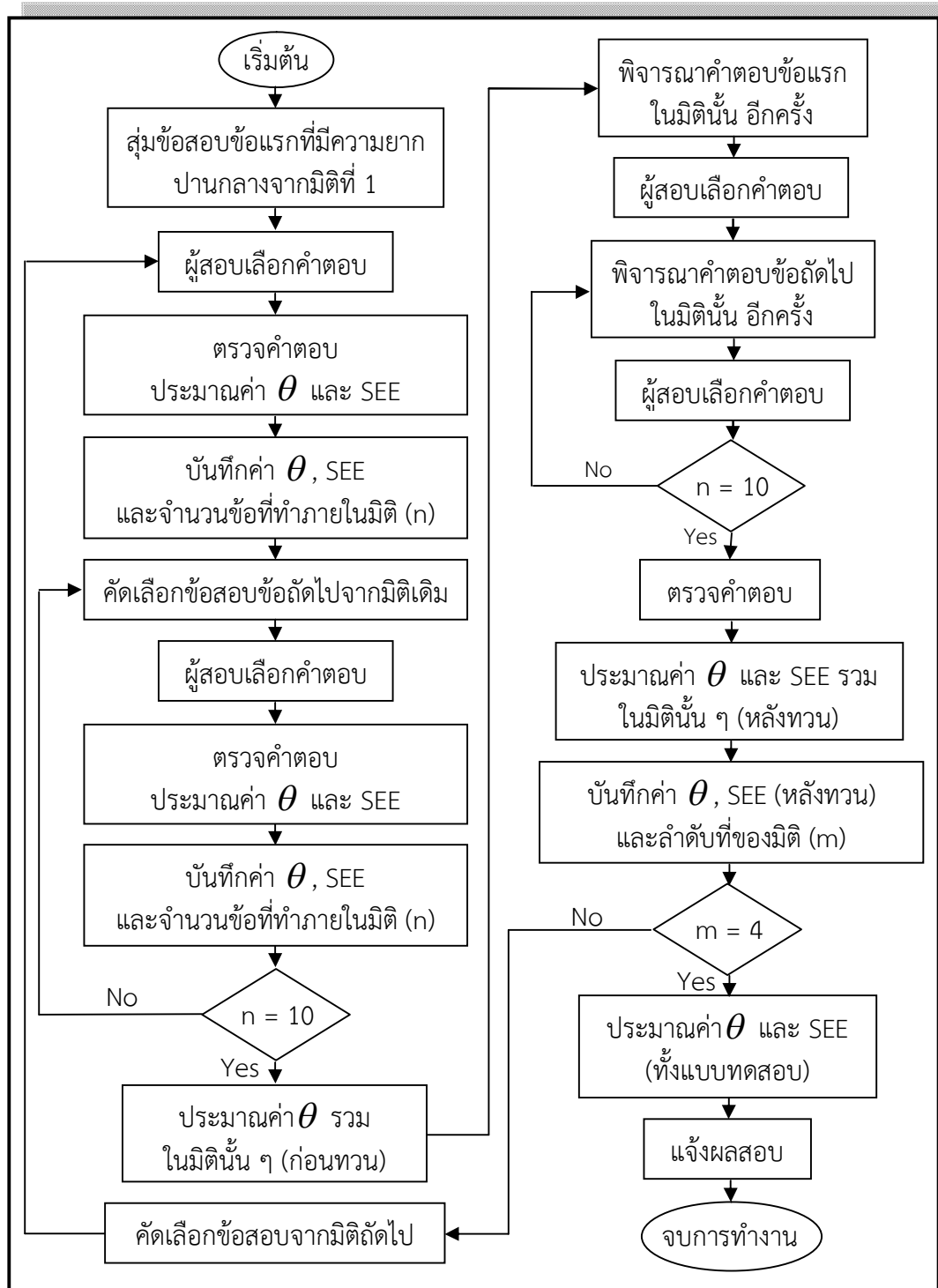
5.1 ขอนหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ เพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของร่างโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

5.2 ประสานผู้เชี่ยวชาญ ให้พิจารณาโปรแกรมและคู่มือ โดยระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่ 1-30 กรกฎาคม 2557 ซึ่งผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรมและคู่มือการใช้งานโปรแกรมการทดสอบ พบว่า โปรแกรมการทดสอบภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบและไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.46$ , S.D. = .357 และ  $\bar{x} = 4.47$ , S.D. = .349 ตามลำดับ) และคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบและไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.53$ , S.D. = .398 และ  $\bar{x} = 4.53$ , S.D. = .398 ตามลำดับ) (รายละเอียดดังตาราง 47-48 ภาคผนวก ข หน้า 304-306)

5.3 ปรับปรุงโปรแกรมและคู่มือตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนที่ 3 ต่อไป



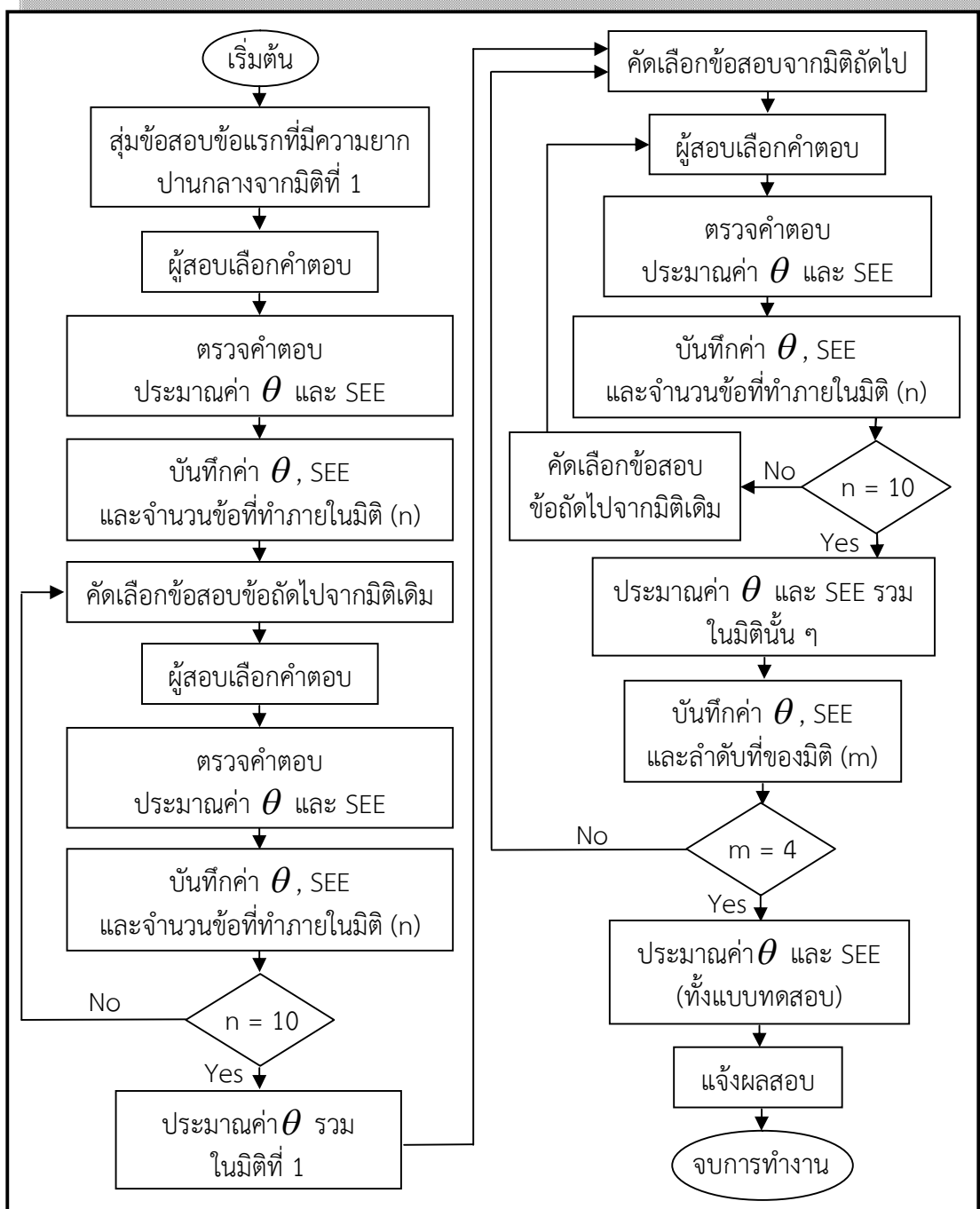
6. การวิเคราะห์ข้อมูล  
วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)



ภาพประกอบ 16 ฝั่งแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ







ภาพประกอบ 17 ผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ



### ระยะที่ 3 การทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

#### 1. ความมุ่งหมายของการวิจัยและพัฒนา

เพื่อศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของโปรแกรมการทดสอบ เปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบ และเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ โดยนำโปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากระยะที่ 2 มาดำเนินการทดลองใช้กับตัวอย่างวิจัย และนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ และสารสนเทศของแบบทดสอบ เพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัย นอกจากนี้ให้ตัวอย่างวิจัยตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ และนำผลมาปรับปรุงโปรแกรมเพื่อนำไปใช้ในระยะต่อไป

#### 2. แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูลในการพัฒนาคลังข้อสอบความถนัดทางการเรียน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

2.1 ครูผู้สอน จำนวน 12 คน จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นโรงเรียนเดียวกับนักเรียนตัวอย่างวิจัย โรงเรียนละ 2 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 194 คน จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และทำการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แบ่งกลุ่มโรงเรียนตามสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 15 กลุ่ม ได้แก่ สพม. เขต 19-33

ขั้นตอนที่ 2 สุ่มเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 2 เขต และสุ่มโปรแกรมให้กับเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาที่สุ่มได้ ปรากฏว่าสุ่มได้ สพม.เขต 26 ทดสอบด้วยโปรแกรมที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ และ สพม. เขต 30 ทดสอบด้วยโปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

ขั้นตอนที่ 3 แบ่งกลุ่มโรงเรียนตามขนาดโรงเรียน จำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่

ขั้นตอนที่ 4 สุ่มโรงเรียนที่สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาที่สุ่มได้จากขั้นตอนที่ 2 ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เขตพื้นที่ละ 3 โรงเรียน โดยเป็นโรงเรียนขนาดละ 1 โรงเรียน รวมทั้ง 2 เขต เป็น 6 โรงเรียน

ขั้นตอนที่ 5 สุ่มห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนที่สุ่มได้จากขั้นตอนที่ 4 โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย โรงเรียนละ 1 ห้อง รวมห้องเรียน 6 ห้อง และเนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของการสุ่มนักเรียนจากห้องเรียนเป็นรายบุคคล ผู้วิจัยจึงใช้นักเรียนทุกคนในแต่ละห้องเรียนที่สุ่มได้เป็นตัวอย่างวิจัย ซึ่งได้นักเรียนตัวอย่างวิจัยทั้งหมด 194 คน ซึ่งตัวอย่างวิจัยที่ใช้ในขั้นตอนนี้ สามารถแสดงได้ดังตาราง 15



ตาราง 15 แสดงตัวอย่างวิจัยที่ใช้ในการทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบและคู่มือการทดสอบ

เขตพื้นที่	ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	ห้องที่ สุ่มได้	จำนวนตัวอย่างวิจัย(คน)	
				นักเรียน	ครู
สพม. เขต 26 (ทดลองใช้โปรแกรมที่ไม่ อนุญาตให้ทวนคำตอบ)	เล็ก	โรงเรียนยางวิทยาคม	3/2	16	2
	กลาง	โรงเรียนเขวไร่ศึกษา	3/1	24	2
	ใหญ่	โรงเรียนบรบือวิทยาคาร	3/2	39	2
สพม. เขต 30 (ทดลองใช้โปรแกรมที่ อนุญาตให้ทวนคำตอบ)	เล็ก	โรงเรียนบ้านค่ายวิทยา	3/2	32	2
	กลาง	โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน	3/1	33	2
	ใหญ่	โรงเรียนสตรีชัยภูมิ	3/6	50	2
รวม				194	12

เนื่องจากจำนวนตัวอย่างวิจัยที่ใช้ในการทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบและคู่มือการทดสอบ ระหว่างโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ มีจำนวน 115 คน และโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ มีจำนวน 79 คน ซึ่งมีจำนวนต่างกัน จึงดำเนินการสุ่มตัวอย่างวิจัยให้มีจำนวนเท่ากัน นั่นคือ ใช้จำนวนตัวอย่างวิจัย 158 คน โปรแกรมละ 79 คน เพื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบสมมติฐาน

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ดังนี้

3.1 โปรแกรมการทดสอบความถนัดแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

3.2 โปรแกรมการทดสอบความถนัดแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

3.3 คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

3.4 คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

3.5 แบบประเมินความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

3.6 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (สำหรับครูผู้สอน)

3.7 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับ



นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (สำหรับครูผู้สอน)

3.8 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (สำหรับนักเรียน)

3.9 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (สำหรับนักเรียน)

#### 4. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การสร้างโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ได้กล่าวไว้ในขั้นตอนที่ 2

4.2 การสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ดำเนินการดังนี้

4.2.1 ศึกษาและสังเคราะห์วิธีการสร้างแบบประเมินจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

4.2.2 สร้างแบบประเมินความเหมาะสม เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเกณฑ์เชิงจิต-สังคม โดยแบ่งออกเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 แบบประเมินความเหมาะสมของข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรม ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (สำหรับครูผู้สอน)

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรม ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (สำหรับครูผู้สอน)

ตอนที่ 3 แบบประเมินความเหมาะสมของข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรม ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (สำหรับนักเรียน)

ตอนที่ 4 แบบประเมินความเหมาะสมของข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรม ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (สำหรับนักเรียน)

ผู้วิจัยสร้างข้อคำถามในแต่ละแบบสอบถามความคิดเห็นแตกต่างกัน สามารถสรุปจำนวนข้อคำถามที่สร้างขึ้นและที่ต้องการ ดังตาราง 16



ตาราง 16 แสดงจำนวนข้อคำถามที่สร้างขึ้นและต้องการ

เครื่องมือ	เกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-social criteria)	ข้อคำถาม (ข้อ)	
		สร้าง	ต้องการ
แบบสอบถามความ คิดเห็นที่มีต่อ โปรแกรมและคู่มือการ ใช้โปรแกรมที่อนุญาต ให้ทวนคำตอบ (สำหรับครูผู้สอน)	สำหรับโปรแกรมการทดสอบ		
	ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ	5	4
	ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ	5	4
	ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ	5	4
	ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์	5	4
	สำหรับคู่มือการใช้โปรแกรม		
	ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ	4	3
	ด้านการจูงใจของคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ	4	3
	ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม	4	3
	ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม	4	3
รวม		36	28
แบบสอบถามความ คิดเห็นที่มีต่อ โปรแกรมและคู่มือ การใช้โปรแกรม ที่ไม่อนุญาต ให้ทวนคำตอบ (สำหรับครูผู้สอน)	สำหรับโปรแกรมการทดสอบ		
	ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ	5	4
	ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ	5	4
	ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ	5	4
	ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	5	4
	สำหรับคู่มือการใช้โปรแกรม		
	ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ	4	3
	ด้านการจูงใจของคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ	4	3
	ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม	4	3
	ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม	4	3
รวม		36	28
แบบสอบถามความ คิดเห็นที่มีต่อ โปรแกรมที่อนุญาต ให้ทวนคำตอบ (สำหรับนักเรียน)	ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ	5	4
	ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ	5	4
	ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ	5	4
	ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์	5	4
รวม		20	16



ตาราง 16 (ต่อ)

เครื่องมือ	เกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-social criteria)	ข้อคำถาม (ข้อ)	
		สร้าง	ต้องการ
แบบสอบถามความ คิดเห็นที่มีต่อ	ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ	5	4
	ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ	5	4
โปรแกรมที่ไม่อนุญาต ให้ทวนคำตอบ (สำหรับนักเรียน)	ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ	5	4
	ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์	5	4
รวม		20	16

4.2.3 ให้คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

4.3 แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ดำเนินการดังนี้

4.3.1 ศึกษาและสังเคราะห์วิธีการสร้างเครื่องมือจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

4.3.2 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็น โดยใช้เกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-social criteria) ของ Sympson ประเมินใน 4 ประเด็น ได้แก่ ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ ด้านการจูงใจของโปรแกรม การทดสอบ ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งแบบสอบถามความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยประยุกต์จากแบบสอบถามความคิดเห็นของธนศักดิ์ จันทร์พรม (2552 : 129-130) และ สุนันท์ พลอาษา (2551 : 120-122) การวิจัยในครั้งนี้สร้างแบบประเมิน จำนวน 4 ฉบับ ได้แก่

ฉบับที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (สำหรับครูผู้สอน) สร้างข้อคำถามสำหรับโปรแกรมการทดสอบ จำนวน 20 ข้อ และข้อคำถามสำหรับคู่มือการใช้การทดสอบ จำนวน 16 ข้อ

ฉบับที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (สำหรับครูผู้สอน) สร้างข้อคำถามสำหรับโปรแกรมการทดสอบ จำนวน 20 ข้อ และข้อคำถามสำหรับคู่มือการใช้การทดสอบ จำนวน 16 ข้อ

ฉบับที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (สำหรับนักเรียน) จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 4 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (สำหรับนักเรียน) จำนวน 20 ข้อ



4.3.3 ให้คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

4.3.4 ประธานผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน (ดังภาคผนวก ก หน้า 274) และส่งแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีความเหมาะสมมากกว่า 0.60 ขึ้นไป เพื่อนำไปใช้ในการจัดทำแบบสอบถามความคิดเห็น ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมพบว่า ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความเหมาะสม 0.80-1.00 โดยฉบับที่ 1 ข้อคำถามสำหรับโปรแกรมการทดสอบผ่านเกณฑ์ จำนวน 19 ข้อ แต่คัดเลือกไว้เพียง 16 ข้อ และข้อคำถามสำหรับคู่มือการใช้ผ่านเกณฑ์ทุกข้อ แต่คัดเลือกไว้เพียง 12 ข้อ ฉบับที่ 2 ข้อคำถามสำหรับโปรแกรมการทดสอบผ่านเกณฑ์ทุกข้อ แต่คัดเลือกไว้เพียง 16 ข้อ และข้อคำถามสำหรับคู่มือการใช้ผ่านเกณฑ์ทุกข้อ แต่คัดเลือกไว้เพียง 12 ข้อ และฉบับที่ 3-4 ผ่านเกณฑ์ทุกข้อ แต่คัดเลือกไว้เพียงฉบับละ 16 ข้อ (รายละเอียดดังตาราง 49-52 ภาคผนวก ข หน้า 306-311)

4.3.5 ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนต่อไป

## 5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะดำเนินการดังต่อไปนี้

5.1 ประธานผู้อำนวยการสถานศึกษา เพื่อแจ้งและขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่ 1 สิงหาคม ถึง 15 กันยายน 2557 พร้อมทั้งขอข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตัวอย่างวิจัย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-2 และประสานฝ่ายทะเบียนและวัดผล เพื่อนำมารับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตัวอย่างวิจัยประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ในเดือนตุลาคมต่อไป

5.2 ดำเนินการทดสอบนักเรียนตัวอย่างวิจัย พร้อมทั้งตอบแบบสอบถามความคิดเห็น และให้ครูผู้สอนเข้าร่วมสังเกตการทดสอบในครั้งนี้ และตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ

5.3 ดำเนินการสัมภาษณ์ตัวอย่างวิจัยแบบมีโครงสร้างในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ เพื่อเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (รายละเอียดดังตาราง 61-67 ภาคผนวก ข หน้า 321-324) และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

5.4 นำผลการทดสอบของนักเรียนตัวอย่างวิจัยมาศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ วิเคราะห์และเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบ วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 การหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ โดยการหาค่าเฉลี่ยของผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ดังสูตร

$$\text{ความเหมาะสม} = \frac{\sum R}{N}$$



เมื่อ  $\sum R$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด  
 $N$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

6.2 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage)

### 6.3 การทดสอบสมมติฐาน

6.3.1 เพื่อศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถที่วัดได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และผลการเรียนเฉลี่ยประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 อีกทั้ง หาความสัมพันธ์ในแต่ละองค์ประกอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 5 วิชาหลัก ได้แก่ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ซึ่งการศึกษาความสัมพันธ์จะคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) ดังสูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2552 : 110-111)

$$R_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ  $R_{xy}$  แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง  $X$  และ  $Y$   
 $X$  แทน ค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบ  
 $Y$  แทน ค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ยสะสม  
 $\sum XY$  แทน ผลรวมของผลคูณระหว่าง  $X$  และ  $Y$   
 $\sum X$  แทน ผลรวมของค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบแต่ละคน  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบแต่ละคนยกกำลังสอง  
 $(\sum X)^2$  แทน กำลังสองของผลรวมค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบแต่ละคน  
 $\sum Y$  แทน ผลรวมของค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ยสะสมแต่ละคน  
 $\sum Y^2$  แทน ผลรวมของค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ยสะสมแต่ละคนยกกำลังสอง  
 $(\sum Y)^2$  แทน กำลังสองของผลรวมค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ยสะสมแต่ละคน  
 $N$  แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด





6.3.2 เพื่อเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

1) วิเคราะห์สารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information) เป็นดัชนีผสมที่สร้างจากดัชนีคุณลักษณะของข้อสอบหลายลักษณะ เพื่อใช้ประเมินคุณภาพของแบบทดสอบที่พิจารณาจากความถูกต้องแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ โดยหาจากผลรวมเชิงพีชคณิตของค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบแต่ละข้อรวมเข้าด้วยกันทั้งหมด ณ ตำแหน่ง  $\theta$  เดียวกัน ดังสูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 65 ; ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ. 2554 : 78 ; Hambleton, Swaminathan and Roger. 1991 : 94)

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^k I_i(\theta), \quad i = 1, 2, \dots, k$$

$$I_i(\theta) = \frac{2.89a_i^2(1-c_i)}{\left[ c_i + e^{1.7a_i(\theta-b_i)} \right] \left[ 1 + e^{-1.7a_i(\theta-b_i)} \right]^2}$$

เมื่อ $I(\theta)$	แทน	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศหรือค่าสารสนเทศที่ได้รับจากแบบทดสอบสำหรับผู้สอบที่มีความสามารถ $\theta$
$I_i(\theta)$	แทน	ค่าฟังก์ชันสารสนเทศหรือค่าสารสนเทศที่ได้จากข้อสอบข้อที่ $i$ สำหรับผู้สอบที่มีความสามารถ $\theta$
$k$	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
$a_i$	แทน	ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ $i$
$b_i$	แทน	ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่ $i$
$c_i$	แทน	ค่าพารามิเตอร์โอกาสการเดาข้อสอบถูกของข้อสอบข้อที่ $i$
$e$	แทน	ลอการิทึมที่มีฐาน $e$ ( $e = 2.72$ )

2) เปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบ ดำเนินการวิเคราะห์ Independent Sample t-test

6.3.3 เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

1) วิเคราะห์ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage)



2) การเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ ด้วย การวิเคราะห์ One-way MANOVA โดยตัวแปรอิสระ ได้แก่ โปรแกรมการทดสอบ และตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการประเมิน 4 ด้าน

#### ระยะที่ 4 การประเมินผลการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วย คอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

##### 1. ความมุ่งหมายของการวิจัยและการพัฒนา

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ และศึกษาผลการแนะนำการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยนำโปรแกรมการทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงโปรแกรมจากระยะที่ 3 มาดำเนินการทดสอบกับตัวอย่างวิจัย และนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์และศึกษาผลการแนะนำ โดยศึกษาจากองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด จำแนกตามแผนการเรียน/ประเภทวิชาที่โปรแกรมการทดสอบได้แนะนำการศึกษาต่อ เพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัย นอกจากนี้ให้ตัวอย่างวิจัยตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ และนำผลการประเมินมาปรับปรุงให้ได้โปรแกรมที่มีคุณภาพมากขึ้น

2. แหล่งข้อมูล ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แบ่งกลุ่มโรงเรียนตามสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งได้แก่ สพม. เขต 19-33 จำนวน 15 กลุ่ม เพื่อสุ่มตัวอย่างวิจัยแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ขั้นตอนที่ 2 สุ่มเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 1 เขต

ขั้นตอนที่ 3 แบ่งกลุ่มโรงเรียนตามขนาดโรงเรียน จำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่

ขั้นตอนที่ 4 สุ่มโรงเรียนที่สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาที่สุ่มได้จากขั้นตอนที่ 2 ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 3 โรงเรียน โดยเป็นโรงเรียนขนาดละ 1 โรงเรียน

ขั้นตอนที่ 5 สุ่มห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนที่สุ่มได้จากขั้นตอนที่ 3 โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย ขนาดละ 1 ห้อง รวมห้องเรียน 3 ห้อง และเนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของการสุ่มนักเรียนจากห้องเรียนเป็นรายบุคคล ผู้วิจัยจึงใช้นักเรียนทุกคนในแต่ละห้องเรียนที่สุ่มได้เป็นตัวอย่างวิจัย ซึ่งได้นักเรียนตัวอย่างวิจัย จำนวน 100 คน ซึ่งตัวอย่างวิจัยที่ใช้ในขั้นตอนนี้ สามารถแสดงได้ดังตาราง 17



ตาราง 17 แสดงตัวอย่างวิจัยที่ใช้ในการประเมินผลการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

เขตพื้นที่	ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	ห้องที่ สุ่มได้	ตัวอย่างวิจัย (คน)
สพม. เขต 27	เล็ก	โรงเรียนผาน้ำทิพย์วิทยา	3/1	28
	กลาง	โรงเรียนเมวดีพิทยาคม	3/1	32
	ใหญ่	โรงเรียนหนองพอกวิทยาลัย	3/3	40
รวม				100

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 โปรแกรมการทดสอบความถนัดแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.2 คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

### 4. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การสร้างโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ได้กล่าวไว้ในขั้นตอนที่ 2

4.2 การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ได้กล่าวไว้ในขั้นตอนที่ 3 โดยใช้เฉพาะแบบสอบถามฉบับนักเรียน และเพิ่มข้อคำถามตอนที่ 1 ได้แก่ เพศ วิชาที่ชอบ เรียนพิเศษหรือไม่ การศึกษาสูงสุดของผู้ปกครอง และรายได้ของผู้ปกครอง (ต่อเดือน)

### 5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะดำเนินการดังต่อไปนี้

5.1 ขอนหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ เพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการสถานศึกษาในการดำเนินการทดสอบกับตัวอย่างวิจัย

5.2 ประสานผู้อำนวยการสถานศึกษา เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน ถึง 4 ธันวาคม 2557

5.3 ดำเนินการทดสอบกับตัวอย่างวิจัย และให้ตัวอย่างวิจัยตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ พร้อมทั้งดำเนินการสัมภาษณ์ตัวอย่างวิจัยแบบมีโครงสร้างในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ เพื่อเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (รายละเอียดดังตาราง 74-79 ภาคผนวก ข หน้า 332-334)



5.4 นำผลการทดสอบของตัวอย่างวิจัยมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ เพศ ขนาดโรงเรียน วิชาที่ชอบ การเรียนพิเศษ การศึกษาผู้ปกครอง และรายได้ผู้ปกครอง

5.5 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

6.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ โดยการทดสอบด้วยสถิติไคสแควร์ (Chi-Square Test) เนื่องจากต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแบ่งกลุ่ม 2 ตัว ได้แก่ องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดและตัวแปรต่าง ๆ ดังสูตร

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad df = (r - 1)(c - 1)$$

เมื่อ	$\chi^2$	แทน ค่าสถิติไคสแควร์ (Chi-square)
	$O_{ij}$	แทน ความถี่ที่สังเกตได้ในแถวที่ i สดมภ์ที่ j
	$E_{ij}$	แทน ความถี่ที่คาดหวังได้ในแถวที่ i สดมภ์ที่ j

6.2 เพื่อศึกษาผลการแนะนำแนวการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage)



## สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัย

ตาราง 18 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบความมุ่งหมายของการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย	สิ่งที่ศึกษา	การวิเคราะห์ข้อมูล
<p>1. เพื่อพัฒนาและเปรียบเทียบคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน</p> <p>1.1 เพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน</p>	<p>1. คลังข้อสอบความถนัดทางการเรียน</p> <p>2. โปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน</p>	<p>1. ค่าความสอดคล้องของเนื้อหา</p> <p>2. ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง</p> <p>3. ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบแบบพหุมิติ</p> <p>4. เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยวิธีปรับแก้ค่าเฉลี่ยและซิกมา</p> <p>1. ค่าเฉลี่ย</p> <p>2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน</p>
<p>1.2 เพื่อศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน</p>	<p>1. ผลการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน</p> <p>2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้สอบ ประจำปีภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557</p>	<p>ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างค่าความสามารถที่วัดได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และผลการเรียนเฉลี่ย ประจำปีภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557</p>



ตาราง 18 (ต่อ)

ความมุ่งหมายของการวิจัย	สิ่งที่ศึกษา	การวิเคราะห์ข้อมูล
1.3 เพื่อเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทาง การเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน	วิเคราะห์สารสนเทศของแบบทดสอบ จากผลการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน	วิเคราะห์ Independent Sample t-test
1.4 เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน	แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์เชิงจิตสังคม ประเมินใน 4 ประเด็น ได้แก่ 1. ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ 2. ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ 3. ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ 4. ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	one-way MANOVA
2. เพื่อศึกษาความถนัดทางการเรียนจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทาง การเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ	องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ เพศ ขนาดโรงเรียน วิชาที่ชอบ การเรียนพิเศษ การศึกษาผู้ปกครอง และรายได้ผู้ปกครอง	การทดสอบด้วยสถิติไคสแควร์ (Chi-Square Test)



ตาราง 18 (ต่อ)

ความมุ่งหมายของการวิจัย	สิ่งที่ศึกษา	การวิเคราะห์ข้อมูล
2.2 เพื่อศึกษาการแนะแนวการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับผลการแนะแนวการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบ	1. ค่าเฉลี่ย 2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3. ความถี่ 4. ร้อยละ



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าตัวแปรและค่าสถิติต่าง ๆ ไว้ดังนี้

$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
Min	แทน	ค่าต่ำสุด
Max	แทน	ค่าสูงสุด
N	แทน	จำนวนตัวอย่างวิจัย
t	แทน	การทดสอบที แบบกลุ่มอิสระ (Independent Sample t-test)
F	แทน	สถิติเอฟจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (One-way MANOVA)
Sig.	แทน	นัยสำคัญทางสถิติ (Statistical Significance)
$\chi^2$	แทน	ค่าไคสแควร์ (Chi-square)
df	แทน	องศาอิสระ (Degree of freedom)
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและเปรียบเทียบคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ และเพื่อศึกษาความถนัดทางการเรียนจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ 4 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนาค้างข้อสอบความถนัดทางการเรียน ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ระยะที่ 3 การทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ และระยะที่ 4 การประเมินผลการใช้โปรแกรม





การทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ผู้วิจัยขอแนะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังรายละเอียดตามลำดับต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาและเปรียบเทียบคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวน คำตอบที่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความถนัดทางการเรียนจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาและเปรียบเทียบคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

การพัฒนาและเปรียบเทียบคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้

1.1 ผลการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยขอแนะนำเสนอผลการพัฒนาในประเด็นต่าง ๆ ตามลำดับ ดังนี้

#### 1.1.1 ผลการพัฒนาคลังข้อสอบความถนัดทางการเรียน

คลังข้อสอบในโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้คัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบ โดยพิจารณาจากข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเป็นบวก ค่าความยากแบบพหุมิติในช่วง -2.50 ถึง 2.50 และค่าโอกาสการเดาข้อสอบได้ถูกมีค่าไม่เกิน 0.30 ผลการวิจัยพบว่า จากข้อสอบ 300 ข้อ มีข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์จำนวน 269 ข้อ จำแนกเป็นองค์ประกอบความถนัดทางภาษา จำนวน 67 ข้อ องค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน จำนวน 69 ข้อ องค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล จำนวน 66 ข้อ และองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 67 ข้อ ดังตาราง 19



ตาราง 19 จำนวนข้อสอบที่ได้รับการคัดเลือกเข้าคลังข้อสอบ จำแนกตามเนื้อหาและองค์ประกอบ  
ความถนัดทางการเรียน

องค์ประกอบ	เนื้อหา	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)		
		วิเคราะห์	เป็นไปตามเกณฑ์	
ความถนัด ทางภาษา	คำตรงข้าม	10	10	
	คำที่มีความหมายใกล้เคียง	12	8	
	ศัพท์สัมพันธ์	13	12	
	ความเข้าใจภาษา	บทประพันธ์	11	10
		สถานการณ์	13	11
		ภาพ	9	9
		การสังเคราะห์ข้อความ	7	7
	รวม	75	67	
ความถนัด ด้านจำนวน	ตัวเลขอนุกรม	ตัวเลขอนุกรมธรรมดา	21	20
		ตัวเลขอนุกรมหลายชั้น	21	18
		คณิตศาสตร์เหตุผล	33	31
		รวม	75	69
ความถนัด ด้านเหตุผล	การจำแนกประเภท	แบบภาษา	7	7
		แบบภาพ	7	6
	การอุปมาอุปไมย	แบบภาษา	7	6
		แบบภาพ	7	6
		แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ	16	10
		สรุปความ	15	15
		ความสามารถด้านวิเคราะห์	16	16
	รวม	75	66	
ความถนัด ด้านมิติ สัมพันธ์	แบบซ้อนภาพ	ภาพเหมือน	7	6
		ภาพทรงเรขาคณิต	7	5
		แบบซ้อนภาพ	7	7
		แบบแยกภาพ	7	5
		แบบต่อภาพ	8	8
		แบบหมุนภาพ	7	7
		แบบประกอบภาพสามมิติ	11	11
		แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์	13	10
		การนับลูกบาศก์	8	8
		รวม	75	67
	รวมทั้งสิ้น	300	269	



ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่คัดเลือกเข้าสู่คลังข้อสอบ มีค่าเฉลี่ยอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.34 โดยองค์ประกอบความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.29, 0.36, 0.35 และ 0.34 ตามลำดับ ค่าความยากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.34 โดยองค์ประกอบความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าความยากเท่ากับ 0.34, 0.32, 0.33 และ 0.37 ตามลำดับ และโอกาสการเดามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.15 โดยองค์ประกอบความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าโอกาสการเดาเท่ากับ 0.16, 0.15, 0.15 และ 0.14 ตามลำดับ (รายละเอียดดังตาราง 46 ภาคผนวก ข หน้า 294-303) ดังตาราง 20

ตาราง 20 ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบความถนัดทางการเรียนที่ผ่านการคัดเลือกเข้าสู่คลังข้อสอบ

องค์ประกอบ	ค่าพารามิเตอร์	N	Min	Max	$\bar{x}$	S.D.
ความถนัดทางภาษา	อำนาจจำแนกภาพรวม (a)	67	0.14	0.46	0.31	0.08
	อำนาจจำแนกทางภาษา (a <sub>1</sub> )	67	0.12	0.64	0.29	0.12
	ความยาก (b)	67	-0.86	0.91	0.34	0.47
	โอกาสการเดา (C)	67	0.02	0.20	0.16	0.04
ความถนัดด้านจำนวน	อำนาจจำแนกภาพรวม (a)	69	0.14	0.68	0.35	0.10
	อำนาจจำแนกด้านจำนวน (a <sub>2</sub> )	69	0.12	0.78	0.36	0.15
	ความยาก (b)	69	-0.88	0.78	0.32	0.38
	โอกาสการเดา (C)	69	0.01	0.20	0.15	0.06
ความถนัดด้านเหตุผล	อำนาจจำแนกภาพรวม (a)	66	0.14	0.69	0.36	0.10
	อำนาจจำแนกด้านเหตุผล (a <sub>3</sub> )	66	0.11	0.76	0.35	0.15
	ความยาก (b)	66	-0.69	0.85	0.33	0.39
	โอกาสการเดา (C)	66	0.01	0.24	0.15	0.06
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	อำนาจจำแนกภาพรวม (a)	67	0.14	0.62	0.35	0.10
	อำนาจจำแนกด้านมิติสัมพันธ์ (a <sub>4</sub> )	67	0.12	0.70	0.34	0.16
	ความยาก (b)	67	-0.53	0.80	0.37	0.39
	โอกาสการเดา (C)	67	0.02	0.20	0.14	0.06
รวม	อำนาจจำแนกภาพรวม (a)	269	0.14	0.69	0.34	0.10
	อำนาจจำแนกทางภาษา (a <sub>1</sub> )	67	0.12	0.64	0.29	0.12
	อำนาจจำแนกด้านจำนวน (a <sub>2</sub> )	69	0.12	0.78	0.36	0.15
	อำนาจจำแนกด้านเหตุผล (a <sub>3</sub> )	66	0.11	0.76	0.35	0.15
	อำนาจจำแนกด้านมิติสัมพันธ์ (a <sub>4</sub> )	67	0.12	0.70	0.34	0.16
	ความยาก (b)	269	-0.88	0.91	0.34	0.41
	โอกาสการเดา (C)	269	0.01	0.24	0.15	0.06



1.1.2 ผลการประเมินโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.46$ , S.D. = .357) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อคำถามที่มีผลการประเมินในระดับมากที่สุด จำนวน 6 ข้อ และมีผลการประเมินในระดับมาก จำนวน 7 ข้อ โดยข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ความสะดวกในการป้อนข้อมูล และความเหมาะสมของการแสดงผลการสอบ ( $\bar{x} = 4.80$ , S.D. = .447) รองลงมา ได้แก่ การทำงานของโปรแกรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาโปรแกรม ความสะดวกในการทวนคำตอบ ความถูกต้องในการประมวลผลของโปรแกรมฯ และโปรแกรมเป็นประโยชน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ( $\bar{x} = 4.60$ , S.D. = .548) และข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ความเหมาะสมของการจัดองค์ประกอบบนจอภาพ ( $\bar{x} = 4.00$ , S.D. = .707) สำหรับความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.47$ , S.D. = .349) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อคำถามที่มีผลการประเมินในระดับมากที่สุด จำนวน 6 ข้อ และมีผลการประเมินในระดับมาก จำนวน 5 ข้อ โดยข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ความสะดวกในการป้อนข้อมูล ( $\bar{x} = 4.80$ , S.D. = .447) รองลงมา ได้แก่ การทำงานของโปรแกรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาโปรแกรม ความเหมาะสมของการแสดงผลการสอบ ความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล ความถูกต้องในการประมวลผลของโปรแกรมฯ และโปรแกรมเป็นประโยชน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ( $\bar{x} = 4.60$ , S.D. = .548) และข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ความเหมาะสมของการจัดองค์ประกอบบนจอภาพ ( $\bar{x} = 4.00$ , S.D. = .707)

ดังตาราง 21



ตาราง 21 ผลการประเมินโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
<b>โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ</b>	4.46	.357	มาก
1. การทำงานของโปรแกรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาโปรแกรม	4.60	.548	มากที่สุด
2. ความสะดวกในการติดตั้งโปรแกรม	4.20	.447	มาก
3. ความสะดวกในการป้อนข้อมูล	4.80	.447	มากที่สุด
4. ความสะดวกในการทวนคำตอบ	4.60	.548	มากที่สุด
5. ความสะดวกต่อการนำไปใช้และทำความเข้าใจได้ง่าย	4.40	.548	มาก
6. ความเหมาะสมของการจัดองค์ประกอบบนจอภาพ	4.00	.707	มาก
7. ความเหมาะสมของพื้นหลังกับตัวอักษร	4.40	.548	มาก
8. ความเหมาะสมของช่วง (จำนวนข้อ) ที่ให้ทวนคำตอบได้	4.40	.548	มาก
9. ความเหมาะสมของการแสดงผลการสอบ	4.80	.447	มากที่สุด
10. ความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล	4.40	.894	มาก
11. ความถูกต้องในการประมวลผลของโปรแกรมฯ	4.60	.548	มากที่สุด
12. ความพึงพอใจต่อโปรแกรมที่สามารถทวนคำตอบได้	4.20	.447	มาก
13. โปรแกรมเป็นประโยชน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	4.60	.548	มากที่สุด
<b>โปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ</b>	4.47	.349	มาก
1. การทำงานของโปรแกรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาโปรแกรม	4.60	.548	มากที่สุด
2. ความสะดวกในการติดตั้งโปรแกรม	4.20	.447	มาก
3. ความสะดวกในการป้อนข้อมูล	4.80	.447	มากที่สุด
4. ความสะดวกต่อการนำไปใช้และทำความเข้าใจได้ง่าย	4.40	.548	มาก
5. ความเหมาะสมของการจัดองค์ประกอบบนจอภาพ	4.00	.707	มาก
6. ความเหมาะสมของพื้นหลังกับตัวอักษร	4.20	.447	มาก
7. ความเหมาะสมของการแสดงผลการสอบ	4.60	.548	มากที่สุด
8. ความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล	4.60	.548	มากที่สุด
9. ความถูกต้องในการประมวลผลของโปรแกรมฯ	4.60	.548	มากที่สุด
10. ความพึงพอใจต่อโปรแกรมที่ไม่สามารถทวนคำตอบได้	4.20	.447	มาก
11. โปรแกรมเป็นประโยชน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	4.60	.548	มากที่สุด



1.1.3 ผลการประเมินคู่มือการใช้การทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.53$ , S.D. = .398) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อคำถามที่มีผลการประเมินในระดับมากที่สุด จำนวน 3 ข้อ และมีผลการประเมินในระดับมากที่สุด จำนวน 3 ข้อ โดยข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ เนื้อหาในคู่มือมีความสอดคล้องกับการทำงานของโปรแกรม และความเหมาะสมของภาษาในคู่มือการใช้โปรแกรมฯ ( $\bar{x} = 4.80$ , S.D. = .447) รองลงมา ได้แก่ ความเหมาะสมในการจัดลำดับเนื้อหาในคู่มือ ( $\bar{x} = 4.60$ , S.D. = .548) และข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ คู่มือง่ายต่อการทำความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้ ( $\bar{x} = 4.20$ , S.D. = .447) สำหรับความคิดเห็นต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.53$ , S.D. = .398) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อคำถามที่มีผลการประเมินในระดับมากที่สุด จำนวน 3 ข้อ และมีผลการประเมินในระดับมากที่สุด จำนวน 3 ข้อ โดยข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ เนื้อหาในคู่มือมีความสอดคล้องกับการทำงานของโปรแกรม และความเหมาะสมของภาษาในคู่มือการใช้โปรแกรมฯ ( $\bar{x} = 4.80$ , S.D. = .447) รองลงมา ได้แก่ ความเหมาะสมในการจัดลำดับเนื้อหาในคู่มือ ( $\bar{x} = 4.60$ , S.D. = .548) และข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ คู่มือง่ายต่อการทำความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้ ( $\bar{x} = 4.20$ , S.D. = .447) ดังตาราง 21

ตาราง 22 ผลการประเมินคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	4.53	.398	มากที่สุด
1. เนื้อหาในคู่มือมีความสอดคล้องกับการทำงานของโปรแกรม	4.80	.447	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของภาษาในคู่มือการใช้โปรแกรมฯ	4.80	.447	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของตัวอักษรและภาพประกอบในคู่มือ	4.40	.548	มาก
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับเนื้อหาในคู่มือ	4.60	.548	มากที่สุด
5. ความสวยงามของคู่มือการใช้โปรแกรมฯ	4.40	.548	มาก
6. คู่มือง่ายต่อการทำความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้	4.20	.447	มาก
โปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	4.53	.398	มากที่สุด
1. เนื้อหาในคู่มือมีความสอดคล้องกับการทำงานของโปรแกรม	4.80	.447	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของภาษาในคู่มือการใช้โปรแกรมฯ	4.80	.447	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของตัวอักษรและภาพประกอบในคู่มือ	4.40	.548	มาก
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับเนื้อหาในคู่มือ	4.60	.548	มากที่สุด
5. ความสวยงามของคู่มือการใช้โปรแกรมฯ	4.40	.548	มาก
6. คู่มือง่ายต่อการทำความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้	4.20	.447	มาก



### 1.1.4 ผลการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

จากผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 2 โปรแกรม พบว่าความเหมาะสมของการจัดองค์ประกอบบนจอภาพ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ผู้วิจัยจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้โปรแกรมการทดสอบมีคุณภาพยิ่งขึ้น จึงดำเนินการปรับปรุงคุณภาพตามผลการประเมินและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

- 1) ปรับปรุงลำดับการนำเสนอข้อมูลของโปรแกรม
- 2) ปรับปรุงรูปแบบปุ่มคำสั่งต่าง ๆ และความสวยงามในการแสดงผลของโปรแกรม
- 3) ปรับปรุงขนาดของตัวอักษรที่แสดงรายละเอียดของผู้สอบในหน้าจอแสดงข้อสอบ
- 4) ปรับปรุงการนำเสนอข้อสอบ ได้แก่ ขนาดตัวอักษรใหญ่ขึ้น ความสมดุลในหน้าจอแสดงข้อสอบ เน้นคำและใช้สีสันให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
- 5) เพิ่มการแสดงเวลาในหน้าจอแสดงข้อสอบ เป็นแบบดิจิตอลนับถอยหลัง 1 ชั่วโมง ซึ่งเวลาจะเริ่มถอยหลังเมื่อหน้าจอโปรแกรมแสดงข้อสอบข้อแรก

จากผลการประเมินคุณภาพของคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 2 โปรแกรม พบว่า คู่มือง่ายต่อการทำความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ผู้วิจัยจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบมีคุณภาพยิ่งขึ้น จึงดำเนินการปรับปรุงคู่มือการใช้โปรแกรมโดยเพิ่มรายละเอียดขั้นตอนการติดตั้งให้ละเอียดยิ่งขึ้น

### 1.1.5 ผลการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบจากปัญหาที่พบในการทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบ

เนื่องจากการทำงานของโปรแกรมเป็นระบบ Online Client-Server จะต้องมีการมี Database Server เป็นเครื่องแม่ข่ายทำงานบนอินเทอร์เน็ต และคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งานทั่ว ๆ ไป เรียกว่า Client เมื่อนำโปรแกรมการทดสอบไปทดลองทดสอบกับนักเรียนจำนวน 46 คนพร้อมกัน พบปัญหาดังนี้

- 1) สัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร ส่งผลให้การทำงานของโปรแกรมมีปัญหา
- 2) เครื่อง Client ไม่สามารถเชื่อมต่อกับ Database Server ได้พร้อมกัน 46 เครื่อง
- 3) ระบบการทำงานของโปรแกรมผิดพลาด เช่น โปรแกรมคัดเลือกข้อสอบเดิมซ้ำ 2-3 ครั้ง ทำให้จำนวนข้อถูกเกิน 10 ข้อในมิตินั้น เป็นต้น

จากปัญหาที่พบจากการทดลองใช้โปรแกรมการทดสอบ เนื่องจากคู่มือการใช้โปรแกรมไม่มีปัญหาใด ๆ จึงไม่มีการปรับปรุงแก้ไข แต่สำหรับโปรแกรมการทดสอบดำเนินการปรับปรุงแก้ไขดังนี้

- 1) สัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร ผู้วิจัยไม่สามารถแก้ปัญหาให้สัญญาณอินเทอร์เน็ตดีกว่านั้นได้ เนื่องจากเป็นสัญญาณอินเทอร์เน็ตปกติของทางโรงเรียน



2) เครื่อง Client ไม่สามารถเชื่อมต่อกับ Database Server ได้พร้อมกัน 46 เครื่อง ผู้วิจัยได้ให้โปรแกรมเมอร์เป็นผู้พัฒนาและแก้ไขโปรแกรมส่วนนี้

3) ระบบการทำงานของโปรแกรมผิดพลาด เนื่องจากเครื่อง Client ไม่สามารถเชื่อมต่อกับ Database Server ได้ ดังนั้น เมื่อเครื่อง Client สามารถเชื่อมต่อกับ Database Server ได้ ก็จะไม่มีปัญหาในส่วนนี้

1.2 ผลการศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ พัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ 2 โปรแกรม ผู้วิจัยจึงขอเสนอผลการวิเคราะห์ในประเด็นต่าง ๆ ตามลำดับ ดังนี้

1.2.1 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ จากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถรวมของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ .757 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหน่วยในการวิเคราะห์มีจำนวน 79 หน่วย ซึ่งเมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบความถนัด ผลการวิจัยปรากฏ (รายละเอียดผลการวิจัย ดังตาราง 23) ดังนี้

1) องค์ประกอบความถนัดทางภาษา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบในองค์ประกอบความถนัดทางภาษาที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ .732 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายวิชา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์ประกอบความถนัดทางภาษากับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย มีค่าเท่ากับ .859 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์ประกอบความถนัดทางภาษากับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา และภาษา อังกฤษ มีค่าเท่ากับ .766, .676, .662 และ .860 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) องค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบในองค์ประกอบความถนัดด้านจำนวนที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ .855 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายวิชา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์ประกอบความถนัดด้านจำนวนกับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .856 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์ประกอบความถนัดด้านจำนวนกับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา มีค่าเท่ากับ .852 และ .604 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์ประกอบความถนัดด้านจำนวนกับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษ มีค่าเท่ากับ .173 และ .152 ตามลำดับ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ





3) องค์กรประกอบความถนัดด้านเหตุผล พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบในองค์กรประกอบความถนัดด้านเหตุผลที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ .835 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายวิชา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์กรประกอบความถนัดด้านเหตุผลกับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา มีค่าเท่ากับ .802, .755 และ .689 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์กรประกอบความถนัดด้านเหตุผลกับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษ มีค่าเท่ากับ .058 และ .155 ตามลำดับ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4) องค์กรประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบในองค์กรประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ .848 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายวิชา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์กรประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .858 และ .872 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์กรประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย สังคมศึกษา และภาษาอังกฤษ มีค่าเท่ากับ .270, .130 และ .257 ตามลำดับ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ยสะสม จากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	องค์กรประกอบความถนัด				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์	รวม
ภาษาไทย	.859**	.173	.058	.270	.796**
คณิตศาสตร์	.766*	.856**	.802*	.858*	.759*
วิทยาศาสตร์	.676*	.852*	.755*	.872*	.729*
สังคมศึกษา	.662*	.604*	.689*	.130	.618*
ภาษาอังกฤษ	.860*	.152	.155	.257	.599*
ผลการเรียนเฉลี่ย	.732*	.855*	.835*	.848*	.757*

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



1.2.2 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ จากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถรวมของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ .608 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหน่วยในการวิเคราะห์มีจำนวน 79 หน่วย ซึ่งเมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบความถนัด ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ (รายละเอียดผลการวิจัย ดังตาราง 24)

1) องค์ประกอบความถนัดทางภาษา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบในองค์ประกอบความถนัดทางภาษาที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ .733 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายวิชา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์ประกอบความถนัดทางภาษากับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา และภาษาอังกฤษ มีค่าเท่ากับ .680, .644, .501, .420 และ 3.62 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) องค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบในองค์ประกอบความถนัดด้านจำนวนที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ .679 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายวิชา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์ประกอบความถนัดด้านจำนวนกับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา มีค่าเท่ากับ .774, .605 และ .430 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์ประกอบความถนัดด้านจำนวนกับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษ มีค่าเท่ากับ .147 และ .098 ตามลำดับ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3) องค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบในองค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผลที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ .775 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายวิชา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผลกับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา มีค่าเท่ากับ 2.78 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผลกับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .596 และ .676 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผลกับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษ มีค่าเท่ากับ .148 และ .067 ตามลำดับ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4) องค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบในองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ .658 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายวิชา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์ประกอบ



ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .600 และ .899 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์กับค่าความสามารถจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย สังคมศึกษา และภาษาอังกฤษ มีค่าเท่ากับ .177, .076 และ .080 ตามลำดับ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ยสะสม จากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	องค์ประกอบความถนัด				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์	รวม
ภาษาไทย	.680*	.147	.148	.177	.399*
คณิตศาสตร์	.644*	.774*	.596*	.600*	.372*
วิทยาศาสตร์	.501*	.605*	.676*	.899*	.342*
สังคมศึกษา	.420*	.430*	.278**	.076	.300*
ภาษาอังกฤษ	.362*	.098	.067	.080	.285*
ผลการเรียนเฉลี่ย	.733*	.679*	.775*	.658*	.608*

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.3 ผลการเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ พัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ 2 โปรแกรม ดังนั้น การเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบดำเนินการนำค่าสารสนเทศของแบบทดสอบจากแต่ละโปรแกรมการทดสอบมาวิเคราะห์ Independent Sample t-test ผู้วิจัยจึงขอเสนอผลการวิเคราะห์ในประเด็นต่าง ๆ ตามลำดับ ดังนี้

1.3.1 ผลการวิเคราะห์สารสนเทศของแบบทดสอบจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถของผู้สอบวัดความถนัดทางการเรียนในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบ พบว่า ความถนัดทางภาษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.86 ความถนัดด้านจำนวน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.90 ความถนัดด้านเหตุผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.86 และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.02 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.36 มีค่าสารสนเทศของแบบทดสอบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 637.82 ดังตาราง 25 (รายละเอียดดังตาราง 53 ภาคผนวก ข หน้า 312)



ตาราง 25 ค่าสถิติพื้นฐานความสามารถของผู้สอบ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และสารสนเทศของแบบทดสอบ จากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

องค์ประกอบ	N	Min	Max	$\bar{x}$	S.D.
ความถนัดทางภาษา	79	0.53	1.84	0.86	.258
ความถนัดด้านจำนวน	79	0.11	2.67	0.90	.599
ความถนัดด้านเหตุผล	79	-1.24	2.37	0.86	.637
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	79	-0.23	2.20	1.02	.542
รวม	79	0.22	1.93	0.91	.366
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	79	0.25	0.43	0.36	.040
สารสนเทศของแบบทดสอบ	79	246.38	964.18	637.82	199.72

1.3.2 ผลการวิเคราะห์สารสนเทศของแบบทดสอบ จากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ พบว่า ความสามารถของผู้สอบวัดความถนัดทางการเรียนในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.67 เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบ พบว่า ความถนัดทางภาษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.70 ความถนัดด้านจำนวน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.63 ความถนัดด้านเหตุผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.62 และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.71 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.39 มีค่าสารสนเทศของแบบทดสอบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 511.35 ดังตาราง 26 (รายละเอียดดังตาราง 54 ภาคผนวก ข หน้า 313)

ตาราง 26 ค่าสถิติพื้นฐานความสามารถของผู้สอบ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และสารสนเทศของแบบทดสอบ จากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

องค์ประกอบ	N	Min	Max	$\bar{x}$	S.D.
ความถนัดทางภาษา	79	0.11	1.10	0.70	.250
ความถนัดด้านจำนวน	79	-0.82	1.15	0.63	.397
ความถนัดด้านเหตุผล	79	0.11	1.13	0.62	.279
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	79	-1.16	1.12	0.71	.382
รวม	79	-0.05	1.07	0.67	.221
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	79	0.30	0.43	0.39	.023
สารสนเทศของแบบทดสอบ	79	207.58	750.78	511.35	132.98



1.3.3 ผลการเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ซึ่งจำนวนตัวอย่างวิจัยที่ดำเนินการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบและไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีจำนวนต่างกัน เนื่องจากห้องเรียนที่ใช้เป็นตัวอย่างวิจัยมีจำนวนนักเรียนค่อนข้างต่างกัน จึงดำเนินการสุ่มตัวอย่างวิจัยให้มีจำนวนเท่ากัน เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสารสนเทศของแบบทดสอบ ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน มีสารสนเทศของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยของสารสนเทศของแบบทดสอบสูงกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ ดังตาราง 27

ตาราง 27 ผลการเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

โปรแกรมการทดสอบ	N	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig.
อนุญาตให้ทวนคำตอบ	79	637.82	199.72	4.685*	.000
ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	79	511.35	132.98		

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4 ผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

ความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ตามเกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-social criteria) ของ Sympson ซึ่งพิจารณาใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยให้นักเรียนเป็นผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ และครูผู้สอนเป็นผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ สำหรับการเปรียบเทียบความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบดำเนินการวิเคราะห์ one-way MANOVA ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ในประเด็นต่าง ๆ ตามลำดับ ดังนี้

1.4.1 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 3.95$ , S.D. =



.42) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านคำชี้แจง และวิธีการดำเนินการสอบ ( $\bar{x} = 4.27$ , S.D. = .56) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมา ซึ่งอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ ( $\bar{x} = 4.20$ , S.D. = .61) และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ( $\bar{x} = 4.09$ , S.D. = .57) ตามลำดับ และด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ( $\bar{x} = 2.79$ , S.D. = .83) ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง สำหรับความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 3.64$ , S.D. = .46) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ ( $\bar{x} = 3.94$ , S.D. = .64) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมา ซึ่งอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ ( $\bar{x} = 3.86$ , S.D. = .71) และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ( $\bar{x} = 3.65$ , S.D. = .67) ตามลำดับ และด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ( $\bar{x} = 3.13$ , S.D. = .83) ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ดังตาราง 28 (รายละเอียดดังตาราง 55-56 ภาคผนวก ข หน้า 314-316)

ตาราง 28 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้งานไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	3.95	.42	มาก
ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ	4.27	.56	มาก
ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ	4.20	.61	มาก
ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ	2.79	.83	ปานกลาง
ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	4.09	.57	มาก
โปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	3.64	.46	มาก
ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ	3.94	.64	มาก
ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ	3.86	.71	มาก
ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ	3.13	.83	ปานกลาง
ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	3.65	.67	มาก

1.4.2 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้งานไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนมีความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 3.92$ , S.D. = .12) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ ( $\bar{x} = 4.63$ , S.D. = .34) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมา ซึ่งอยู่ในระดับมาก ได้แก่

ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ( $\bar{x} = 4.54$ , S.D. = .43) และด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ ( $\bar{x} = 4.33$ , S.D. = .34) ตามลำดับ และด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ( $\bar{x} = 2.17$ , S.D. = .54) ซึ่งอยู่ในระดับน้อย สำหรับความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 3.85$ , S.D. = .19) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ ( $\bar{x} = 4.50$ , S.D. = .27) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมา ซึ่งอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ( $\bar{x} = 4.46$ , S.D. = .25) และด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ ( $\bar{x} = 4.29$ , S.D. = .25) ตามลำดับ และด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ( $\bar{x} = 2.17$ , S.D. = .70) ซึ่งอยู่ในระดับน้อย ดังตาราง 29 (รายละเอียดดังตาราง 57-58 ภาคผนวก ข หน้า 316-319)

ตาราง 29 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	3.92	.12	มาก
ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ	4.63	.34	มากที่สุด
ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ	4.33	.34	มาก
ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ	2.17	.54	น้อย
ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	4.54	.43	มากที่สุด
โปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	3.85	.19	มาก
ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ	4.50	.27	มาก
ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ	4.29	.25	มาก
ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ	2.17	.70	น้อย
ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	4.46	.25	มาก

1.4.3 ผลการประเมินคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนมีความคิดเห็นต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.15$ , S.D. = .28) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านการจูงใจของคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ( $\bar{x} = 4.44$ , S.D. = .27) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมา ซึ่งอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ( $\bar{x} = 4.39$ , S.D. = .39) และด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ ( $\bar{x} = 4.33$ , S.D. = .30) ตามลำดับ และด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่มือการใช้



โปรแกรม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ( $\bar{x} = 2.56$ , S.D. = .78) ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง สำหรับความคิดเห็นต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ อยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 3.81$ , S.D. = .36) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ ( $\bar{x} = 4.28$ , S.D. = .44) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมา ซึ่งอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ( $\bar{x} = 4.22$ , S.D. = .40) และด้านการจูงใจของคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ( $\bar{x} = 4.06$ , S.D. = .80) ตามลำดับ และด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ( $\bar{x} = 3.33$ , S.D. = .56) ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ดังตาราง 30 (รายละเอียดดังตาราง 59-60 ภาคผนวก ข หน้า 319-321)

ตาราง 30 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	4.15	.28	มาก
ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ	4.33	.30	มาก
ด้านการจูงใจของคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ	4.44	.27	มาก
ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม	2.56	.78	ปานกลาง
ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ	4.39	.39	มาก
โปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	3.81	.36	มาก
ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ	4.28	.44	มาก
ด้านการจูงใจของคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ	4.06	.80	มาก
ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม	3.33	.56	ปานกลาง
ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ	4.22	.40	มาก

1.4.4 ผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนตัวอย่างวิจัยที่ได้รับการทดสอบความถนัดทางการเรียนจากโปรแกรมการทดสอบ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน มีความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบทั้งสองโปรแกรมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 31





ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (one-way MANOVA) ของการเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ

สถิติ	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's Trace	.157	7.10*	4.00	153.00	.000
Wilks' Lambda	.843	7.10*	4.00	153.00	.000
Hotelling's Trace	.186	7.10*	4.00	153.00	.000
Roy's Largest Root	.186	7.10*	4.00	153.00	.000

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อดำเนินการวิเคราะห์แยกประเด็นพิจารณา 4 ประเด็น พบว่า นักเรียนตัวอย่างวิจัยมีความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สูงกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ แต่ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ สำหรับความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบไม่แตกต่างกัน ดังตาราง 32

ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (one-way MANOVA) ของการเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ แยกตามประเด็นการประเมิน

ประเด็นประเมิน	โปรแกรมการทดสอบ	N	$\bar{x}$	S.D.	F	Sig.
ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ	อนุญาตให้ทวนคำตอบ	79	4.27	.56	16.198*	.000
	ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	79	3.94	.64		
ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ	อนุญาตให้ทวนคำตอบ	79	4.20	.61	14.514*	.000
	ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	79	3.86	.71		
ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ	อนุญาตให้ทวนคำตอบ	79	2.79	.83	.722	.397
	ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	79	3.13	.83		
ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	อนุญาตให้ทวนคำตอบ	79	4.09	.57	22.746*	.000
	ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	79	3.65	.67		
รวม	อนุญาตให้ทวนคำตอบ	79	3.95	.42	24.429*	.000
	ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	79	3.64	.46		

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



1.4.5 ผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนที่ได้สังเกตการทดสอบความถนัดทางการเรียนของนักเรียนตัวอย่างวิจัยด้วยโปรแกรมการทดสอบ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน มีความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบทั้งสองโปรแกรมไม่แตกต่างกัน ดังตาราง 33

ตาราง 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (one-way MANOVA) ของการเปรียบเทียบความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ

สถิติ	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's Trace	.129	.258	4.00	7.00	.896
Wilks' Lambda	.871	.258	4.00	7.00	.896
Hotelling's Trace	.148	.258	4.00	7.00	.896
Roy's Largest Root	.148	.258	4.00	7.00	.896

เมื่อดำเนินการวิเคราะห์แยกประเด็นพิจารณา 4 ประเด็น พบว่า ครูผู้สอนที่ได้สังเกตการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบที่แตกต่างกัน มีความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบทั้ง 4 ประเด็น ไม่แตกต่างกัน ดังตาราง 34

ตาราง 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (one-way MANOVA) ของการเปรียบเทียบความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ แยกตามประเด็นการประเมิน

ประเด็นประเมิน	โปรแกรมการทดสอบ	N	$\bar{x}$	S.D.	F	Sig.
ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ	อนุญาตให้ทวนคำตอบ	6	4.50	.27	.484	.503
	ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	6	4.63	.34		
ด้านการตั้งใจของโปรแกรมการทดสอบ	อนุญาตให้ทวนคำตอบ	6	4.33	.34	.059	.813
	ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	6	4.29	.25		
ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ	อนุญาตให้ทวนคำตอบ	6	3.83	.54	.935	.356
	ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	6	3.46	.78		
ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	อนุญาตให้ทวนคำตอบ	6	4.54	.43	.169	.689
	ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	6	4.46	.25		
รวม	อนุญาตให้ทวนคำตอบ	6	3.98	.33	.327	.580
	ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ	6	3.89	.23		



ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความถนัดทางการเรียนจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การศึกษาความถนัดทางการเรียนจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้

2.1 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ ดำเนินการทดสอบด้วยสถิติไคสแควร์ (Chi-Square Test) ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ เพศ ขนาดโรงเรียน วิชาที่ชอบ การเรียนพิเศษ การศึกษาผู้ปกครอง และรายได้ผู้ปกครอง ซึ่งจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่

#### 2.1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตัวอย่างวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 จำนวน 3 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 100 คน ซึ่งตัวอย่างวิจัยเป็นเพศชายและเพศหญิง จำนวนเท่ากัน คือ 50 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 วิชาที่ตัวอย่างวิจัยชอบมากที่สุด คือ วิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 29.00 ตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่ได้เรียนพิเศษ จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 สำหรับผู้ปกครองของตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีการศึกษาสูงสุดระดับปริญญาตรี จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 69.00 และรายได้ของผู้ปกครองส่วนใหญ่มากกว่า 30,000 บาท จำนวน 53 คน คิดเป็นร้อยละ 53.00 ดังตาราง 35

ตาราง 35 ค่าสถิติพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตัวแปร		ขนาดโรงเรียน							
		เล็ก		กลาง		ใหญ่		รวม	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	10	35.70	15	46.90	25	62.50	50	50.00
	หญิง	18	64.30	17	53.10	15	37.50	50	50.00
วิชาที่ชอบที่สุด	คณิตศาสตร์	9	32.20	8	25.00	12	30.00	29	29.00
	วิทยาศาสตร์	6	21.40	7	21.90	10	25.00	23	23.00
	ภาษาอังกฤษ	4	14.30	5	15.60	5	12.50	14	14.00
	สังคมศึกษา	4	14.30	7	21.90	3	7.50	14	14.00
	ภาษาไทย	3	10.70	3	9.30	3	7.50	9	9.00
	อื่นๆ	2	7.10	2	6.30	7	17.50	11	11.00



ตาราง 35 (ต่อ)

ตัวแปร		ขนาดโรงเรียน							
		เล็ก		กลาง		ใหญ่		รวม	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
นักเรียน เรียนพิเศษ หรือไม่	เรียน	15	53.60	18	56.30	27	67.50	60	60.00
	ไม่เรียน	13	46.40	14	43.80	13	32.50	40	40.00
การศึกษา สูงสุดของ ผู้ปกครอง	< ปริญญาตรี	10	35.70	7	21.90	2	5.00	19	19.00
	ปริญญาตรี	18	64.30	22	68.80	29	72.50	69	69.00
	> ปริญญาตรี	0	0.00	3	9.30	9	22.50	12	12.00
รายได้ของ ผู้ปกครอง (ต่อเดือน)	< 10,000 บาท	7	25.00	5	15.60	1	2.50	13	13.00
	10,000- 30,000 บาท	14	50.00	11	34.40	9	22.50	34	34.00
	> 30,000 บาท	7	25.00	16	50.00	30	75.00	53	53.00

2.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผลการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานจากผลการทดสอบกับตัวอย่างวิจัย จำนวน 100 คน จำแนกตามตัวแปรต่าง ๆ ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ (ตาราง 37-38 และภาพประกอบ 18-23 ภาคผนวก ข หน้า 324-326)

2.1.2.1 ตัวแปรเพศ พบว่า ตัวอย่างวิจัยทั้งชายและหญิง ส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน แบ่งเป็นเพศชาย จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 แต่มีค่าเฉลี่ยความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์สูงสุด เท่ากับ 0.88 (S.D. = .59) และเพศหญิง จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 48.00 มีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 1.03 (S.D. = .67)

2.1.2.2 ตัวแปรขนาดโรงเรียน พบว่า ตัวอย่างวิจัยศึกษาอยู่ในโรงเรียนทุกขนาด ส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน แบ่งเป็นขนาดเล็ก จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 39.29 และมีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 0.86 (S.D. = .44) ขนาดกลาง จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 34.38 แต่มีค่าเฉลี่ยความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์สูงสุด เท่ากับ 0.99 (S.D. = .54) ขนาดใหญ่ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 42.50 และมีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 0.99 (S.D. = .65)

2.1.2.3 ตัวแปรวิชาที่ชอบที่สุด พบว่า ตัวอย่างวิจัยชอบวิชาคณิตศาสตร์มากที่สุด ส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 และมีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 1.27 (S.D. = .74) ตัวอย่างวิจัยชอบวิชาวิทยาศาสตร์มากที่สุด ส่วนใหญ่มีความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 47.83 และมีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 1.12 (S.D. = .53) ตัวอย่างวิจัยชอบวิชาภาษาอังกฤษและภาษาไทยมากที่สุด ส่วนใหญ่มีความถนัดทางภาษา แบ่งเป็นภาษาอังกฤษ จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 และมีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 0.93 (S.D. =



.31) ภาษาไทย จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 และมีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 0.82 (S.D. = .20) ตัวอย่างวิจัยชอบวิชาสังคมศึกษาและวิชาอื่น ๆ มากที่สุด ส่วนใหญ่มีความถนัดด้านเหตุผล แบ่งเป็นสังคมศึกษา จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 78.57 และมีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 1.23 (S.D. = .46) วิชาอื่น ๆ มากที่สุด จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 45.45 แต่มีค่าเฉลี่ยความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์สูงสุด เท่ากับ 1.00 (S.D. = .66)

2.1.2.4 ตัวแปรการเรียนพิเศษ พบว่า ตัวอย่างวิจัยที่ได้เรียนพิเศษ ส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 45.00 แต่มีค่าเฉลี่ยความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์สูงสุด เท่ากับ 0.89 (S.D. = .55) ตัวอย่างวิจัยที่ไม่ได้เรียนพิเศษ ส่วนใหญ่มีความถนัดทางภาษา จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 แต่มีค่าเฉลี่ยความสามารถในด้านจำนวนสูงสุด เท่ากับ 1.02 (S.D. = .60)

2.1.2.5 ตัวแปรการศึกษาสูงสุดของผู้ปกครอง พบว่า ตัวอย่างวิจัยที่มีผู้ปกครองมีการศึกษาทุกระดับ มีความถนัดด้านจำนวน แบ่งเป็นการศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 31.58 แต่มีค่าเฉลี่ยความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์สูงสุด เท่ากับ 0.94 (S.D. = .39) ระดับปริญญาตรี จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 37.68 และมีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 (S.D. = .71) สูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 58.33 แต่มีค่าเฉลี่ยความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์สูงสุด เท่ากับ 1.14 (S.D. = .52)

2.1.2.6 ตัวแปรรายได้ของผู้ปกครอง (ต่อเดือน) พบว่า ตัวอย่างวิจัยที่มีผู้ปกครองมีรายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 10,000 บาท ส่วนใหญ่มีความถนัดทางภาษาและด้านจำนวน จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 30.77 และมีค่าเฉลี่ยความสามารถในด้านภาษาสูงสุด เท่ากับ 0.95 (S.D. = .06) ตัวอย่างวิจัยที่มีผู้ปกครองมีรายได้ต่อเดือน 10,000 – 30,000 บาท ส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 47.05 และมีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 1.04 (S.D. = .72) และตัวอย่างวิจัยที่มีผู้ปกครองมีรายได้ต่อเดือนมากกว่า 30,000 บาท จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 35.85 แต่มีค่าเฉลี่ยความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์สูงสุด เท่ากับ 0.91 (S.D. = .58)

### 2.1.3 ผลการทดสอบด้วยสถิติไคสแควร์ (Chi-Square Test)

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยทดสอบด้วยสถิติไคสแควร์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ เพศ ขนาดโรงเรียน วิชาที่ชอบ การเรียนพิเศษ การศึกษาผู้ปกครอง และรายได้ผู้ปกครอง ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดมีความสัมพันธ์กับวิชาที่ชอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเพศ ขนาดโรงเรียน การเรียนพิเศษ การศึกษาผู้ปกครอง และรายได้ผู้ปกครอง ดังปรากฏตาราง 36 (รายละเอียดตั้งตาราง 68-73 ภาคผนวก ข หน้า 327-329)



ตาราง 36 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับ  
ตัวแปรต่าง ๆ

ตัวแปร	df	$\chi^2$ (ตาราง)	$\chi^2$ (คำนวณ)	สรุปผล
เพศ	3	7.81	4.48	ไม่มีความสัมพันธ์
ขนาดโรงเรียน	6	12.59	1.97	ไม่มีความสัมพันธ์
วิชาที่ชอบ	12	21.03	172.06	มีความสัมพันธ์*
การเรียนพิเศษ	3	7.81	7.24	ไม่มีความสัมพันธ์
การศึกษาผู้ปกครอง	6	12.59	5.90	ไม่มีความสัมพันธ์
รายได้ผู้ปกครอง	6	12.59	1.71	ไม่มีความสัมพันธ์

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ตาราง 37 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างวิจัยในองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด จำแนกตามตัวแปรต่าง ๆ

ตัวแปร		องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด									
		ภาษา		จำนวน		เหตุผล		มิติสัมพันธ์		รวม	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	13	26.00	15	30.00	13	26.00	9	18.00	50	50.00
	หญิง	13	26.00	24	48.00	7	14.00	6	12.00	50	50.00
	รวม	26	26.00	39	39.00	20	20.00	15	15.00	100	100.00
ขนาดโรงเรียน	เล็ก	8	28.57	11	39.29	6	21.43	3	10.71	28	28.00
	กลาง	8	25.00	11	34.38	6	18.75	7	21.87	32	32.00
	ใหญ่	10	25.00	17	42.50	8	20.00	5	12.50	40	40.00
	รวม	26	26.00	39	39.00	20	20.00	15	15.00	100	100.00
วิชาที่ชอบที่สุด	คณิตศาสตร์	0	0.00	29	100.00	0	0.00	0	0.00	29	29.00
	วิทยาศาสตร์	0	0.00	8	34.78	4	17.39	11	47.83	23	23.00
	ภาษาอังกฤษ	14	100.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	14	14.00
	สังคมศึกษา	0	0.00	0	0.00	11	78.57	3	21.43	14	14.00
	ภาษาไทย	9	100.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	9	9.00
	อื่นๆ	3	27.27	2	18.18	5	45.45	1	9.10	11	11.00
	รวม	26	26.00	39	39.00	20	20.00	15	15.00	100	100.00
นักเรียนเรียนพิเศษหรือไม่	เรียน	10	16.67	27	45.00	14	23.33	9	15.00	60	60.00
	ไม่เรียน	16	40.00	12	30.00	6	15.00	6	15.00	40	40.00
	รวม	26	26.00	39	39.00	20	20.00	15	15.00	100	100.00

ตาราง 37 (ต่อ)

ตัวแปร		องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด									
		ภาษา		จำนวน		เหตุผล		มิติสัมพันธ์		รวม	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การศึกษาสูงสุด ของผู้ปกครอง	ต่ำกว่าปริญญาตรี	5	26.32	6	31.58	5	26.32	3	15.78	19	19.00
	ปริญญาตรี	21	30.43	26	37.68	12	17.39	10	14.50	69	69.00
	สูงกว่าปริญญาตรี	0	0.00	7	58.33	3	25.00	2	16.67	12	12.00
	รวม	26	26.00	39	39.00	20	20.00	15	15.00	100	100.00
รายได้ของ ผู้ปกครอง (ต่อเดือน)	น้อยกว่า 10,000 บาท	4	30.77	4	30.77	3	23.08	2	15.38	13	13.00
	10,000-30,000 บาท	7	20.59	16	47.05	6	17.65	5	14.71	34	34.00
	มากกว่า 30,000 บาท	15	28.30	19	35.85	11	20.75	8	15.10	53	53.00
	รวม	26	26.00	39	39.00	20	20.00	15	15.00	100	100.00



ตาราง 38 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความสามารถของผู้สอบในองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด จำแนกตามตัวแปรต่าง ๆ

ตัวแปร		องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด									
		ภาษา		จำนวน		เหตุผล		มิติสัมพันธ์		รวม	
		$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
เพศ	ชาย	0.79	.28	0.83	.53	0.75	.58	0.88	.59	0.81	.31
	หญิง	0.83	.25	1.03	.67	0.86	.51	0.90	.42	0.90	.34
ขนาดโรงเรียน	เล็ก	0.85	.28	0.86	.44	0.83	.38	0.85	.32	0.85	.25
	กลาง	0.82	.20	0.92	.69	0.84	.66	0.99	.54	0.89	.35
	ใหญ่	0.77	.30	0.99	.65	0.77	.56	0.84	.59	0.84	.36
วิชาที่ชอบที่สุด	คณิตศาสตร์	0.73	.26	1.27	.74	0.82	.49	0.90	.55	0.93	.30
	วิทยาศาสตร์	0.80	.28	0.99	.54	0.80	.66	1.12	.53	0.93	.36
	ภาษาอังกฤษ	0.93	.31	0.45	.31	0.59	.37	0.64	.28	0.65	.29
	สังคมศึกษา	0.79	.27	0.82	.30	1.23	.46	0.93	.34	0.94	.25
	ภาษาไทย	0.82	.20	0.54	.28	0.43	.23	0.46	.24	0.56	.21
	อื่นๆ	0.89	.16	0.97	.58	0.84	.61	1.00	.66	0.92	.36
เรียนพิเศษหรือไม่	เรียน	0.83	.19	0.80	.60	0.62	.56	0.89	.55	0.79	.30
	ไม่เรียน	0.79	.30	1.02	.60	0.93	.51	0.90	.49	0.91	.34
การศึกษาสูงสุดของผู้ปกครอง	ต่ำกว่าปริญญาตรี	0.93	.07	0.89	.33	0.85	.48	0.94	.39	0.91	.26
	ปริญญาตรี	0.78	.29	0.95	.71	0.83	.53	0.83	.53	0.85	.36
	สูงกว่าปริญญาตรี	0.73	.25	0.89	.11	0.61	.73	1.14	.52	0.85	.19

ตาราง 38 (ต่อ)

ตัวแปร		องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด									
		ภาษา		จำนวน		เหตุผล		มิติสัมพันธ์		รวม	
		$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
รายได้ของ ผู้ปกครอง (ต่อเดือน)	น้อยกว่า 10,000 บาท	0.95	.06	0.83	.24	0.75	.41	0.87	.20	0.85	.17
	10,000-30,000 บาท	0.76	.30	1.04	.72	0.89	.58	0.87	.49	0.89	.36
	มากกว่า 30,000 บาท	0.80	.26	0.88	.59	0.77	.55	0.91	.58	0.84	.34
รวม		0.81	.26	0.93	.61	0.81	.55	0.89	.51	0.86	.33

## 2.2 ผลการศึกษาการแนะแนวการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากการทดสอบตัวอย่างวิจัย จำนวน 100 คน พบว่า ตัวอย่างวิจัยมีความถนัดที่จะศึกษาต่อสายสามัญ ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์มากที่สุด จำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 56.00 และสายอาชีพ ในประเภทวิชาพาณิชยกรรมมากที่สุด จำนวน 96 คน คิดเป็นร้อยละ 96.00 เมื่อพิจารณาจำแนกตามแผนการเรียน/ประเภทวิชาที่โปรแกรมการทดสอบได้แนะแนวการศึกษาต่อ ปรากฏผลการวิจัย ดังนี้ (ตาราง 39-40 และภาพประกอบ 24-25 ภาคผนวก ข หน้า 330-331)

2.2.1 สายสามัญ แนะแนวการศึกษาในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 64.29 แต่มีค่าเฉลี่ยความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์สูงสุด เท่ากับ 1.57 (S.D. = .51) แผนการเรียนศิลป์-คำนวณ ตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 35.29 มีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 (S.D. = .72) แผนการเรียนศิลป์-ภาษา ตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีความถนัดทางภาษา จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 35.29 แต่มีค่าเฉลี่ยความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์สูงสุด เท่ากับ 1.36 (S.D. = .47) และแผนการเรียนศิลป์-สังคม ตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีความถนัดทางภาษา จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 42.11 แต่มีค่าเฉลี่ยความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์สูงสุด เท่ากับ 1.36 (S.D. = .47)

2.2.2 สายอาชีพ แนะแนวการศึกษาในประเภทวิชาอุตสาหกรรม ตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 35.29 ประเภทวิชาอุตสาหกรรมสิ่งทอ ตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีความถนัดทางภาษา จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 42.11 ประเภทวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน แบ่งเป็นจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 64.29 ประเภทวิชาพาณิชยกรรม ตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 40.63 ประเภทวิชาศิลปกรรม และประเภทวิชาคหกรรม ตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีความถนัดทางภาษา จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 42.11 ประเภทวิชาเกษตรกรรม ตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 64.29 ประเภทวิชาประมง ตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 67.92 ประเภทวิชาอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว ตัวอย่างวิจัยส่วนใหญ่มีความถนัดทางภาษา จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 42.11 แต่ทุกประเภทวิชา มีค่าเฉลี่ยความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์สูงสุด เท่ากับ 1.44 (S.D. = .47), 1.36 (S.D. = .47), 1.57 (S.D. = .51), 1.44 (S.D. = .48), 1.36 (S.D. = .47), 1.36 (S.D. = .47), 1.57 (S.D. = .51), 1.57 (S.D. = .51), 1.36 (S.D. = .47) และ 1.44 (S.D. = .48) ตามลำดับ



ตาราง 39 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างวิจัยในองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด  
จำแนกตามแผนการเรียน/ประเภทวิชาที่โปรแกรมการทดสอบได้แนะนำการศึกษาต่อ  
(ผู้สอบ 100 คน)

แผนการเรียน/ ประเภทวิชา	องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด									
	ภาษา		จำนวน		เหตุผล		มิติสัมพันธ์		รวม	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สายสามัญ										
วิทยาศาสตร์-คณิตฯ	4	7.14	36	64.29	10	17.86	6	10.71	56	56.00
ศิลป์-คำนวณ	10	29.41	12	35.29	7	20.59	5	14.71	34	34.00
ศิลป์-ภาษา	12	35.29	3	8.83	10	29.41	9	26.47	34	34.00
ศิลป์-สังคม	16	42.11	3	7.89	10	26.32	9	23.68	38	38.00
สายอาชีพ										
อุตสาหกรรม	10	29.41	12	35.29	7	20.59	5	14.71	34	34.00
อุตสาหกรรมสิ่งทอ	16	42.11	3	7.89	10	26.32	9	23.68	38	38.00
เทคโนโลยี สารสนเทศและ การสื่อสาร	4	7.14	36	64.29	10	17.86	6	10.71	56	56.00
พาณิชยกรรม	22	22.91	39	40.63	20	20.83	15	15.63	96	96.00
ศิลปกรรม	16	42.11	3	7.89	10	26.32	9	23.68	38	38.00
คหกรรม	16	42.11	3	7.89	10	26.32	9	23.68	38	38.00
เกษตรกรรม	4	7.14	36	64.29	10	17.86	6	10.71	56	56.00
ประมง	4	7.55	36	67.92	7	13.21	6	11.32	53	53.00
อุตสาหกรรม การท่องเที่ยว	16	42.11	3	7.89	10	26.32	9	23.68	38	38.00
รวม	26	26.00	39	39.00	20	20.00	15	15.00	100	100.00



ตาราง 40 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความสามารถของผู้สอบในองค์ประกอบความถนัด  
ที่มีค่าความสามารถสูงสุด จำแนกตามแผนการเรียน/ประเภทวิชาที่โปรแกรมการทดสอบได้  
แนะนำการศึกษาต่อ

แผนการเรียน/ ประเภทวิชา	องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด							
	ภาษา		จำนวน		เหตุผล		มิติสัมพันธ์	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
สายสามัญ								
วิทย์ฯ-คณิตฯ	0.92	.06	1.39	.68	1.21	.48	1.57	.51
แผนการเรียน/ ประเภทวิชา	องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด							
	ภาษา		จำนวน		เหตุผล		มิติสัมพันธ์	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
สายสามัญ (ต่อ)								
ศิลป์-คำนวณ	0.83	.18	1.39	.72	1.38	.48	1.14	.47
ศิลป์-ภาษา	0.90	.33	0.34	.52	0.79	.26	1.36	.47
ศิลป์-สังคม	0.90	.31	0.34	.52	1.21	.38	1.36	.47
สายอาชีพ								
อุตสาหกรรม	0.83	.18	1.39	.72	1.38	.48	1.44	.47
อุตสาหกรรมสิ่งทอ	0.90	.31	0.34	.52	1.21	.38	1.36	.47
เทคโนโลยี สารสนเทศและ การสื่อสาร	0.92	.06	1.39	.68	1.21	.48	1.57	.51
พาณิชยกรรม	0.87	.27	1.31	.72	1.21	.42	1.44	.48
ศิลปกรรม	0.90	.31	0.34	.52	1.21	.38	1.36	.47
คหกรรม	0.90	.31	0.34	.52	1.21	.38	1.36	.47
เกษตรกรรม	0.92	.06	1.39	.68	1.21	.48	1.57	.51
ประมง	0.92	.06	1.39	.68	1.21	.48	1.57	.51
อุตสาหกรรม การท่องเที่ยว	0.90	.31	0.34	.52	1.21	.38	1.36	.47
รวม	0.87	.26	1.31	.72	1.21	.42	1.44	.48



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน นำเสนอสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุปผล
6. อภิปรายผล
7. ข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและเปรียบเทียบคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวน คำตอบที่แตกต่างกัน

1.1 เพื่อพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

1.2 เพื่อศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

1.3 เพื่อเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

1.4 เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

2. เพื่อศึกษาความถนัดทางการเรียนจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ

2.2 เพื่อศึกษาการแนะแนวการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบความถนัดด้านต่างๆ
2. แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน แบบปรนัย 5 ตัวเลือก
3. โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน
4. คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน
5. แบบประเมินโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรม (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ
6. แบบประเมินความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)
7. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน (สำหรับครูผู้สอน) ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ
8. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน (สำหรับนักเรียน) ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ประกอบด้วย 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาคลังข้อสอบความถนัดทางการเรียน โดยผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สตัน ซึ่งผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ

ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ เป็นการออกแบบและเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พร้อมคู่มือการใช้โปรแกรม ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำเป็นโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมต้นฉบับ



ระยะที่ 3 การใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ เพื่อศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ วิเคราะห์และเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบวิเคราะห์และเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ

ระยะที่ 4 การประเมินผลการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ และศึกษาผลการแนะนำการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยศึกษาจากองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดจำแนกตามแผน การเรียน/ประเภทวิชาที่โปรแกรมการทดสอบได้แนะนำการศึกษาต่อ

### การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. การหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบ

1.2 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

(Confirmatory Factor Analysis)

1.3 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแบบพหุมิติ วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม TESTFACT โดยใช้การวิเคราะห์แบบ bi-factor และโปรแกรม BILOG-MG

1.4 การปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ใช้วิธีปรับแก้ค่าเฉลี่ยและซิกมา (Robust Mean and Sigma Method)

2. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage)

#### 3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

3.1 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยดำเนินการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถรวมของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย

3.2 วิเคราะห์และเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยดำเนินการเปรียบเทียบด้วยการวิเคราะห์ Independent Sample t-test

3.3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ โดยดำเนินการเปรียบเทียบด้วยการวิเคราะห์ one-way MANOVA

3.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ด้วยการทดสอบด้วยสถิติไคสแควร์ (Chi-Square Test) ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ

3.5 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผลการแนะนำการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบ





## สรุปผล

1. ผลการพัฒนาและเปรียบเทียบคุณภาพของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวน คำตอบที่แตกต่างกัน

1.1 ผลการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1.1.1 คลังข้อสอบ ประกอบด้วยข้อสอบ 269 ข้อ จำแนกเป็นองค์ประกอบความถนัดทางภาษา จำนวน 67 ข้อ องค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน จำนวน 69 ข้อ องค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล จำนวน 66 ข้อ และองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 67 ข้อ โดยมีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.34 โดยองค์ประกอบความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.29, 0.36, 0.35 และ 0.34 ตามลำดับ ค่าความยากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.34 โดยองค์ประกอบความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าความยากเท่ากับ 0.34, 0.32, 0.33 และ 0.37 ตามลำดับ และโอกาสการเดามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.15 โดยองค์ประกอบความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าโอกาสการเดาเท่ากับ 0.16, 0.15, 0.15 และ 0.14 ตามลำดับ

1.1.2 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวน คำตอบที่แตกต่างกัน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากทั้งสองโปรแกรม และมีความคิดเห็นต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดทั้งสองโปรแกรม

1.2 ผลการศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถรวมของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ .757 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหน่วยในการวิเคราะห์มีจำนวน 79 หน่วย และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบ พบว่า ค่าความสามารถของความถนัดทางภาษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา และภาษาอังกฤษ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าความสามารถของความถนัดด้านจำนวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา



อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ค่าความสามารถของความถนัดด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ค่าความสามารถของความถนัดด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย สังคมศึกษา และภาษาอังกฤษ

1.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถรวมของผู้สอบที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบกับค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากผลการเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ .608 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหน่วยในการวิเคราะห์มีจำนวน 79 หน่วย และเมื่อพิจารณารายองค์ประกอบ พบว่า ค่าความสามารถของความถนัดทางภาษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 5 วิชาหลัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าความสามารถของความถนัดด้านจำนวนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ค่าความสามารถของความถนัดด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ค่าความสามารถของความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ทางบวกมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย สังคมศึกษา และภาษาอังกฤษ

1.3 ผลการเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน มีสารสนเทศของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

1.4 ผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนตัวอย่างวิจัย มีความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อวิเคราะห์แยกประเด็นพิจารณา 4 ด้าน พบว่า ผลการประเมินโปรแกรมมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สูงกว่าโปรแกรมการทดสอบ



ที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ แต่ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ สำหรับความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบไม่แตกต่างกัน และความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบทั้งสองโปรแกรมไม่แตกต่างกัน

2. การศึกษาความถนัดทางการเรียนจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดมีความสัมพันธ์กับวิชาที่ชอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเพศ ขนาดโรงเรียน การเรียนพิเศษ การศึกษาผู้ปกครอง และรายได้ผู้ปกครอง

2.2 ศึกษาผลการแนะแนวการศึกษาต่อ จากการทดสอบตัวอย่างวิจัย จำนวน 100 คน ผลการวิจัยพบว่า ตัวอย่างวิจัยมีความถนัดที่จะศึกษาต่อสายสามัญ ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์มากที่สุด จำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 56.00 ซึ่งส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 64.29 มีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 (S.D. = .68) และสายอาชีพ ในประเภทวิชาพาณิชยกรรมมากที่สุด จำนวน 96 คน คิดเป็นร้อยละ 96.00 ซึ่งส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 40.63 มีความสามารถเฉลี่ยเท่ากับ 1.31 (S.D. = .72)

## อภิปรายผล

1. คลังข้อสอบของโปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้ มีข้อสอบ จำนวน 269 ข้อ โดยมีความเฉลี่ยอำนาจจำแนก เท่ากับ 0.34 ค่าเฉลี่ยความยากเท่ากับ 0.34 และค่าเฉลี่ยโอกาสการเดา เท่ากับ 0.15 ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับประเด็นจำนวนข้อสอบที่เหมาะสมในคลังข้อสอบ แม้ที่ผ่านมาการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติจะไม่มีงานวิจัยหรือทฤษฎีใดที่กำหนดจำนวนข้อสอบที่เหมาะสม แต่จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยของทัศนศิรินทร์ สว่างบุญ (2554) สมประสงค์ เสนารัตน์ (2555) Linden (1999) Cheng (2009a) Diao และ Reckase (2009) และ Veldkamp และ Linden จำนวนข้อสอบในคลังข้อสอบทั้งแบบจำลองข้อมูลและเก็บข้อมูลจริงมีจำนวน 50-300 ข้อ ซึ่งคลังข้อสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้ มีจำนวนสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา

2. ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อโปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้ ในภาพรวมระดับมาก นั่นคือ โปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้นมีระบบการทำงานที่สะดวก มีความเหมาะสม มีความรวดเร็ว มีความถูกต้อง และมีประโยชน์สำหรับผู้ใช้ ซึ่งโปรแกรมการทดสอบมีการแสดงผลการทดสอบให้ผู้สอบได้ทราบคะแนนได้ทันที สอดคล้องกับแนวคิดของ Parshall และคณะ (2002 : 23-25) ที่กล่าวว่า การแสดงผลการทดสอบ การให้คะแนนได้ทันที และสามารถรายงานผลการทดสอบให้ผู้สอบทราบได้ทันที เป็นประโยชน์ที่สำคัญของการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นในภาพรวมระดับมากที่สุด แสดงว่า ผู้ใช้โปรแกรมการทดสอบสามารถทำความเข้าใจและใช้งานโปรแกรมการทดสอบได้จากคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ผลการวิจัยเป็น



เช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมและจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบโดยผ่านการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข จนกระทั่งได้โปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบฉบับที่สมบูรณ์ จึงทำให้ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นในระดับมากและมากที่สุด

3. โปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้น มีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยค่าความสามารถของความถนัดทางภาษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 5 วิชาหลัก ค่าความสามารถของความถนัดด้านจำนวนและด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ค่าความสามารถของความถนัดด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย สังคมศึกษา และภาษาอังกฤษ ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากความถนัดทางภาษามีผลต่อการเรียนรู้ด้านการสื่อสารทั่วไป ความเข้าใจความหมายในการสนทนา การฟังคำอธิบายต่าง ๆ และการอ่านจับใจความสำคัญ ซึ่งทุกวิชาจะเกี่ยวข้องกับสิ่งเหล่านี้ จึงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับ 5 วิชาหลัก สำหรับความถนัดด้านจำนวนจะมีความเกี่ยวข้องกับตัวเลข การคิดคำนวณ และความถนัดด้านเหตุผลเป็นคุณลักษณะพื้นฐานที่จำเป็นในการศึกษาเล่าเรียน ทำให้ความถนัดทั้ง 2 ด้านนี้มีความสัมพันธ์ทางบวกกับวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา สำหรับความถนัดด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการจินตนาการและมองภาพต่าง ๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยครั้งนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยหลายงาน ได้แก่ งานวิจัยของวิจิตรา พิลาตัน และอรอุมา วรานูสาสน์ (2551 : 77) ที่พบว่า ความถนัดด้านตัวเลข ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านภาษา เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ งานวิจัยของดวงเดือน คันทะพรม (2543 : 67-68) พบว่า ความถนัดด้านภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 งานวิจัยของสาคร กิ่งจันทร์ (2545 : 119-120) พบว่า ความถนัดทางภาษา ด้านจำนวน และด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา งานวิจัยของพิมพ์ประภา อรัญมิตร (2552 : 138-140) พบว่า ความถนัดทางการเรียนด้านภาษาเป็นปัจจัยระดับนักเรียนที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่ และงานวิจัยของวนิดา ดีแป้น (2553 : 159-161) พบว่า ความถนัดทางภาษา เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ

4. โปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้น มีสารสนเทศของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยโปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยสารสนเทศของแบบทดสอบสูงกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากโปรแกรมที่ให้ทวนคำตอบให้ผลการวิเคราะห์ค่าความสามารถของผู้สอบได้สูงกว่าโปรแกรมที่ไม่ให้ทวนคำตอบ ซึ่งค่าความสามารถนี้ใช้ในการคำนวณสารสนเทศของแบบทดสอบ ทำให้ทั้งสองโปรแกรมมีสารสนเทศของแบบทดสอบแตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพ์สิริ เขียวรณเรศขันธ์ (2549) ที่เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างการไม่ให้ทวนคำตอบและการให้ทวนคำตอบ โดยผู้สอบที่มีค่าความสามารถระดับปานกลาง และต่ำ มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมี



นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่สำหรับผู้สอบที่มีความสามารถระดับสูงมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน และจากการศึกษาของ Vispoel, Hendrickson และ Bleiler (2000) เกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่อนุญาตให้ทวนคำตอบแบบช่วง พบว่า ค่าความสามารถของผู้สอบเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังจากการทวนคำตอบ ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ ค่าความสามารถของผู้สอบจากโปรแกรมที่ให้ทวนคำตอบมีค่าสูงกว่าโปรแกรมที่ไม่ให้ทวนคำตอบ ทำให้โปรแกรมที่ให้ทวนคำตอบมีค่าสารสนเทศของแบบทดสอบสูงกว่าโปรแกรมที่ไม่ให้ทวนคำตอบ แต่สารสนเทศของแบบทดสอบในการวิจัยครั้งนี้ มีค่าเฉลี่ยที่ค่อนข้างน้อย อาจจะเป็นเนื่องมาจากโปรแกรม TESTFACT ให้ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกที่ค่อนข้างต่ำ และอาจจะเป็นเพราะค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่คำนวณได้มีค่าค่อนข้างสูง ส่งผลให้ค่าสารสนเทศของแบบทดสอบมีค่าต่ำ

5. ผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบระหว่าง 2 โปรแกรม โดยภาพรวมและรายด้าน 3 ด้าน มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้นด้านการตั้งใจของโปรแกรมการทดสอบที่มีผลการประเมินไม่แตกต่างกัน ซึ่งด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนิน การสอบ และด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบสูงกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ แต่ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากผู้สอบต้องการทวนคำตอบเพื่อความมั่นใจในการสอบ ทำให้ความคิดเห็นมีความแตกต่างกันระหว่างโปรแกรมที่ให้ทวนคำตอบและโปรแกรมที่ไม่ให้ทวนคำตอบ ซึ่งตัวอย่างวิจัยที่ได้ทดสอบด้วยโปรแกรมที่ให้ทวนคำตอบมีความพึงพอใจต่อโปรแกรมการทดสอบมากกว่าตัวอย่างวิจัยที่ได้ทดสอบด้วยโปรแกรมที่ไม่ให้ทวนคำตอบ สำหรับด้านการตั้งใจของโปรแกรมการทดสอบ เป็นการประเมินความน่าสนใจและความทันสมัยของโปรแกรม ความรู้สึกต่อการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการทวนได้หรือทวนไม่ได้ ทำให้ผลการวิจัยในประเด็นนี้ไม่มีความแตกต่างกันระหว่าง 2 โปรแกรม ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vispoel (1998) ที่พบว่า ผู้สอบส่วนมากมีความต้องการทวนคำตอบ ทำให้ยืนยันได้ว่า ผู้สอบมีความคิดเห็น/ความพึงพอใจที่ดีต่อโปรแกรมที่ให้ทวนคำตอบมากกว่าโปรแกรมที่ไม่ให้ทวนคำตอบ

6. ผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบระหว่าง 2 โปรแกรม ทั้งภาพรวมและรายด้านมีความคิดเห็นไม่แตกต่างกัน ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากครูผู้สอนเป็นเพียงผู้นำโปรแกรมนี้ไปให้นักเรียนใช้ประโยชน์ ซึ่งครูผู้สอนมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมการทดสอบจะทวนคำตอบได้หรือไม่ ก็ต่างมีประโยชน์ไม่ต่างกัน ทำให้ความคิดเห็นของครูผู้สอนไม่มีความแตกต่างกัน

7. องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดมีความสัมพันธ์กับวิชาที่ชอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเพศ ขนาดโรงเรียน การเรียนพิเศษ การศึกษาของผู้ปกครอง และรายได้ของผู้ปกครอง อาจจะเป็นเพราะธรรมชาติของแต่ละคน หากชอบเรียนวิชาใด มักจะมีความถนัดในวิชานั้น ทำให้ความถนัดด้านที่มีค่าความสามารถสูงสุดมีความสัมพันธ์กับวิชาที่ชอบ เช่น หากมีความถนัดด้านคำนวณ ก็มักจะมีความชอบที่จะเรียนคณิตศาสตร์หรือฟิสิกส์หรือวิชาอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการคำนวณ เป็นต้น แต่ตัวแปรเพศไม่ว่าจะเพศใดก็จะมีความถนัดที่คล้ายคลึงกัน เช่น เพศชายและเพศหญิงบางคนมีความถนัดด้านคำนวณเช่นเดียวกัน เป็นต้น สำหรับตัวแปรขนาดโรงเรียน ไม่ว่าโรงเรียนจะมีขนาดเล็ก กลาง



หรือใหญ่ ก็อบรมสั่งสอนนักเรียนเหมือนกันทุกคน ขึ้นอยู่กับนักเรียนแต่ละคนว่าจะรับรู้หรือเรียนรู้สิ่ง  
ที่ครูสอนได้มากน้อยเพียงใด สำหรับตัวแปรการเรียนพิเศษ นักเรียนบางคนที่ยังเรียนพิเศษอาจจะเป็น  
เพราะผู้ปกครองบังคับให้เรียนหรือไปเรียนตามเพื่อน โดยที่ไม่มีความรู้เพิ่มขึ้นจากการเรียนพิเศษแต่  
อย่างใด สำหรับตัวแปรการศึกษาของผู้ปกครองก็ได้ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้หรือความถนัดมากขึ้น  
ตามการศึกษาของผู้ปกครอง และสำหรับรายได้ของผู้ปกครอง หากผู้ปกครองมีรายได้สูง ส่วนใหญ่ก็  
จะให้เงินกับนักเรียน แต่นักเรียนก็อาจจะนำไปใช้ในทางอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียน ดังนั้น  
องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดมีความสัมพันธ์กับวิชาที่ชอบ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับ  
ตัวแปรเพศ ขนาดโรงเรียน การเรียนพิเศษ การศึกษาของผู้ปกครอง และรายได้ของผู้ปกครอง

8. ผลการแนะแนวการศึกษาต่อจากโปรแกรมการทดสอบ พบว่า สายสามัญ ตัวอย่างวิจัย  
มีความถนัดที่จะศึกษาต่อแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวนมากที่สุด สำหรับสายอาชีพ  
ตัวอย่างวิจัยมีความถนัดที่จะศึกษาต่อประเภทวิชาพาณิชยกรรม จำนวนมากที่สุด โดยตัวอย่างวิจัย  
ส่วนใหญ่มีความถนัดด้านจำนวน แต่มีค่าความสามารถเฉลี่ยในด้านมิติสัมพันธ์สูงสุด อาจจะเป็นเพราะ  
แต่ละคนมีความถนัดด้านจำนวนสูงกว่าด้านอื่น ๆ แต่อาจมีค่าความสามารถที่ไม่มากนัก และเมื่อ  
พิจารณาจากค่าความสามารถเฉลี่ยของตัวอย่างวิจัยทุกคนมีค่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่า  
ด้านอื่น ๆ อาจเป็นเพราะความถนัดด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถพื้นฐานที่จะส่งผลให้เกิด  
จินตนาการ และมโนภาพต่าง ๆ (ไพศาล หวังพานิช. 2526 : 135) ทำให้ค่าความสามารถเฉลี่ย  
ด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าด้านอื่น ๆ

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การวิจัยครั้งนี้ ได้พัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับ  
เหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ที่สามารถแนะแนวการศึกษาต่อทั้งสายสามัญและสายอาชีพให้  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อได้อย่างเหมาะสมกับความถนัด  
ของตนเอง แต่ผู้สอบจะต้องดำเนินการทดสอบอย่างเต็มความสามารถ และต้องซื่อสัตย์ต่อตนเอง  
เพื่อให้ผลการแนะแนวการศึกษาต่อมีความถูกต้อง และผู้สอบจะทราบความถนัดของตนเองได้อย่าง  
แม่นยำ

1.2 โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบ  
พหุมิติ นอกจากจะนำมาใช้ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้ว ยังสามารถใช้กับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ เพราะโปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้มีการแนะแนวคณะใน  
มหาวิทยาลัยที่เหมาะสมกับความถนัดของผู้สอบ แต่ในส่วนของการแนะแนวแผนการเรียนอาจจะไม่ตรง  
กับแผนการเรียนที่นักเรียนกำลังศึกษาอยู่ในปัจจุบัน

1.3 เมื่อทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้แล้ว หากนักเรียนมีความถนัด  
ทางภาษา แสดงว่านักเรียนมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 5 วิชาหลักที่ค่อนข้างดี หาก  
นักเรียนมีความถนัดด้านจำนวนหรือเหตุผล แสดงว่านักเรียนมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษาที่ค่อนข้างดี และหากนักเรียนมีความถนัดด้านมิติสัมพันธ์  
แสดงว่านักเรียนมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้าง



ดี ดังนั้น เมื่อครูแนะแนว ครูที่ปรึกษา ครูผู้สอน และผู้ปกครอง ได้ทราบความถนัดของผู้เรียนแล้ว จะได้ให้คำแนะนำ สนับสนุน หรือช่วยเหลือนักเรียนได้อย่างเหมาะสม

1.4 จากผลการเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบทดสอบและผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบในการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบว่า การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ทั้งแบบเอกมิติและพหุมิติ ควรพัฒนาให้โปรแกรมมีการทวนคำตอบได้ เพราะผู้สอบต้องการให้โปรแกรมการทดสอบเปิดโอกาสให้ทวนคำตอบ เพื่อช่วยลดความวิตกกังวลใจในการทดสอบ

1.5 จากผลการศึกษาความถนัดทางการเรียนจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบ ทำให้ครูผู้สอน และผู้ปกครองสามารถทราบความถนัดของนักเรียนได้จากข้อมูลเบื้องต้น คือ หากผู้สอบชอบเรียนวิชาใด แสดงว่ามีความถนัดด้านนั้น

1.6 การทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการทดสอบแบบไม่จำกัดเวลา และไม่เน้นนำผลการทดสอบไปเปรียบเทียบกับคนอื่น แต่เป็นการทดสอบเพื่อแนะแนวการศึกษาต่อของผู้สอบ ดังนั้น ผู้ที่จะนำโปรแกรมไปใช้จะต้องมีเวลาเพียงพอให้ผู้สอบดำเนินการทดสอบ และสามารถให้คำแนะนำหรือแนะแนวการศึกษาต่อให้กับผู้สอบเพิ่มเติมได้

1.7 โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ ทำงานด้วยระบบ Online Client-Server ต้องมี Database Server เป็นเครื่องแม่ข่ายทำงานบนอินเทอร์เน็ต และคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งานทั่วไป เรียกว่า Client นั่นคือ ต้องมีการเชื่อมต่อระหว่าง Database Server และเครื่อง Client ด้วยอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีข้อจำกัด ดังนี้

1.7.1 หากระบบอินเทอร์เน็ตมีปัญหาหรือมีสัญญาณไม่ดี จะทำให้โปรแกรมทำงานได้ไม่สมบูรณ์ ดังนั้น หากต้องการใช้โปรแกรมนี้จะต้องมีสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ดีพอสมควร

1.7.2 สัญญาณอินเทอร์เน็ตต้องเปิด Ports เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับ Database Server ได้ หากไม่สามารถเปิด Ports ได้ จำเป็นจะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม SQL Server Management Studio โดยผู้ชำนาญการทางคอมพิวเตอร์ เพื่อจำลองเป็น Database Server

1.7.3 การทำงานด้วยระบบ Online Client-Server บางครั้งเมื่อใช้เครื่อง Client จำนวนหลายเครื่องพร้อมกัน อาจเกิดปัญหาในการเชื่อมต่อกับ Database Server แก้ปัญหานี้โดยใช้เครื่อง Client ดำเนินการทดสอบจำนวนน้อยลงในแต่ละครั้ง

## 2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 การวิจัยครั้งนี้ เป็นการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบพหุมิติระหว่างข้อ (between-item multidimensionality) ในการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรศึกษาแบบพหุมิติภายในข้อ (within-item multidimensionality)

2.2 การวิจัยครั้งนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความถนัดทางการเรียนแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Item) การศึกษาครั้งต่อไปจึงควรเปลี่ยนเครื่องมือการวิจัยเป็นแบบอื่น เช่น ศึกษาความถนัดทางการเรียนแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ว่ามีความถนัดมากน้อยระดับใด ซึ่งเป็นการศึกษา Computerized adaptive testing with polytomous items เป็นต้น



2.3 การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาค้างข้อสอบความถนัดทางการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบ หรือทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณของเทอร์สโตน ซึ่งนำมาสร้างคลังข้อสอบเพียง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบทางภาษา องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ แต่ตามทฤษฎีจะมีทั้งหมด 7 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบทางภาษา องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านเหตุผล องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ องค์ประกอบด้านสังเกต พิจารณา องค์ประกอบด้านความคล่องในการใช้ถ้อยคำ และองค์ประกอบด้านความจำ ในการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรศึกษาความถนัดให้ครอบคลุมทั้ง 7 องค์ประกอบ

2.4 การวิจัยครั้งนี้ ใช้การปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ในการศึกษาครั้งต่อไปควรใช้การปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ

2.5 การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ โดยใช้วิธีการคัดเลือกข้อสอบด้วยวิธีการ Maximize the Determinant of the Fisher Information Matrix ใช้การประมาณค่าความสามารถผู้สอบด้วยวิธีการแบบเบส์ (Bayesian Estimation) ใช้เกณฑ์ยุติการทดสอบด้วยการจำกัดจำนวนข้อสอบ (Fixed length) และใช้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่มีการจำกัดช่วง (Block Review) ซึ่งวิธีการคัดเลือกข้อสอบ การประมาณค่าความสามารถผู้สอบ เกณฑ์ยุติการทดสอบ และเงื่อนไขการทวนคำตอบ ยังมีรูปแบบอื่น ๆ ที่น่าสนใจอีกมากมาย ดังนี้

2.5.1 การคัดเลือกข้อสอบ (Item Selection) เช่น minimum trace of the inverse Fisher information matrix (van der Linden. 1999) Maximize Kullback-Leibler Information (Veldkamp and van der Linden. 2002 ; Reckase. 2009) Maximize Information in Direction with Minimum Information, Largest Decrement in the Volume of the Bayesian Credibility Ellipsoid (Reckase. 2009) Maximum KL distance between two subsequent posteriors (Mulder and van der Linden. 2010) KL information with Bayesian update method (Wang and Chang. 2010) Kullback-Leibler Information (Mulder and van der Linden. 2010) และ Mutual Information (Mulder and van der Linden. 2010 ; Wang and Chang. 2011) เป็นต้น

2.5.2 วิธีประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ (Ability Estimate) เช่น Maximum Likelihood Criterion, Maximum a Posteriori Bayesian Criterion และ Least Squares Criterion (Reckase. 2009 : 139)

2.5.3 เกณฑ์ยุติการทดสอบ (Termination Criteria) เช่น กำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ เวลาที่ใช้ในการทดสอบคะแนนจุดตัดที่แยกระดับความสามารถของกลุ่มผู้สอบ และใช้เกณฑ์จำกัดจำนวนข้อสอบร่วมกับกำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ เป็นต้น (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2555 : 204)

2.5.4 เงื่อนไขการทวนคำตอบ เช่น การทวนที่มีการจำกัดจำนวน (Limited Review) และการทวนในหมวดสิ่งเดียวกัน (Stimulus-based Review) (Stocking. 1997 : 57-75)





2.6 การวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ด้วยโปรแกรม TESTFACT และ BILOG-MG ซึ่งให้ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกที่ค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้สารสนเทศของแบบทดสอบมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำ ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ด้วยโปรแกรมอื่น เช่น NOHARM (Fraser. 1998) ConQuest (Wu, Adams and Wilson. 1997) และ BMIRT (Yao. 2003) เป็นต้น

2.7 การวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ด้วยการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถที่วัดได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น กับผลการเรียนเฉลี่ยและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนที่เป็นมาตรฐาน หรือดำเนินการทดสอบซ้ำด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

2.8 การวิจัยครั้งนี้ โปรแกรมการทดสอบทำงานด้วยระบบ Online Client-Server ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรพัฒนาให้โปรแกรมทำงานผ่านเว็บไซต์ หรือสามารถทดสอบได้เบ็ดเสร็จในเครื่องเดียว ไม่ต้องเชื่อมต่อไปยัง Database Server

2.9 การวิจัยครั้งนี้ มีการแนะนำการศึกษาต่อทั้งสายสามัญและสายอาชีพ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้นำไปพิจารณาเลือกศึกษาต่อสายใดสายหนึ่งด้วยตนเอง ในการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรแนะนำการศึกษาต่อเพียงสายการเรียนใดสายการเรียนหนึ่ง เพื่อยืนยันความถนัดที่แน่นอนเพียงสายการเรียนเดียว



บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2553 (ฉบับที่ 3). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), 2553.
- . หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.
- กรมวิชาการ. รูปแบบหรือแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างคุณลักษณะดี เก่ง มีสุข ระดับชั้นประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2543 ก.
- . เอกสารประกอบแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2543. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษากกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2543 ข.
- กฤษฎา พรจันท์. การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง โดยวิธีการวิเคราะห์ห่อภิมาณ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2551.
- กาญจนา แก้วมณี. การเปรียบเทียบค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบเลือกตอบวิชาคณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบตัวเลือกแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2545.
- กิตยวดี บุญเชื้อ และคนอื่นๆ. “การเรียนรู้อย่างมีความสุข,” วารสารครุศาสตร์. 3 : 208 ; กรกฎาคม-ตุลาคม, 2540.
- กิริตี เชียงเหี้ยม. การสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.
- เกศินี แจ่มจรรยา. ผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้ข้อเสนอแนะด้านการศึกษาต่อที่มีต่อความเหมาะสมในการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชลบุรี “สุขบท” จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา, 2546.
- เกียรติศักดิ์ ส่องแสง. ฟังก์ชันสารสนเทศของแบบทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์. ปริญญาโท กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2547.
- คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์, 2553.
- จุไรพร ตรังปรากฏ. การสร้างแบบวัดความถนัดทางอาชีพตามแนว OASIS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2548.
- จุฬาลักษณ์ ผาอ่อน. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้อย่างมีความสุขของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสระบุรี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. ลพบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, 2553.



- ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ (Theory of Testing and Measurement). สงขลา : ภาควิชาการประเมินผลและวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2548.
- . “ทฤษฎีการตอบข้อสอบหลายมิติ,” วัดผลจุดคอม. 19 พฤศจิกายน 2553. <<http://www.watpon.com/Elearning/mirt.pdf>> 5 พฤษภาคม 2555.
- ชนะ ภูมิ. ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2549.
- ชมรมบัณฑิตแนะแนว. เส้นทางสู่นาคตเมื่อจบ ม.3. ม.ป.ท. : ม.ป.พ., 2545.
- ชาญวิทย์ อาจสม. การพัฒนาแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนที่ดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.
- ฉิษา เทียมสุวรรณ. ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. อุบลราชธานี : สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี, 2545.
- ดรรชนี ศรีธีร์ธรัตน์. ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เขตจังหวัดอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2549.
- ดารารพร หาญกล้า. การพัฒนาแบบทดสอบวัดความถนัดทางฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.
- ดิเรก หอมจันทร์. การพัฒนาแบบทดสอบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบสำหรับการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิง (E-Learning) รายวิชา 4000107 : เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์. ปัญหาพิเศษ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.
- ดวงเดือน คันทะพรม. ความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2543.
- ทัศนรงค์ จารุเมธีชน. ปัจจัยสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดเลย : การวิเคราะห์เชิงสาเหตุพระดับโดยใช้โมเดลระดับลดหลั่นเชิงเส้น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2548.
- ทัศนีย์ ประสงค์สุข. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2546.



- ทัศนศิริินทร์ สว่างบุญ. การเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกข้อสอบขั้นแรกและลำดับข้อสอบที่มีคุณภาพของการทดสอบปรับเหมาะแบบพหุมิติด้วยคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.
- ทิพวรรณ วังเย็น. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2541.
- ธนบดี สีขาวอ่อน. องค์ประกอบบางประการที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานุริรัมย์ : การวิเคราะห์หุ้ระดับโดยใช้โมเดลระดับลดหลั่นเชิงเส้น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2549.
- ธนศักดิ์ จันทร์พรม. การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ตามยุทธวิธีแมกซิมัมไลค์ลิสต์ในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.
- ธวัชชัย ธรรมพันธ์. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองบางประการและตัวแปรด้านจิตพิสัยบางประการ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดหนองคาย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2548.
- ธานินทร์ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางการเรียนพิสัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดอ่างทอง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2539.
- ธงชัย นิลคำ. การสร้างแบบทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่ดำเนินการสอบบนเว็บเพจ รายวิชา 0012001 : การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2551.
- นันทิพร บุญท้อ. ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2555.
- นิลรัตน์ ทศช่วย. การเปรียบเทียบเหตุผลเชิงจริยธรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดขอนแก่น ที่มีความสามารถด้านเหตุผลและการคิดเชิงวิพากษ์แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2547.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธ์. เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : พี แอนด์ พลับลิชซิง, 2542.
- เบญจวลี ไชยแสน. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองบางประการ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขยายโอกาส สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2544.



- ประภา เทียนศรี. รายงานการวิจัย เรื่อง ปัจจัยและผลการเปลี่ยนคำตอบข้อสอบปรนัยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม.  
กรุงเทพฯ : ศูนย์บรรณสารสนเทศทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- ประภา สว่างจิตต์. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิต-วิทย์ ในเขตพื้นที่การศึกษาชลบุรี เขต 3. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2550.
- ประสาน ทองยอด. ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดอยุธยา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2548.
- ปัญญา ตรีเลิศพจน์กุล. ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. อุบลราชธานี : สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี, 2545.
- ปิยดา ปัญญาศรี. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างนักเรียนที่มีแบบเรียน อบรมเลี้ยงดู และระดับเขาวนปัญญาแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2545.
- พงษ์พิชิต พรหมสิทธิ์. การดำเนินการสอบแบบทดสอบเทเลอร์ ตามยุทธวิธีของเบย์ในวิชาคณิตศาสตร์ ค 014 โดยเว็บเพจ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2544.
- พัชรา ทศนวิจิตรวงศ์. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2540.
- พัชรี จันทร์เพ็ง. การเปรียบเทียบคุณภาพของวิธีการเชื่อมโยงคะแนนตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ ภายใต้การหมุนแกน โครงสร้างเชิงมิติและระดับความสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : เข้าท์ออฟเคอร์มีส์, 2548.
- พิมพ์ประภา อรัญมิตร. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเลย เขต 3 โดยการวิเคราะห์พหุระดับ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. เลย : มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, 2552.
- พิมพ์สิริ เอียรนรเศรษฐ์. การเปรียบเทียบค่าความสามารถ ลักษณะของการเปลี่ยนคำตอบ และเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ ของผู้สอบในการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์ เมื่อเงื่อนไขการทดสอบและระดับความสามารถของผู้สอบแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.
- ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2526.
- รังสรรค์ มณีเล็ก. ผลของตัวแปรบางตัวต่อความเที่ยงตรงเชิงสภาพและจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบด้วยคอมพิวเตอร์. ปริญญาโท กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540.



- ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมศัพท์จิตวิทยา อักษร A – L ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ : ศักติโสภาคการพิมพ์, 2548.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2541.
- วนิดา ดีแป้น. ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเลย โดยการวิเคราะห์พระระดับ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. เลย : มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, 2553.
- วรลักษ์ณัฏ ลิ้มทองสกุล. การศึกษาความสัมพันธ์แบบคาโนนิคระหว่างความสามารถทางสมอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2545.
- วรรณวดี ทำลำพอง. การสร้างแบบทดสอบความถนัด. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.
- วิจารณ์ พานิช. วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี สฤษดิ์วงศ์, 2555.
- วิจิตรา พิลาตัน และอรอุมา วรานุสาสน์. ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยอาชีวศึกษานครสวรรค์. การศึกษาค้นคว้าอิสระ วท.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2551.
- เวชยันต์ สังข์จ้อย. คู่มือเรียนการเขียนโปรแกรมภาษาซี. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2554.
- ศรัณย์พร ขำดำ. การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มโรงเรียนเทศบาลเมืองอุดรดิษฐ์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. อุดรดิษฐ์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิษฐ์, 2551.
- ศรารุช ไตรยราช. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 สังกัดสำนักงานกรมสามัญศึกษา จังหวัดนครพนม ที่มีความถนัดทางการเรียนและ สไตล์การเรียนรู้แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2546.
- ศักดิ์ชัย จันทะแสง. การศึกษาปัจจัยด้านสติปัญญาและด้านที่ไม่ใช่สติปัญญาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2550.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory). พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.
- . ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (MODERN TEST THEORIES). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555.
- ศิริลักษณ์ หวังชอบ. การใช้แบบทดสอบแบบปรับเหมาะ สำหรับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2553.



- ศุภรัตน์ กรองสะอาด. การสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนเพื่อใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2552.
- ศุภร ศรีนุต. ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. เพชรบูรณ์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2553.
- สาคร กิ่งจันทร์. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. อุบลราชธานี : สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี, 2545.
- สายัณ ไทยทอง. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 2. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2554.
- สายม่าน เปลี่ยนเหล็ก. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง ในวิทยาลัยเทคนิค สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 และภาคเหนือ 3. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2554.
- สิริลักษณ์ เกษรปทุมานันท์. การเปรียบเทียบความตรงตามสภาพในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ที่ใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบขั้นแรก อัตราการใช้ข้อสอบซ้ำ และเกณฑ์ยุติการทดสอบที่ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.
- สุกัญญา กาจหาญ. การศึกษารายละเอียดประกอบที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกสาขาวิชาของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2550.
- สุจิตรา เถาว์โท. องค์ประกอบที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 : การวิเคราะห์พหุระดับ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2555.
- สุชาติ หอมจันทร์. ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนครราชสีมา. ปริญญาโท ค.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2546.
- สุดารัตน์ หวลมุกดา. ประสิทธิภาพของการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ตามระดับชั้นของค่าอำนาจจำแนกภายใต้เงื่อนไขต่างกัน โดยใช้วิธีการจำลองข้อมูล. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2550.
- สุเทพ สันติวรานนท์. เอกสารคำสอนระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา (Research Methodology in Education). สงขลา : ภาควิชาการประเมินผลและวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตสงขลา, 2552.





- สุนันท์ พลอาษา. การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่ดำเนินการทดสอบบนเว็บ  
เพจ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย เรื่องความรู้พื้นฐานทางภาษาและการพัฒนาทักษะทาง  
ภาษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย  
 มหาสารคาม, 2551.
- สุพิศ ตระกูลศุภชัย. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ :  
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2547.
- สุวิมล ตีรพานันท์. การสร้างเครื่องมือวัดตัวแปรในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ  
พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- สมใจ บุญดี. รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก :  
 มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2552.
- สมนึก ภัททิณี. การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 7. กทม. : ประสานการพิมพ์, 2553.
- สมประสงค์ เสนารัตน์. การพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อวินิจฉัยกระบวนการ  
พุทธิปัญญาในการเรียนพีชคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประยุกต์ใช้โมเดล  
การตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ. วิทยานิพนธ์ ป.ด. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย  
 มหาสารคาม, 2555.
- สมประสงค์ เสนารัตน์ และเบญจมาภรณ์ เสนารัตน์. ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ  
(Multidimensional Item Response Theory : MIRT) Learners.in.th. 28 มีนาคม  
 2554. <[http://cdn.learners.in.th/assets/media/files/000/336/583/original\\_](http://cdn.learners.in.th/assets/media/files/000/336/583/original_MIRT.pdf?1301313288)  
 MIRT.pdf?1301313288> 5 พฤษภาคม 2555.
- โสฬส สุขานนท์สวัสดิ์. การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะตามระดับความสามารถ  
ของผู้สอบโดยใช้คอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร,  
 2545.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. “ระบบจัดเก็บข้อมูลนักเรียน  
 รายบุคคล (Data Management Canter),” ข้อมูลสารสนเทศ. 30 มิถุนายน 2556.  
 <<http://portal.bopp-obec.info/obec56/publicstat/report>> 26 กุมภาพันธ์ 2557.
- . “ระบบจัดเก็บข้อมูลนักเรียนรายบุคคล (Data Management Canter),” ข้อมูล  
สารสนเทศ. 30 มิถุนายน 2557. <[http://portal.bopp-obec.info/obec57/publicstat/](http://portal.bopp-obec.info/obec57/publicstat/report)  
 report> 16 กรกฎาคม 2557.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานกฤษฎีกา. แผนการศึกษาแห่งชาติ  
(พ.ศ.2545-2559). กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานกฤษฎีกา. แผนพัฒนา  
เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555 – 2559. กรุงเทพฯ : สำนักงานก  
 ฎฐมนตรี, 2554.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. คู่มือดำเนินการสอบ  
แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : ศรุสภาลาดพร้าว, 2553.



- สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี, 2557 ก.
- . หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม เล่มที่ 2. กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี, 2557 ข.
- . หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม เล่มที่ 3. กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี, 2557 ค.
- . หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม เล่มที่ 4. กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี, 2557 ง.
- . หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี, 2557 จ.
- . หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี, 2557 ฉ.
- . หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาพาณิชยกรรม. กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี, 2557 ช.
- . หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาศิลปกรรม เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี, 2557 ซ.
- . หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาศิลปกรรม เล่มที่ 2. กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี, 2557 ฌ.
- . หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาศิลปกรรม เล่มที่ 3. กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี, 2557 ฎ.
- . หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาคหกรรม. กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี, 2557 ฏ.
- . หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาเกษตรกรรม. กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี, 2557 ฐ.
- . หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาประมง. กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี, 2557 ฑ.
- . หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว. กรุงเทพฯ : แผนกวิชาการพิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี, 2557 ท.
- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. สติปัญญาและความถนัดทางการเรียนของมนุษย์ ทฤษฎี วิธีวัดและการพัฒนา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล, 2550.
- อติทยา ป้องศรีว่า. จิตลักษณะและความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553.



- อนันต์ ลัทธินมย์. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง ในวิทยาลัยเทคนิค สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2550.
- อนรรักษ์ ไทยสนธิ. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การอ่านค่าของเวอร์เนีย โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี. สารนิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.
- อุทุมพร เครื่องคนโท. องค์ประกอบบางประการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2540.
- อเนก บุญสวน. “การวิเคราะห์จำแนกปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงและต่ำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดเพชรบูรณ์,” การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพ. หน้า 789-802. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, ม.ป.ป.
- เอมอร มาตะรักษ์. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีสไตล์การเรียนรู้ ความถนัดทางการเรียน และภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันแตกต่างกัน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากลนครเขต 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554.
- อรนุช ศรีสะอาด, สมบัติ ท้ายเรือคำ และทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. การวัดและการประเมินผลการศึกษา. กภาพสินธุ์ : ประสานการพิมพ์, 2549.
- อรพิน ศรีวงศ์แก้ว. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด ที่มีความถนัดทางการเรียนแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.
- อำนาจ เกษศรีไพร. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2549.
- Anastasi, Anne. Psychological Testing. 5<sup>th</sup> ed. New York : Macmillan Publishing Co., Inc, 1982.
- Bennet, G.K., Seashore, N.G. and A.G. Weshman. “The Differential Aptitude Test : An Over View,” The Personnel and Guidance Journal. 35(10) : 81-89 ; October, 1956.
- Bock, R.D. and M. Aitkin. “Marginal Maximum Likelihood Estimation of Item Parameters : Application of an EM Algorithm,” Psychometrika. 46 : 443-459, 1981.



- Bock, R.D. and S.G. Schilling. "IRT Based Item Factor Analysis," in M.du Toit (ed) IRT from SSI : BILOG-MG, MULTILOG, PARSCALE, TESTFACT. Indiana : Scientific Software International, Lincolnwood, IL., 2003.
- Bock, R.D., R. Gibbons and E. Muraki. "Full information item factor analysis," Applied Psychological Measurement. 12(3) : 261 – 280, 1988.
- Brown, Frederick, G. Principles of Education and Psychological Testing. s.n. : Hinsdall Dryclen Press, 1970.
- . Principles of Educational and Psychological Testing Hinsdale. New York : Holt Rinehart and Winston, 1976.
- Camilli, G., Wang, M. and J. Fesq. "The Effect of Dimensionality on Equating The Law School Admission Test," Journal of Educational Measurement. 32(1) : 79-96, 1995.
- Carlson, Randal D. "Computer Adaptive Testing : A Shift in the Evaluation Paradigm," Journal of Educational Technology System. 22(3) : 213-224, 1993.
- Cheng, Philip E. and Liou, Michelle. "Estimation of Trait Level in Computerized Adaptive Testing," Applied Psychological Measurement. 24(3) : 257-265, September, 2000.
- Cheng, Sue Ying. "Computerized adaptive testing for cognitive diagnosis," in D.J. Weiss (Ed.) Proceedings of the 2009 GMAC Conference on Computerized Adaptive Testing. U.S.A. : Graduate Management Admission Council, 2009 a.
- . "When Cognitive Diagnosis Meets Computerized Adaptive Testing : CD-CAT," Psychometrika. 74(4) : 619-632 ; December, 2009 b.
- Cheng, Shu-Ying and Ankenmann, Robert D. "Effects of practical constraints on item selection rules at the early stages of computerized adaptive testing," Journal of Educational Measurement. 41 : 147-174 ; June, 2004.
- Cheng, Shu-Ying., Ankenmann, Robert D. and Chang, Hua-Hua. "A comparison of item selection rules at the early stages of computerized adaptive testing," Applied Psychological Measurement. 24(3) : 241 – 255, 2000.
- Cronbach, Lee J. Essentials of Psychological Testing. 4<sup>th</sup> ed. New York : Harper & Row, 1984.
- Crowder, Norman A. "The Holzinger-Crowder Uni-Factor Tests," The Personnel and Guidance Journal. 35(1) : 281-286 ; January, 1957.



- De Ayala, R.J., Dodd, G.B., and Koch, R.W. "A simulation and comparison of flexilevel and Bayesian computerized adaptive testing," Journal of Educational Measurement. 27(3) : 227-239 ; Fall, 1990.
- Diao, Q. and Reckase, M. "Comparison of ability estimation and item selection methods in multidimensional computerized adaptive testing," Proceedings of the 2009 GMAC Conference on Computerized Adaptive Testing. 3 : 12-21 ; June, 2009.
- Dodd Barbara G., De Ayala R.J. and Koch William R. "Computerized adaptive testing using the partial credit model : Effect of Item pool characteristics and different stopping rules," Educational and Psychological Measurement. 53 : 61-77, 1993.
- Dorans, N., J. Scaling and H. Equating. Computerized Adaptive Testing : A Primer (2<sup>nd</sup>). New Jersey : Lawrence, 2000.
- Ebel, R.L. Essential of Educational Measurement. Engle wood Cliff. New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 1979.
- Eggen, T. J. H. M. and F. J. J. M. Straetmans. Computerized Adaptive Testing for Classifying Examinees into Three Categories (Research Report 96-3). Arnhem : Measurement and Research Department, 2000.
- Embretson, S. E. and S.P. Reise. Item Response Theory for Psychologists. New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 2000.
- Feuer, M. J., P. W. Holland, B. F. Green, M. W. Bertenthal and F. C. Hemphill. Uncommon Measures: Equivalence and Linkage among Educational Tests. Washington, DC : National Academy Press, 1999.
- Finch, H. "Item Parameter Estimation for the MIRT Model : Bias and Precision of Confirmatory Factor Analysis-based Models," Applied Psychological Measurement. 34(1) : 10-26, 2010.
- Frey, A. and N.N. Seitz. "Multidimensional Adaptive Test in Educational and Psychological Measurement : Current State and Future Challenges," Studies in Educational Evaluation. 35 : 89 – 94, 2009.
- Frey, A. and C.H. Carstensen. "Diagnostic Classification Models and Multidimensional Adaptive Testing : a Commentary on Rupp and Templin," Measurement : Interdisciplinary Research & Perspective. 7(1) : 58-61, 2009.
- Gardner, W. and others. "Computerized Adaptive Measurement of Depression : A Simulation Study," BMC Psychiatry. 4(13) : 1-11 ; 2004.



- Glass, C. A. W. "A Rasch Model with A Multivariate Distribution of Ability," in M. Wilson (Ed.), Objective Measurement: Theory into Practice. 1 : 236-258, 1992.
- Green, B. F. and others. "Technical Guidelines for Assessing Computerized Adaptive Tests," Journal of Educational Measurement. 21 : 347 – 360, 1984.
- Gregory, J. Robert. Psychological Testing. 2<sup>nd</sup> ed. Boston : Alyn and Bacon, 1996.
- Gushta, M.M. "Standard-setting Issues in Computerized-Adaptive Testing," Paper prepared for presentstion at the Annul Conference of the Canadian Society for studies in Education. Halifax : Nova Scotia, 2003.
- Guzman, E. and R. Conejo. "A Model for Student Knowledge Diagnosis Through Adaptive Testing," In Lecture Notes in Computer Science. 32(20) : 12-21 ; November, 2010.
- Hambleton, Ronald K. and H. Swaminathan. Item Response Theory Principle and Application. New York : Kluwer – Nijhoff Publishing, 1985.
- Hambleton, Ronald K., H. Swaminathan and Rogers, H. Jane. Fundamentals of Item Response Theory. USA : SAGE, 1991.
- Hirsch, T. M. "Multidimensional Equating," Journal of Educational Measurement. 26 ; 337-349, 1989.
- Ho, R.G. "Using MicroCAT in computerized adaptive testing : A comparison of three adaptive testing strategies," Dissertation Abstracts International. 50(20) : 421-A ; June, 1989.
- Hulin, C.L., F. Drasgow, and C.K. Parsons. Item response theory : Application to psychological measurement. Homewood, I.L. : Dow Jones – Irwin, 1983.
- Jacobs, Lucy Cheser. and Chase, Clinton I. "Computer-Assisted Testing," in Developing and Using Tests Effectively : A Guide for Faculty. San Francisco : Jossey – Bass, 1992.
- Kelderman, H. "Objective Measurement with Multidimensional Polytomous Latent Trait Model," Objective Measurement : Theory into Practice. 2 : 235-243, 1994.
- Kolen, M. L. and R. L. Brennan. Test Equating Method and Practices. New York : Spring, 1995.
- . Test Equating, Scaling, and Linking : Methods and Practices. New York : Springer Science Business Media, 2004.



- Latu and Chapman. "Computerized adaptive testing," British Journal of Educational Technology. 33(5) : 619–622, 2002.
- Lee, Sue Sue Susan. "Development and Implementation of Adaptive Testing Strategies for Introductory Graduate Level Courses," Dissertation Abstracts International. 47(10) : 3742-A ; April, 1987.
- Li, Yuan H. and R. W. Lissitz. "An Evaluation of The Accuracy of Multidimensional IRT Linking," Applied Psychological Measurement. 24(2) ; 115-138, 2000.
- Li, Yuan H. and Schafer, William D. "Multidimensional Computerized Adaptive Testing in Recovering Reading and Mathematics Abilities," Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association. Chicago : IL, 2003.
- Loard, T. and G. Nicely. "Does spatial aptitude influence science-math subject preferences of children?," Journal of Elementary Science Education. 9 : 67-81, 1997.
- Loebal, Michele Kasson. "A Causal Model of Variables Predicting Mathematical Achievement in First-Grade Children (Special Ability, Problem-Solving)," Dissertation Abstracts International. 54(2) : 463-A ; August, 1993.
- Lord, F. M. "A broad-range tailored test of verbal ability," Applied Psychological Measurement. 1 : 95-100 ; 1977.
- . Application of Item Response Theory to Practical Testing Problems. New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1980.
- Lord, F.M. and Novick, M.R. Statistical theories of mental test score. Massachusetts : Addison Wesley Publishing Company, 1968.
- Luecht, R. M. "Multidimensional computerized adaptive testing in a certification or licensure context," Applied psychological measurement. 20(4) : 389-404, 1996.
- Lunz, M. E., B. A. Bergstrom and B. D. Wright. "The Effect of Review on Student Ability and Test Efficiency for Computerized Adaptive Tests," Applied Psychological Measurement. 16 : 33-40 ; January, 1992.
- McDonald, R. P. Normal-Ogive Multi-dimensional Model. New York : Springer, 1997.
- McGlohen, M. and others. "Combining Computer Adaptive Testing Technology with Cognitively Diagnostic Assessment," Behavior Research Methods. 40(3) : 808-821, 2008.



- Mehrens, William, A. and Lehmann, Irvin, J. Measurement and Evaluation in Education and Psychology. New York : Holt Rinehart and Winston, 1973.
- Meijer, Rob R. and Nering, Michael L. “Computerized Adaptive Testing : Overview and Introduction,” Applied Psychological Measurement. 23(3) : 187-194 ; September, 1999.
- Min, K. S. The Impact of Scale Dilation on The Quality of The Linking of Multidimensional Item Response Theory Calibrations. Unpublished Dissertation, Michigan State University, East Lansing, MI, 2003.
- Moreno, K.C. and others. “Relationship Between Corresponding Armed Services Vocational Aptitude Battery and Computerized Adaptive Testing subtests,” Applied Psychological Measurement. 8(1) : 155-163, 1984.
- Morton, Susan Lenore. “The Relationship between Language Learning Aptitude and the Perception and Production and Production of Foreign Speech Sounds,” Masters Abstracts International. 42(2) : 407 ; April, 2004.
- Mulaik, S. A. The Foundations of Factor Analysis. New York : McGraw-Hill, 1972.
- Mulder, J. and W.J. Van der Linden. “Multidimensional adaptive testing with optimal design criteria for item selection,” Psychometrika. 74(2) : 273-296, 2009.
- . “Multidimensional adaptive testing with Kullback-Leibler information item selection,” in Wim J. van der Linden and Cees A.W. Glas (Eds.) Elements of Adaptive Testing. Springer : New York Dordrecht Heidelberg London, 2010.
- Noll, Victor. H. and Scannell Dale. P. Introduction to Educational Measurement. 3<sup>rd</sup> ed. Boston : Houghton Mifflin Co, 1972.
- Olea, J. and others. “Psychometric and psychological effects of review on computerized fixed and adaptive tests,” Educational and Psychological Measurement. 21 : 157-173, 2000.
- Oshima, T.C., T. Davey and S. Lee. “Multidimensional Linking : Four Practical Approaches,” Journal of Educational Measurement. 37(4) ; 357-373, 2000.
- Owen, Roger J. “A Bayesian Sequential Procedure for Quantal Response in the Context of Adaptive Mental Testing,” Journal of the American Statistical Association. 70 : 351-356 ; June, 1975.





- Parshall, C.G. and others. "Innovative Item Types for Computerized Testing," in W. J. Van Der Linden and C.A.W. Glas (Eds.), Computerized Adaptive Testing : Theory and Practice. p.129–148. Netherlands : Kluwer, 2002.
- Pellegrino, J. W. and C. K. Varnhagan. "Abilities and Aptitude," in Husen, t. and Posttethwaite, T. N. (ED). The International Encyclopedia of Education. New York : Pergamo Press, 1985.
- Petersen, M.A. and others. "Multidimensional Computerized Adaptive Testing of the EORTC QLQ-C30 : Basic Developments and Evaluations," Quality of Life Research. 15(3) : 315–329 ; 2006.
- Reckase, M.D. "A Linear Logistic Multidimensional Model for Dichotomous Item Response Data," W. J. van der Linden and R. K. Hambleton (Eds.) Handbook of Modern Item Response Theory. New York : Springer, 1997.
- . Multidimensional Item Response Theory. New York : Springer Science+ Business Media, 2009.
- Reckase, M. D. and J. A. Martineau. The Vertical Scaling of Science Achievement Tests. Paper Commissioned by The Committee on Test Design for K-12 Science Achievement Center for Education National Research Council, 2004.
- Revuelta, J., Ximenez, M. C. and J. Olea. "Psychometric and psychological effects of item selection and review on Computerized Adaptive Testing," Educational and Psychological Measurement. 63(5) : 791-808 ; October, 2003.
- Segall, D.O. "Multidimensional adaptive testing," Psychometrika. 61(2) : 331-354 ; 1996.
- . "Computerized Adaptive Testing," in K. Kempf-Leonard (Ed.) Encyclopedia of Social Measurement. New York : Academic Press, 2005.
- . "Principles of Multidimensional Adaptive Testing," in Wim J. van der Linden and Cees A.W. Glas (Eds.) Elements of Adaptive Testing. Springer : New York Dordrecht Heidelberg London, 2010.
- Sekula-Wacura, R. and C. Brito. "A Review of CAT Review," Laboratory Medicine. 31 : 442-444 ; August, 2000.
- Shieh ,Wenfu. "Spatial Visualization , Attitudes Toward Mathematics and Mathematics Achievememt Among Chinese-Amarican, Hispanic Amarican and Caucasian Seventh and Eighth Student," Dissertation Abstracts International. 46 : 3633 ; December, 1985.



- Smith, M.F. Spatial Ability. London : University of London Press, 1964.
- Spray, J. A. and others. Comparison of Two Logistic Multidimensional Item Response Theory Models (Research Report ONR 90-8). Iowa City, IA : American College Testing, 1990.
- Stocking, Martha L. “Corralling Item Exposure Conditional on Ability in Computerized Adaptive Testing,” Journal of Educational and Behavioral Statistics. 23 : 57-75 ; January, 1997.
- Stocking, Martha L. and Swanson, Len. “A method for severely constrained item selection in adaptive testing,” Applied Psychological Measurement. 17(3) : 277- 292 ; September, 1993.
- . “Optimal Design of Item Banks for Computerized Adaptive Tests,” Applied Psychological Measurement. 22(3) : 271-279 ; September, 1998.
- Straetmans, Gerard J. J. M. and Eggen, Theo J. H. M. “Computerized Adaptive Testing : What It Is and How It Works,” Educational Technology. 38(1) : 45-52 ; January-February, 1998.
- Strowbridge, E.D. “Relationships between Twelve Characteristics of Abilities in Mathematics and Successful Achievement in an Eight Grade SMSG Algebra Program,” Dissertation Abstracts International. 28(3) : 1014-A ; September, 1967.
- Thissen, D. and L. Mislevy. “Testing algorithms,” in Wainer, H. (Eds.), Computerized Adaptive Testing : A Primer. New jersey : Lawrence Erlbaum Associates, 1990.
- Thompson, T. D., M. Nering and T. Davey. Multidimensional IRT Scale Linking without Common Items or Common Examinees. Paper Presented at The Annual Meeting of The Psychometric Society, Gatliburg TN, 1997.
- Urry, V.W. “Tailored Testing : A Successful Application of Latent Trait Theory,” Journal of Educational Measurement. 14(2) : 181 – 196 ; February, 1977.
- Van Der Linden, W.J. “Multidimensional adaptive testing with a minimum error variance criterion,” Journal of education and behavioral statistics. 24 : 398-412 ; 1999.
- . “A Comparison of Item-Selection Methods for Adaptive Tests with Content Constraints,” Journal of Educational Measurement. 42(3) : 283-302, 2005.
- van der Linden, W.J. and Glas C.A.W. Computerized adaptive testing theory and Practice. Dordrecht : Kluwer academic publishers, 2000.



- Vispoel, Walter P. "Reviewing and changing answers on computer-adaptive and self-adaptive vocabulary tests," Journal of Educational Measurement. 35 : 328-345 ; 1998.
- . "Creating Computerized Adaptive Tests of Music Aptitude : Problems, Solutions, and Future Directions," in Innovations in Computerized Assessment. Hillsdale : L. Erlbaum Associates Inc., 1999.
- Vispoel, W. P., A. B. Hendrickson, and T. Bleiler. "Limiting answer review and change on computerized adaptive vocabulary tests : Psychometric and attitudinal results," Journal of Educational Measurement. 37 : 21–38, 2000.
- Vispoel, W. P., T. R. Rocklin, T. Wang and T. Bleiler. "Can Examinees Use a Review Option to Obtain Positively Biased Ability Estimates on a Computerized Adaptive Test," Journal of Educational Measurement. 36 : 141-157, 1999.
- Wainer, Howard. "Introduction and history," in Wainer, H. (eds.), Computerized Adaptive Testing : A Primer. p. 1-21. New Jersey : Lawrence Erlbaum Associate, 1990.
- Wainer, Howard and Braun, Henry I. Test Validity. U.S.A. : Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1988.
- Wainer, Howard. and other. "Test Validity Measurement," Research Report. Psychometric Methods Program, Department of Psychology. p. 32-45. U.S.A. : University of Minnesota, 1993.
- Wang, Chun and Chang, Hua-Hua. "Item Selection in Multidimensional Computerized Adaptive Testing-Gaining Information from Different Angles," Psychometrika. 76(3) : 363-384, 2011.
- Wang, Tianyou and Vispoel, Walter P. "Properties of Ability Estimation Methods in Computerized Adaptive Testing," Journal of Educational Measurement. 35(2) : 109 – 135, 1998.
- Wang, W. and P. Chen. "Implementation and measurement efficiency of multidimensional computerized adaptive testing," Applied Psychological Measurement. 28(5) : 295–316, 2004.
- Weiss, David J. Strategies of Adaptive Ability Measurement (Research Report 74-5). Minneapolis : University of Minnesota, Department of Psychology Psychometric Methods Program, 1974.
- . "Improving Measurement Quality and Efficiency with Adaptive Testing," Applied Psychological Measurement. 6 : 473-492 ; 1982.



- Weiss, David J. "Introduction," in Weiss, D.J. (eds.), New horizons in testing : latent trait test theory and computerized adaptive testing. New York : ACADEMIC, 1983.
- . "Adaptive Testing by Computer," Journal of Consulting and Clinical Psychology. 53(6) : 774-789, 1985.
- . "Adaptive Testing," in J.P. Keeves (Ed.) Educational Research Methodology and Measurement : International Handbook. New York : Pergamon Press, Inc., 1988.
- Weiss, David J. and Kingsbury, G. Gage. "Application of Computerized Adaptive Testing to Educational Problems," Journal of Educational Measurement. 21(4) : 361-375 ; Winter, 1984.
- Weiss, David J. and J.L. Schleisman. "Adaptive testing," in Masters, G.N. and Keeves, J.P. (eds.), Advances in Measurement in Educational Research and Measurement. Amsterdam : PERGAMON, 1999.
- William, Gustin C. and Colazza, Luciano. "Mathematical and Verbal Reasoning as Predictors of Science Achievement," Roeper Review. 16(3) : 160-162 ; March, 1994.
- Wilson, D., R. Wood and R. D. Gibbons. TESTFACT : Tests Scoring, Item Statistics, and Item Factor Analysis. Mooresville, ID : Scientific Software, 1991.
- Zimowski, M. "Multiple-group Analysis," in M.du Toit (ed) IRT from SSL : BILOG-MG, MULTILOG, PARSCALE, TESTFACT. Indiana : Scientific Software International, Lincolnwood, IL., 2003.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก  
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ



## 1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบที่มุ่งวัด

### 1.1 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบองค์ประกอบความถนัดทางภาษา จำนวน 5 ท่าน ได้แก่

- 1) อาจารย์ ดร.พงษ์ภิญโญ แม้นโกศล อาจารย์ประจำสาขาวิชาภาษาไทยเพื่ออาชีพ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
- 2) อาจารย์ ดร.มาโนช ดินลานสกุล ประธานสาขาวิชาภาษาไทย คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
- 3) ผศ.ดร.วีรวัฒน์ อินทรพร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาภาษาไทย คณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
- 4) ผศ. อุบลศรี อุบลสวัสดิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กลุ่มวิชาภาษาไทย คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- 5) ผศ.ดร.ธัญญา สังขพันธานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาภาษาไทยและภาษาตะวันออก คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

### 1.2 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบองค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน จำนวน 5 ท่าน ได้แก่

- 1) อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ อาจารย์สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครินทรวิโรฒ
- 2) ผศ.ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรธรม์ ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายประถม)
- 3) อาจารย์ ดร.กิติพล นวลทอง อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- 4) ผศ.ดร.ชานนท์ จันทรา อาจารย์สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 5) ผศ.ดร.ทรงชัย อักษรคิด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาการศึกษา สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

### 1.3 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบองค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล จำนวน 5 ท่าน ได้แก่

- 1) ผศ.ดร.อัญชลี ทองเอม ผอ.หลักสูตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
- 2) อาจารย์ ดร.ธานีรัตน์ จิตุหะศรี อาจารย์ภาควิชาภาษาไทย คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 3) ผศ.ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์                      |
| 4) รศ.สมนึก ภัททิยธนี        | ผู้เชี่ยวชาญ คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยมหาสารคาม   |
| 5) ผศ.ดร.ราชันย์ นิลวรรณภา   | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาภาษาไทยและ<br>ภาษาตะวันออก คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |

#### 1.4 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1) อาจารย์ ดร.กวินวัฒน์ สิริกานติโสภณ | อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ<br>คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์                                       |
| 2) รศ.ดร.รณสรพร ชินรัมย์              | หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ<br>คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์                                       |
| 3) อาจารย์ ดร.สุจิตา มณีชัย           | อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ<br>คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์                                       |
| 4) อาจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์     | อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยมหาสารคาม   |
| 5) ผศ.เมธี ลิ้มอักษร                  | ปฏิบัติงาน (ลูกจ้างผู้มีความรู้ความสามารถพิเศษ)<br>สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยทักษิณ |

## 2. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสมของโปรแกรมและคู่มือการใช้ โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

### 2.1 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1) ผศ.ดร.สังคม ภูมิพันธุ์         | อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 2) อาจารย์ ดร.รัชนีวรรณ ตั้งภักดี | อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 3) อาจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก     | อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |

### 2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 2 ท่าน ได้แก่

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1) รศ.ดร.บุญชม ศรีสะอาด             | ผู้เชี่ยวชาญ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  |
| 2) อาจารย์ ดร.พงศ์ธร โพธิ์พูลศักดิ์ | อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา<br>คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |





3. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามในแบบประเมินโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ แบบพหุมิติ กับเกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-social criteria) ของ Simpson

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1) ผศ.ดร.ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ | อาจารย์ สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์   |
| 2) อาจารย์ ดร.วราพร เอรารวรรณ    | อาจารย์ ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม            |
| 3) อาจารย์ ดร.สุนันท์ สีพาย      | พนักงานราชการสายวิชาการ สถาบันบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ                  |
| 4) อาจารย์ ดร.ศตายุ สองจันทร์    | อาจารย์ประจำวิทยาลัยศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด                                 |
| 5) อาจารย์ ดร.เทิดศักดิ์ สุพันธ์ | อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษาคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ |



ภาคผนวก ข  
ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือและผลการทดสอบสมมติฐาน



## ระยะที่ 1 การพัฒนาคลังข้อสอบความถนัดทางการเรียน

### 1.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหาของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน

ผู้วิจัยสร้างข้อสอบ 4 องค์ประกอบ ๆ ละ 100 ข้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหาระหว่างข้อสอบความถนัดทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับองค์ประกอบความถนัดที่มุ่งวัด โดยผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏดังตาราง 41

ตาราง 41 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหาระหว่างข้อสอบความถนัดทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับองค์ประกอบความถนัดที่มุ่งวัด โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (องค์ประกอบละ 5 ท่าน)								หมาย เหตุ
	ทาง ภาษา	ข้อสรุป	ด้าน จำนวน	ข้อสรุป	ด้านมิติ สัมพันธ์	ข้อสรุป	ด้าน เหตุผล	ข้อสรุป	
1	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.75	เลือกไว้	
2	0.80	เลือกไว้	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
3	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.75	ตัดทิ้ง	
4	0.60	เลือกไว้	0.40	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
5	0.40	ตัดทิ้ง	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
6	0.20	ตัดทิ้ง	0.60	ตัดทิ้ง	0.80	ตัดทิ้ง	0.75	ตัดทิ้ง	
7	0.20	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	0.80	ตัดทิ้ง	0.50	ตัดทิ้ง	
8	0.40	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
9	0.00	ตัดทิ้ง	0.60	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
10	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
11	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.50	ตัดทิ้ง	
12	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
13	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.00	ตัดทิ้ง	
14	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
15	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
16	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.75	เลือกไว้	
17	0.40	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
18	1.00	เลือกไว้	0.60	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	0.75	ตัดทิ้ง	
19	0.40	ตัดทิ้ง	0.60	ตัดทิ้ง	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
20	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
21	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.00	ตัดทิ้ง	
22	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
23	0.00	ตัดทิ้ง	0.60	ตัดทิ้ง	1.00	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
24	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	ตัดทิ้ง	0.50	ตัดทิ้ง	



ตาราง 41 (ต่อ)

ข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (องค์ประกอบละ 5 ท่าน)								หมาย เหตุ
	ทาง ภาษา	ข้อสรุป	ด้าน จำนวน	ข้อสรุป	ด้านมิติ สัมพันธ์	ข้อสรุป	ด้าน เหตุผล	ข้อสรุป	
25	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.80	ตัดทิ้ง	0.50	ตัดทิ้ง	
26	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
27	1.00	เลือกไว้	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
28	1.00	เลือกไว้	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.75	เลือกไว้	
29	0.60	เลือกไว้	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	0.75	เลือกไว้	
30	1.00	เลือกไว้	0.60	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
31	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.75	ตัดทิ้ง	
32	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	ตัดทิ้ง	
33	0.60	เลือกไว้	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
34	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	ตัดทิ้ง	1.00	ตัดทิ้ง	
35	1.00	เลือกไว้	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
36	0.60	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
37	0.60	เลือกไว้	1.00	ตัดทิ้ง	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
38	0.80	เลือกไว้	0.60	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
39	0.20	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
40	1.00	เลือกไว้	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
41	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
42	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.75	เลือกไว้	
43	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
44	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
45	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.75	ตัดทิ้ง	
46	1.00	เลือกไว้	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
47	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
48	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.60	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
49	0.40	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	0.60	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
50	1.00	เลือกไว้	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	0.50	ตัดทิ้ง	
51	-0.40	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
52	0.40	ตัดทิ้ง	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
53	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
54	1.00	เลือกไว้	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	0.75	ตัดทิ้ง	
55	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.75	ตัดทิ้ง	



ตาราง 41 (ต่อ)

ข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (องค์ประกอบละ 5 ท่าน)								หมาย เหตุ
	ทาง ภาษา	ข้อสรุป	ด้าน จำนวน	ข้อสรุป	ด้านมิติ สัมพันธ์	ข้อสรุป	ด้าน เหตุผล	ข้อสรุป	
56	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
57	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.75	เลือกไว้	
58	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
59	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	ตัดทิ้ง	0.75	เลือกไว้	
60	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
61	0.00	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	0.60	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
62	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
63	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.60	ตัดทิ้ง	0.75	ตัดทิ้ง	
64	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
65	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
66	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
67	0.60	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	0.60	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
68	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.00	ตัดทิ้ง	
69	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.60	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
70	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
71	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.25	ตัดทิ้ง	
72	0.40	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
73	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
74	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
75	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
76	0.80	เลือกไว้	1.00	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	0.50	ตัดทิ้ง	
77	0.40	ตัดทิ้ง	1.00	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
78	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
79	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
80	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.75	ตัดทิ้ง	
81	0.80	เลือกไว้	1.00	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
82	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
83	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
84	0.00	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
85	0.40	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.50	ตัดทิ้ง	
86	0.80	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	ตัดทิ้ง	1.00	ตัดทิ้ง	



ตาราง 41 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (องค์ประกอบละ 5 ท่าน)								หมายเหตุ
	ทางภาษา	ข้อสรุป	ด้านจำนวน	ข้อสรุป	ด้านมิติสัมพันธ์	ข้อสรุป	ด้านเหตุผล	ข้อสรุป	
87	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
88	0.00	ตัดทิ้ง	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	0.75	ตัดทิ้ง	
89	0.20	ตัดทิ้ง	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
90	0.40	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
91	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	0.50	ตัดทิ้ง	
92	0.60	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
93	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
94	0.20	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
95	1.00	เลือกไว้	1.00	ตัดทิ้ง	0.80	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	
96	0.80	เลือกไว้	0.60	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
97	0.40	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
98	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
99	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	1.00	เลือกไว้	
100	0.20	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	1.00	ตัดทิ้ง	1.00	เลือกไว้	

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาของแต่ละองค์ประกอบ ความถนัดทางการเรียนที่มุ่งวัด ปรากฏดังตาราง 42

ตาราง 42 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาของแต่ละองค์ประกอบ ความถนัดทางการเรียนที่มุ่งวัด

เนื้อหา	IOC		จำนวนข้อสอบ (ข้อ)			
	Min	Max	สร้างขึ้น	เป็นไปตามเกณฑ์	คัดเลือก	
ความถนัดทางภาษา	-0.40	1.00	100	77	75	
คำตรงข้าม	0.00	1.00	15	10	10	
คำที่มีความหมายใกล้เคียง	0.00	1.00	15	12	12	
ความเข้าใจภาษา	ศัพท์สัมพันธ์	0.20	1.00	15	14	13
	บทประพันธ์	-0.40	1.00	15	11	11
	สถานการณ์	0.40	1.00	15	14	13
	ภาพ	0.00	0.80	15	9	9
การสังเคราะห์ข้อความ	0.20	1.00	10	7	7	



ตาราง 42 (ต่อ)

เนื้อหา		IOC		จำนวนข้อสอบ (ข้อ)		
		Min	Max	สร้างขึ้น	เป็นไปตามเกณฑ์	คัดเลือก
<b>ความถนัดด้านจำนวน</b>		0.40	1.00	100	99	75
ตัวเลข	ตัวเลขอนุกรมธรรมดา	0.40	1.00	30	29	21
อนุกรม	ตัวเลขอนุกรมหลายชั้น	0.60	1.00	30	30	21
คณิตศาสตร์เหตุผล		0.60	1.00	40	40	33
<b>ความถนัดด้านเหตุผล</b>		0.00	1.00	100	88	75
การจำแนก	แบบภาษา	0.50	1.00	10	9	7
ประเภท	แบบภาพ	0.00	1.00	10	8	7
การอุปมาอุปไมย	แบบภาษา	0.00	1.00	10	7	7
	แบบภาพ	0.75	1.00	10	10	7
แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ		0.50	1.00	20	19	16
สรุปความ		0.00	1.00	20	17	15
ความสามารถด้านวิเคราะห์		0.50	1.00	20	18	16
<b>ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์</b>		0.60	1.00	100	100	75
แบบซ้อนภาพ	ภาพเหมือน	0.80	1.00	10	10	7
	ภาพทรงเรขาคณิต	0.60	1.00	10	10	7
แบบซ้อนภาพ		0.80	1.00	10	10	7
แบบแยกภาพ		0.80	1.00	10	10	7
แบบต่อภาพ		0.60	1.00	10	10	8
แบบหมุนภาพ		1.00	1.00	10	10	7
แบบประกอบภาพสามมิติ		0.60	1.00	15	15	11
แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์		1.00	1.00	15	15	13
การนับลูกบาศก์		0.80	1.00	10	10	8
รวม		-0.40	1.00	400	364	300



1.2 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยโปรแกรม TESTFACT รายข้อ  
ปรากฏดังตาราง 43

ตาราง 43 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างด้วยโปรแกรม TESTFACT รายข้อ

ข้อที่	องค์ประกอบ	น้ำหนักองค์ประกอบทั่วไป (General Factor)	น้ำหนักองค์ประกอบแบบกลุ่ม (Group Factors)			
			ภาษา	จำนวน	มิติสัมพันธ์	เหตุผล
1	ภาษา 1	0.16	0.70	0.00	0.00	0.00
2	ภาษา 2	0.14	0.82	0.00	0.00	0.00
3	ภาษา 3	-0.30	-0.02	0.00	0.00	0.00
4	ภาษา 4	0.05	-0.30	0.00	0.00	0.00
5	ภาษา 5	0.33	0.04	0.00	0.00	0.00
6	ภาษา 6	0.25	0.29	0.00	0.00	0.00
7	ภาษา 7	0.30	0.41	0.00	0.00	0.00
8	ภาษา 8	0.77	0.31	0.00	0.00	0.00
9	ภาษา 9	0.56	0.17	0.00	0.00	0.00
10	ภาษา 10	0.01	-0.19	0.00	0.00	0.00
11	ภาษา 11	-0.11	-0.02	0.00	0.00	0.00
12	ภาษา 12	-0.03	0.29	0.00	0.00	0.00
13	ภาษา 13	0.48	0.38	0.00	0.00	0.00
14	ภาษา 14	0.75	0.18	0.00	0.00	0.00
15	ภาษา 15	0.50	0.09	0.00	0.00	0.00
16	ภาษา 16	0.10	0.30	0.00	0.00	0.00
17	ภาษา 17	-0.37	0.89	0.00	0.00	0.00
18	ภาษา 18	-0.25	-0.12	0.00	0.00	0.00
19	ภาษา 19	0.08	-0.14	0.00	0.00	0.00
20	ภาษา 20	0.71	-0.02	0.00	0.00	0.00
21	ภาษา 21	0.12	0.40	0.00	0.00	0.00
22	ภาษา 22	0.35	0.18	0.00	0.00	0.00
23	ภาษา 23	0.55	0.51	0.00	0.00	0.00
24	ภาษา 24	0.71	0.24	0.00	0.00	0.00
25	ภาษา 25	0.06	-0.58	0.00	0.00	0.00
26	ภาษา 26	0.07	-0.03	0.00	0.00	0.00
27	ภาษา 27	-0.10	0.29	0.00	0.00	0.00
28	ภาษา 28	0.31	0.85	0.00	0.00	0.00
29	ภาษา 29	0.77	0.14	0.00	0.00	0.00





ตาราง 43 (ต่อ)

ข้อที่	องค์ประกอบ	น้ำหนักองค์ประกอบทั่วไป (General Factor)	น้ำหนักองค์ประกอบแบบกลุ่ม (Group Factors)			
			ภาษา	จำนวน	มิติสัมพันธ์	เหตุผล
30	ภาษา 30	0.40	0.04	0.00	0.00	0.00
31	ภาษา 31	-0.22	0.02	0.00	0.00	0.00
32	ภาษา 32	0.15	-0.08	0.00	0.00	0.00
33	ภาษา 33	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00
34	ภาษา 34	-0.02	0.02	0.00	0.00	0.00
35	ภาษา 35	-0.17	0.11	0.00	0.00	0.00
36	ภาษา 36	0.06	0.11	0.00	0.00	0.00
37	ภาษา 37	0.17	0.05	0.00	0.00	0.00
38	ภาษา 38	0.13	0.07	0.00	0.00	0.00
39	ภาษา 39	-0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
40	ภาษา 40	0.21	-0.10	0.00	0.00	0.00
41	ภาษา 41	0.21	0.16	0.00	0.00	0.00
42	ภาษา 42	0.31	0.09	0.00	0.00	0.00
43	ภาษา 43	0.10	0.16	0.00	0.00	0.00
44	ภาษา 44	0.01	0.20	0.00	0.00	0.00
45	ภาษา 45	0.27	0.06	0.00	0.00	0.00
46	ภาษา 46	0.19	0.10	0.00	0.00	0.00
47	ภาษา 47	-0.08	0.04	0.00	0.00	0.00
48	ภาษา 48	0.04	0.12	0.00	0.00	0.00
49	ภาษา 49	0.29	0.14	0.00	0.00	0.00
50	ภาษา 50	0.15	0.12	0.00	0.00	0.00
51	ภาษา 51	0.10	0.13	0.00	0.00	0.00
52	ภาษา 52	0.41	0.15	0.00	0.00	0.00
53	ภาษา 53	0.18	0.31	0.00	0.00	0.00
54	ภาษา 54	0.03	0.16	0.00	0.00	0.00
55	ภาษา 55	0.13	0.08	0.00	0.00	0.00
56	ภาษา 56	0.06	0.14	0.00	0.00	0.00
57	ภาษา 57	0.07	0.11	0.00	0.00	0.00
58	ภาษา 58	-0.05	-0.02	0.00	0.00	0.00
59	ภาษา 59	0.01	0.11	0.00	0.00	0.00
60	ภาษา 60	0.16	0.17	0.00	0.00	0.00
61	ภาษา 61	0.11	0.17	0.00	0.00	0.00



ตาราง 43 (ต่อ)

ข้อที่	องค์ประกอบ	น้ำหนักองค์ประกอบทั่วไป (General Factor)	น้ำหนักองค์ประกอบแบบกลุ่ม (Group Factors)			
			ภาษา	จำนวน	มิติสัมพันธ์	เหตุผล
62	ภาษา 62	0.21	0.11	0.00	0.00	0.00
63	ภาษา 63	0.15	0.51	0.00	0.00	0.00
64	ภาษา 64	0.03	0.41	0.00	0.00	0.00
65	ภาษา 65	0.15	0.24	0.00	0.00	0.00
66	ภาษา 66	0.05	0.29	0.00	0.00	0.00
67	ภาษา 67	0.23	-0.12	0.00	0.00	0.00
68	ภาษา 68	0.10	-0.02	0.00	0.00	0.00
69	ภาษา 69	0.57	0.40	0.00	0.00	0.00
70	ภาษา 70	-0.09	0.38	0.00	0.00	0.00
71	ภาษา 71	0.13	-0.02	0.00	0.00	0.00
72	ภาษา 72	0.06	0.38	0.00	0.00	0.00
73	ภาษา 73	0.07	0.29	0.00	0.00	0.00
74	ภาษา 74	0.01	0.41	0.00	0.00	0.00
75	ภาษา 75	0.27	0.89	0.00	0.00	0.00
76	จำนวน 1	0.38	0.00	-0.53	0.00	0.00
77	จำนวน 2	0.92	0.00	-0.15	0.00	0.00
78	จำนวน 3	0.95	0.00	0.06	0.00	0.00
79	จำนวน 4	0.79	0.00	-0.13	0.00	0.00
80	จำนวน 5	0.55	0.00	0.56	0.00	0.00
81	จำนวน 6	0.14	0.00	0.54	0.00	0.00
82	จำนวน 7	0.07	0.00	0.70	0.00	0.00
83	จำนวน 8	0.22	0.00	0.43	0.00	0.00
84	จำนวน 9	0.71	0.00	0.45	0.00	0.00
85	จำนวน 10	0.70	0.00	0.50	0.00	0.00
86	จำนวน 11	0.54	0.00	0.19	0.00	0.00
87	จำนวน 12	0.32	0.00	0.69	0.00	0.00
88	จำนวน 13	0.69	0.00	0.04	0.00	0.00
89	จำนวน 14	0.60	0.00	0.05	0.00	0.00
90	จำนวน 15	-0.03	0.00	0.38	0.00	0.00
91	จำนวน 16	-0.17	0.00	0.43	0.00	0.00
92	จำนวน 17	0.38	0.00	-0.15	0.00	0.00
93	จำนวน 18	0.25	0.00	0.31	0.00	0.00



ตาราง 43 (ต่อ)

ข้อที่	องค์ประกอบ	น้ำหนักองค์ประกอบทั่วไป (General Factor)	น้ำหนักองค์ประกอบแบบกลุ่ม (Group Factors)			
			ภาษา	จำนวน	มิติสัมพันธ์	เหตุผล
94	จำนวน 19	0.04	0.00	0.54	0.00	0.00
95	จำนวน 20	0.48	0.00	0.50	0.00	0.00
96	จำนวน 21	0.12	0.00	0.19	0.00	0.00
97	จำนวน 22	0.33	0.00	0.70	0.00	0.00
98	จำนวน 23	0.10	0.00	0.06	0.00	0.00
99	จำนวน 24	0.08	0.00	-0.13	0.00	0.00
100	จำนวน 25	0.29	0.00	0.69	0.00	0.00
101	จำนวน 26	0.22	0.00	0.87	0.00	0.00
102	จำนวน 27	0.15	0.00	0.29	0.00	0.00
103	จำนวน 28	0.01	0.00	0.50	0.00	0.00
104	จำนวน 29	0.07	0.00	0.46	0.00	0.00
105	จำนวน 30	0.06	0.00	0.35	0.00	0.00
106	จำนวน 31	-0.04	0.00	0.41	0.00	0.00
107	จำนวน 32	0.14	0.00	0.58	0.00	0.00
108	จำนวน 33	0.22	0.00	0.70	0.00	0.00
109	จำนวน 34	0.22	0.00	0.50	0.00	0.00
110	จำนวน 35	0.08	0.00	0.19	0.00	0.00
111	จำนวน 36	0.15	0.00	0.43	0.00	0.00
112	จำนวน 37	0.26	0.00	-0.15	0.00	0.00
113	จำนวน 38	0.03	0.00	0.43	0.00	0.00
114	จำนวน 39	0.05	0.00	0.54	0.00	0.00
115	จำนวน 40	-0.11	0.00	0.06	0.00	0.00
116	จำนวน 41	0.08	0.00	-0.13	0.00	0.00
117	จำนวน 42	-0.01	0.00	0.69	0.00	0.00
118	จำนวน 43	0.18	0.00	0.26	0.00	0.00
119	จำนวน 44	0.13	0.00	0.34	0.00	0.00
120	จำนวน 46	-0.12	0.00	0.87	0.00	0.00
121	จำนวน 47	0.05	0.00	0.41	0.00	0.00
122	จำนวน 48	0.04	0.00	0.27	0.00	0.00
123	จำนวน 49	0.49	0.00	0.52	0.00	0.00
124	จำนวน 50	0.36	0.00	0.29	0.00	0.00
126	จำนวน 51	0.10	0.00	0.69	0.00	0.00



ตาราง 43 (ต่อ)

ข้อที่	องค์ประกอบ	น้ำหนักองค์ประกอบทั่วไป (General Factor)	น้ำหนักองค์ประกอบแบบกลุ่ม (Group Factors)			
			ภาษา	จำนวน	มิติสัมพันธ์	เหตุผล
127	จำนวน 52	0.56	0.00	0.16	0.00	0.00
128	จำนวน 53	0.30	0.00	0.29	0.00	0.00
129	จำนวน 54	0.77	0.00	-0.15	0.00	0.00
130	จำนวน 55	0.56	0.00	0.50	0.00	0.00
131	จำนวน 56	0.48	0.00	0.19	0.00	0.00
132	จำนวน 57	0.55	0.00	0.06	0.00	0.00
133	จำนวน 58	0.66	0.00	-0.13	0.00	0.00
134	จำนวน 59	0.14	0.00	0.41	0.00	0.00
135	จำนวน 60	-0.30	0.00	0.87	0.00	0.00
136	จำนวน 61	0.48	0.00	0.70	0.00	0.00
137	จำนวน 62	0.75	0.00	0.43	0.00	0.00
138	จำนวน 63	0.50	0.00	0.69	0.00	0.00
139	จำนวน 64	-0.11	0.00	0.54	0.00	0.00
140	จำนวน 65	0.56	0.00	0.29	0.00	0.00
141	จำนวน 66	0.16	0.00	0.38	0.00	0.00
142	จำนวน 67	0.14	0.00	0.15	0.00	0.00
143	จำนวน 68	0.48	0.00	0.36	0.00	0.00
144	จำนวน 69	0.55	0.00	-0.05	0.00	0.00
145	จำนวน 70	0.66	0.00	0.49	0.00	0.00
146	จำนวน 71	0.10	0.00	0.43	0.00	0.00
147	จำนวน 72	0.48	0.00	0.50	0.00	0.00
148	จำนวน 73	0.75	0.00	0.19	0.00	0.00
149	จำนวน 74	0.50	0.00	-0.15	0.00	0.00
150	จำนวน 75	0.56	0.00	0.70	0.00	0.00
151	เหตุผล 1	0.77	0.00	0.00	0.00	0.69
152	เหตุผล 2	0.56	0.00	0.00	0.00	0.46
153	เหตุผล 3	0.56	0.00	0.00	0.00	0.39
154	เหตุผล 4	0.48	0.00	0.00	0.00	0.33
155	เหตุผล 5	0.75	0.00	0.00	0.00	0.42
156	เหตุผล 6	0.50	0.00	0.00	0.00	0.35
157	เหตุผล 7	0.14	0.00	0.00	0.00	-0.13
158	เหตุผล 8	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.69



ตาราง 43 (ต่อ)

ข้อที่	องค์ประกอบ	น้ำหนักองค์ประกอบทั่วไป (General Factor)	น้ำหนักองค์ประกอบแบบกลุ่ม (Group Factors)			
			ภาษา	จำนวน	มิติสัมพันธ์	เหตุผล
159	เหตุผล 9	0.48	0.00	0.00	0.00	0.87
160	เหตุผล 10	0.55	0.00	0.00	0.00	0.11
161	เหตุผล 11	0.66	0.00	0.00	0.00	0.51
162	เหตุผล 12	-0.11	0.00	0.00	0.00	-0.02
163	เหตุผล 13	-0.13	0.00	0.00	0.00	0.51
164	เหตุผล 14	0.16	0.00	0.00	0.00	0.01
165	เหตุผล 15	0.14	0.00	0.00	0.00	-0.37
166	เหตุผล 16	0.15	0.00	0.00	0.00	0.24
167	เหตุผล 17	0.23	0.00	0.00	0.00	0.36
168	เหตุผล 18	0.08	0.00	0.00	0.00	-0.05
169	เหตุผล 19	0.09	0.00	0.00	0.00	0.70
170	เหตุผล 20	-0.18	0.00	0.00	0.00	0.43
171	เหตุผล 21	0.30	0.00	0.00	0.00	0.69
172	เหตุผล 22	0.40	0.00	0.00	0.00	0.54
173	เหตุผล 23	0.13	0.00	0.00	0.00	0.11
174	เหตุผล 24	0.11	0.00	0.00	0.00	0.51
175	เหตุผล 25	0.15	0.00	0.00	0.00	-0.12
176	เหตุผล 26	0.43	0.00	0.00	0.00	0.70
177	เหตุผล 27	0.15	0.00	0.00	0.00	0.43
179	เหตุผล 28	0.37	0.00	0.00	0.00	0.69
178	เหตุผล 29	0.06	0.00	0.00	0.00	0.54
180	เหตุผล 30	0.47	0.00	0.00	0.00	0.47
181	เหตุผล 31	0.55	0.00	0.00	0.00	-0.13
182	เหตุผล 32	0.66	0.00	0.00	0.00	0.69
183	เหตุผล 33	0.14	0.00	0.00	0.00	0.87
184	เหตุผล 34	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.36
185	เหตุผล 35	0.30	0.00	0.00	0.00	-0.05
186	เหตุผล 36	0.77	0.00	0.00	0.00	0.41
187	เหตุผล 37	0.56	0.00	0.00	0.00	0.36
188	เหตุผล 38	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.24
189	เหตุผล 39	0.56	0.00	0.00	0.00	0.33
190	เหตุผล 40	0.16	0.00	0.00	0.00	0.11



ตาราง 43 (ต่อ)

ข้อที่	องค์ประกอบ	น้ำหนักองค์ประกอบทั่วไป (General Factor)	น้ำหนักองค์ประกอบแบบกลุ่ม (Group Factors)			
			ภาษา	จำนวน	มิติสัมพันธ์	เหตุผล
191	เหตุผล 41	0.14	0.00	0.00	0.00	0.51
192	เหตุผล 42	0.48	0.00	0.00	0.00	0.49
193	เหตุผล 43	0.55	0.00	0.00	0.00	-0.12
194	เหตุผล 44	0.66	0.00	0.00	0.00	0.22
195	เหตุผล 45	-0.11	0.00	0.00	0.00	0.36
196	เหตุผล 46	0.16	0.00	0.00	0.00	0.45
197	เหตุผล 47	0.14	0.00	0.00	0.00	0.55
198	เหตุผล 48	0.30	0.00	0.00	0.00	0.51
199	เหตุผล 49	0.77	0.00	0.00	0.00	0.01
200	เหตุผล 50	0.56	0.00	0.00	0.00	-0.37
201	เหตุผล 51	0.48	0.00	0.00	0.00	0.24
202	เหตุผล 52	0.55	0.00	0.00	0.00	0.49
203	เหตุผล 53	0.66	0.00	0.00	0.00	-0.01
204	เหตุผล 54	0.56	0.00	0.00	0.00	0.36
205	เหตุผล 55	0.10	0.00	0.00	0.00	-0.05
206	เหตุผล 56	0.10	0.00	0.00	0.00	0.51
207	เหตุผล 57	0.48	0.00	0.00	0.00	0.01
208	เหตุผล 58	0.55	0.00	0.00	0.00	-0.37
209	เหตุผล 59	0.66	0.00	0.00	0.00	0.24
210	เหตุผล 60	0.48	0.00	0.00	0.00	0.11
211	เหตุผล 61	0.75	0.00	0.00	0.00	0.51
212	เหตุผล 62	0.50	0.00	0.00	0.00	0.70
213	เหตุผล 63	0.56	0.00	0.00	0.00	0.43
214	เหตุผล 64	0.14	0.00	0.00	0.00	0.69
215	เหตุผล 65	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.54
216	เหตุผล 66	0.48	0.00	0.00	0.00	0.62
217	เหตุผล 67	0.55	0.00	0.00	0.00	0.36
218	เหตุผล 68	0.66	0.00	0.00	0.00	-0.05
219	เหตุผล 69	0.56	0.00	0.00	0.00	-0.13
220	เหตุผล 70	0.16	0.00	0.00	0.00	0.69
221	เหตุผล 71	0.14	0.00	0.00	0.00	0.87
222	เหตุผล 72	0.48	0.00	0.00	0.00	0.70



ตาราง 43 (ต่อ)

ข้อที่	องค์ประกอบ	น้ำหนักองค์ประกอบทั่วไป (General Factor)	น้ำหนักองค์ประกอบแบบกลุ่ม (Group Factors)			
			ภาษา	จำนวน	มิติสัมพันธ์	เหตุผล
223	เหตุผล 73	0.55	0.00	0.00	0.00	0.43
224	เหตุผล 74	0.66	0.00	0.00	0.00	0.69
225	เหตุผล 75	-0.11	0.00	0.00	0.00	0.54
226	มิติสัมพันธ์ 1	0.44	0.00	0.00	0.29	0.00
227	มิติสัมพันธ์ 2	-0.09	0.00	0.00	0.29	0.00
228	มิติสัมพันธ์ 3	0.39	0.00	0.00	0.23	0.00
229	มิติสัมพันธ์ 4	0.14	0.00	0.00	0.48	0.00
230	มิติสัมพันธ์ 5	-0.04	0.00	0.00	0.28	0.00
231	มิติสัมพันธ์ 6	0.88	0.00	0.00	0.30	0.00
232	มิติสัมพันธ์ 7	0.48	0.00	0.00	0.65	0.00
233	มิติสัมพันธ์ 8	0.55	0.00	0.00	0.10	0.00
234	มิติสัมพันธ์ 9	0.66	0.00	0.00	0.74	0.00
235	มิติสัมพันธ์ 10	0.15	0.00	0.00	0.11	0.00
236	มิติสัมพันธ์ 11	-0.28	0.00	0.00	0.51	0.00
237	มิติสัมพันธ์ 12	0.43	0.00	0.00	0.01	0.00
238	มิติสัมพันธ์ 13	0.60	0.00	0.00	-0.37	0.00
239	มิติสัมพันธ์ 14	0.29	0.00	0.00	0.24	0.00
240	มิติสัมพันธ์ 15	0.48	0.00	0.00	-0.25	0.00
241	มิติสัมพันธ์ 16	0.19	0.00	0.00	0.70	0.00
242	มิติสัมพันธ์ 17	0.28	0.00	0.00	0.43	0.00
243	มิติสัมพันธ์ 18	0.29	0.00	0.00	0.69	0.00
244	มิติสัมพันธ์ 19	0.24	0.00	0.00	0.54	0.00
245	มิติสัมพันธ์ 20	0.30	0.00	0.00	0.65	0.00
246	มิติสัมพันธ์ 21	0.32	0.00	0.00	0.36	0.00
247	มิติสัมพันธ์ 22	0.14	0.00	0.00	-0.05	0.00
248	มิติสัมพันธ์ 23	0.04	0.00	0.00	0.36	0.00
249	มิติสัมพันธ์ 24	0.14	0.00	0.00	-0.05	0.00
250	มิติสัมพันธ์ 25	0.02	0.00	0.00	0.49	0.00
251	มิติสัมพันธ์ 26	0.07	0.00	0.00	0.43	0.00
252	มิติสัมพันธ์ 27	0.22	0.00	0.00	-0.13	0.00
253	มิติสัมพันธ์ 28	0.02	0.00	0.00	0.69	0.00
254	มิติสัมพันธ์ 29	0.13	0.00	0.00	0.87	0.00



ตาราง 43 (ต่อ)

ข้อที่	องค์ประกอบ	น้ำหนักองค์ประกอบทั่วไป (General Factor)	น้ำหนักองค์ประกอบแบบกลุ่ม (Group Factors)			
			ภาษา	จำนวน	มิติสัมพันธ์	เหตุผล
255	มิติสัมพันธ์ 30	0.25	0.00	0.00	0.38	0.00
256	มิติสัมพันธ์ 31	0.38	0.00	0.00	0.51	0.00
257	มิติสัมพันธ์ 32	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00
258	มิติสัมพันธ์ 33	-0.02	0.00	0.00	-0.37	0.00
259	มิติสัมพันธ์ 34	0.09	0.00	0.00	0.24	0.00
260	มิติสัมพันธ์ 35	0.12	0.00	0.00	0.11	0.00
261	มิติสัมพันธ์ 36	0.02	0.00	0.00	0.51	0.00
262	มิติสัมพันธ์ 37	0.16	0.00	0.00	0.24	0.00
263	มิติสัมพันธ์ 38	-0.07	0.00	0.00	0.36	0.00
264	มิติสัมพันธ์ 39	0.06	0.00	0.00	-0.05	0.00
265	มิติสัมพันธ์ 40	0.05	0.00	0.00	0.52	0.00
266	มิติสัมพันธ์ 41	0.03	0.00	0.00	0.44	0.00
267	มิติสัมพันธ์ 42	-0.02	0.00	0.00	0.36	0.00
268	มิติสัมพันธ์ 43	-0.13	0.00	0.00	-0.05	0.00
269	มิติสัมพันธ์ 44	0.14	0.00	0.00	0.49	0.00
270	มิติสัมพันธ์ 45	-0.30	0.00	0.00	0.43	0.00
271	มิติสัมพันธ์ 46	0.48	0.00	0.00	0.11	0.00
272	มิติสัมพันธ์ 47	0.55	0.00	0.00	0.51	0.00
273	มิติสัมพันธ์ 48	0.66	0.00	0.00	-0.13	0.00
274	มิติสัมพันธ์ 49	0.30	0.00	0.00	0.69	0.00
275	มิติสัมพันธ์ 50	0.77	0.00	0.00	0.87	0.00
276	มิติสัมพันธ์ 51	0.56	0.00	0.00	0.51	0.00
277	มิติสัมพันธ์ 52	0.56	0.00	0.00	0.01	0.00
278	มิติสัมพันธ์ 53	-0.11	0.00	0.00	-0.37	0.00
279	มิติสัมพันธ์ 54	0.14	0.00	0.00	0.24	0.00
280	มิติสัมพันธ์ 55	-0.30	0.00	0.00	0.37	0.00
281	มิติสัมพันธ์ 56	0.30	0.00	0.00	0.46	0.00
282	มิติสัมพันธ์ 57	0.77	0.00	0.00	0.36	0.00
283	มิติสัมพันธ์ 58	0.56	0.00	0.00	-0.05	0.00
284	มิติสัมพันธ์ 59	0.48	0.00	0.00	0.49	0.00
285	มิติสัมพันธ์ 60	0.75	0.00	0.00	0.43	0.00
286	มิติสัมพันธ์ 61	0.50	0.00	0.00	0.29	0.00





ตาราง 43 (ต่อ)

ข้อที่	องค์ประกอบ	น้ำหนักองค์ประกอบทั่วไป (General Factor)	น้ำหนักองค์ประกอบแบบกลุ่ม (Group Factors)			
			ภาษา	จำนวน	มิติสัมพันธ์	เหตุผล
287	มิติสัมพันธ์ 62	0.48	0.00	0.00	-0.13	0.00
288	มิติสัมพันธ์ 63	0.55	0.00	0.00	0.69	0.00
289	มิติสัมพันธ์ 64	0.66	0.00	0.00	0.87	0.00
290	มิติสัมพันธ์ 65	0.10	0.00	0.00	0.70	0.00
291	มิติสัมพันธ์ 66	0.56	0.00	0.00	0.43	0.00
292	มิติสัมพันธ์ 67	0.16	0.00	0.00	0.69	0.00
293	มิติสัมพันธ์ 68	0.14	0.00	0.00	0.54	0.00
294	มิติสัมพันธ์ 69	-0.11	0.00	0.00	0.26	0.00
295	มิติสัมพันธ์ 70	0.48	0.00	0.00	0.11	0.00
296	มิติสัมพันธ์ 71	0.55	0.00	0.00	0.51	0.00
297	มิติสัมพันธ์ 72	0.66	0.00	0.00	0.51	0.00
298	มิติสัมพันธ์ 73	0.10	0.00	0.00	0.33	0.00
299	มิติสัมพันธ์ 74	0.56	0.00	0.00	0.36	0.00
300	มิติสัมพันธ์ 75	0.30	0.00	0.00	-0.05	0.00

### 1.3 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแบบพหุมิติ

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยโปรแกรม TESTFACT และ BILOG-MG และเปรียบเทียบข้อสอบด้วยวิธีปรับแก้ค่าเฉลี่ยและซิกมา (Robust Mean and Sigma Method)

ตาราง 44 ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบร่วมจากแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนก่อนและหลังการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ

ข้อสอบ รวม ข้อที่	ชุดที่	ค่าพารามิเตอร์ก่อนปรับเทียบ			ค่าพารามิเตอร์หลังปรับเทียบ		
		อำนาจ จำแนก	ความยาก	โอกาส การเดา	อำนาจ จำแนก	ความยาก	โอกาส การเดา
ความถนัดทางภาษา							
1	1	0.45	0.62	0.19	0.35	0.63	0.20
	2	0.47	0.59	0.21			
	3	0.42	0.60	0.20			
	4	0.39	0.58	0.18			
	5	0.40	0.58	0.21			
	6	0.38	0.61	0.19			



ตาราง 44 (ต่อ)

ข้อสอบ รวม ข้อที่	ชุดที่	ค่าพารามิเตอร์ก่อนปรับเทียบ			ค่าพารามิเตอร์หลังปรับเทียบ		
		อำนาจ จำแนก	ความยาก	โอกาส การเดา	อำนาจ จำแนก	ความยาก	โอกาส การเดา
2	1	0.26	0.25	0.19	0.21	0.28	0.20
	2	0.29	0.27	0.20			
	3	0.25	0.25	0.21			
	4	0.30	0.26	0.20			
	5	0.28	0.24	0.21			
	6	0.29	0.25	0.19			
3	1	0.39	0.77	0.13	0.36	0.78	0.15
	2	0.42	0.75	0.15			
	3	0.40	0.76	0.14			
	4	0.38	0.75	0.16			
	5	0.43	0.77	0.15			
	6	0.41	0.76	0.14			
ความถนัดด้านจำนวน							
1	1	0.39	0.43	0.19	0.31	0.44	0.20
	2	0.35	0.41	0.20			
	3	0.40	0.42	0.18			
	4	0.38	0.42	0.19			
	5	0.40	0.41	0.21			
	6	0.38	0.43	0.20			
2	1	0.50	0.40	0.19	0.41	0.42	0.20
	2	0.48	0.40	0.21			
	3	0.51	0.39	0.18			
	4	0.49	0.41	0.19			
	5	0.50	0.39	0.20			
	6	0.49	0.40	0.20			
3	1	0.30	0.50	0.13	0.24	0.52	0.15
	2	0.29	0.51	0.15			
	3	0.33	0.50	0.14			
	4	0.28	0.49	0.16			
	5	0.30	0.50	0.14			
	6	0.31	0.49	0.15			



ตาราง 44 (ต่อ)

ข้อสอบ รวม ข้อที่	ชุดที่	ค่าพารามิเตอร์ก่อนปรับเทียบ			ค่าพารามิเตอร์หลังปรับเทียบ		
		อำนาจ จำแนก	ความยาก	โอกาส การเดา	อำนาจ จำแนก	ความยาก	โอกาส การเดา
ความถนัดด้านเหตุผล							
1	1	0.45	0.60	0.15	0.38	0.63	0.16
	2	0.47	0.62	0.14			
	3	0.43	0.61	0.17			
	4	0.46	0.62	0.16			
	5	0.45	0.62	0.15			
	6	0.48	0.60	0.16			
2	1	0.49	0.64	0.19	0.41	0.66	0.20
	2	0.52	0.65	0.20			
	3	0.50	0.63	0.19			
	4	0.48	0.64	0.21			
	5	0.50	0.62	0.20			
	6	0.49	0.65	0.19			
3	1	0.55	0.43	0.19	0.49	0.45	0.19
	2	0.59	0.42	0.18			
	3	0.54	0.44	0.20			
	4	0.58	0.42	0.20			
	5	0.55	0.41	0.19			
	6	0.56	0.42	0.18			
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์							
1	1	0.42	0.63	0.14	0.35	0.65	0.15
	2	0.39	0.62	0.16			
	3	0.43	0.64	0.15			
	4	0.40	0.61	0.14			
	5	0.42	0.62	0.16			
	6	0.41	0.64	0.15			
2	1	0.53	0.59	0.11	0.47	0.63	0.12
	2	0.55	0.60	0.12			
	3	0.50	0.62	0.10			
	4	0.51	0.61	0.13			



ตาราง 44 (ต่อ)

ข้อสอบ รวม ข้อที่	ชุดที่	ค่าพารามิเตอร์ก่อนปรับเทียบ			ค่าพารามิเตอร์หลังปรับเทียบ		
		อำนาจ จำแนก	ความยาก	โอกาส การเดา	อำนาจ จำแนก	ความยาก	โอกาส การเดา
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ (ต่อ)							
2	5	0.53	0.61	0.12			
	6	0.54	0.62	0.13			
3	1	0.59	0.57	0.18	0.51	0.61	0.19
	2	0.56	0.60	0.20			
	3	0.60	0.58	0.19			
	4	0.58	0.58	0.20			
	5	0.57	0.59	0.18			
	6	0.58	0.60	0.18			

ตาราง 45 ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบความถนัดทางการเรียนก่อนคัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบ

องค์ประกอบ	ค่าพารามิเตอร์	N	Min	Max	$\bar{x}$	S.D.
ความถนัดทางภาษา	อำนาจจำแนกภาพรวม (a)	75	0.14	0.46	0.30	0.08
	อำนาจจำแนกทางภาษา (a <sub>1</sub> )	75	0.12	0.64	0.28	0.13
	ความยาก (b)	75	-0.86	0.91	0.28	0.48
	โอกาสการเดา (C)	75	0.02	0.20	0.16	0.04
ความถนัดด้านจำนวน	อำนาจจำแนกภาพรวม (a)	75	0.14	0.68	0.34	0.10
	อำนาจจำแนกด้านจำนวน (a <sub>2</sub> )	75	0.11	0.78	0.34	0.16
	ความยาก (b)	75	-0.88	0.78	0.28	0.39
	โอกาสการเดา (C)	75	0.01	0.20	0.15	0.06
ความถนัดด้านเหตุผล	อำนาจจำแนกภาพรวม (a)	75	0.14	0.69	0.35	0.10
	อำนาจจำแนกด้านเหตุผล (a <sub>3</sub> )	75	0.11	0.76	0.33	0.15
	ความยาก (b)	75	-0.74	0.85	0.25	0.44
	โอกาสการเดา (C)	75	0.01	0.24	0.15	0.06
ความถนัด ด้านมิติสัมพันธ์	อำนาจจำแนกภาพรวม (a)	75	0.14	0.62	0.35	0.10
	อำนาจจำแนกด้านมิติสัมพันธ์ (a <sub>4</sub> )	75	0.11	0.70	0.33	0.16
	ความยาก (b)	75	-0.62	0.80	0.29	0.45
	โอกาสการเดา (C)	75	0.02	0.20	0.13	0.06
รวม	อำนาจจำแนกภาพรวม (a)	300	0.14	0.69	0.33	0.10
	อำนาจจำแนกทางภาษา (a <sub>1</sub> )	75	0.12	0.64	0.28	0.13
	อำนาจจำแนกด้านจำนวน (a <sub>2</sub> )	75	0.11	0.78	0.34	0.16



ตาราง 45 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ค่าพารามิเตอร์	N	Min	Max	$\bar{x}$	S.D.
รวม (ต่อ)	อำนาจจำแนกด้านเหตุผล ( $a_3$ )	75	0.11	0.76	0.33	0.15
	อำนาจจำแนกด้านมิติสัมพันธ์ ( $a_4$ )	75	0.11	0.70	0.33	0.16
	ความยาก (b)	300	-0.88	0.91	0.27	0.44
	โอกาสการเดา (C)	300	0.01	0.27	0.15	0.06

ตาราง 46 ค่าพารามิเตอร์ข้อสอบจากแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน

ลำดับ	ITEM	อำนาจจำแนก					ความยาก	โอกาสการเดา
		ภาพรวม	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์		
1	ITEM1	0.43	0.50	0	0	0	0.36	0.20
2	ITEM2	0.34	0.33	0	0	0	0.22	0.20
3	ITEM3	0.14	0.12	0	0	0	-0.11	0.20
4	ITEM4	0.16	0.12	0	0	0	-0.72	0.20
5	ITEM5	0.22	0.25	0	0	0	0.38	0.20
6	ITEM6	0.42	0.36	0	0	0	-0.68	0.20
7	ITEM7	0.36	0.31	0	0	0	0.57	0.20
8	ITEM8	0.41	0.50	0	0	0	0.56	0.20
9	ITEM9	0.23	0.39	0	0	0	0.30	0.20
10	ITEM10	0.29	0.26	0	0	0	0.44	0.20
11	ITEM11	0.31	0.12	0	0	0	-0.36	0.20
12	ITEM12	0.25	0.19	0	0	0	-0.21	0.20
13	ITEM13	0.31	0.33	0	0	0	0.81	0.20
14	ITEM14	0.39	0.44	0	0	0	0.39	0.20
15	ITEM15	0.32	0.33	0	0	0	0.47	0.20
16	ITEM16	0.22	0.19	0	0	0	0.49	0.20
17	ITEM17	0.32	0.36	0	0	0	0.70	0.20
18	ITEM18	0.24	0.14	0	0	0	0.49	0.20
19	ITEM19	0.26	0.14	0	0	0	-0.24	0.20
20	ITEM20	0.29	0.19	0	0	0	0.32	0.20
21	ITEM21	0.22	0.17	0	0	0	0.87	0.20
22	ITEM22	0.22	0.42	0	0	0	0.69	0.20
23	ITEM23	0.42	0.12	0	0	0	-0.73	0.20
24	ITEM24	0.26	0.47	0	0	0	0.63	0.20
25	ITEM25	0.41	0.44	0	0	0	0.54	0.20



ตาราง 46 (ต่อ)

ลำดับ	ITEM	อำนาจจำแนก					ความ ยาก	โอกาส การเดา
		ภาพรวม	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์		
26	ITEM26	0.23	0.25	0	0	0	0.89	0.20
27	ITEM27	0.29	0.64	0	0	0	0.44	0.20
28	ITEM28	0.31	0.35	0	0	0	0.38	0.20
29	ITEM29	0.25	0.24	0	0	0	0.90	0.20
30	ITEM30	0.43	0.41	0	0	0	-0.82	0.20
31	ITEM31	0.26	0.12	0	0	0	-0.29	0.20
32	ITEM32	0.14	0.15	0	0	0	0.51	0.20
33	ITEM33	0.16	0.18	0	0	0	0.81	0.20
34	ITEM34	0.31	0.35	0	0	0	0.74	0.20
35	ITEM35	0.36	0.38	0	0	0	0.43	0.20
36	ITEM36	0.42	0.21	0	0	0	0.43	0.20
37	<b>ITEM37</b>	0.26	0.12	0	0	0	-0.25	0.20
38	ITEM38	0.41	0.32	0	0	0	0.43	0.20
39	ITEM39	0.39	0.47	0	0	0	0.51	0.20
40	ITEM40	0.29	0.12	0	0	0	-0.63	0.20
41	ITEM41	0.31	0.24	0	0	0	0.60	0.20
42	ITEM42	0.25	0.15	0	0	0	0.73	0.20
43	<b>ITEM43</b>	0.16	0.12	0	0	0	-0.12	0.20
44	ITEM44	0.39	0.41	0	0	0	0.60	0.20
45	<u>ITEM45</u>	0.46	0.35	0	0	0	0.63	0.20
46	ITEM46	0.26	0.15	0	0	0	-0.25	0.20
47	<b>ITEM47</b>	0.24	0.12	0	0	0	-0.11	0.20
48	ITEM48	0.22	0.26	0	0	0	0.49	0.20
49	ITEM49	0.43	0.21	0	0	0	0.91	0.20
50	ITEM50	0.26	0.26	0	0	0	0.79	0.20
51	ITEM51	0.46	0.53	0	0	0	-0.33	0.20
52	ITEM52	0.32	0.34	0	0	0	0.41	0.20
53	ITEM53	0.22	0.14	0	0	0	0.45	0.20
54	ITEM54	0.31	0.21	0	0	0	-0.86	0.20
55	ITEM55	0.22	0.12	0	0	0	-0.14	0.20
56	ITEM56	0.31	0.21	0	0	0	0.28	0.20
57	ITEM57	0.25	0.14	0	0	0	0.83	0.20



ตาราง 46 (ต่อ)

ลำดับ	ITEM	อำนาจจำแนก					ความ ยาก	โอกาส การเดา
		ภาพรวม	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์		
58	ITEM58	0.26	0.14	0	0	0	0.79	0.20
59	ITEM59	0.24	0.24	0	0	0	-0.33	0.20
60	ITEM60	0.22	0.24	0	0	0	0.40	0.20
61	ITEM61	0.22	0.28	0	0	0	0.28	0.20
62	ITEM62	0.42	0.28	0	0	0	0.86	0.20
63	ITEM63	0.39	0.45	0	0	0	-0.29	0.20
64	ITEM64	0.41	0.40	0	0	0	0.48	0.20
65	ITEM65	0.23	0.12	0	0	0	-0.32	0.20
66	ITEM66	0.32	0.32	0	0	0	0.80	0.20
67	ITEM67	0.31	0.2	0	0	0	0.50	0.20
68	ITEM68	0.25	0.24	0	0	0	-0.24	0.20
69	ITEM69	0.38	0.44	0	0	0	0.50	0.20
70	ITEM70	0.16	0.24	0	0	0	0.36	0.20
71	ITEM71	0.43	0.56	0	0	0	0.48	0.20
72	ITEM72	0.31	0.24	0	0	0	0.72	0.20
73	ITEM73	0.34	0.36	0	0	0	0.78	0.20
74	<b>ITEM74</b>	0.27	0.12	0	0	0	-0.18	0.20
75	ITEM75	0.32	0.32	0	0	0	-0.36	0.20
76	ITEM76	0.22	0	0.12	0	0	0.46	0.20
77	ITEM77	0.30	0	0.31	0	0	0.44	0.20
78	ITEM78	0.38	0	0.42	0	0	0.24	0.20
79	ITEM79	0.42	0	0.50	0	0	0.56	0.20
80	ITEM80	0.34	0	0.36	0	0	0.49	0.20
81	ITEM81	0.41	0	0.39	0	0	-0.35	0.20
82	ITEM82	0.23	0	0.22	0	0	0.50	0.20
83	<b>ITEM83</b>	0.29	0	0.31	0	0	-0.29	0.20
84	ITEM84	0.46	0	0.53	0	0	0.49	0.20
85	ITEM85	0.43	0	0.56	0	0	0.58	0.20
86	ITEM86	0.36	0	0.33	0	0	0.39	0.20
87	ITEM87	0.43	0	0.36	0	0	0.57	0.20
88	ITEM88	0.34	0	0.39	0	0	0.44	0.20
89	ITEM89	0.14	0	0.28	0	0	0.33	0.20



ตาราง 46 (ต่อ)

ลำดับ	ITEM	อำนาจจำแนก					ความ ยาก	โอกาส การเดา
		ภาพรวม	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์		
90	ITEM90	0.16	0	0.28	0	0	0.41	0.20
91	ITEM91	0.36	0	0.41	0	0	0.42	0.20
92	ITEM92	0.42	0	0.21	0	0	0.67	0.20
93	ITEM93	0.33	0	0.47	0	0	0.45	0.20
94	ITEM94	0.41	0	0.32	0	0	-0.31	0.20
95	ITEM95	0.23	0	0.29	0	0	0.54	0.20
96	ITEM96	0.29	0	0.21	0	0	0.40	0.20
97	ITEM97	0.37	0	0.47	0	0	0.45	0.20
98	ITEM98	0.34	0	0.44	0	0	0.40	0.20
99	ITEM99	0.32	0	0.26	0	0	0.25	0.20
100	ITEM100	0.22	0	0.21	0	0	-0.16	0.20
101	<b>ITEM101</b>	0.42	0	0.12	0	0	-0.13	0.20
102	ITEM102	0.26	0	0.26	0	0	0.22	0.20
103	ITEM103	0.41	0	0.29	0	0	0.68	0.20
104	ITEM104	0.23	0	0.26	0	0	0.60	0.20
105	ITEM105	0.31	0	0.32	0	0	0.69	0.20
106	ITEM106	0.31	0	0.26	0	0	0.31	0.20
107	ITEM107	0.25	0	0.29	0	0	-0.29	0.20
108	ITEM108	0.43	0	0.32	0	0	0.78	0.20
109	ITEM109	0.26	0	0.21	0	0	0.60	0.20
110	ITEM110	0.32	0	0.35	0	0	0.44	0.20
111	ITEM111	0.16	0	0.21	0	0	0.40	0.20
112	ITEM112	0.22	0	0.26	0	0	0.22	0.20
113	ITEM113	0.42	0	0.32	0	0	-0.19	0.20
114	ITEM114	0.26	0	0.26	0	0	0.43	0.20
115	ITEM115	0.41	0	0.47	0	0	0.63	0.20
116	ITEM116	0.35	0	0.44	0	0	0.51	0.20
117	<b>ITEM117</b>	0.29	0	0.12	0	0	-0.11	0.20
118	ITEM118	0.31	0	0.25	0	0	0.77	0.20
119	ITEM119	0.22	0	0.14	0	0	0.46	0.20
120	ITEM120	0.26	0	0.12	0	0	-0.20	0.20
121	ITEM121	0.32	0	0.33	0	0	-0.31	0.20





ตาราง 46 (ต่อ)

ลำดับ	ITEM	อำนาจจำแนก					ความ ยาก	โอกาส การเดา
		ภาพรวม	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์		
122	ITEM122	0.42	0	0.31	0	0	0.77	0.20
123	ITEM123	0.31	0	0.33	0	0	0.76	0.20
124	ITEM124	0.41	0	0.53	0	0	0.46	0.20
125	ITEM125	0.23	0	0.25	0	0	-0.30	0.20
126	ITEM126	0.36	0	0.47	0	0	0.44	0.20
127	ITEM127	0.31	0	0.24	0	0	0.52	0.20
128	ITEM128	0.32	0	0.30	0	0	0.74	0.20
129	ITEM129	0.36	0	0.33	0	0	0.60	0.20
130	ITEM130	0.25	0	0.12	0	0	-0.20	0.20
131	ITEM131	0.42	0	0.61	0	0	0.43	0.20
132	ITEM132	0.46	0	0.55	0	0	0.46	0.20
133	<b>ITEM133</b>	0.26	0	0.12	0	0	-0.18	0.20
134	ITEM134	0.35	0	0.39	0	0	-0.51	0.20
135	ITEM135	0.34	0	0.30	0	0	0.52	0.20
136	<b>ITEM136</b>	0.31	0	0.12	0	0	-0.15	0.20
137	ITEM137	0.36	0	0.33	0	0	0.45	0.20
138	ITEM138	0.24	0	0.18	0	0	-0.18	0.20
139	ITEM139	0.46	0	0.52	0	0	-0.88	0.20
140	<b>ITEM140</b>	0.24	0	0.11	0	0	-0.12	0.20
141	ITEM141	0.45	0	0.56	0	0	0.44	0.20
142	ITEM142	0.48	0	0.67	0	0	0.51	0.20
143	ITEM143	0.53	0	0.74	0	0	-0.79	0.20
144	ITEM144	0.68	0	0.63	0	0	0.53	0.20
145	ITEM145	0.62	0	0.78	0	0	0.72	0.20
146	ITEM146	0.48	0	0.52	0	0	0.56	0.20
147	ITEM147	0.29	0	0.15	0	0	-0.14	0.20
148	ITEM148	0.31	0	0.12	0	0	-0.12	0.20
149	ITEM149	0.49	0	0.52	0	0	0.47	0.20
150	ITEM150	0.43	0	0.37	0	0	0.28	0.20
151	ITEM151	0.42	0	0	0.43	0	0.71	0.20
152	ITEM152	0.14	0	0	0.21	0	-0.21	0.20
153	ITEM153	0.48	0	0	0.50	0	0.43	0.20



ตาราง 46 (ต่อ)

ลำดับ	ITEM	อำนาจจำแนก					ความ ยาก	โอกาส การเดา
		ภาพรวม	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์		
154	ITEM154	0.22	0	0	0.29	0	0.43	0.20
155	ITEM155	0.42	0	0	0.12	0	0.46	0.20
156	ITEM156	0.36	0	0	0.43	0	0.75	0.20
157	ITEM157	0.41	0	0	0.43	0	0.75	0.20
158	ITEM158	0.23	0	0	0.27	0	0.50	0.20
159	ITEM159	0.39	0	0	0.46	0	0.55	0.20
160	ITEM160	0.31	0	0	0.32	0	0.59	0.20
161	ITEM161	0.42	0	0	0.11	0	-0.22	0.20
162	ITEM162	0.26	0	0	0.21	0	-0.36	0.20
163	<b>ITEM163</b>	0.41	0	0	0.21	0	-0.43	0.20
164	ITEM164	0.35	0	0	0.36	0	-0.29	0.20
165	ITEM165	0.29	0	0	0.18	0	0.39	0.20
166	ITEM166	0.31	0	0	0.50	0	0.72	0.20
167	<u>ITEM167</u>	0.39	0	0	0.38	0	0.63	0.20
168	ITEM168	0.31	0	0	0.22	0	0.48	0.20
169	ITEM169	0.26	0	0	0.12	0	-0.37	0.20
170	<b>ITEM170</b>	0.29	0	0	0.22	0	-0.61	0.20
171	ITEM171	0.32	0	0	0.31	0	-0.69	0.20
172	<b>ITEM172</b>	0.26	0	0	0.12	0	-0.11	0.20
173	ITEM173	0.22	0	0	0.12	0	-0.16	0.20
174	ITEM174	0.35	0	0	0.44	0	0.69	0.20
175	ITEM175	0.36	0	0	0.31	0	0.47	0.20
176	ITEM176	0.39	0	0	0.41	0	0.58	0.20
177	ITEM177	0.36	0	0	0.31	0	0.53	0.20
178	ITEM178	0.32	0	0	0.39	0	0.75	0.20
179	ITEM179	0.34	0	0	0.36	0	0.37	0.20
180	ITEM180	0.33	0	0	0.45	0	0.51	0.20
181	ITEM181	0.39	0	0	0.39	0	0.48	0.20
182	ITEM182	0.42	0	0	0.39	0	0.57	0.20
183	ITEM183	0.22	0	0	0.12	0	0.20	0.20
184	ITEM184	0.26	0	0	0.12	0	-0.11	0.20
185	ITEM185	0.69	0	0	0.73	0	0.49	0.20



ตาราง 46 (ต่อ)

ลำดับ	ITEM	อำนาจจำแนก					ความ ยาก	โอกาส การเดา
		ภาพรวม	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์		
186	ITEM186	0.42	0	0	0.55	0	-0.52	0.20
187	ITEM187	0.26	0	0	0.30	0	0.34	0.20
188	ITEM188	0.41	0	0	0.39	0	0.48	0.20
189	ITEM189	0.39	0	0	0.39	0	0.48	0.20
190	ITEM190	0.32	0	0	0.41	0	0.66	0.20
191	ITEM191	0.31	0	0	0.18	0	-0.33	0.20
192	ITEM192	0.39	0	0	0.47	0	0.60	0.20
193	ITEM193	0.35	0	0	0.44	0	0.67	0.20
194	ITEM194	0.31	0	0	0.12	0	0.34	0.20
195	ITEM195	0.35	0	0	0.12	0	0.15	0.20
196	<b>ITEM196</b>	0.26	0	0	0.12	0	-0.11	0.20
197	ITEM197	0.26	0	0	0.15	0	0.43	0.20
198	ITEM198	0.44	0	0	0.53	0	0.54	0.20
199	ITEM199	0.35	0	0	0.24	0	-0.24	0.20
200	ITEM200	0.43	0	0	0.29	0	-0.30	0.20
201	<b>ITEM201</b>	0.26	0	0	0.29	0	-0.51	0.20
202	<b>ITEM202</b>	0.14	0	0	0.24	0	-0.49	0.20
203	ITEM203	0.35	0	0	0.33	0	0.85	0.20
204	ITEM204	0.31	0	0	0.30	0	0.71	0.20
205	ITEM205	0.42	0	0	0.48	0	0.49	0.20
206	ITEM206	0.48	0	0	0.58	0	0.51	0.20
207	ITEM207	0.66	0	0	0.76	0	0.57	0.20
208	ITEM208	0.58	0	0	0.61	0	0.58	0.20
209	<b>ITEM209</b>	0.29	0	0	0.24	0	-0.74	0.20
210	ITEM210	0.31	0	0	0.21	0	-0.29	0.20
211	ITEM211	0.23	0	0	0.21	0	-0.32	0.20
212	ITEM212	0.43	0	0	0.42	0	0.49	0.20
213	ITEM213	0.26	0	0	0.24	0	-0.31	0.20
214	ITEM214	0.32	0	0	0.34	0	0.72	0.20
215	ITEM215	0.39	0	0	0.49	0	-0.51	0.20
216	ITEM216	0.22	0	0	0.12	0	-0.19	0.20
217	ITEM217	0.42	0	0	0.31	0	0.33	0.20



ตาราง 46 (ต่อ)

ลำดับ	ITEM	อำนาจจำแนก					ความ ยาก	โอกาส การเดา
		ภาพรวม	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์		
218	ITEM218	0.26	0	0	0.29	0	0.41	0.20
219	ITEM219	0.41	0	0	0.49	0	0.45	0.20
220	ITEM220	0.23	0	0	0.14	0	0.45	0.20
221	ITEM221	0.35	0	0	0.40	0	0.58	0.20
222	ITEM222	0.48	0	0	0.57	0	0.61	0.20
223	ITEM223	0.32	0	0	0.31	0	0.42	0.20
224	ITEM224	0.43	0	0	0.29	0	0.41	0.20
225	ITEM225	0.26	0	0	0.29	0	0.52	0.20
226	ITEM226	0.14	0	0	0	0.12	0.59	0.20
227	ITEM227	0.38	0	0	0	0.41	0.50	0.20
228	ITEM228	0.22	0	0	0	0.15	-0.11	0.20
229	ITEM229	0.42	0	0	0	0.31	0.48	0.20
230	ITEM230	0.26	0	0	0	0.12	-0.29	0.20
231	ITEM231	0.41	0	0	0	0.12	0.57	0.20
232	ITEM232	0.23	0	0	0	0.25	0.70	0.20
233	ITEM233	0.39	0	0	0	0.47	0.62	0.20
234	ITEM234	0.56	0	0	0	0.65	0.47	0.20
235	ITEM235	0.35	0	0	0	0.35	0.35	0.20
236	ITEM236	0.45	0	0	0	0.56	-0.49	0.20
237	ITEM237	0.22	0	0	0	0.12	-0.25	0.20
238	ITEM238	0.42	0	0	0	0.32	0.40	0.20
239	ITEM239	0.31	0	0	0	0.35	0.65	0.20
240	ITEM240	0.41	0	0	0	0.59	-0.53	0.20
241	ITEM241	0.23	0	0	0	0.12	-0.39	0.20
242	ITEM242	0.35	0	0	0	0.42	0.80	0.20
243	ITEM243	0.31	0	0	0	0.44	0.62	0.20
244	ITEM244	0.32	0	0	0	0.33	0.76	0.20
245	ITEM245	0.26	0	0	0	0.28	0.70	0.20
246	ITEM246	0.34	0	0	0	0.39	0.76	0.20
247	ITEM247	0.44	0	0	0	0.50	-0.48	0.20
248	ITEM248	0.36	0	0	0	0.42	0.69	0.20
249	ITEM249	0.49	0	0	0	0.53	0.63	0.20



ตาราง 46 (ต่อ)

ลำดับ	ITEM	อำนาจจำแนก					ความ ยาก	โอกาส การเดา
		ภาพรวม	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์		
250	ITEM250	0.43	0	0	0	0.12	-0.15	0.20
251	ITEM251	0.32	0	0	0	0.39	0.37	0.20
252	ITEM252	0.44	0	0	0	0.58	0.61	0.20
253	ITEM253	0.16	0	0	0	0.25	0.66	0.20
254	<b>ITEM254</b>	0.31	0	0	0	0.31	-0.30	0.20
255	ITEM255	0.42	0	0	0	0.36	0.46	0.20
256	<b>ITEM256</b>	0.26	0	0	0	0.12	-0.11	0.20
257	ITEM257	0.41	0	0	0	0.25	0.58	0.20
258	<b>ITEM258</b>	0.31	0	0	0	0.33	-0.62	0.20
259	ITEM259	0.35	0	0	0	0.44	0.70	0.20
260	<u>ITEM260</u>	0.31	0	0	0	0.47	0.63	0.20
261	ITEM261	0.41	0	0	0	0.33	0.76	0.20
262	ITEM262	0.23	0	0	0	0.12	-0.24	0.20
263	<b>ITEM263</b>	0.32	0	0	0	0.36	-0.41	0.20
264	<b>ITEM264</b>	0.31	0	0	0	0.42	-0.48	0.20
265	ITEM265	0.25	0	0	0	0.15	-0.11	0.20
266	ITEM266	0.34	0	0	0	0.26	0.76	0.20
267	ITEM267	0.26	0	0	0	0.18	0.69	0.20
268	ITEM268	0.43	0	0	0	0.32	0.79	0.20
269	ITEM269	0.33	0	0	0	0.41	0.63	0.20
270	ITEM270	0.36	0	0	0	0.41	0.42	0.20
271	<b>ITEM271</b>	0.35	0	0	0	0.38	-0.52	0.20
272	ITEM272	0.46	0	0	0	0.50	0.73	0.20
273	ITEM273	0.42	0	0	0	0.26	0.46	0.20
274	ITEM274	0.26	0	0	0	0.21	-0.28	0.20
275	ITEM275	0.41	0	0	0	0.18	-0.24	0.20
276	ITEM276	0.35	0	0	0	0.38	0.61	0.20
277	ITEM277	0.29	0	0	0	0.14	0.48	0.20
278	ITEM278	0.31	0	0	0	0.20	0.80	0.20
279	ITEM279	0.26	0	0	0	0.26	-0.42	0.20
280	ITEM280	0.41	0	0	0	0.31	0.65	0.20
281	ITEM281	0.23	0	0	0	0.23	0.49	0.20



ตาราง 46 (ต่อ)

ลำดับ	ITEM	อำนาจจำแนก					ความ ยาก	โอกาส การเดา
		ภาพรวม	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์		
282	ITEM282	0.54	0	0	0	0.63	0.38	0.20
283	ITEM283	0.31	0	0	0	0.17	0.52	0.20
284	<b>ITEM284</b>	0.25	0	0	0	0.11	-0.32	0.20
285	ITEM285	0.26	0	0	0	0.23	0.35	0.20
286	ITEM286	0.33	0	0	0	0.31	-0.25	0.20
287	ITEM287	0.41	0	0	0	0.51	0.61	0.20
288	ITEM288	0.43	0	0	0	0.46	0.52	0.20
289	ITEM289	0.35	0	0	0	0.45	0.62	0.20
290	<b>ITEM290</b>	0.36	0	0	0	0.40	-0.60	0.20
291	ITEM291	0.16	0	0	0	0.12	0.23	0.20
292	ITEM292	0.22	0	0	0	0.25	0.48	0.20
293	ITEM293	0.56	0	0	0	0.65	0.48	0.20
294	ITEM294	0.26	0	0	0	0.12	0.18	0.20
295	ITEM295	0.41	0	0	0	0.40	0.60	0.20
296	ITEM296	0.23	0	0	0	0.25	0.53	0.20
297	ITEM297	0.54	0	0	0	0.55	0.58	0.20
298	ITEM298	0.31	0	0	0	0.20	-0.25	0.20
299	ITEM299	0.62	0	0	0	0.70	0.45	0.20
300	ITEM300	0.49	0	0	0	0.55	0.48	0.20

หมายเหตุ : ITEM ที่ขีดเส้นใต้ แทน ข้อสอบรวม

ITEM ที่เป็นตัวหนา แทน ข้อสอบที่ไม่ถูกคัดเลือกเข้าสู่คลังข้อสอบ



ระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  
แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

2.1 ผลการประเมินโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วย  
คอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่  
แตกต่างกัน โดยผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 47 ผลการประเมินโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  
แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน  
โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละบุคคล

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	เฉลี่ย
<b>โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ</b>						
1. การทำงานของโปรแกรมมีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ในการพัฒนาโปรแกรม	5	4	5	5	4	4.60
2. ความสะดวกในการติดตั้งโปรแกรม	5	4	4	4	4	4.20
3. ความสะดวกในการป้อนข้อมูล	5	5	4	5	5	4.80
4. ความสะดวกในการทวนคำตอบ	5	4	4	5	5	4.60
5. ความสะดวกต่อการนำไปใช้และทำความเข้าใจ ได้ง่าย	5	4	4	5	4	4.40
6. ความเหมาะสมของการจัดองค์ประกอบบนจอภาพ	5	3	4	4	4	4.00
7. ความเหมาะสมของพื้นที่หลังกับตัวอักษร	4	4	5	5	4	4.40
8. ความเหมาะสมของช่วง (จำนวนข้อ) ที่ให้ทวน คำตอบได้	5	4	4	5	4	4.40
9. ความเหมาะสมของการแสดงผลการสอบ	5	4	5	5	5	4.80
10. ความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล	5	5	3	5	4	4.40
11. ความถูกต้องในการประมวลผลของโปรแกรมฯ	5	5	4	5	4	4.60
12. ความพึงพอใจต่อโปรแกรมที่สามารถทวน คำตอบได้	5	4	4	4	4	4.20
13. โปรแกรมเป็นประโยชน์สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3	5	4	5	5	4	4.60
<b>โปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ</b>						
1. การทำงานของโปรแกรมมีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ในการพัฒนาโปรแกรม	5	4	5	5	4	4.60
2. ความสะดวกในการติดตั้งโปรแกรม	5	4	4	4	4	4.20



ตาราง 47 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	เฉลี่ย
โปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (ต่อ)						
3. ความสะดวกในการป้อนข้อมูล	5	5	4	5	5	4.80
4. ความสะดวกต่อการนำไปใช้และทำความเข้าใจได้ง่าย	5	4	4	5	4	4.40
5. ความเหมาะสมของการจัดองค์ประกอบบนจอภาพ	5	3	4	4	4	4.00
6. ความเหมาะสมของพื้นที่หลังกับตัวอักษร	4	4	5	4	4	4.20
7. ความเหมาะสมของการแสดงผลการสอบ	5	4	5	5	4	4.60
8. ความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล	5	5	4	5	4	4.60
9. ความถูกต้องในการประมวลผลของโปรแกรมฯ	5	5	4	5	4	4.60
10. ความพึงพอใจต่อโปรแกรมที่ไม่สามารถทวนคำตอบได้	5	4	4	4	4	4.20
11. โปรแกรมเป็นประโยชน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	5	4	5	5	4	4.60

## 2.2 การประเมินคู่มือการใช้งานทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 48 ผลการประเมินคู่มือการใช้งานโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละบุคคล

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	เฉลี่ย
โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ						
1. เนื้อหาในคู่มือมีความสอดคล้องกับการทำงานของโปรแกรม	5	4	5	5	5	4.80
2. ความเหมาะสมของภาษาในคู่มือการใช้งานโปรแกรมฯ	5	4	5	5	5	4.80
3. ความเหมาะสมของตัวอักษรและภาพประกอบในคู่มือ	5	4	5	4	4	4.40
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับเนื้อหาในคู่มือ	5	4	5	5	4	4.60





ตาราง 48 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	เฉลี่ย
โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (ต่อ)						
5. ความสวยงามของคู่มือการใช้โปรแกรมฯ	5	4	5	4	4	4.40
6. คู่มือง่ายต่อการทำความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้	5	4	4	4	4	4.20
โปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ						
1. เนื้อหาในคู่มือมีความสอดคล้องกับการทำงานของโปรแกรม	5	4	5	5	5	4.80
2. ความเหมาะสมของภาษาในคู่มือการใช้โปรแกรมฯ	5	4	5	5	5	4.80
3. ความเหมาะสมของตัวอักษรและภาพประกอบในคู่มือ	5	4	5	4	4	4.40
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับเนื้อหาในคู่มือ	5	4	5	5	4	4.60
5. ความสวยงามของคู่มือการใช้โปรแกรมฯ	5	4	5	4	4	4.40
6. คู่มือง่ายต่อการทำความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้	5	4	4	4	4	4.20

ระยะที่ 3 การใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

3.1 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบประเมินโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

ตาราง 49 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมิน		IOC		จำนวนข้อสอบ (ข้อ)		
		Min	Max	สร้างขึ้น	เป็นไปตามเกณฑ์	คัดเลือก
ฉบับที่ 1	โปรแกรม	0.80	1.00	20	19	16
	คู่มือ	0.80	1.00	16	16	12
ฉบับที่ 2	โปรแกรม	0.80	1.00	20	20	16
	คู่มือ	0.80	1.00	16	16	12



ตาราง 49 (ต่อ)

แบบประเมิน	IOC		จำนวนข้อสอบ (ข้อ)		
	Min	Max	สร้างขึ้น	เป็นไปตามเกณฑ์	คัดเลือก
ฉบับที่ 3	0.80	1.00	20	20	16
ฉบับที่ 4	0.80	1.00	20	20	16
รวม	0.80	1.00	112	111	88

### 3.2 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบประเมินโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

ตาราง 50 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน (สำหรับครูผู้สอน)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						ข้อสรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	ค่า IOC	
โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ							
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ตัดทิ้ง
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
7	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ตัดทิ้ง
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
9	+1	+1	0	+1	+1	0.80	คัดเลือก
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
14	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ตัดทิ้ง
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
17	0	+1	+1	+1	+1	0.80	คัดเลือก
18	+1	0	+1	+1	+1	0.80	คัดเลือก



ตาราง 50 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						ข้อสรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	ค่า IOC	
โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้หวนคำตอบ (ต่อ)							
19	0	+1	0	+1	+1	0.60	ตัดทิ้ง
20	0	+1	+1	+1	+1	0.80	คัดเลือก
โปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้หวนคำตอบ							
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
5	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ตัดทิ้ง
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
7	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ตัดทิ้ง
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
9	+1	+1	0	+1	+1	0.80	คัดเลือก
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
15	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ตัดทิ้ง
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
17	0	+1	+1	+1	+1	0.80	คัดเลือก
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
19	0	+1	+1	+1	+1	0.80	คัดเลือก
20	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ตัดทิ้ง



ตาราง 51 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อ  
โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ  
ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน (สำหรับนักเรียน)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						ข้อสรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	ค่า IOC	
<b>โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ</b>							
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ตัดทิ้ง
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
7	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ตัดทิ้ง
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
9	+1	+1	0	+1	+1	0.80	คัดเลือก
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
15	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ตัดทิ้ง
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
17	0	+1	+1	+1	+1	0.80	คัดเลือก
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
19	0	+1	+1	+1	+1	0.80	คัดเลือก
20	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ตัดทิ้ง
<b>โปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ</b>							
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ตัดทิ้ง
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ตัดทิ้ง
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก



ตาราง 51 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						ข้อสรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	ค่า IOC	
โปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ (ต่อ)							
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
15	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ตัดทิ้ง
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
17	0	+1	+1	+1	+1	0.80	คัดเลือก
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
19	0	+1	+1	+1	+1	0.80	คัดเลือก
20	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ตัดทิ้ง

### 3.3 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบประเมินคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ ความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบ ที่แตกต่างกัน

ตาราง 52 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อคู่มือ  
การใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบ  
พหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน (สำหรับครูผู้สอน)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						ข้อสรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	ค่า IOC	
คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ							
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ตัดทิ้ง
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
6	0	+1	+1	+1	+1	0.80	คัดเลือก
7	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ตัดทิ้ง
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก



ตาราง 52 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						ข้อสรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	ค่า IOC	
คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่อนุญาตให้หวนคำตอบ (ต่อ)							
9	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ตัดทิ้ง
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
11	+1	+1	0	+1	+1	0.80	คัดเลือก
12	+1	+1	0	+1	+1	0.80	คัดเลือก
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
16	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ตัดทิ้ง
คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่ไม่อนุญาตให้หวนคำตอบ							
1	+1	+1	0	+1	+1	0.80	ตัดทิ้ง
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
6	0	+1	+1	+1	+1	0.80	คัดเลือก
7	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ตัดทิ้ง
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
9	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ตัดทิ้ง
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	คัดเลือก
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ตัดทิ้ง



3.4 สารสนเทศของแบบทดสอบและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

ตาราง 53 สารสนเทศของแบบทดสอบและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

คนที่	$I(\theta)$	S.E.	คนที่	$I(\theta)$	S.E.	คนที่	$I(\theta)$	S.E.
1	246.38	.43	28	605.28	.37	54	741.08	.35
2	304.58	.42	29	614.98	.37	55	779.88	.34
3	314.28	.41	30	614.98	.37	56	789.58	.34
4	343.38	.41	31	614.98	.37	57	789.58	.34
5	343.38	.41	32	614.98	.37	58	799.28	.34
6	391.88	.41	33	624.68	.37	59	808.98	.34
7	440.38	.40	34	682.88	.36	60	808.98	.34
8	440.38	.40	35	682.88	.36	61	818.68	.34
9	498.58	.39	36	702.28	.36	62	828.38	.33
10	508.28	.39	37	799.28	.34	63	828.38	.33
11	556.78	.38	38	818.68	.34	64	838.08	.33
12	663.48	.37	39	886.58	.29	65	838.08	.33
13	246.38	.43	40	343.38	.41	66	847.78	.33
14	343.38	.41	41	343.38	.41	67	857.48	.37
15	343.38	.41	42	469.48	.39	68	867.18	.32
16	382.18	.41	43	498.58	.39	69	867.18	.32
17	391.88	.41	44	527.68	.35	70	876.88	.32
18	411.28	.40	45	576.18	.37	71	876.88	.32
19	430.68	.40	46	585.88	.38	72	896.28	.29
20	450.08	.40	47	595.58	.37	73	896.28	.32
21	479.18	.39	48	624.68	.37	74	905.98	.31
22	479.18	.39	49	653.78	.37	75	915.68	.31
23	508.28	.39	50	673.18	.36	76	925.38	.26
24	547.08	.38	51	731.38	.35	77	935.08	.25
25	566.48	.38	52	731.38	.35	78	944.78	.27
26	566.48	.38	53	741.08	.35	79	964.18	.26
27	585.88	.38						



ตาราง 54 สารสนเทศของแบบทดสอบและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

คนที่	$I(\theta)$	S.E.	คนที่	$I(\theta)$	S.E.	คนที่	$I(\theta)$	S.E.
1	207.58	.43	28	624.68	.37	54	479.18	.39
2	217.28	.43	29	634.38	.37	55	479.18	.39
3	304.58	.42	30	644.08	.37	56	517.98	.39
4	323.98	.42	31	653.78	.37	57	517.98	.39
5	323.98	.42	32	663.48	.37	58	517.98	.39
6	333.68	.41	33	663.48	.37	59	527.68	.30
7	343.38	.41	34	663.48	.32	60	556.78	.38
8	353.08	.41	35	682.88	.36	61	566.48	.38
9	353.08	.41	36	682.88	.36	62	566.48	.38
10	372.48	.41	37	692.58	.36	63	566.48	.38
11	372.48	.41	38	702.28	.36	64	566.48	.38
12	430.68	.40	39	721.68	.35	65	585.88	.38
13	459.78	.39	40	750.78	.35	66	585.88	.38
14	498.58	.39	41	246.38	.41	67	585.88	.38
15	517.98	.39	42	265.78	.41	68	585.88	.38
16	585.88	.38	43	314.28	.41	69	585.88	.38
17	353.08	.41	44	333.68	.41	70	605.28	.37
18	411.28	.40	45	382.18	.41	71	605.28	.37
19	430.68	.40	46	382.18	.41	72	614.98	.37
20	450.08	.40	47	391.88	.41	73	614.98	.37
21	479.18	.39	48	401.58	.40	74	614.98	.37
22	537.38	.38	49	401.58	.40	75	614.98	.37
23	547.08	.38	50	430.68	.40	76	614.98	.37
24	566.48	.38	51	440.38	.40	77	624.68	.37
25	585.88	.38	52	479.18	.39	78	682.88	.36
26	605.28	.37	53	479.18	.39	79	711.98	.34
27	605.28	.37						





3.5 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

3.5.1 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน

ตาราง 55 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ รายข้อ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
<b>ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ</b>	4.27	.56	มาก
1. โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน และสามารถปฏิบัติตามได้	4.28	.70	มาก
2. ขนาดตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพต่าง ๆ มีความชัดเจน และเข้าใจได้ง่าย	4.22	.76	มาก
3. การป้อนข้อมูลต่าง ๆ ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก	4.35	.70	มาก
4. วิธีตอบข้อสอบทำได้ง่าย และสะดวก	4.27	.80	มาก
<b>ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ</b>	4.20	.61	มาก
5. โปรแกรมการทดสอบมีความน่าสนใจ และทันสมัย	4.34	.73	มาก
6. นักเรียนได้ทำข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ทำให้ความเครียดลดลง	4.03	.82	มาก
7. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนรู้สึกสบายใจ และได้รับความสนุกสนาน	4.10	.81	มาก
8. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ	4.33	.81	มาก
<b>ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ</b>	2.79	.83	ปานกลาง
9. นักเรียนรู้สึกกังวลใจว่าจะทำข้อสอบไม่ถูกวิธี	2.96	1.02	ปานกลาง
10. นักเรียนรู้สึกกลัวและกังวลใจที่ต้องดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	2.80	1.06	ปานกลาง
11. นักเรียนรู้สึกกังวลใจเกี่ยวกับผลการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	2.86	.94	ปานกลาง
12. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนมีความวิตกกังวลใจมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ	2.53	1.04	ปานกลาง



ตาราง 55 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
<b>ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับ การทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์</b>	4.09	.57	มาก
13. เนื้อหาที่ใช้ทดสอบมีความเหมาะสมกับการทดสอบด้วย คอมพิวเตอร์	3.99	.74	มาก
14. การรายงานผลการสอบมีการแนะนำการศึกษาต่อดีกว่า การบอกคะแนนเพียงอย่างเดียว	4.25	.67	มาก
15. นักเรียนอยากให้มีการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับ ความสามารถของตนเอง กับเนื้อหาหรือวิชาอื่น ๆ อีก	4.18	.78	มาก
16. โปรแกรมการทดสอบควรเปิดโอกาสให้ทวนคำตอบได้	3.96	.95	มาก
โดยรวม	3.95	.42	มาก

ตาราง 56 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของ  
นักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วย  
คอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ รายข้อ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
<b>ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ</b>	3.94	.64	มาก
1. โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน และ สามารถปฏิบัติตามได้	3.85	.81	มาก
2. ขนาดตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพต่าง ๆ มีความชัดเจน และ เข้าใจได้ง่าย	4.08	.77	มาก
3. การป้อนข้อมูล/การตอบ ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก	3.96	.91	มาก
4. การทวนคำตอบทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก	3.88	.90	มาก
<b>ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ</b>	3.86	.71	มาก
5. การโปรแกรมการทดสอบมีความน่าสนใจ และทันสมัย	4.02	.88	มาก
6. นักเรียนได้ทำข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับความสามารถ ของตนเอง ทำให้ความเครียดลดลง	3.63	.88	มาก
7. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนรู้สึก สบายใจ และได้รับความสนุกสนาน	3.84	.91	มาก
8. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนมี ความกระตือรือร้นมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ	3.94	.92	มาก



ตาราง 56 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
<b>ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ</b>	3.13	.83	ปานกลาง
9. นักเรียนรู้สึกกังวลใจว่าจะทำข้อสอบไม่ถูกวิธี	3.13	1.04	ปานกลาง
10. นักเรียนรู้สึกกลัวและกังวลใจที่ต้องดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	2.76	.97	ปานกลาง
11. นักเรียนรู้สึกกังวลใจเกี่ยวกับผลการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	2.91	1.01	ปานกลาง
12. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนมีความวิตกกังวลใจมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ	2.69	1.06	ปานกลาง
<b>ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์</b>	3.65	.67	มาก
13. เนื้อหาที่ใช้ทดสอบมีความเหมาะสมกับการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	3.84	.81	มาก
14. การรายงานผลการสอบมีการแนะนำการศึกษาต่อดีกว่าการบอกคะแนนเพียงอย่างเดียว	3.79	.80	มาก
15. นักเรียนอยากให้มีการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับความสามารถของตนเอง กับเนื้อหาหรือวิชาอื่น ๆ อีก	3.97	.93	มาก
16. โปรแกรมการทดสอบไม่ควรเปิดโอกาสให้ทวนคำตอบได้	2.98	1.26	ปานกลาง
โดยรวม	3.64	.46	มาก

3.5.2 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน

ตาราง 57 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ รายข้อ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
<b>ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ</b>	4.63	.34	มากที่สุด
1. โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน และสามารถปฏิบัติตามได้	4.67	.52	มากที่สุด
2. ขนาดตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพต่าง ๆ มีความชัดเจน และเข้าใจได้ง่าย	4.67	.52	มากที่สุด
3. การป้อนข้อมูล/การตอบ ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก	4.33	.52	มาก
4. การทวนคำตอบทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก	4.83	.41	มากที่สุด



ตาราง 57 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
<b>ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ</b>	4.33	.34	มาก
5. โปรแกรมการทดสอบมีความน่าสนใจ และทันสมัย	4.50	.84	มาก
6. ผู้สอบได้ทำข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ทำให้ความเครียดลดลง	3.83	.41	มาก
7. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้สอบรู้สึกสบายใจ และได้รับความสนุกสนาน	4.00	.63	มาก
8. ท่านคิดว่าการดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้สอบมีความกระตือรือร้นมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ	5.00	.00	มากที่สุด
<b>ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ</b>	2.17	.54	น้อย
9. ท่านรู้สึกกังวลใจว่าจะนำโปรแกรมไปใช้ไม่ถูกวิธี	2.33	.52	น้อย
10. ท่านรู้สึกกลัวและกังวลใจที่จะให้นักเรียนดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	2.17	.41	น้อย
11. ท่านรู้สึกกังวลใจเกี่ยวกับความถูกต้องของผลการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	2.00	.89	น้อย
12. ท่านคิดว่าการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่สามารถทวนคำตอบได้ ช่วยลดความวิตกกังวลใจให้กับผู้สอบ	2.17	.75	น้อย
<b>ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์</b>	4.54	.43	มากที่สุด
13. เนื้อหาที่ใช้ทดสอบมีความเหมาะสมกับการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	4.17	.41	มาก
14. การรายงานผลการสอบมีการแนะนำการศึกษาต่อดีกว่าการบอกคะแนนเพียงอย่างเดียว	4.50	.55	มาก
15. ท่านอยากให้มีการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบกับเนื้อหาหรือวิชาอื่น ๆ อีก	4.83	.41	มากที่สุด
16. การรายงานผลการทดสอบรวดเร็วทันใจ	4.67	.82	มากที่สุด
โดยรวม	3.92	.12	มาก



ตาราง 58 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ รายข้อ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
<b>ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ</b>	4.50	.27	มาก
1. โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน และสามารถปฏิบัติตามได้	4.50	.55	มากที่สุด
2. คำชี้แจงเกี่ยวกับการสอบมีความเหมาะสม และสามารถปฏิบัติตามได้	4.33	.52	มากที่สุด
3. ขนาดตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพต่าง ๆ มีความชัดเจน และเข้าใจได้ง่าย	4.67	.52	มาก
4. การป้อนข้อมูลต่าง ๆ ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก	4.50	.55	มากที่สุด
<b>ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ</b>	4.29	.25	มาก
5. โปรแกรมการทดสอบมีความน่าสนใจ และทันสมัย	4.17	.75	มาก
6. ผู้สอบได้ทำข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ทำให้ความเครียดลดลง	4.17	.41	มาก
7. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้สอบรู้สึกสบายใจ และได้รับความสนุกสนาน	4.50	.55	มาก
8. ท่านคิดว่าการดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้สอบมีความกระตือรือร้นมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ	4.33	.52	มาก
<b>ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ</b>	2.17	.70	มาก
9. ท่านรู้สึกกังวลใจว่าจะนำโปรแกรมไปใช้ไม่ถูกวิธี	2.33	1.03	น้อย
10. ท่านรู้สึกกลัวและกังวลใจที่จะให้นักเรียนดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	2.00	1.10	น้อย
11. ท่านรู้สึกกังวลใจเกี่ยวกับความถูกต้องของผลการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	2.00	1.10	น้อย
12. ท่านคิดว่าการดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้สอบมีความวิตกกังวลใจมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ	2.33	.52	น้อย
<b>ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์</b>	4.46	.25	มาก
13. เนื้อหาที่ใช้ทดสอบมีความเหมาะสมกับการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	4.17	.41	มาก
14. การรายงานผลการสอบมีการแนะนำแนวการศึกษาต่อดีกว่าการบอกคะแนนเพียงอย่างเดียว	4.50	.55	มาก



ตาราง 58 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
<b>ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ต่อ)</b>			
15. ท่านอยากให้มีการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบกับเนื้อหาหรือวิชาอื่น ๆ อีก	4.50	.55	มาก
16. โปรแกรมการทดสอบควรเปิดโอกาสให้ผู้สอบได้ทวนคำตอบ	4.67	.52	มากที่สุด
โดยรวม	3.85	.19	มาก

### 3.6 ผลการประเมินคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ โดยครูผู้สอน

ตาราง 59 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ รายข้อ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
<b>ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ</b>	4.33	.30	มาก
1. คู่มือการใช้โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน และสามารถปฏิบัติตามคำชี้แจงได้ทุกขั้นตอน	4.17	.41	มาก
2. ขนาดตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพต่าง ๆ ในคู่มือการใช้โปรแกรมมีความชัดเจน และเข้าใจได้ง่าย	4.67	.52	มากที่สุด
3. คู่มือการใช้โปรแกรมอธิบายวิธีการทวนคำตอบได้อย่างชัดเจน	4.17	.41	มาก
<b>ด้านความตั้งใจของคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ</b>	4.44	.27	มาก
4. คู่มือการใช้โปรแกรมมีความน่าสนใจ และทันสมัย	4.50	.55	มาก
5. คู่มือการใช้โปรแกรมสามารถจุดใจให้ท่านต้องการที่จะใช้โปรแกรมนี้	4.17	.41	มาก
6. ท่านชอบโปรแกรมการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีคู่มือการใช้มากกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่มีคู่มือการใช้	4.67	.52	มากที่สุด
<b>ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม</b>	2.56	.78	ปานกลาง
7. ท่านรู้สึกกังวลใจและกลัวว่าจะปฏิบัติตามคู่มือได้ไม่ถูกต้อง	2.50	.84	น้อย
8. คู่มือการใช้โปรแกรมสามารถลดความวิตกกังวล และความตื่นเต้นในการนำโปรแกรมไปใช้งาน	2.67	1.21	ปานกลาง



ตาราง 59 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปล ความหมาย
<b>ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม (ต่อ)</b>			
9. ท่านมีความกังวลใจและกลัวว่าคู่มือการใช้จะสูญหาย ทำให้ไม่สามารถนำโปรแกรมไปใช้งานได้	2.50	.84	น้อย
<b>ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ</b>	4.39	.39	มาก
10. เนื้อหาในคู่มือการใช้โปรแกรมมีความเหมาะสม เข้าใจง่าย	4.00	.63	มาก
11. รูปเล่มของคู่มือการใช้โปรแกรมมีความสวยงาม	4.50	.55	มาก
12. โปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้มีความสอดคล้องกัน	4.67	.52	มากที่สุด
โดยรวม	4.15	.28	มาก

ตาราง 60 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ รายข้อ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปล ความหมาย
<b>ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ</b>	4.28	.44	มาก
1. ขนาดตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพต่าง ๆ ในคู่มือการใช้โปรแกรมมีความชัดเจน และเข้าใจได้ง่าย	4.33	.52	มาก
2. ท่านสามารถปฏิบัติตามคำชี้แจงในโปรแกรมได้ทุกขั้นตอน	4.33	.52	มาก
3. คำชี้แจงเกี่ยวกับการสอบในคู่มือการใช้โปรแกรมมีความเหมาะสม	4.17	.41	มาก
<b>ด้านการจูงใจของคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ</b>	4.06	.80	มาก
4. คู่มือการใช้โปรแกรมมีความน่าสนใจ และทันสมัย	4.17	1.17	มาก
5. คู่มือการใช้โปรแกรมสามารถจูงใจให้ท่านต้องการที่จะใช้โปรแกรมนี้	3.67	1.21	มาก
6. ท่านชอบโปรแกรมการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีคู่มือการใช้มากกว่าโปรแกรมการทดสอบที่ไม่มีคู่มือการใช้	4.33	.52	มาก
<b>ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม</b>	3.33	.56	ปานกลาง
7. ท่านรู้สึกกังวลใจและกลัวว่าจะปฏิบัติตามคู่มือได้ไม่ถูกต้อง	3.00	.89	ปานกลาง
8. คู่มือการใช้โปรแกรมสามารถลดความวิตกกังวล และความตื่นเต้นในการนำโปรแกรมไปใช้งาน	3.67	.82	มาก



ตาราง 60 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
<b>ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม (ต่อ)</b>			
9. ท่านมีความกังวลใจและกลัวว่าคู่มือการใช้จะสูญหาย ทำให้ไม่สามารถนำโปรแกรมไปใช้งานได้	3.33	1.03	ปานกลาง
<b>ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ</b>	4.22	.40	มาก
10. เนื้อหาในคู่มือการใช้โปรแกรมมีความเหมาะสม เข้าใจง่าย	4.00	.00	มาก
11. รูปเล่มของคู่มือการใช้โปรแกรมมีความสวยงาม	4.33	.82	มาก
12. โปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้มีความสอดคล้องกัน	4.33	.52	มาก
โดยรวม	3.81	.36	มาก

### 3.7 ผลการสัมภาษณ์ตัวอย่างวิจัย ในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

ตาราง 61 จำนวนนักเรียนตัวอย่างวิจัย แบ่งตามระดับความสามารถรวมที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบในขั้นตอนที่ 3

จำนวนนักเรียน (คน)	ระดับความสามารถรวม					
	ดีมาก	ดี	พอใช้	อ่อน	อ่อนมาก	รวม
ทดสอบด้วยโปรแกรม	24	60	60	45	5	194
สัมภาษณ์	18	41	45	32	3	84

#### 3.7.1 ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์

##### 1) ประเด็นความคิดเห็น/ความรู้สึกต่อโปรแกรมนี้อ

ตาราง 62 ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์ประเด็นความคิดเห็น/ความรู้สึกต่อโปรแกรมนี้อ ในขั้นตอนที่ 3

ความคิดเห็น/มีความรู้สึก	ความถี่
<b>นักเรียน</b>	
1. โปรแกรมชี้แนะแนวทางการศึกษาต่อที่เหมาะสมกับความถนัดของตนเอง ทั้งสายสามัญและสายอาชีพ	42
2. โปรแกรมบอกระดับความถนัดของผู้สอบ ทำให้ผู้สอบทราบความถนัดของตนเอง และรู้จักตนเองมากขึ้น	38





ตาราง 62 (ต่อ)

ความคิดเห็น/มีความรู้สึก	ความถี่
<b>นักเรียน (ต่อ)</b>	
3. ผู้สอบได้ทดสอบความรู้/ความสามารถ/ความถนัดของผู้สอบ ได้ฝึกคิด/ฝึกทักษะ การคิดคำนวณ/คิดวิเคราะห์ มีสาระอย่างดี และหลากหลาย	32
4. โปรแกรมมีการอธิบายการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน สามารถปฏิบัติตามได้ เข้าใจง่าย ไม่ยุ่งยาก มีความสะดวกในการใช้งาน	25
5. ข้อสอบในโปรแกรม เป็นข้อสอบที่ดี เข้าใจง่าย เหมาะกับความสามารถของตนเอง	24
6. สนุกสนานและคลายเครียด	24
7. โปรแกรมมีความน่าสนใจ/ตื่นเต้นดี มีความทันสมัย	15
8. ชอบการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์มากกว่าการตอบด้วยกระดาษ	12
9. โปรแกรมช่วยวางแผนการศึกษาต่อได้เป็นอย่างดี	10
10. โปรแกรมรายงานผลการทดสอบได้ทันที	4
11. ผู้สอบเกิดความสบายใจ ความมั่นใจ และเชื่อมั่นในการศึกษาต่อ	4
12. โปรแกรมวัดผลและประเมินผลได้ดีมาก	3
13. มีแรงจูงใจในการศึกษาต่อมากขึ้น	2
14. โปรแกรมสามารถทวนคำตอบได้ ทำให้ผู้สอบมีโอกาสทบทวนคำตอบอีกครั้งเพื่อความแน่ใจ	2
15. มีความกังวลน้อยกว่าการทดสอบด้วยกระดาษ	1
<b>ครูผู้สอน</b>	
1. ชื่นชอบโปรแกรมการทดสอบนี้ ใช้งาน สะดวกในการใช้	4
2. ใช้เวลาทดสอบสั้น กระชับ สะดวก รวดเร็ว	4
3. โปรแกรมมีความทันสมัย สวยงาม เนื้อหา การจัดวางของโปรแกรมเรียบร้อยดี เป็นระเบียบ คำถามคำตอบทันสมัยดี	3
4. โปรแกรมบอกระดับความถนัดของผู้สอบ ช่วยในการตัดสินใจในการศึกษาต่อได้ง่ายขึ้น	3
5. นักเรียนรู้สึกอิสระในการทำข้อสอบ ลดความวิตกกังวลลงได้ดีมาก	2
6. นักเรียนสนุกกับการทำข้อสอบ	2
7. มีความน่าสนใจว่าการทดสอบด้วยกระดาษ	1
8. ข้อสอบมีเนื้อหาหลากหลาย	1
9. ข้อสอบถูกวิเคราะห์มาเป็นอย่างดี	1



## 2) ประเด็นปัญหาที่พบขณะดำเนินการทดสอบ

ตาราง 63 ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนในประเด็นปัญหาที่พบขณะดำเนินการทดสอบ  
ในขั้นตอนที่ 3

ปัญหา	ความถี่
1. อินเทอร์เน็ตช้า/มีปัญหาบ้าง ทำให้โปรแกรมตอบสนองช้า	17
2. ติความใจหายไม่ค่อยได้	8
3. ไม่ถนัดในเนื้อหาบางองค์ประกอบ จึงทำไม่ค่อยได้	4
4. ข้อสอบบางข้อมีความซับซ้อน	1

## 3) ประเด็นการแนะนำการศึกษาต่อ (แผนการเรียนที่เหมาะสม) ที่ได้จากการทดสอบ

ตาราง 64 ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนในประเด็นการแนะนำการศึกษาต่อ (แผนการเรียนที่เหมาะสม) ที่ได้จากการทดสอบ ในขั้นตอนที่ 3

แนะนำการศึกษาต่อ (แผนการเรียนที่เหมาะสม)	ความถี่	ร้อยละ
สอดคล้อง	77	91.67
ไม่สอดคล้อง	7	8.33
รวม	84	100.00

ตาราง 65 ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูในประเด็นการแนะนำการศึกษาต่อ (แผนการเรียนที่เหมาะสม) ที่ได้จากการทดสอบ

ความคิดเห็น	ความถี่
1. นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพในอนาคต	5
2. ทำให้นักเรียนมีแนวทางในการศึกษาต่อ	3

## 4) ประเด็นประโยชน์ของโปรแกรมนี้

ตาราง 66 ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูในประเด็นประโยชน์ของโปรแกรมนี้

ประโยชน์	ความถี่
1. ครูผู้สอนสามารถแนะนำการเรียนต่อและการประกอบอาชีพให้ผู้เรียนได้	6
2. เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอน และช่วยเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความถนัดของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี	2
3. สามารถนำมาทดสอบนักเรียนก่อนสอน เพื่อดูความถนัดของผู้เรียนแต่ละคนได้	1



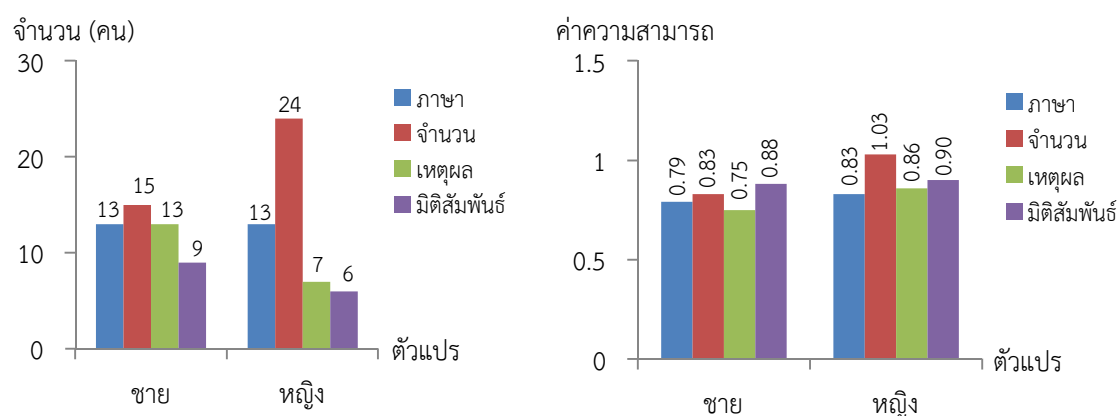
## 5) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ตาราง 67 ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์ตัวอย่างวิจัยในประเด็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ในชั้นตอนที่ 3

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	ความถี่
<b>นักเรียน</b>	
1. อยากให้มีการทดสอบรูปแบบนี้ในวิชาต่าง ๆ	12
2. ควรทำโปรแกรมที่ไม่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในการทดสอบ	7
3. อยากให้เพิ่มเนื้อหาในการทดสอบมากขึ้น	5
4. อยากให้มีข้อสอบที่ให้ทดสอบมากกว่านี้	3
5. ควรมีเพลงในโปรแกรมและมีรูปภาพศิลปะ เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้สอบ	2
6. โปรแกรมน่าจะเปิดโอกาสให้มีการทวนคำตอบ	2
<b>ครูผู้สอน</b>	
1. ควรมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเรียน/เพิ่มเนื้อหาแบบทดสอบหลากหลายวิชามากขึ้น	2
2. อยากให้มีระบบข้อสอบที่สามารถเพิ่มข้อสอบได้ หรือทำเป็นคลังข้อสอบได้	1
3. ควรมีไอคอนและจัดไฟล์ของโปรแกรมให้ดีกว่านี้	1
4. โปรแกรมนี้สามารถเป็นประโยชน์ให้กับเด็กไทยได้อย่างแท้จริง	1
5. อยากให้มีโปรแกรมสำหรับนักเรียนระดับชั้น ม.6 เพราะมีประโยชน์ต่อนักเรียนที่จะเลือกทางเดินชีวิตหลังจบระดับมัธยม	1

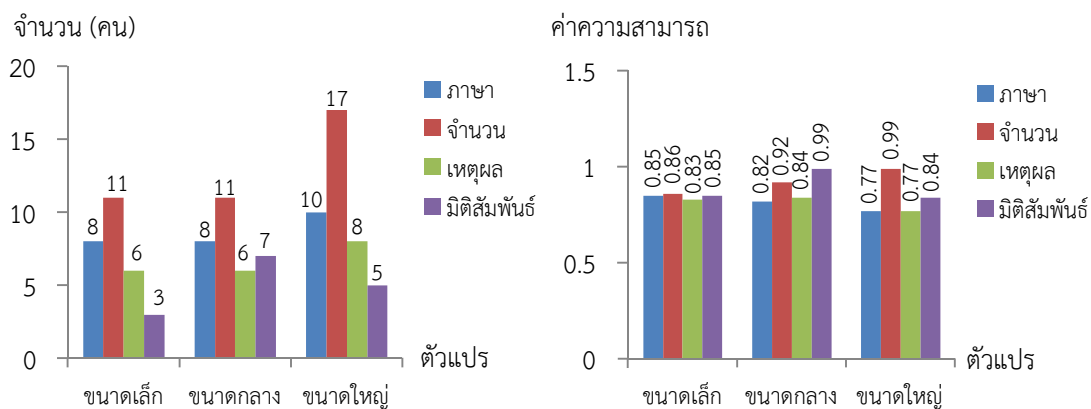
ระยะที่ 4 การประเมินผลการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของผลการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ จำแนกตามตัวแปรต่าง ๆ

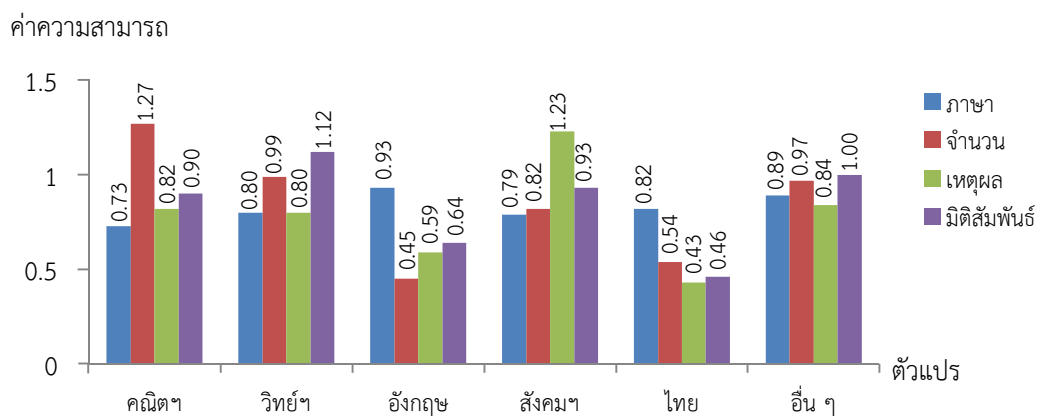
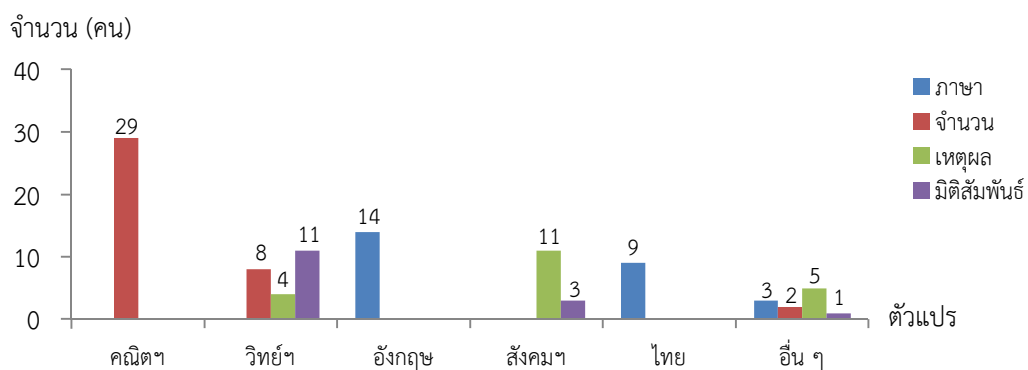


ภาพประกอบ 18 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรเพศ



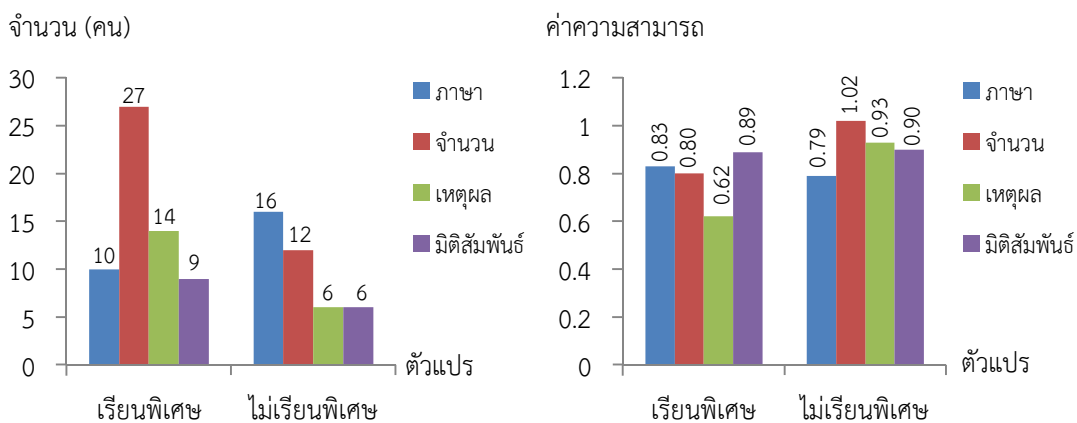


ภาพประกอบ 19 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรขนาดโรงเรียน

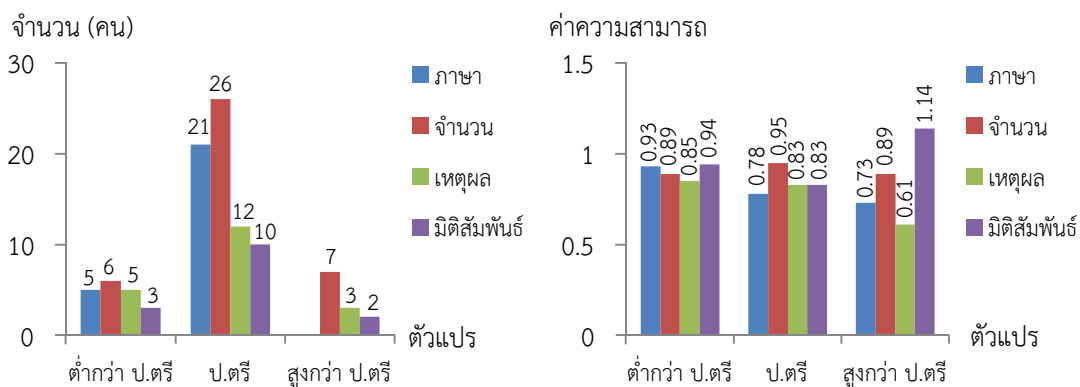


ภาพประกอบ 20 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัดจำแนกตามตัวแปรวิชาที่ชอบที่สุด

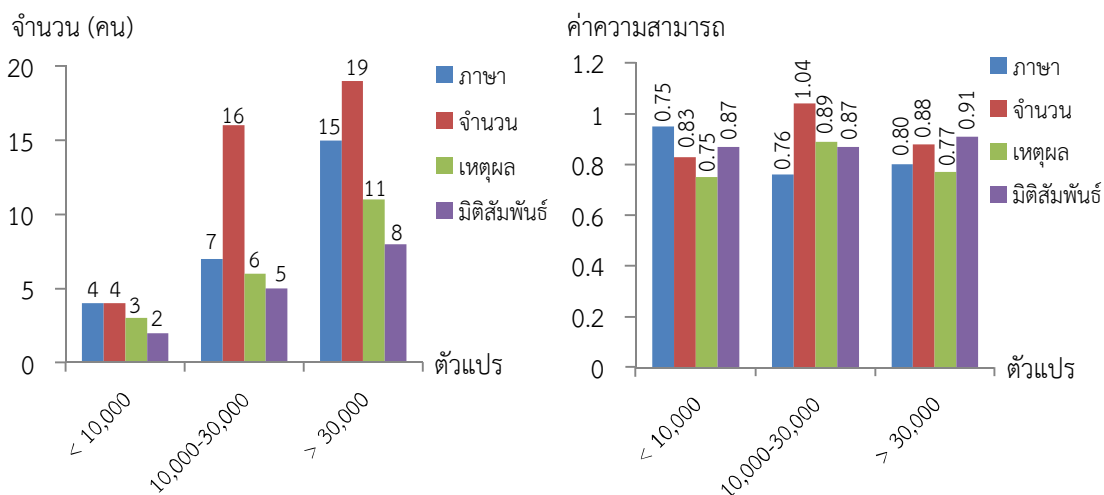




ภาพประกอบ 21 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัดจำแนกตามตัวแปรการเรียนพิเศษ



ภาพประกอบ 22 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัดจำแนกตามตัวแปรการศึกษาสูงสุดของผู้ปกครอง



ภาพประกอบ 23 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัดจำแนกตามตัวแปรรายได้ของผู้ปกครอง (ต่อเดือน)



#### 4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรต่าง ๆ

##### 4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรเพศ

ตาราง 68 จำนวนตัวอย่างวิจัยที่มีค่าความสามารถสูงสุดในแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรเพศ

เพศ	องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์	รวม
ชาย	13	15	13	9	50
หญิง	13	24	7	6	50
รวม	26	39	20	15	100

$$df = 3$$

$$\chi^2_{.05,3} = 7.81$$

$$\chi^2 (\text{คำนวณ}) = 4.48$$

##### 4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรขนาดโรงเรียน

ตาราง 69 จำนวนตัวอย่างวิจัยที่มีค่าความสามารถสูงสุดในแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์	รวม
เล็ก	8	11	6	3	28
กลาง	8	11	6	7	32
ใหญ่	10	17	8	5	40
รวม	26	39	20	15	100

$$df = 6$$

$$\chi^2_{.05,6} = 12.59$$

$$\chi^2 (\text{คำนวณ}) = 1.97$$



#### 4.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรวิชาที่ชอบ

ตาราง 70 จำนวนตัวอย่างวิจัยที่มีค่าความสามารถสูงสุดในแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรวิชาที่ชอบ

วิชาที่ชอบ	องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์	รวม
คณิตศาสตร์	0	29	0	0	29
วิทยาศาสตร์	0	8	4	11	23
ภาษาอังกฤษ	14	0	0	0	14
สังคมศึกษา	0	0	11	3	14
ภาษาไทย	9	0	0	0	9
อื่นๆ	3	2	5	1	11
รวม	26	39	20	15	100

$$df = 12 \quad \chi^2_{.05,12} = 21.03 \quad \chi^2 (\text{คำนวณ}) = 172.06$$

#### 4.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรการเรียนพิเศษ

ตาราง 71 จำนวนตัวอย่างวิจัยที่มีค่าความสามารถสูงสุดในแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรการเรียนพิเศษ

การเรียนพิเศษ	องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์	รวม
เรียน	10	27	14	9	60
ไม่เรียน	16	12	6	6	40
รวม	26	39	20	15	100

$$df = 3 \quad \chi^2_{.05,3} = 7.81 \quad \chi^2 (\text{คำนวณ}) = 7.24$$



#### 4.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรการศึกษาของผู้ปกครอง

ตาราง 72 จำนวนตัวอย่างวิจัยที่มีค่าความสามารถสูงสุดในแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรการศึกษาของผู้ปกครอง

การศึกษาของผู้ปกครอง	องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์	รวม
ต่ำกว่า ป.ตรี	5	6	5	3	19
ป.ตรี	21	26	12	10	69
สูงกว่า ป.ตรี	0	7	3	2	12
รวม	26	39	20	15	100

$$df = 6 \quad \chi^2_{.05,6} = 12.59 \quad \chi^2 (\text{คำนวณ}) = 5.90$$

#### 4.2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุดกับตัวแปรรายได้ของผู้ปกครอง

ตาราง 73 จำนวนตัวอย่างวิจัยที่มีค่าความสามารถสูงสุดในแต่ละองค์ประกอบความถนัด จำแนกตามตัวแปรรายได้ของผู้ปกครอง

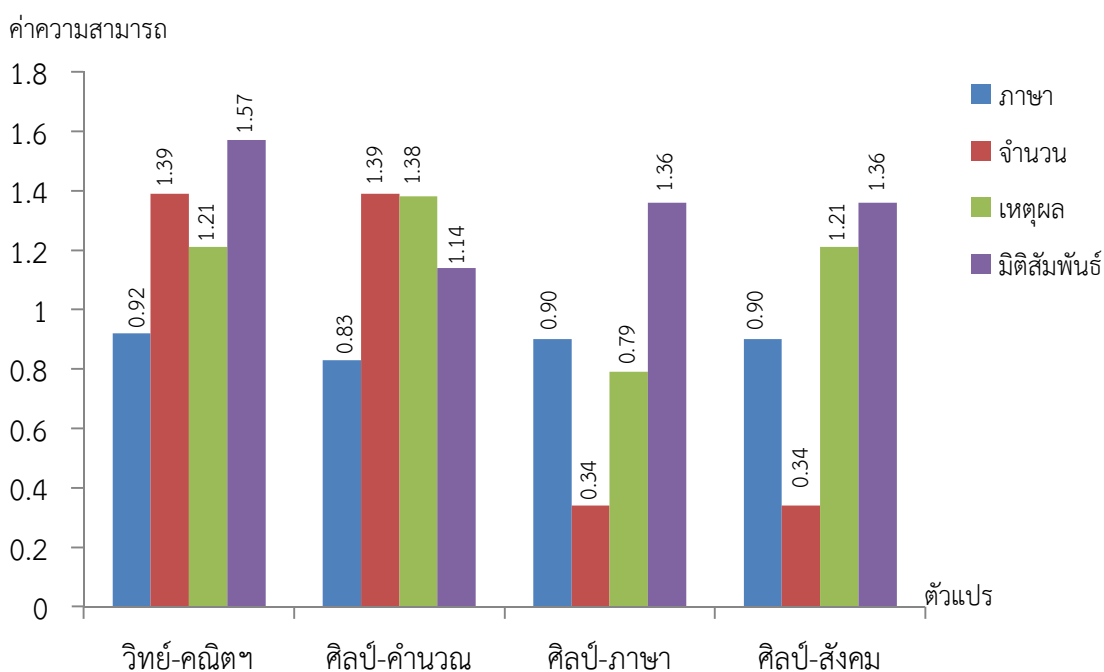
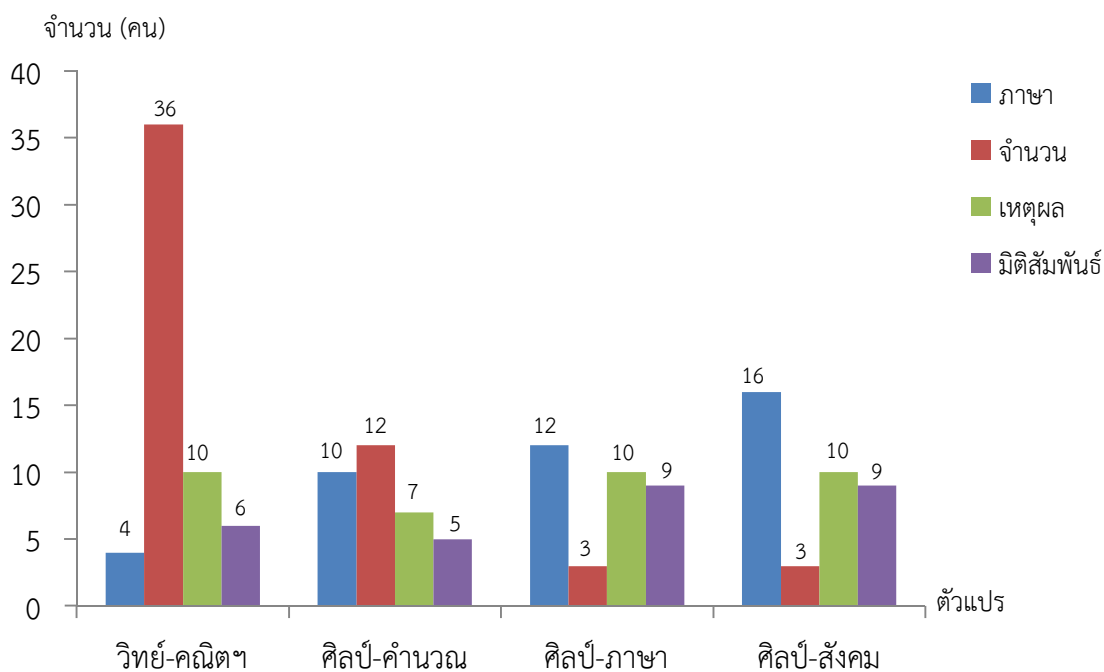
รายได้ของผู้ปกครอง	องค์ประกอบความถนัดที่มีค่าความสามารถสูงสุด				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติสัมพันธ์	รวม
ต่ำกว่า 10,000	4	4	3	2	13
10,000-30,000	7	16	6	5	34
สูงกว่า 30,000	15	19	11	8	53
รวม	26	39	20	15	100

$$df = 6 \quad \chi^2_{.05,6} = 12.59 \quad \chi^2 (\text{คำนวณ}) = 1.71$$



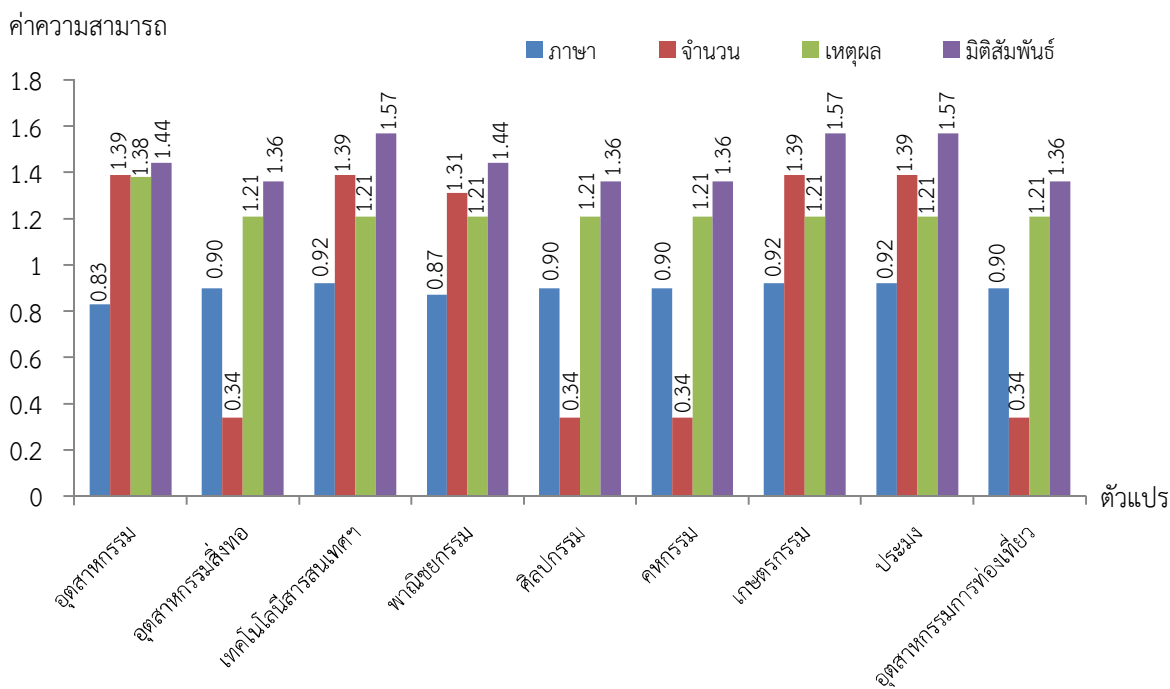
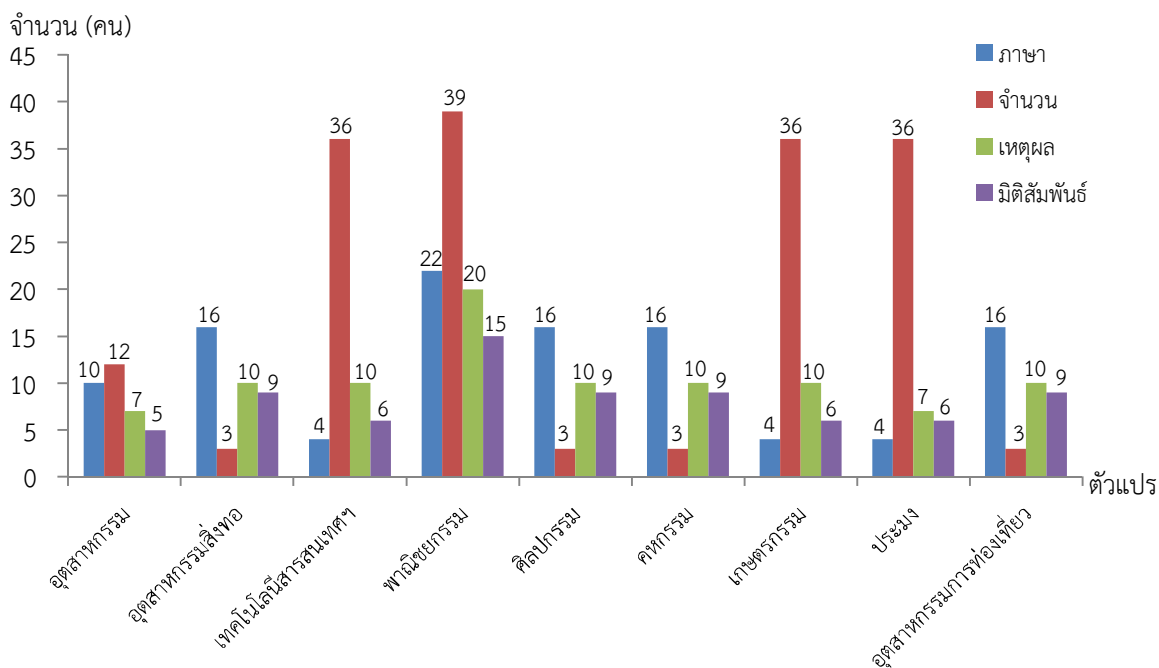


### 4.3 ผลการแนะแนวการศึกษาต่อ จำแนกตามสายการเรียน



ภาพประกอบ 24 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัดจำแนกตามแผนการเรียนสายสามัญ





ภาพประกอบ 25 ค่าสถิติพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบความถนัดจำแนกตามแผนการเรียนสายอาชีพ

#### 4.4 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

ตาราง 74 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ รายข้อ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปลความหมาย
<b>ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ</b>	4.02	.76	มาก
1. โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน และสามารถปฏิบัติตามได้	3.91	.89	มาก
2. ขนาดตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพต่าง ๆ มีความชัดเจน และเข้าใจได้ง่าย	4.06	.81	มาก
3. การป้อนข้อมูลต่าง ๆ ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก	4.17	.98	มาก
4. วิธีตอบข้อสอบทำได้ง่าย และสะดวก	3.92	1.08	มาก
<b>ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ</b>	4.05	.77	มาก
5. โปรแกรมการทดสอบมีความน่าสนใจ และทันสมัย	4.25	.89	มาก
6. นักเรียนได้ทำข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ทำให้ความเครียดลดลง	3.85	.93	มาก
7. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนรู้สึกสบายใจ และได้รับความสนุกสนาน	4.04	.90	มาก
8. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ	4.05	.97	มาก
<b>ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ</b>	2.81	.89	ปานกลาง
9. นักเรียนรู้สึกกังวลใจว่าจะทำข้อสอบไม่ถูกวิธี	3.05	1.11	ปานกลาง
10. นักเรียนรู้สึกกลัวและกังวลใจที่ต้องดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	2.75	1.01	ปานกลาง
11. นักเรียนรู้สึกกังวลใจเกี่ยวกับผลการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	2.87	1.07	ปานกลาง
12. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนมีความวิตกกังวลใจมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ	2.58	1.17	ปานกลาง
<b>ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์</b>	3.87	.70	มาก
13. เนื้อหาที่ใช้ทดสอบมีความเหมาะสมกับการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	3.86	.87	มาก



ตาราง 74 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	การแปล ความหมาย
<b>ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับ การทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ต่อ)</b>			
14. การรายงานผลการสอบมีการแนะนำการศึกษาต่อดีกว่า การบอกคะแนนเพียงอย่างเดียว	4.01	.80	มาก
15. นักเรียนอยากให้มีการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับ ความสามารถของตนเอง กับเนื้อหาหรือวิชาอื่น ๆ อีก	4.02	.99	มาก
16. โปรแกรมการทดสอบควรเปิดโอกาสให้หาคำตอบได้	3.57	1.09	มาก
โดยรวม	3.69	.53	มาก

#### 4.5 ผลการสัมภาษณ์ตัวอย่างวิจัย ในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมการ ทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

ตาราง 75 จำนวนตัวอย่างวิจัย แบ่งตามระดับความสามารถรวมที่ได้จากโปรแกรมการทดสอบ  
ในขั้นตอนที่ 4

จำนวนนักเรียน (คน)	ระดับความสามารถรวม					
	ดีมาก	ดี	พอใช้	อ่อน	อ่อนมาก	รวม
ทดสอบด้วยโปรแกรม	19	22	35	14	10	100
สัมภาษณ์	8	10	16	6	5	45

#### 1) ประเด็นความคิดเห็น/ความรู้สึกต่อโปรแกรมนี

ตาราง 76 ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์ประเด็นความคิดเห็น/ความรู้สึกต่อโปรแกรมนี ในขั้นตอนที่ 4

ความคิดเห็น/มีความรู้สึก	ความถี่
1. โปรแกรมบอกระดับความถนัดของผู้สอบ ทำให้ผู้สอบทราบความถนัดของตนเอง และรู้จักตนเองมากขึ้น	32
2. โปรแกรมมีการอธิบายการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน สามารถปฏิบัติตามได้ เข้าใจ ง่าย ไม่ยุ่งยาก มีความสะดวกในการใช้งาน	27
3. โปรแกรมช่วยวางแผนการศึกษาต่อได้เป็นอย่างดี	22
4. มีความกังวลน้อยกว่าการทดสอบด้วยกระดาษ และชอบการทดสอบด้วย คอมพิวเตอร์มากกว่าการตอบด้วยกระดาษ	15



ตาราง 76 (ต่อ)

ความคิดเห็น/มีความรู้สึก	ความถี่
5. โปรแกรมชี้แนะแนวทางการศึกษาต่อที่เหมาะสมกับความถนัดของตนเอง ทั้งสายสามัญและสายอาชีพ	12
6. ผู้สอบเกิดความสบายใจ สนุกสนาน คลายเครียด มีความมั่นใจ และเชื่อมั่นในการศึกษาต่อ	9

## 2) ประเด็นปัญหาที่พบขณะดำเนินการทดสอบ

ตาราง 77 ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนในประเด็นปัญหาที่พบขณะดำเนินการทดสอบ  
ในขั้นตอนที่ 4

ปัญหา	ความถี่
1. อินเทอร์เน็ตช้า/มีปัญหาบ้าง ทำให้โปรแกรมตอบสนองช้า	15
2. ข้อสอบบางข้อตีความโจทย์ไม่ค่อยได้	6
3. ไม่ถนัดในเนื้อหาบางองค์ประกอบ จึงทำไม่ค่อยได้	3

## 3) ประเด็นการแนะแนวการศึกษาต่อ (แผนการเรียนที่เหมาะสม) ที่ได้จากการทดสอบ

ตาราง 78 ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์ตัวอย่างวิจัยในประเด็นการแนะแนวการศึกษาต่อ (แผนการเรียนที่เหมาะสม) ที่ได้จากการทดสอบ ในขั้นตอนที่ 4

แนะแนวการศึกษาต่อ (แผนการเรียนที่เหมาะสม)	ความถี่	ร้อยละ
สอดคล้อง	43	95.56
ไม่สอดคล้อง	2	4.44
รวม	45	100.00

## 4) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ตาราง 79 ความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนในประเด็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ในขั้นตอนที่ 4

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	ความถี่
1. อยากให้มีการทดสอบรูปแบบนี้ในวิชาต่าง ๆ	14
2. อยากให้เพิ่มเนื้อหาในการทดสอบมากขึ้น	7
3. อยากให้มีข้อสอบที่ให้ทดสอบมากกว่านี้	5



ภาคผนวก ค

โครงการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน



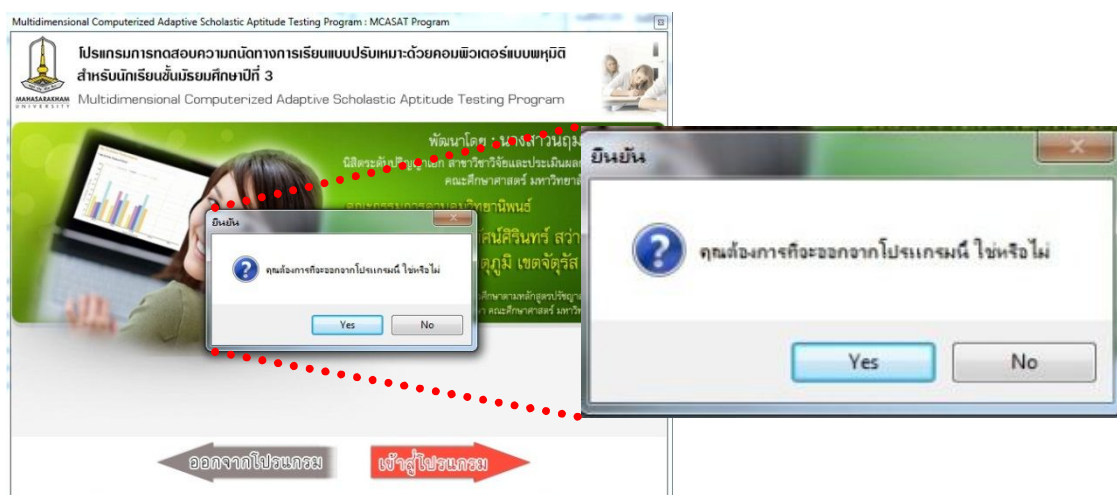
## โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

1. หน้าจอโปรแกรมแรก ประกอบด้วยปุ่มคำสั่งเข้าสู่โปรแกรม และปุ่มคำสั่งออกจากโปรแกรม ดังภาพประกอบ 26



ภาพประกอบ 26 หน้าจอหลักของโปรแกรมการทดสอบ

โดยปุ่มคำสั่งเข้าสู่โปรแกรม จะนำเข้าหน้าจอการลงทะเบียน และปุ่มคำสั่งออกจากโปรแกรม ซึ่งจะมีข้อความโต้ตอบ เพื่อให้ผู้สอบยืนยันการออกจากโปรแกรมอีกครั้ง (ดังภาพประกอบ 27) หากผู้สอบต้องการออกจากโปรแกรมจริง ให้คลิก “ใช่” แต่หากไม่ต้องการออกจากโปรแกรม ให้คลิก “ไม่” เพื่อกลับเข้าสู่หน้าจอการลงทะเบียนอีกครั้ง



ภาพประกอบ 27 ข้อความโต้ตอบเมื่อผู้สอบคลิกปุ่มคำสั่งออกจากโปรแกรม

2. หน้าจอการลงทะเบียน ผู้สอบจะต้องกรอกข้อมูลให้สมบูรณ์ (ดังภาพประกอบ 28) เมื่อกรอกข้อมูลสมบูรณ์แล้วให้คลิกปุ่มคำสั่งยืนยันข้อมูล เพื่อเข้าสู่หน้าจอถัดไป แต่หากผู้สอบต้องการออกจากโปรแกรมก็สามารถคลิกปุ่มคำสั่งออกจากโปรแกรมได้

ภาพประกอบ 28 การลงทะเบียน

3. หน้าจอยินดีต้อนรับ เป็นการรายงานข้อมูลของผู้สอบได้ลงทะเบียนไว้ ดังภาพประกอบ 29

ภาพประกอบ 29 หน้าจอยินดีต้อนรับ

หากข้อมูลถูกต้องให้ผู้สอบคลิกปุ่มคำสั่งยืนยันข้อมูล แต่หากข้อมูลผิดพลาด ผู้สอบสามารถแก้ไขข้อมูลได้โดยคลิกปุ่มคำสั่งแก้ไขข้อมูล และหากผู้สอบต้องการออกจากโปรแกรมก็สามารถคลิกปุ่มคำสั่งออกจากโปรแกรมได้

4. หน้าจอคำแนะนำก่อนทดสอบ เป็นการอธิบายคำชี้แจงในการทดสอบ (ดังภาพประกอบ 30) เมื่อผู้สอบอ่านคำแนะนำจบ ให้คลิกปุ่มคำสั่งเริ่มทดสอบ เพื่อดำเนินการทดสอบต่อไป และหากผู้สอบต้องการออกจากโปรแกรมก็สามารถคลิกปุ่มคำสั่งออกจากโปรแกรม





ก. คำแนะนำก่อนการทดสอบ สำหรับโปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

ข. คำแนะนำก่อนการทดสอบ สำหรับโปรแกรมที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

ภาพประกอบ 30 คำแนะนำก่อนทดสอบ

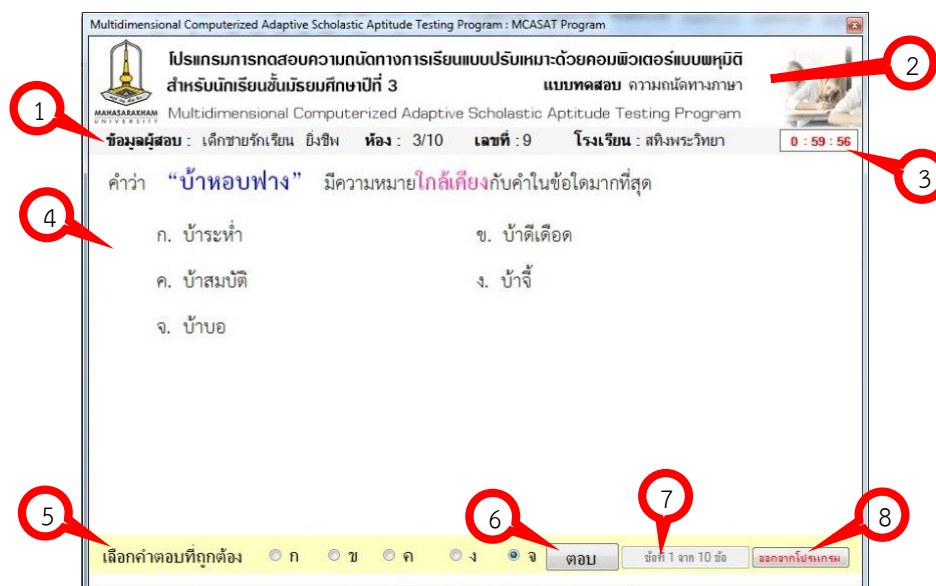
อย่างไรก็ตาม โปรแกรมจะไม่ปรากฏปุ่มคำสั่งเริ่มทดสอบ จนกว่าจะครบ 1 นาที เพื่อป้องกันการเริ่มทดสอบทันทีโดยไม่อ่านคำแนะนำก่อนการทดสอบ ดังภาพประกอบ 31

ก. เมื่อเข้าสู่คำแนะนำก่อนการทดสอบ

ข. เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที

ภาพประกอบ 31 คำแนะนำก่อนทดสอบในโปรแกรมการทดสอบ

## 5. หน้าจอข้อสอบ ดังภาพประกอบ 32



ภาพประกอบ 32 หน้าจอข้อสอบ

ตำแหน่ง 1 แสดงข้อมูลผู้สอบ ห้อง เลขที่ และโรงเรียน

ตำแหน่ง 2 แสดงองค์ประกอบความถนัดที่ผู้สอบกำลังทดสอบ

ตำแหน่ง 3 แสดงเวลานับถอยหลัง 1 ชั่วโมง

ตำแหน่ง 4 แสดงข้อสอบ และตัวเลือก

ตำแหน่ง 5 แสดงตัวเลือกให้ผู้สอบคลิกเลือกคำตอบที่ต้องการ ซึ่งสามารถเปลี่ยนคำตอบได้

ตำแหน่ง 6 แสดงปุ่มตอบ เมื่อผู้สอบแน่ใจในคำตอบ ให้คลิกปุ่มนี้เพื่อส่งคำตอบให้กับ

โปรแกรมการทดสอบได้ดำเนินการตรวจ หากไม่แน่ใจในคำตอบ ผู้สอบสามารถเปลี่ยนคำตอบได้ก่อนที่จะคลิกปุ่มตอบ และผู้สอบจะมีโอกาสได้ทวนคำตอบอีก 1 ครั้ง หลังจากทำข้อสอบครบ 10 ข้อ ในแต่ละองค์ประกอบความถนัด

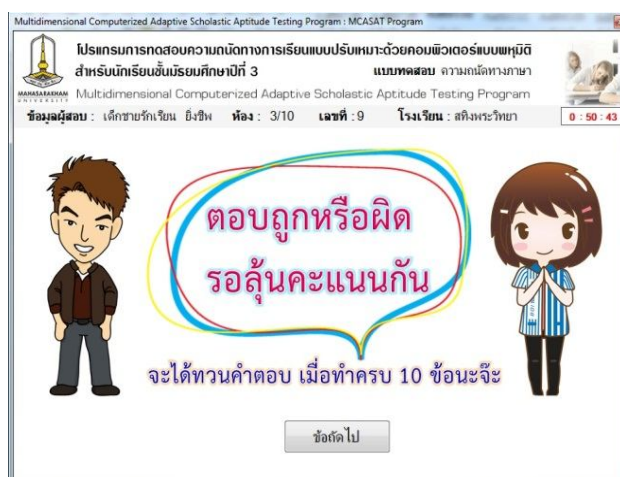
ตำแหน่ง 7 แสดงข้อสอบที่ผู้สอบได้รับข้อที่.....จาก 10 ข้อ ขององค์ประกอบนั้น จากรูปข้อที่ 1 จาก 10 ข้อ หมายถึง ข้อสอบที่ปรากฏเป็นข้อที่ 1 จากทั้งหมด 10 ข้อ ขององค์ประกอบความถนัดทางภาษา

ตำแหน่ง 8 แสดงปุ่มออกจากโปรแกรม

6. หน้าจอคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป เมื่อผู้สอบเลือกคำตอบและคลิกปุ่มคำสั่งตอบ เพื่อส่งคำตอบให้โปรแกรมได้ตรวจคำตอบแล้ว โปรแกรมจะปรากฏหน้าจอดังนี้

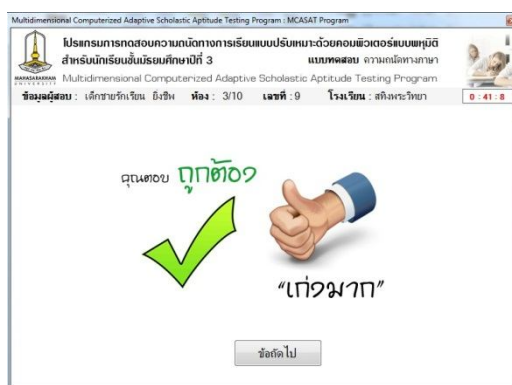
โปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ ในรอบแรกของการทดสอบในแต่ละมิติ จะไม่แสดงผลการตอบถูกหรือผิดให้ผู้สอบได้ทราบ เนื่องจากผู้สอบยังสามารถทวนคำตอบได้อีก 1 ครั้ง ดังภาพประกอบ 33





ภาพประกอบ 33 หน้าจอคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป สำหรับโปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

สำหรับโปรแกรมที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ และโปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ ในรอบของการทวนคำตอบในแต่ละมิติ จะแสดงผลการตอบถูกหรือผิดให้ผู้สอบได้ทราบทันที ดังภาพประกอบ 34



(ก) กรณีตอบถูก



(ข) กรณีตอบผิด

ภาพประกอบ 34 หน้าจอคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป สำหรับโปรแกรมที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ และโปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ ในรอบของการทวนคำตอบในแต่ละมิติ

7. หน้าจอแสดงผลการทดสอบในแต่ละองค์ประกอบความถนัด เมื่อผู้สอบทำข้อสอบในแต่ละองค์ประกอบความถนัดครบ 10 ข้อ โปรแกรมจะแจ้งผลการสอบให้ผู้สอบได้ทราบ (ดังภาพประกอบ 35) แต่หากเป็นโปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ เมื่อผู้สอบทำครบ 10 ข้อ จะต้องกลับไปทวนคำตอบในองค์ประกอบความถนัดที่ได้ทำมาอีกครั้ง (ดังภาพประกอบ 36) จึงจะสามารถทราบผลการทดสอบนี้ได้



ก. โปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ



ข. โปรแกรมที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

ภาพประกอบ 35 หน้าจอแสดงผลการทดสอบในแต่ละองค์ประกอบความถนัด



ภาพประกอบ 36 หน้าจอโปรแกรมเมื่อทำข้อสอบครบ 10 ข้อ ก่อนทวนคำตอบ

8. หน้าจอแสดงตารางผลการทดสอบความถนัดทางการเรียน โปรแกรมจะแสดงผลการทดสอบ ทั้ง 4 องค์ประกอบ พร้อมทั้งปุ่มคำสั่งแนะแนวการศึกษาต่อ และออกจากโปรแกรม ดังภาพประกอบ 37

Multidimensional Computerized Adaptive Scholastic Aptitude Testing Program : MCASAT Program

โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Multidimensional Computerized Adaptive Scholastic Aptitude Testing Program

ชื่อผู้สอบ : เด็กชายรักเรียน อึ้งชิน ห้อง : 3/10 เลขที่ : 9 โรงเรียน : สกิงพระวิทยา

ผลการทดสอบความถนัดทางการเรียน

ชื่อ.....เด็กชายรักเรียน.....สกุล.....อึ้งชิน.....  
ห้อง.....3/10.....เลขที่.....9.....โรงเรียน.....สกิงพระวิทยา.....

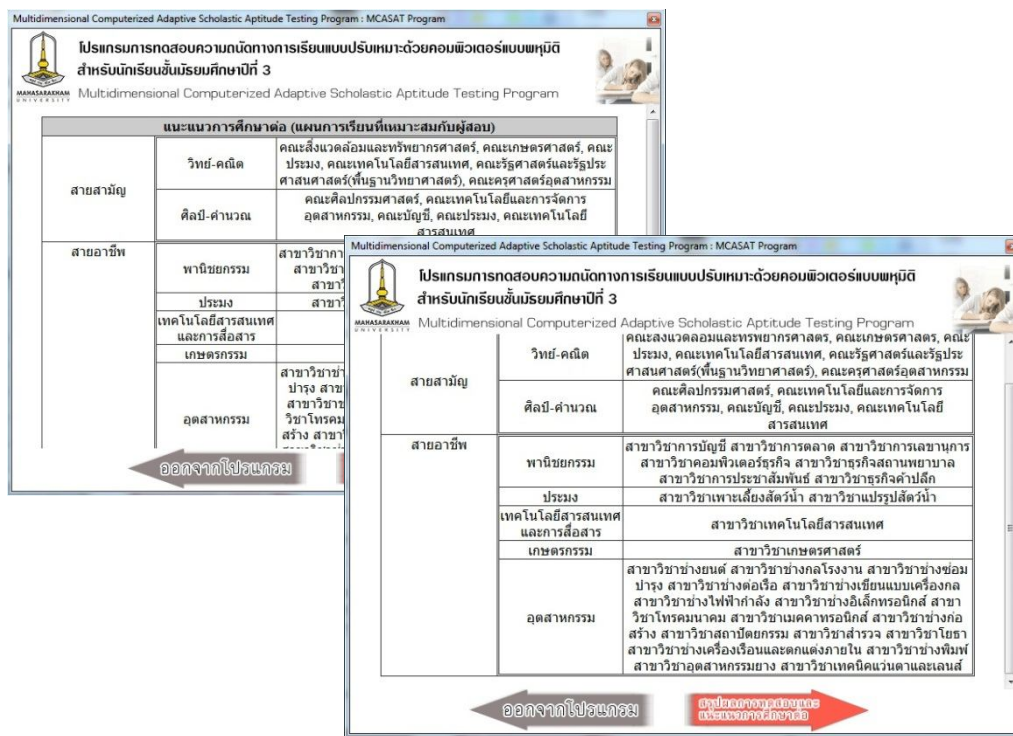
สรุปผลการตอบข้อสอบ จำแนกเป็นรายองค์ประกอบความถนัดทางการเรียน และสรุปรวม

องค์ประกอบความถนัด	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)		เปอร์เซ็นต์ ตอบถูก	ระดับความสามารถ
	ได้รับ	ตอบถูก		
ความถนัดทางภาษา	10	9	90	ดี
ความถนัดด้านจำนวน	10	8	80	ดี
ความถนัดด้านเหตุผล	10	9	90	ดี
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	10	8	80	ดี
รวม	40	34	85	ดี

ออกจากโปรแกรม      แนะนำแนวการศึกษาต่อ

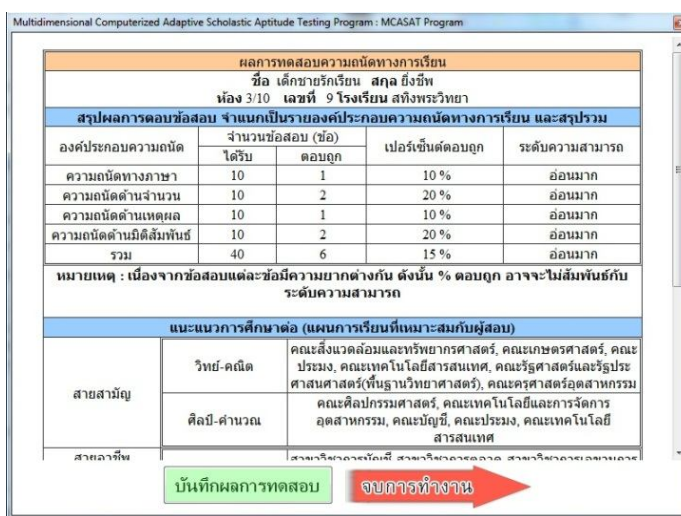
ภาพประกอบ 37 หน้าจอแสดงตารางผลการทดสอบความถนัดทางการเรียน

9. หน้าจอแนะนำแนวการศึกษาต่อ โปรแกรมจะแสดงแนวทางการศึกษาต่อที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบทั้งสายสามัญและสายอาชีพ พร้อมทั้งคณะ/สาขาวิชาที่เหมาะสมในมหาวิทยาลัย เพื่อเป็นข้อมูลให้ผู้สอบได้ใช้ประกอบการพิจารณาเลือกศึกษาต่อในอนาคต ซึ่งหน้าจอนี้จะมีปุ่มคำสั่ง 2 ปุ่ม ได้แก่ ปุ่มคำสั่งสรุปผลการทดสอบและแนะนำแนวการศึกษาต่อ และปุ่มคำสั่งออกจากโปรแกรม ดังภาพประกอบ 38



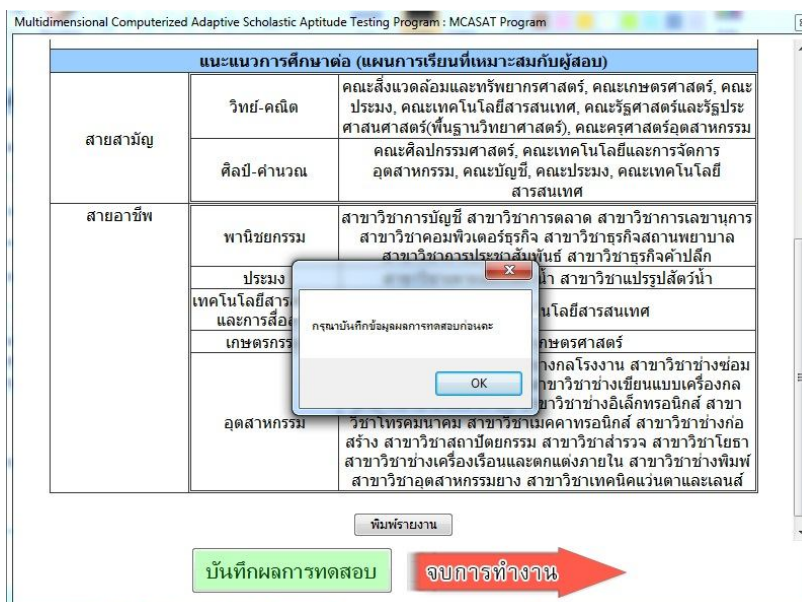
ภาพประกอบ 38 หน้าจอแนะนำแนวการศึกษาต่อ

10. หน้าจอสรุปผลการทดสอบและแนะนำแนวการศึกษาต่อ เป็นการนำแสดงผลการทดสอบทั้ง 4 องค์ประกอบ และแนะนำแนวการศึกษาต่อ มาสรุปให้ผู้สอบได้ทราบทั้งหมดอีกครั้ง ดังภาพประกอบ 39



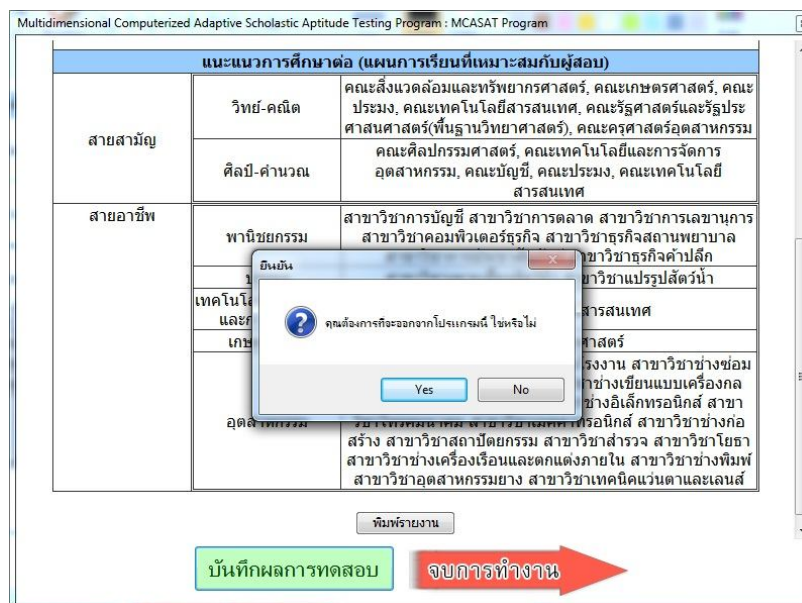
ภาพประกอบ 39 หน้าจอสรุปผลการทดสอบและแนะนำแนวการศึกษาต่อ

โปรแกรมจะบังคับให้ผู้สอบบันทึกผลการทดสอบ นั่นคือ ถ้าผู้สอบคลิกปุ่มคำสั่งจบการทำงาน โดยที่ไม่ได้คลิกปุ่มคำสั่งบันทึกผลการทดสอบ โปรแกรมจะมีกล่องข้อความโต้ตอบว่า “กรุณบันทึกข้อมูลผลการทดสอบก่อนคะ” ดังภาพประกอบ 40



ภาพประกอบ 40 กล่องข้อความโต้ตอบหากไม่บันทึกผลการทดสอบ

เมื่อผู้สอบบันทึกผลการทดสอบเรียบร้อยแล้ว จึงจะคลิกปุ่มคำสั่งจบการทำงาน ซึ่งโปรแกรมจะมีข้อความโต้ตอบ เพื่อให้ผู้สอบยืนยันการจบการทำงาน (ดังภาพประกอบ 41) หากผู้สอบต้องการจบการทำงานจริง ให้คลิก “ใช่” แต่หากไม่ต้องการจบการทำงาน ให้คลิก “ไม่” เพื่อกลับเข้าสู่หน้าจอสรุปผลการทดสอบและแนะนำการศึกษาต่ออีกครั้ง



ภาพประกอบ 41 ข้อความโต้ตอบเมื่อผู้สอบคลิกปุ่มคำสั่งจบการทำงาน



ภาคผนวก ง

คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  
แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้งานวิจัย  
การทวนคำตอบที่แตกต่างกัน



คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  
แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

มี 2 เล่ม ได้แก่

1. คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  
แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ
2. คู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  
แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

คู่มือทั้ง 2 เล่ม มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ต่างกันเพียงคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่ไม่  
อนุญาตให้ทวนคำตอบไม่มีหัวข้อการทวนคำตอบเท่านั้น คู่มือการใช้โปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบมี  
ลักษณะรูปเล่ม ดังนี้





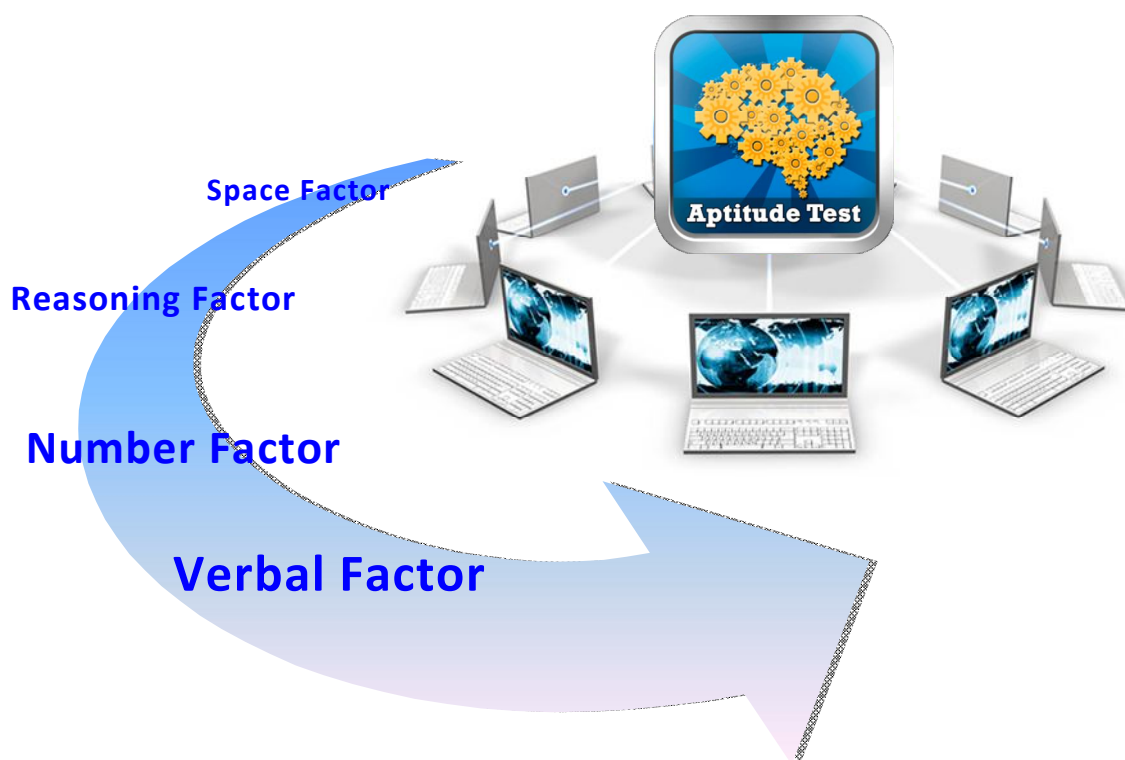


# คู่มือ

## โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

Multidimensional Computerized Adaptive  
Scholastic Aptitude Testing Program : MCASAT Program



พัฒนาโดย : นางสาวนฤมล ขุนไกร



คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์  
อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อาจารย์ ดร.จตุภูมิ เขตจัตุรัส มหาวิทยาลัยขอนแก่น



คู่มือโปรแกรมฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม





## คำนำ

คู่มือโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ จัดทำขึ้น เพื่อช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจขั้นตอนในการใช้งานโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งเนื้อหาในคู่มือฉบับนี้นำเสนอ รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโปรแกรม วัตถุประสงค์ การนำไปใช้ประโยชน์ ข้อตกลงเบื้องต้น การติดตั้งโปรแกรม การเรียกใช้โปรแกรม และนิยามศัพท์เฉพาะ

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือที่จัดทำขึ้นนี้จะช่วยให้ผู้ใช้งาน มีความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการใช้งานต่าง ๆ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้สะดวก ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนต่อไป

นางสาวนฤมล ชุนไกร

21 กรกฎาคม 2557





## สารบัญ

	หน้า
ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโปรแกรม .....	1
วัตถุประสงค์ .....	2
การนำไปใช้ประโยชน์ .....	2
ข้อตกลงเบื้องต้น .....	3
การติดตั้งโปรแกรม .....	3
การเรียกใช้โปรแกรม .....	8
การเข้าสู่โปรแกรม .....	8
การป้อนข้อมูลผู้สอบ .....	9
การเริ่มดำเนินการทดสอบ .....	10
การทวนคำตอบ .....	12
การแสดงผลการสอบ .....	14
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	17
ภาคผนวก .....	20
ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Microsoft .NET Framework .....	21
ขั้นตอนการติดตั้ง Client เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเครื่อง Server แม้ข่ายใหม่ .....	23





## โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

### ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโปรแกรม

โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ เป็นโปรแกรมที่ พัฒนาขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการทดสอบความถนัดทางการเรียนตามแนวคิดทฤษฎี หลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน (Thurstone) ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความถนัดทาง ภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์

การพัฒนาโปรแกรมในครั้งนี้อาศัยแนวคิดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบ พหุมิติ (Multidimensional Computerized Adaptive Testing : MCAT) ซึ่งเป็นแนวคิดที่สามารถวัด และประเมินคุณลักษณะของบุคคลได้ครั้งละหลายคุณลักษณะ โดยช่วยให้ครูผู้สอนหรือผู้เรียนสามารถ ประเมินคุณลักษณะของนักเรียนได้อย่างรวดเร็ว ใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่าการทดสอบแบบกระดาษ เขียนตอบและการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบเอกมิติ นอกจากนี้ การทดสอบแบบ ปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ มีความเหมาะสมกับการทดสอบที่มีการจำกัดจำนวนข้อสอบใน แต่ละเนื้อหา และมีความเหมาะสมกับการเรียนการสอนในปัจจุบัน ซึ่งเน้นการบูรณาการความรู้มากขึ้น มุ่งเน้นการวัดสมรรถนะที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ทั้งนี้การพัฒนาโปรแกรมมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาคลังข้อสอบความถนัดทางการเรียน โดยผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบที่ มุ่งวัดความถนัดทางการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัด ด้านมิติสัมพันธ์ หลังจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา และนำข้อสอบที่ผ่าน เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิง โครงสร้าง วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ และคัดเลือกข้อสอบเข้าคลังข้อสอบของโปรแกรม จึงมี จำนวนข้อสอบในคลังข้อสอบ จำนวน 269 ข้อ แบ่งเป็น 4 องค์ประกอบ คือ ความถนัดทางภาษา จำนวน 67 ข้อ ความถนัดด้านจำนวน จำนวน 69 ข้อ ความถนัดด้านเหตุผล จำนวน 66 ข้อ และความถนัดด้าน มิติสัมพันธ์ จำนวน 67 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากแบบพหุมิติอยู่ระหว่าง 0.11 ถึง 0.91 ค่าอำนาจจำแนก แบบพหุมิติอยู่ระหว่าง 0.14 ถึง 0.69 และค่าโอกาสการเดาข้อสอบถูกอยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.24

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วย คอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ โดยใช้คลังข้อสอบที่ได้จากการดำเนินการในขั้นตอนที่ 1 มาใช้เป็นฐานข้อมูล สำหรับการพัฒนาโปรแกรม บริหารการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ตามแนวคิดของการทดสอบแบบปรับเหมาะ ด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ โดยโปรแกรมจะคัดเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากเหมาะสมกับความ สามารถของผู้สอบ ซึ่งผู้สอบแต่ละคนจะได้รับข้อสอบจำนวนเท่ากัน คือ องค์ประกอบละ 10 ข้อ รวม 40 ข้อ ผู้สอบจะสามารถทวนคำตอบในองค์ประกอบนั้น ๆ ได้ เมื่อทำข้อสอบเสร็จในแต่ละองค์ประกอบ และหากผู้สอบเริ่มทำข้อสอบในองค์ประกอบถัดไป จะไม่สามารถกลับไปทวนคำตอบในองค์ประกอบที่ ผ่านมาได้ โดยการทดสอบแต่ละข้อ โปรแกรมจะตรวจข้อสอบ ประเมินค่าความสามารถของผู้สอบ และรายงานผลการสอบให้ทราบได้ทันที ซึ่งการทดสอบจะดำเนินไปเรื่อย ๆ จนผู้สอบทำข้อสอบครบ





## คู่มือ โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

40 ข้อ กิจกฤติการทดสอบ และสรุปลการทดสอบให้กับผู้สอบได้ทราบทันที โดยการทดสอบด้วยโปรแกรมนี้ ผู้สอบจะสามารถทราบว่ตนเองมีความถนัดด้านใด ในระดับใด พร้อมทั้ง แนะนำการศึกษาต่อ โดยพิจารณาจากระดับความสามารถของความถนัดของผู้สอบว่มีความเหมาะสมที่จะศึกษาต่อระดับที่สูงขึ้น ในแผนการเรียนหรือสาขาวิชาเรียนใด ทั้งสายสามัญและสายอาชีพ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการช่วยผู้สอบได้ตัดสินใจเลือกศึกษาต่อได้อย่างเหมาะสมกับความถนัดของตนเอง

จากลักษณะการทำงานของโปรแกรมดังกล่าว ช่วยให้ผู้เรียนทราบความถนัดทางการเรียนของตนเองได้ทันที ทำให้ไม่เสียเวลาในการบริหารการจัดการ ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อตามความถนัดของตนเอง และครูสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการแนะนำ ส่งเสริม และช่วยเหลือผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ครูและผู้ปกครอง สามารถทราบและเข้าใจความถนัดของผู้เรียน เพื่อส่งเสริม สนับสนุน และช่วยเหลือให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในอนาคตได้อีกด้วย

### วัตถุประสงค์

การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความถนัดทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
2. เพื่อแนะนำทางการศึกษาต่อตามความถนัดทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาผลการประเมินโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

### การนำไปใช้ประโยชน์

โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

1. นักเรียนได้ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความถนัดของตนเอง เพื่อนำไปปรับปรุง พัฒนาตนเอง และใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพในอนาคต
2. ครูได้ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความถนัดของนักเรียน และใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับความถนัด ความรู้ ความสามารถของนักเรียน เพื่อความสำเร็จและความสุขในการเรียน
3. ผู้ปกครองได้ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความถนัดของนักเรียนที่อยู่ในความดูแลของตนเอง เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการให้คำแนะนำ ส่งเสริม หรือเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนที่อยู่ในความดูแลต่อไป





## ข้อตกลงเบื้องต้น

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานโปรแกรมนี้ได้ จะต้องมีคุณลักษณะดังนี้
  - 1.1 ใช้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP หรือ Microsoft Windows 7 หรือ Microsoft Windows 8
  - 1.2 ความเร็วในการประมวลผล 1 GB หรือสูงกว่า
  - 1.3 มีหน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 1 GB
  - 1.4 ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) มีพื้นที่ว่างสำหรับติดตั้งโปรแกรม 200 MB
2. เนื่องจากโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ เป็นระบบ Online Client-Server นั่นคือ โปรแกรมสามารถดำเนินการทดสอบได้ จะต้องมีการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องแม่ข่ายที่ทำงานอยู่บนอินเทอร์เน็ต เรียกว่า Database Server ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการเก็บข้อมูล สำหรับคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งานทั่ว ๆ ไปเรียกว่า Client มีข้อตกลง ดังนี้
  - 2.1 ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เช่าเครื่อง Server แม่ข่าย เพื่อทำเป็น Database Server เป็นเวลา 1 ปี หลังจากนั้นสามารถต่ออายุได้ หรือสามารถเช่าเครื่อง Server แม่ข่ายใหม่ได้จากผู้ให้บริการเครื่องแม่ข่ายทางอินเทอร์เน็ต
  - 2.2 สถานที่ใช้ทำการทดสอบจะต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ และ Client สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้
  - 2.3 สัญญาณอินเทอร์เน็ตจะต้องเปิด Port ในการเชื่อมต่อไปยังเครื่อง Server แม่ข่ายที่ผู้วิจัยได้เช่าไว้ หากสัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เปิด Port จำเป็นจะต้องเปลี่ยนเครื่อง Server แม่ข่ายเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้วิจัย จึงจะสามารถใช้โปรแกรมการทดสอบได้
3. เครื่อง Client จะต้องมีการติดตั้งโปรแกรม Microsoft .NET Framework (สามารถศึกษาวิธีการติดตั้งโปรแกรมได้ในภาคผนวก)
4. ขนาดของหน้าจอโปรแกรม เป็นขนาดมาตรฐาน ไม่สามารถขยายตามหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถใช้กับหน้าจอคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสุด เท่ากับ 800 x 600 Pixel

## การติดตั้งโปรแกรม

1. สำหรับ Database Server
 

เนื่องจากการติดตั้ง Database Server เป็นเทคนิคเฉพาะทาง ต้องอาศัย Database Administrator ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางคอมพิวเตอร์ ดังนั้น ในการติดตั้ง Database Server ให้นำข้อมูลใน folder โปรแกรม SQL ไปให้ Database Administrator เพื่อนำลงเครื่อง Server แม่ข่ายที่ทำการเช่าไว้ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเช่าเครื่อง Server แม่ข่าย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

  - IP Address คือ 112.121.152.61
  - Username คือ sa
  - Password คือ ,skki8k, (คำว่า “มหาสารคาม” แต่เป็นแป้นพิมพ์ภาษาอังกฤษ)



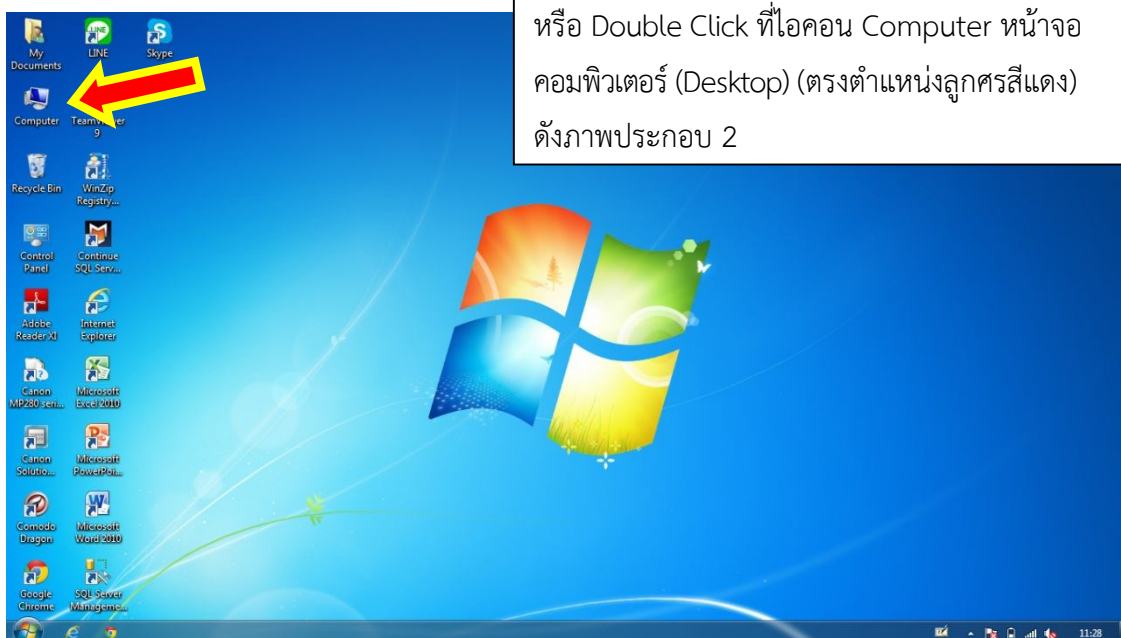
**คู่มือ** โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

## 2. สำหรับ Client มีขั้นตอนการติดตั้ง ดังนี้

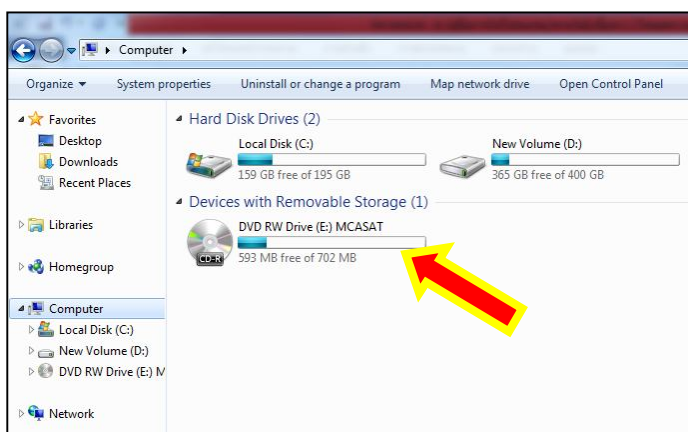


- 1) นำแผ่น CD โปรแกรม ใส่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์อ่านแผ่น CD จะมีหน้าต่างเล็ก ๆ ขึ้นมา
- 2) Double Click ที่ Open folder to view files ดังภาพประกอบ 1

ภาพประกอบ 1 หน้าต่างโต้ตอบเมื่อคอมพิวเตอร์อ่านแผ่น CD



ภาพประกอบ 2 ไอคอน Computer หน้าจอคอมพิวเตอร์ (Desktop)



Double Click ที่ DVD RW Drive (E:) MCASAT ซึ่งเป็น Drive ของแผ่น CD ดังภาพประกอบ 3

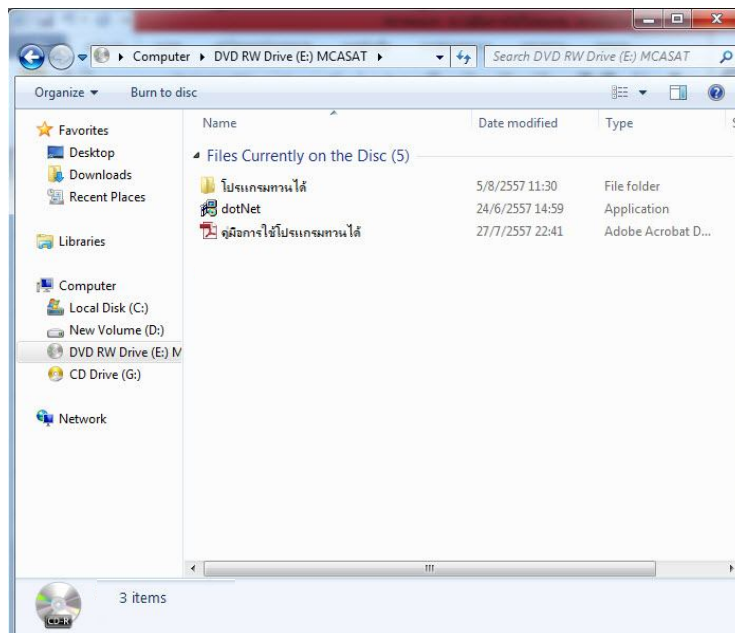
ภาพประกอบ 3 ข้อมูลในไอคอน Computer





**คู่มือ** โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

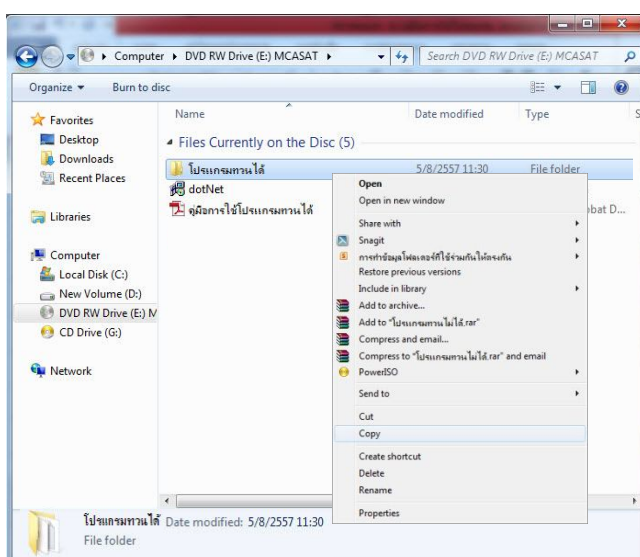
### 3) ในแผ่นจะมีข้อมูล ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ข้อมูลในแผ่น CD

จากภาพประกอบ 4 มีข้อมูล 3 ไฟล์ แต่ละไฟล์มีรายละเอียดดังนี้

- โปรแกรมทวนได้ เป็น folder โปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้
- dotNet เป็นไฟล์ที่ใช้ลงโปรแกรม Microsoft .NET Framework ซึ่งเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อ 3
- คู่มือการใช้โปรแกรมทวนได้ เป็นไฟล์คู่มือการใช้โปรแกรม ไว้เป็นข้อมูลประกอบการใช้งานโปรแกรม



4) Copy Folder โปรแกรมทวนได้ จากแผ่น CD นำไปลงในเครื่อง Client แต่ละเครื่อง ดังนี้

4.1) Click ขวาที่ folder โปรแกรมทวนได้ และเลือก Copy ดังภาพประกอบ

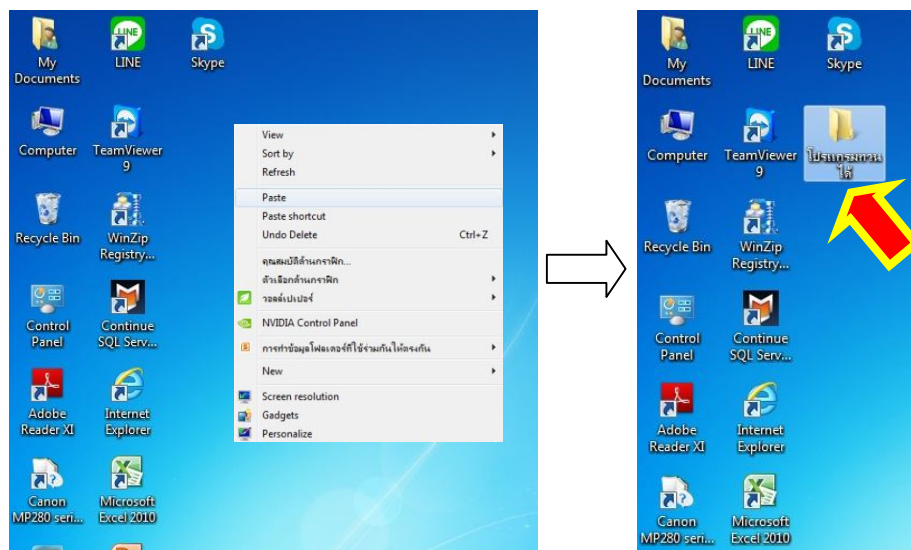
ภาพประกอบ 5 Copy Folder โปรแกรมทวนได้



**คู่มือ** โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

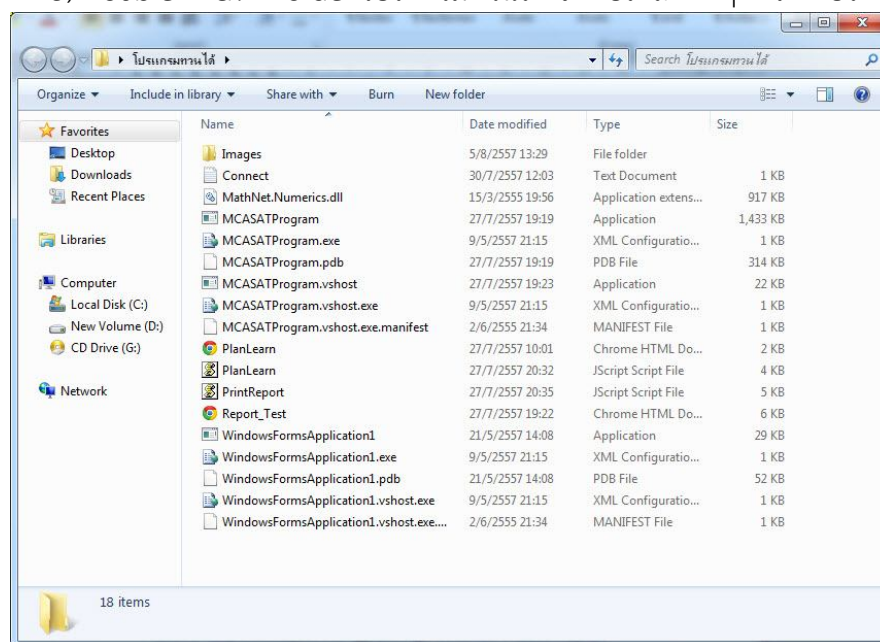


4.2) กลับสู่หน้า Desktop ให้ Click ขวาที่ Desktop และเลือก Paste ซึ่ง folder โปรแกรมทวนได้ จะปรากฏบน Desktop (ตรงตำแหน่งลูกศรสีแดง) ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 Paste Folder โปรแกรมทวนได้

5) Double Click ที่ folder โปรแกรมทวนได้ จะพบไฟล์ต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ไฟล์ต่าง ๆ ที่อยู่ใน folder โปรแกรมทวนได้

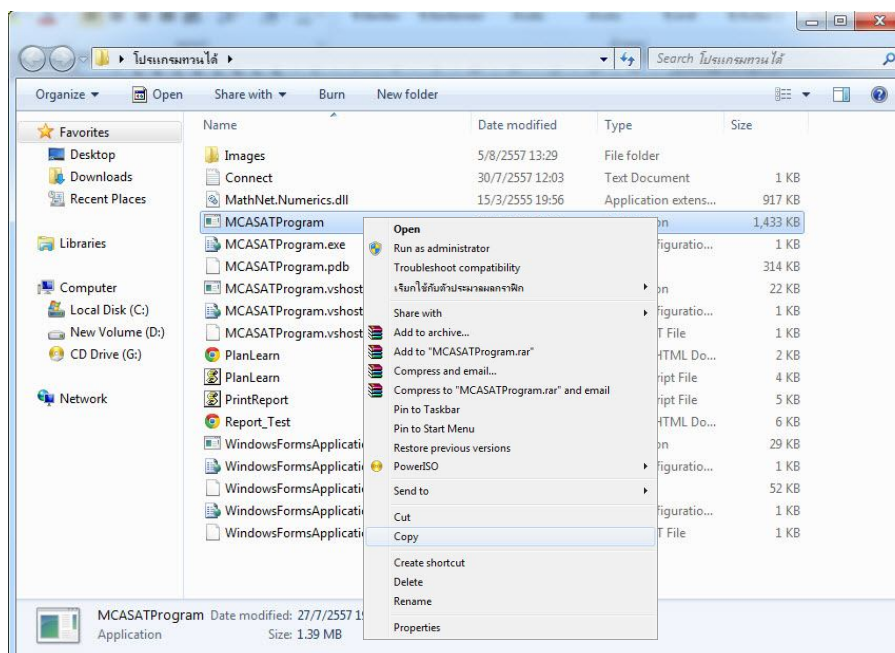
**ข้อควรระวัง :** ไฟล์เหล่านี้ มีความจำเป็นในการเชื่อมต่อการทดสอบทั้งสิ้น จะขาดไฟล์ใดไฟล์หนึ่งไม่ได้ มิฉะนั้นโปรแกรมการทดสอบจะไม่สมบูรณ์

6) Copy ไฟล์ MCASATProgram ที่มี Type คือ Application นำไปวางไว้หน้าจอคอมพิวเตอร์ (Desktop) เพื่อสะดวกในการใช้งานโปรแกรม ดังนี้



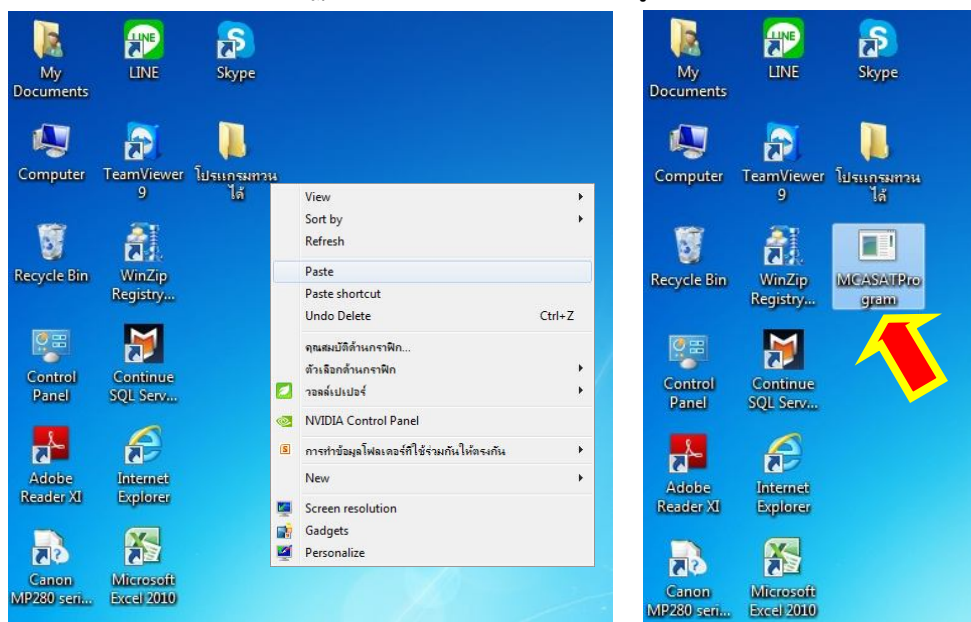


### 6.1) Click ขวาที่ ไฟล์ MCASATProgram และเลือก Copy ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 Copy ไฟล์ MCASATProgram

### 6.2) กลับสู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ (Desktop) ให้ Click ขวาที่ Desktop และเลือก Paste ซึ่งไฟล์ MCASATProgram จะปรากฏบน Desktop (ตรงตำแหน่งลูกศรสีแดง) ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 Paste ไฟล์ MCASATProgram

**หมายเหตุ :** โปรแกรมการทดสอบที่ติดตั้งในครั้งนี้ ได้ตั้งค่า IP Address, Username และ Password เพื่อเชื่อมต่อเครื่อง Server แม่ข่ายที่ได้เข้าไว้ หากมีการเช่าเครื่อง Server แม่ข่ายใหม่ จะมีการเปลี่ยนแปลงการเชื่อมต่อ สามารถอ่านเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก





**คู่มือ** โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

## การเรียกใช้โปรแกรม

### 1. การเข้าสู่โปรแกรม



1.1 โดยการ Double Click File MCASATProgram ที่อยู่บน Desktop ดังภาพประกอบ 10

ภาพประกอบ 10 การเข้าสู่โปรแกรม MCASATProgram

1.2 เมื่อ Double Click จะปรากฏหน้าต่างโปรแกรมการทดสอบ ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 หน้าแรกของโปรแกรมการทดสอบ



เป็นปุ่มเข้าสู่โปรแกรมการทดสอบ



เป็นปุ่มออกจากโปรแกรมการทดสอบ ซึ่งทุกครั้งที่ผู้สอบคลิก

ปุ่มนี้ ไม่ว่าจะอยู่หน้าใดในโปรแกรมนี โปรแกรมจะมีกล่องข้อความอีกครั้งว่า “คุณต้องการออกจากโปรแกรมนี ใช่หรือไม่” ดังภาพประกอบ 12



**คู่มือ** โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ



ภาพประกอบ 12 กล่องข้อความโต้ตอบ เมื่อคลิกออกจากโปรแกรม

## 2. การป้อนข้อมูลผู้สอบ

1) โปรแกรมการทดสอบจะให้ผู้สอบป้อนข้อมูลเกี่ยวกับค่านำหน้า ชื่อ สกุล โรงเรียน ห้อง และเลขที่ ดังภาพประกอบ 13

ภาพประกอบ 13 ข้อมูลที่โปรแกรมต้องการก่อนการทดสอบ

2) เมื่อป้อนข้อมูลสมบูรณ์แล้ว ให้คลิก “ยืนยันข้อมูล” จะปรากฏข้อมูล ดังภาพประกอบ 14

ภาพประกอบ 14 ยืนยันการป้อนข้อมูล

หากข้อมูลผิดพลาด ผู้สอบสามารถแก้ไขข้อมูลได้ โดยการคลิก “แก้ไขข้อมูล” หากข้อมูลถูกต้องให้ผู้สอบคลิก “ยืนยันข้อมูล”





**คู่มือ** โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

### คำชี้แจงในการสอบ

สำนักงานทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

**วัตถุประสงค์**

การทดสอบครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลการศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามความถนัดทางการเรียน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์

**คำชี้แจง**

1. การทดสอบครั้งนี้ เป็นการทดสอบที่ผู้สอบแต่ละคนจะได้รับข้อสอบที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สอบ ซึ่งจะได้รับข้อสอบพิเศษองค์ประกอบ ๆ ละ 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 40 ข้อ
2. การทดสอบครั้งนี้ ให้อายุ 1 ชั่วโมง จะเริ่มนับเวลาหลังจาก เมื่อข้อสอบความถนัดทางภาษา ข้อที่ 1 ปรากฏบนหน้าจอ
3. ข้อสอบแต่ละข้อ มีคำตอบให้เลือก 5 คำตอบ ให้ผู้สอบเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว เช่น ต้องการเลือก ก. ให้นำเมาส์คลิกที่ปุ่ม **ก.** ดังภาพ

เลือกคำตอบที่ถูกต้อง  ก.  ข.  ค.  ง.  จ.

4. เมื่อผู้สอบไม่แน่ใจคำตอบให้คลิกเมาส์ที่ปุ่ม **ตอบ**
5. เมื่อโปรแกรมประมวลผลการตอบเสร็จ จะแสดงหน้าจอแจ้งจำนวนข้อที่ผู้สอบได้ทำจำนวนแล้วให้ทราบ จากนั้นให้ผู้สอบคลิกเมาส์ที่ปุ่ม **ข้อถัดไป**
6. เมื่อทำข้อสอบเสร็จ 10 ข้อ โปรแกรมจะปรากฏให้ทราบพร้อมข้อสอบข้อเดิม คือ คำตอบที่ผู้สอบได้เลือกไว้ ผู้สอบสามารถเปลี่ยนคำตอบหรือไม่เปลี่ยนก็ได้ หากไม่แน่ใจคำตอบให้คลิกเมาส์ที่ปุ่ม **ตอบ** และเมื่อโปรแกรมประมวลผลการตอบเสร็จ จะแสดงหน้าจอแจ้งจำนวนข้อที่ผู้สอบได้ทำจำนวนแล้วให้ทราบ จากนั้นให้ผู้สอบคลิกเมาส์ที่ปุ่ม **ข้อถัดไป**
7. เมื่อทวนคำตอบเสร็จ โปรแกรมจะแสดงผลการทดสอบให้ทราบทันที จากนั้นให้ผู้สอบคลิกเมาส์ที่ปุ่ม **ก.** **แบบทดสอบความถนัดด้านอื่นต่อไป**
8. ค่าเนื้องานคือ 3-7 จนผู้สอบทำข้อสอบครบ 4 องค์ประกอบ (40 ข้อ) โปรแกรมจะแสดงผลการทดสอบทั้งหมดให้ทราบ
9. ให้ผู้สอบคลิกเมาส์ที่ปุ่ม **แบบแนวทางการศึกษาต่อ** เพื่อทราบข้อมูลแนวทางการเรียนสายสามัญและสาขาวิชาสายอาชีพที่เหมาะสมกับความถนัดของผู้สอบ
10. ให้ผู้สอบคลิกเมาส์ที่ปุ่ม **โปรแกรมการทดสอบและแนวทางการศึกษาต่อ** เพื่อข้อมูลตั้งต้นอีกครั้ง
11. ให้ผู้สอบคลิกเมาส์ที่ปุ่ม **บันทึกผลการทดสอบ** เพื่อบันทึกข้อมูลการสอบ
12. เมื่อผู้สอบบันทึกผลการทดสอบเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกเมาส์ที่ปุ่ม **จบการทวนคำตอบ**

3) โปรแกรมนำเสนอคำชี้แจงในการสอบ (ดังภาพประกอบ 15) เมื่อผู้สอบเข้าใจเป็นอย่างดีให้คลิก “เริ่มทดสอบ”

ภาพประกอบ 15 คำชี้แจงในการสอบ

**3. การเริ่มดำเนินการทดสอบ**

โปรแกรมนำเสนอข้อสอบข้อแรก เป็นข้อสอบความถนัดทางภาษา ดังภาพประกอบ 16

Multidimensional Computerized Adaptive Scholastic Aptitude Testing Program : MCASAT Program

### โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบ ความถนัดทางภาษา

ข้อมูลผู้สอบ : เด็กชายรักเรียน ยิ้มชีพ ห้อง : 3/10 เลขที่ : 9 โรงเรียน : สติงพระวิทยา 0 : 59 : 56

คำว่า **“บ้ำหอบฟาง”** มีความหมายใกล้เคียงกับคำในข้อใดมากที่สุด

ก. บ้ำระห่ำ	ข. บ้ำตีเตือด
ค. บ้ำสมบัติ	ง. บ้ำจี้
จ. บ้ำบอ	

เลือกคำตอบที่ถูกต้อง  ก.  ข.  ค.  ง.  จ.  **ตอบ** ข้อที่ 1 จาก 10 ข้อ

ภาพประกอบ 16 ส่วนประกอบในหน้าจอการทดสอบ



**คู่มือ** โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ



ตำแหน่ง 1 แสดงข้อมูลผู้สอบ ห้อง เลขที่ และโรงเรียน

ตำแหน่ง 2 แสดงองค์ประกอบความถนัดที่ผู้สอบกำลังทดสอบ

ตำแหน่ง 3 แสดงเวลานับถอยหลัง 1 ชั่วโมง

ตำแหน่ง 4 แสดงข้อสอบ และตัวเลือก

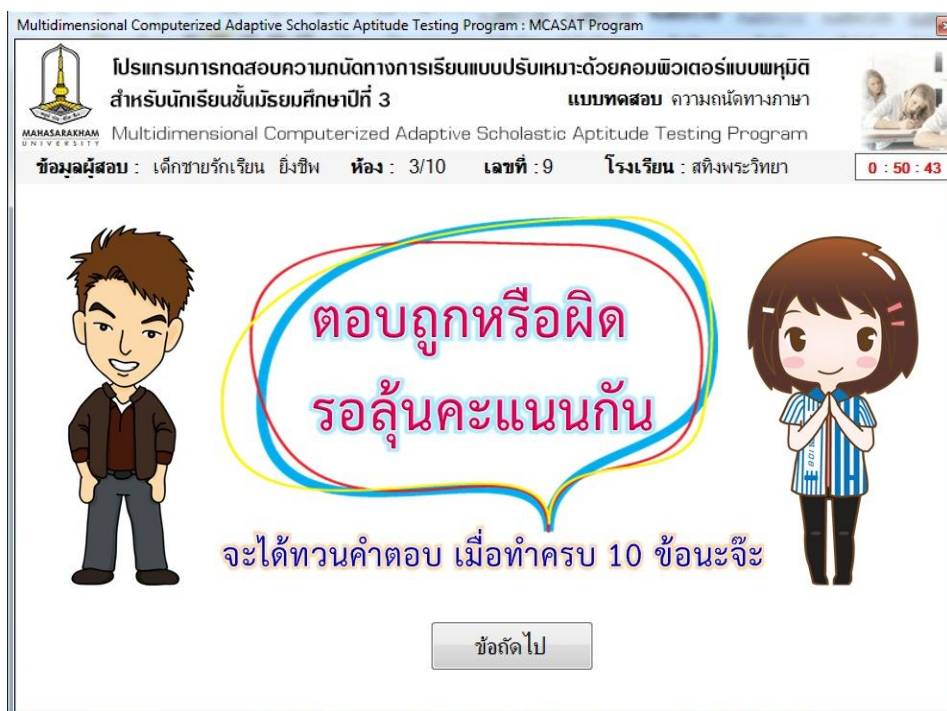
ตำแหน่ง 5 แสดงตัวเลือกให้ผู้สอบคลิกเลือกคำตอบที่ต้องการ ซึ่งสามารถเปลี่ยนคำตอบได้

ตำแหน่ง 6 แสดงปุ่มตอบ เมื่อผู้สอบแน่ใจในคำตอบ ให้คลิกปุ่มนี้เพื่อส่งคำตอบให้กับโปรแกรมการทดสอบได้ดำเนินการตรวจ หากไม่แน่ใจในคำตอบ ผู้สอบสามารถเปลี่ยนคำตอบได้ก่อนที่จะคลิกปุ่มตอบ และผู้สอบจะมีโอกาสได้ทวนคำตอบอีก 1 ครั้ง หลังจากทำข้อสอบครบ 10 ข้อ ในแต่ละองค์ประกอบความถนัด

ตำแหน่ง 7 แสดงข้อสอบที่ผู้สอบได้รับข้อที่.....จาก 10 ข้อ ขององค์ประกอบนั้น จากรูปข้อที่ 1 จาก 10 ข้อ หมายถึง ข้อสอบที่ปรากฏเป็นข้อที่ 1 จากทั้งหมด 10 ข้อ ขององค์ประกอบความถนัดทางภาษา

ตำแหน่ง 8 แสดงปุ่มออกจากโปรแกรม

เมื่อผู้สอบคลิกปุ่มตอบในตำแหน่ง 6 แล้ว โปรแกรมจะแสดงผลการสอบ ดังภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 17 แสดงผลการสอบแต่ละข้อ

โปรแกรมจะไม่แสดงผลการตอบในแต่ละข้อว่าถูกหรือผิดให้ผู้สอบได้ทราบ (เนื่องจากผู้สอบมีโอกาสได้ทวนคำตอบอีกครั้ง หากโปรแกรมแสดงผลการตอบ ผู้สอบอาจจะจำได้ว่าข้อใดถูก ข้อใดผิด และจะแก้ไขเฉพาะข้อที่ผิดเท่านั้น) โปรแกรมจะปรากฏข้อสอบข้อถัดไปขึ้นบนหน้าจอ ให้ผู้สอบดำเนินการเช่นเดิม เมื่อผู้สอบทำข้อสอบครบ 10 ข้อ ในแต่ละองค์ประกอบความถนัด โปรแกรมจะให้ผู้สอบได้กลับไปทวนคำตอบในองค์ประกอบเดิมซ้ำ ดังภาพประกอบ 18



**คู่มือ** โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

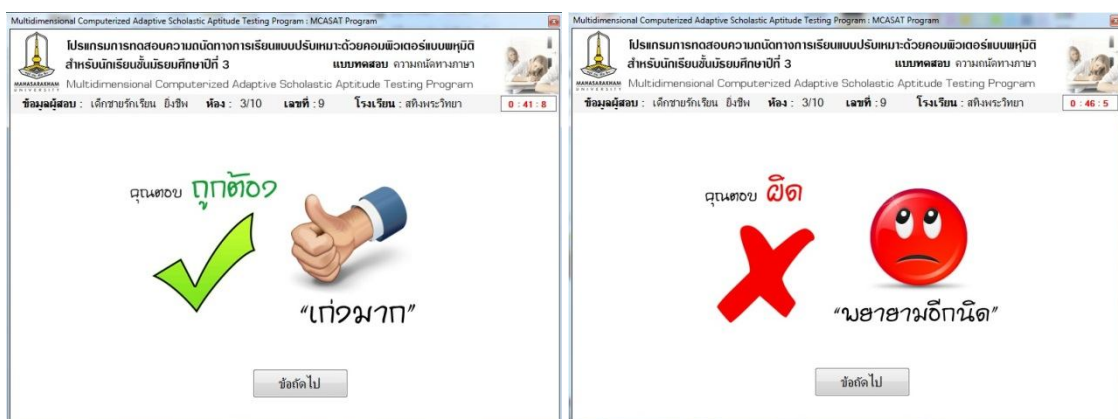


ภาพประกอบ 18 แสดงทางเลือกการทดสอบ

#### 4. การทวนคำตอบ

โปรแกรมการทดสอบจะเปิดโอกาสให้ผู้สอบได้ทวนคำตอบได้ 1 ครั้ง หลังจากที่ทำทดสอบความถนัดในแต่ละองค์ประกอบครบ 10 ข้อ ก่อนจะทดสอบความถนัดในองค์ประกอบถัดไป นั่นคือ เมื่อผู้สอบทำข้อสอบครบ 10 ข้อ โปรแกรมจะให้ผู้สอบได้มีโอกาสเลือกว่าจะทวนคำตอบหรือไม่ หากทวนคำตอบให้คลิกปุ่ม  แต่หากไม่ต้องการทวนคำตอบให้คลิกปุ่ม

การทวนคำตอบแต่ละข้อโปรแกรมแสดงผลการตอบแต่ละข้อให้ผู้สอบได้ทราบเมื่อผู้สอบคลิกปุ่ม  ดังภาพประกอบ 19 และเมื่อทวนคำตอบครบ 10 ข้อ ในแต่ละองค์ประกอบความถนัด โปรแกรมจะแสดงผลการสอบขององค์ประกอบความถนัดนั้น ๆ ซึ่งเป็นผลการทดสอบหลังทวนคำตอบ ดังภาพประกอบ 20



(ก) กรณีตอบถูก

(ข) กรณีตอบผิด

ภาพประกอบ 19 แสดงผลการสอบแต่ละข้อ

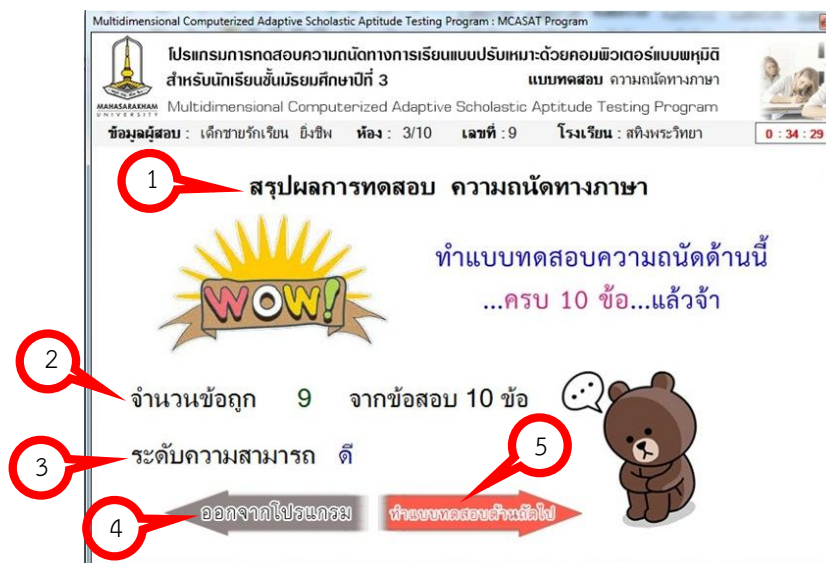
(ก) กรณีตอบถูก โปรแกรมจะแสดงข้อความ "คุณตอบถูกต้อง เก่งมาก" และให้คลิก  เพื่อทวนคำตอบข้อถัดไป



**คู่มือ** โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ



(ข) กรณีตอบผิด โปรแกรมจะแสดงข้อความ “คุณตอบผิด พยายามอีกนิด” และให้คลิก  เพื่อทวนคำตอบข้อถัดไป



ภาพประกอบ 20 แสดงผลการสอบแต่ละองค์ประกอบความถนัด

ตำแหน่ง 1 แสดงข้อความ “สรุปผลการทดสอบ ความถนัด.....”

ตำแหน่ง 2 แสดงจำนวนข้อถูก จากทั้งหมด 10 ข้อ

ตำแหน่ง 3 แสดงระดับความสามารถ ซึ่งข้อสอบแต่ละข้อมีความยากต่างกัน ดังนั้นจำนวนข้อถูก อาจจะไม่สัมพันธ์กับระดับความสามารถ

ตำแหน่ง 4 แสดงปุ่มออกจากโปรแกรม

ตำแหน่ง 5 แสดงปุ่มแบบทดสอบความถนัดถัดไป เมื่อผู้สอบคลิกปุ่มนี้ โปรแกรมจะ

นำเสนอข้อสอบขององค์ประกอบความถนัดถัดไป ซึ่งจะมีลำดับขั้นตอนการดำเนินการเช่นเดียวกัน เมื่อผู้สอบทำข้อสอบครบ 4 องค์ประกอบ ปุ่มนี้จะเปลี่ยนเป็นปุ่มสรุปผลการทดสอบ ดังภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 21 แสดงผลการสอบขององค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์





## 5. การแสดงผลการสอบ

5.1 เมื่อผู้สอบคลิก “สรุปผลการทดสอบ” โปรแกรมจะแสดงผลการทดสอบความถนัดทางการเรียน ดังภาพประกอบ 22

Multidimensional Computerized Adaptive Scholastic Aptitude Testing Program : MCASAT Program

โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Multidimensional Computerized Adaptive Scholastic Aptitude Testing Program

**ผลการทดสอบความถนัดทางการเรียน**

ชื่อ.....เด็กชายรักเรียน.....สกุล.....มิ่งชีพ  
ห้อง.....3/10.....เลขที่.....9.....โรงเรียน.....สทิงพระวิทยา

**สรุปผลการตอบข้อสอบ จำแนกเป็นรายองค์ประกอบความถนัดทางการเรียน และสรุปรวม**

องค์ประกอบความถนัด	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)		เปอร์เซ็นต์ ตอบถูก	ระดับ ความสามารถ	เกณฑ์ปกติ
	ได้รับ	ตอบถูก			
ความถนัดทางภาษา	10	7	70	พอใช้	T57
ความถนัดด้านจำนวน	10	10	100	ดี	T72
ความถนัดด้านเหตุผล	10	10	100	ดีมาก	T72
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	10	10	100	ดีมาก	T71
รวม	40	37	92.5	ดีมาก	T74

ออกจากโปรแกรม      แนะนำแนวการศึกษาต่อ

ภาพประกอบ 22 แสดงผลการสอบความถนัดทางการเรียน

ตำแหน่ง 1 แสดงข้อมูลของผู้สอบ

ตำแหน่ง 2 แสดงผลการตอบข้อสอบ จำแนกเป็นรายองค์ประกอบความถนัดทางการเรียนและสรุปรวม ซึ่งข้อสอบแต่ละข้อมีความยากต่างกัน ดังนั้น เปอร์เซ็นต์ตอบถูก อาจจะไม่สัมพันธ์กับระดับความสามารถ เนื่องจากความสามารถของผู้สอบแต่ละคนจะมีค่าเป็นตัวเลขทศนิยม ผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลจากการ tryout แบ่งช่วงความสามารถออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี พอใช้ อ่อน และอ่อนมาก ซึ่งโปรแกรมได้แสดงผลออกมาเป็นระดับความสามารถ เพื่อความเข้าใจที่ง่ายขึ้น ในแต่ละระดับมีช่วงความสามารถที่ได้จากการทดสอบความถนัดทางการเรียนในขั้นตอนการพัฒนาคัดกรองข้อสอบของงานวิจัยนี้ ดังตาราง 1

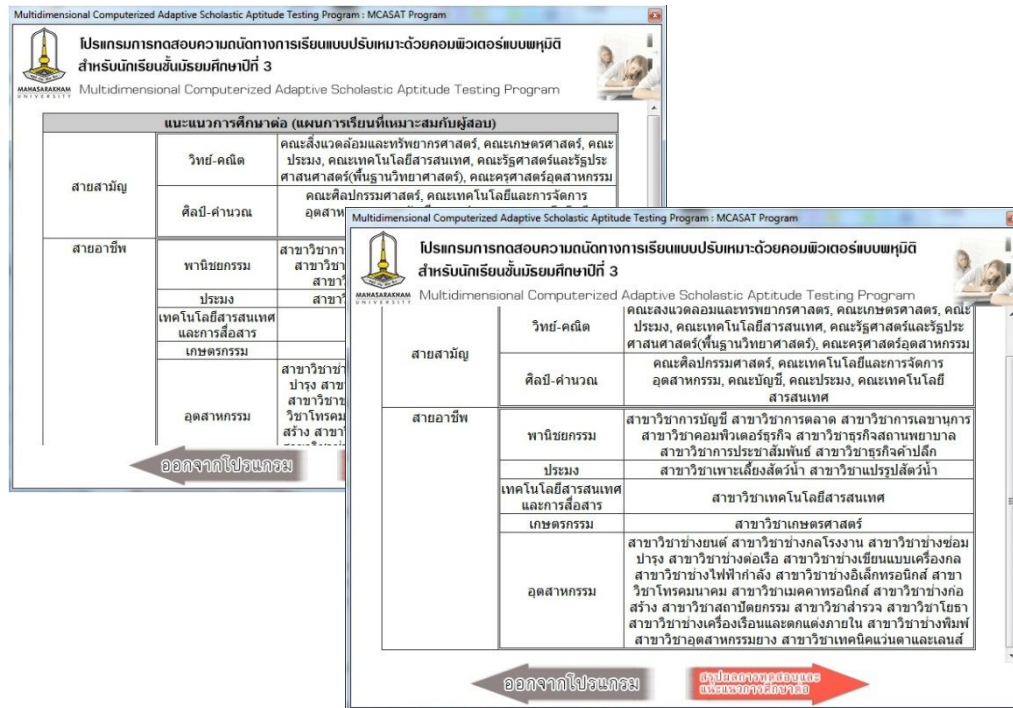
ตาราง 1 ระดับความสามารถของแต่ละองค์ประกอบความถนัดในโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติที่พัฒนาขึ้น

ความถนัด	ระดับความสามารถ				
	ดีมาก	ดี	พอใช้	อ่อน	อ่อนมาก
ภาษา	มากกว่า 1.13	0.51 ถึง 1.13	-0.12 ถึง 0.50	-0.75 ถึง -0.13	ต่ำกว่า -0.75
จำนวน	มากกว่า 1.12	0.49 ถึง 1.12	-0.15 ถึง 0.48	-0.79 ถึง -0.16	ต่ำกว่า -0.79
เหตุผล	มากกว่า 1.11	0.49 ถึง 1.11	-0.14 ถึง 0.48	-0.77 ถึง -0.15	ต่ำกว่า -0.77
มิติสัมพันธ์	มากกว่า 1.10	0.48 ถึง 1.10	-0.15 ถึง 0.47	-0.78 ถึง -0.16	ต่ำกว่า -0.78
รวม	มากกว่า 1.01	0.42 ถึง 1.01	-0.17 ถึง 0.41	-0.77 ถึง -0.18	ต่ำกว่า -0.77



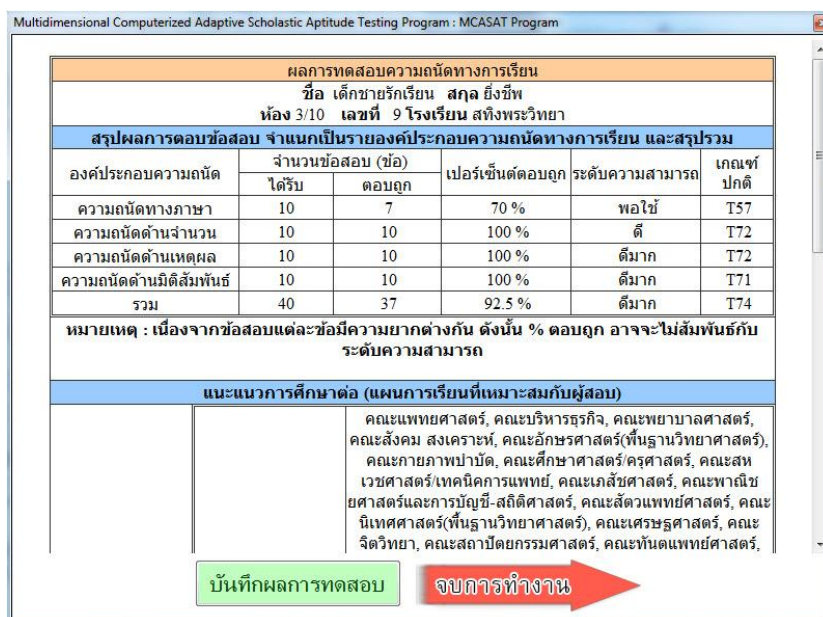
**คู่มือ** โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

ตำแหน่ง 3 แสดงปุ่มออกจากโปรแกรม  
ตำแหน่ง 4 แสดงปุ่มแนะนำการศึกษาต่อ โดยโปรแกรมจะนำเสนอแผนการเรียนที่ สอดคล้องกับผลการสอบของผู้สอบแต่ละคน ทั้งสายสามัญและสายอาชีพ อีกทั้ง นำเสนอคณะ/สาขา วิชาที่เกี่ยวข้องกับแผนการเรียนนั้น ๆ ด้วย ดังภาพประกอบ 23



ภาพประกอบ 23 แสดงผลการแนะนำการศึกษาต่อ (แผนการเรียนที่เหมาะสมกับผู้สอบ)

5.2 เมื่อผู้สอบคลิก “สรุปผลการทดสอบและแนะนำการศึกษาต่อ” โปรแกรมจะ แสดงผลดังภาพประกอบ 24



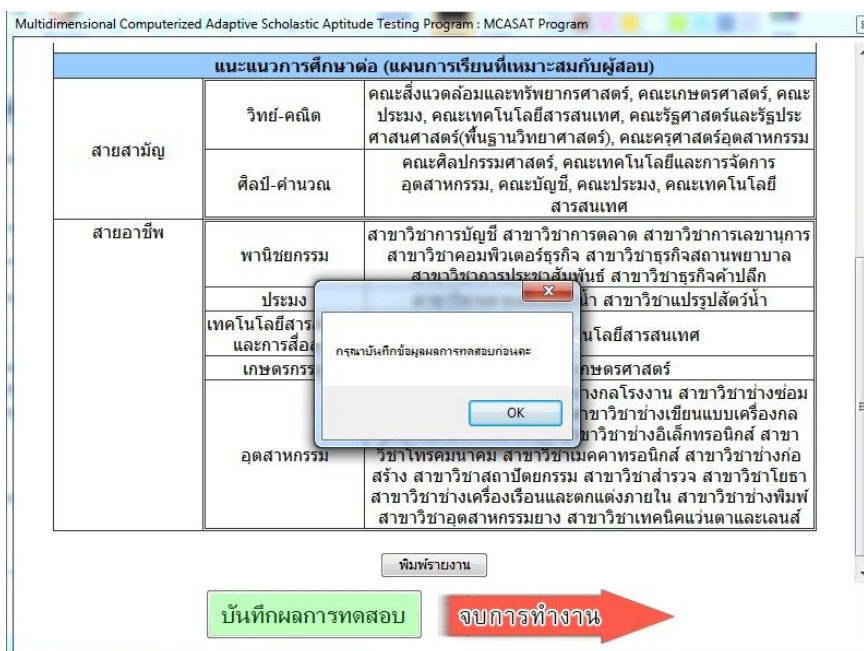
ภาพประกอบ 24 แสดงสรุปผลการทดสอบและแนะนำการศึกษาต่อ



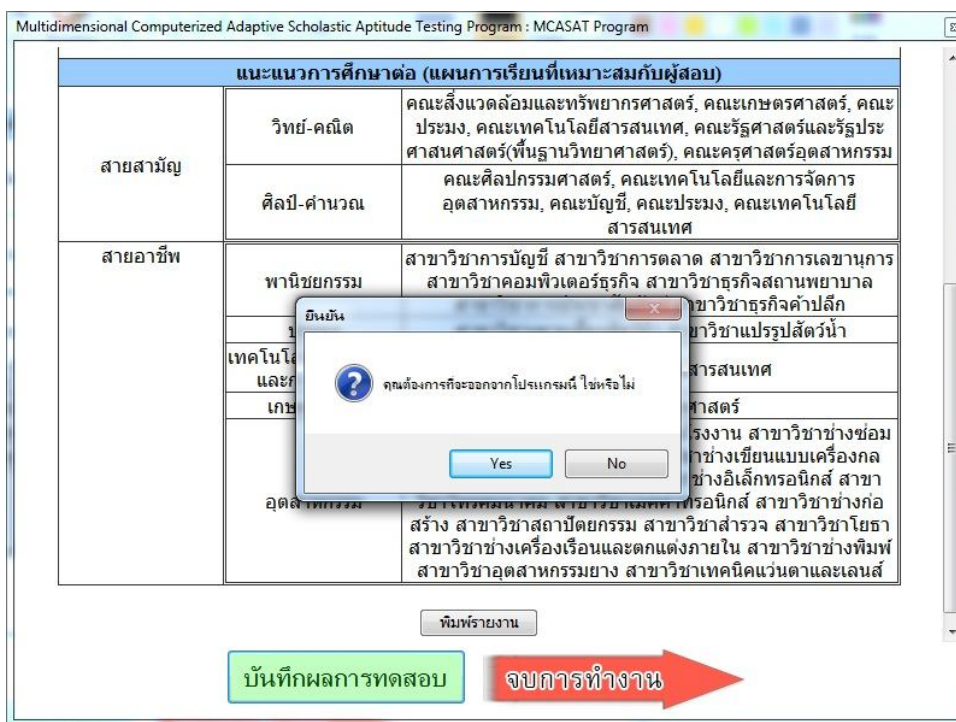


**คู่มือ** โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

ปุ่ม “บันทึกผลการทดสอบ” เป็นปุ่มที่บันทึกผลการทดสอบทั้งหมดของผู้สอบแต่ละคน  
 ปุ่ม “จบการทำงาน” เป็นปุ่มที่ออกจากโปรแกรม หากคลิกปุ่มนี้โดยที่ไม่ได้คลิก “บันทึกผลการทดสอบ” โปรแกรมจะแสดงกล่องข้อความโต้ตอบ “กรุณบันทึกข้อมูลผลการทดสอบก่อนคะ” ดังภาพประกอบ 25 และเมื่อบันทึกผลการทดสอบแล้วคลิกปุ่มนี้ โปรแกรมจะแสดงกล่องข้อความโต้ตอบ “คุณต้องการที่จะออกจากโปรแกรมนี้ ใช่หรือไม่” ดังภาพประกอบ 26



ภาพประกอบ 25 กล่องข้อความโต้ตอบเมื่อคลิก “จบการทำงาน” แต่ยังไม่บันทึกผลการทดสอบ



ภาพประกอบ 26 กล่องข้อความโต้ตอบเมื่อคลิก “จบการทำงาน”



## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude) หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคล ที่ได้รับการฝึกฝนเรียนรู้จากประสบการณ์และสะสมไว้จนเกิดทักษะความสามารถ ทำให้บุคคลนั้นสามารถ เรียนและประกอบอาชีพต่าง ๆ ตามความสามารถนั้นได้ดี และเป็นผลสำเร็จ สำหรับความถนัดทางการเรียนในการวิจัยครั้งนี้ อาศัยแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน (Thurstone) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบทางภาษา องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านเหตุผล และองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์

1.1 องค์ประกอบทางภาษา (Verbal Factor : V) หมายถึง องค์ประกอบทางสมองที่แสดงถึงความสามารถด้านความเข้าใจภาษาและการสื่อสารทั่ว ๆ ไป ซึ่งวัดได้จากเนื้อหา ดังนี้

1.1.1 คำตรงข้าม หมายถึง การแปลความหมายของคำศัพท์ที่กำหนดให้ว่ามีความหมายตรงข้ามกับคำศัพท์ในข้อใด

1.1.2 คำที่มีความหมายใกล้เคียง หมายถึง การแปลความหมายของคำศัพท์ที่กำหนดให้ว่ามีความหมายใกล้เคียงกับคำศัพท์ในข้อใด

1.1.3 ศัพท์สัมพันธ์ หมายถึง การแปลความหมายของคำศัพท์ที่กำหนดให้ แล้วเปรียบเทียบกับว่ามีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับคำศัพท์ในข้อใด

1.1.4 ความเข้าใจภาษา หมายถึง การอ่านและทำความเข้าใจ ข้อความ ศัพท์ และสำนวนที่กำหนดให้

1.1.5 การสังเคราะห์ข้อความ หมายถึง การเรียงข้อความให้ได้ความสละสลวยถูกต้องตามหลักภาษาจากข้อความหรือประโยคย่อย ๆ ที่กำหนดให้

1.2 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor : N) หมายถึง องค์ประกอบทางสมองที่แสดงถึงความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี มีความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ และความหมายของจำนวน และมีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิตได้อย่างดี ซึ่งวัดได้จากเนื้อหา ดังนี้

1.2.1 ตัวเลขอนุกรม หมายถึง การวางตัวเลขอย่างเป็นระบบ มีกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นชุด ๆ แล้วตัดตัวเลขใดตัวเลขหนึ่งในระบบออกหรืออาจเป็นตัวถัดไป โดยให้ผู้สอบพิจารณาว่าน่าจะเป็นตัวเลขใด

1.2.2 คณิตศาสตร์เหตุผล หมายถึง การทำความเข้าใจคำถามที่เน้นในเรื่องวิธีการ หลักการ การแปลความ การตีความ การไล่เรียงหาเหตุผล การเปรียบเทียบ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มโนภาพ ขั้นตอนการพิสูจน์ และการประเมินค่า

1.3 องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor : R) หมายถึง องค์ประกอบทางสมองที่แสดงถึงความสามารถด้านวิจารณ์ญาณ หาเหตุผลผลค้นคว้าหาความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือทฤษฎี ซึ่งวัดได้จากเนื้อหา ดังนี้

1.3.1 การจำแนกประเภท หมายถึง การพิจารณาเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ว่ามีอะไรเหมือนกัน มีอะไรต่างกัน

1.3.2 การอุปมาอุปไมย หมายถึง การพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของคำ 2 คำ อ้างอิงไปยังความหมายอื่นของอีก 2 คำ หรือกลุ่มมโนภาพ 2 กลุ่ม กับกลุ่มมโนภาพอีก 2 กลุ่ม





1.3.3 แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ หมายถึง การวางภาพอย่างเป็นระบบ มีกฎเกณฑ์  
อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นชุด ๆ ตัดภาพใดภาพหนึ่งในระบบออกหรืออาจเป็นภาพถัดไป โดยให้ผู้สอบพิจารณา  
ว่าน่าจะเป็นภาพใด

1.3.4 สรุปความ หมายถึง การพิจารณาเหตุใหญ่และเหตุย่อย เมื่อมีเหตุมาเป็นเครื่อง  
พิจารณาแล้วก็สามารถประเมินลงสรุปได้ว่าเป็นอย่างไร

1.3.5 ความสามารถด้านวิเคราะห์ หมายถึง การคิดหาความสัมพันธ์เกี่ยวข้องของชื่อ  
สถานที่ เหตุการณ์ จากสถานการณ์ที่สมมติขึ้น

1.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor : S) หมายถึง องค์ประกอบทางสมองที่  
แสดงถึงความสามารถในการเข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและ  
ส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันสามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลง  
ที่อยู่ ซึ่งวัดได้จากเนื้อหา ดังนี้

1.4.1 แบบซ่อนภาพ หมายถึง การมองภาพที่มีสิ่งกีดขวาง กีดกันหรือเส้นทับ จนมองเห็น  
รูปนั้นไม่ถนัด จะเห็นแต่เพียงบางส่วนเท่านั้น

1.4.2 แบบซ้อนภาพ หมายถึง การมองภาพที่กำหนดให้ 2 ภาพ เมื่อนำมาซ้อนทับกัน  
จะเป็นภาพอะไร

1.4.3 แบบแยกภาพ หมายถึง การพิจารณาแยกภาพที่กำหนดให้ว่าถ้าแยกแล้วจะได้แก่  
กลุ่มใด

1.4.4 แบบต่อภาพ หมายถึง การกำหนดภาพที่ไม่สมบูรณ์แบบมาให้ แล้วให้ผู้สอบเลือก  
ภาพที่นำมาต่อกับภาพที่กำหนดให้แล้วได้ภาพที่สมบูรณ์

1.4.5 แบบหมุนภาพ หมายถึง การกำหนดภาพมาให้ 1 ภาพ แล้วให้ผู้สอบเลือกภาพที่  
เกิดจากการหมุนว่าจะเป็นรูปใด

1.4.6 แบบประกอบภาพสามมิติ หมายถึง การกำหนดภาพในแบบระนาบหรือแบบมิติ  
เดียว แล้วให้ผู้สอบเลือกภาพที่พับเป็นทรงสามมิติจากภาพที่กำหนดให้

1.4.7 แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ หมายถึง การพิจารณาลูกบาศก์ที่กำหนดไว้  
3 ลูก ซึ่งแต่ละหน้าจะมีสัญลักษณ์กำกับ แล้วให้ผู้สอบหาด้านตรงข้ามกับด้านที่กำหนด

1.4.8 การนับลูกบาศก์ หมายถึง การนำเอาลูกบาศก์มาซ้อนทับกันโดยให้เห็นเป็นบางส่วน  
แล้วให้ผู้สอบใช้จินตนาการนับจำนวนลูกบาศก์

2. โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ  
(Multidimensional Computerized Adaptive Scholastic Aptitude Testing Program : MCASAT  
Program) หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบความถนัดแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  
แบบพหุมิติ ที่วัดความถนัดทางการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน (Thurstone)

3. เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ หมายถึง การทดสอบที่ผู้สอบสามารถ  
กลับไปตรวจสอบคำตอบได้ เมื่อผู้สอบทำข้อสอบในองค์ประกอบความถนัดนั้นครบ 10 ข้อ และเมื่อ  
ผู้สอบทำข้อสอบองค์ประกอบความถนัดถัดไปแล้ว จะไม่สามารถกลับไปตรวจสอบคำตอบองค์ประกอบ  
ความถนัดที่ผ่านมาได้

4. การประเมินโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์  
แบบพหุมิติ หมายถึง ความคิดเห็นจากแบบสอบถามที่ผู้สอบมีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทาง





การเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-social criteria) ของ Sympson

5. เกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-social criteria) หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดจากกระบวนการทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะทางจิตวิทยาของผู้สอบ ซึ่งประเมินใน 4 ประเด็น ได้แก่

5.1 ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ หมายถึง ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับคำอธิบาย คำชี้แจง วิธีดำเนินการทดสอบ และสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏบนจอภาพ ของโปรแกรมการทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.2 ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้สึกทางบวก เช่น ความน่าสนใจ และความทันสมัยของโปรแกรมการทดสอบ รวมทั้งความรู้สึกต่าง ๆ ของผู้สอบที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.3 ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้สึกทางลบ เช่น ความวิตกกังวลใจ และกลัว ต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.4 ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หมายถึง ความคิดเห็นอื่น ๆ นอกเหนือจาก 3 ด้านข้างต้น ที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น





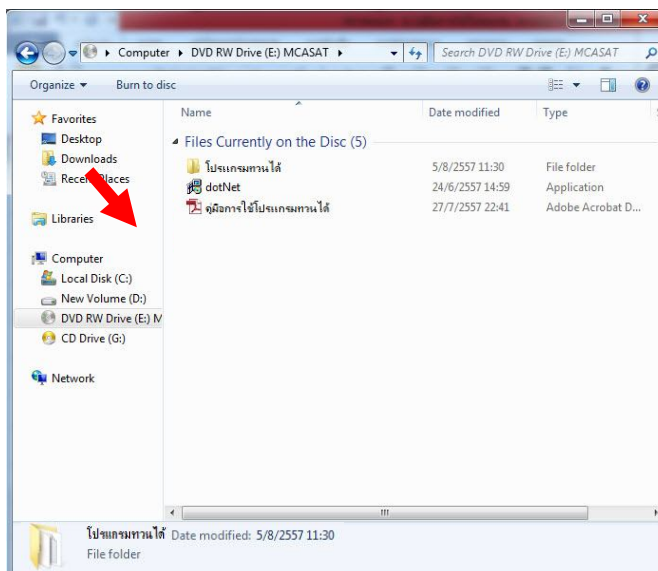
## ภาคผนวก





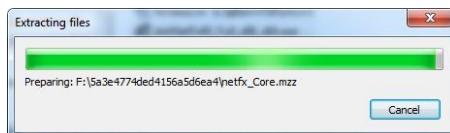
## ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Microsoft .NET Framework

1. ดาวน์โหลดโปรแกรม Microsoft .NET Framework หรือเปิด CD เพื่อติดตั้งโปรแกรม Microsoft .NET Framework ดังภาพประกอบ 27



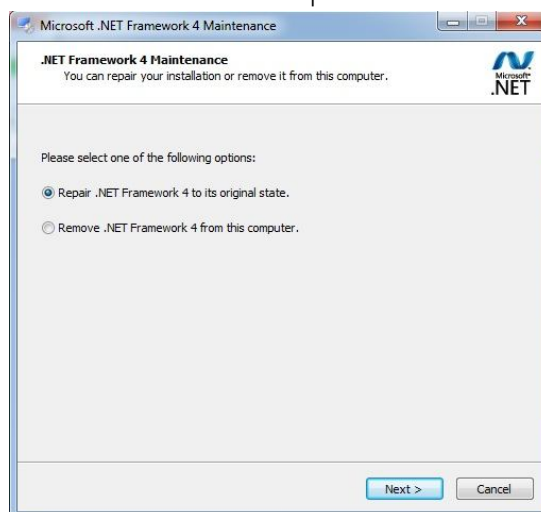
ภาพประกอบ 27 โปรแกรม Microsoft .NET Framework จากแผ่น CD

2. Double Click dotNet จากแผ่น CD จะปรากฏดังภาพประกอบ 28



ภาพประกอบ 28 การเริ่มต้นติดตั้งโปรแกรม Microsoft .NET Framework

3. เลือก Repair .NET Framework 4 to its original state เนื่องจากการติดตั้งโปรแกรม สำหรับ Remove .NET Framework 4 from this computer เป็นการลบการติดตั้ง ดังภาพประกอบ 29

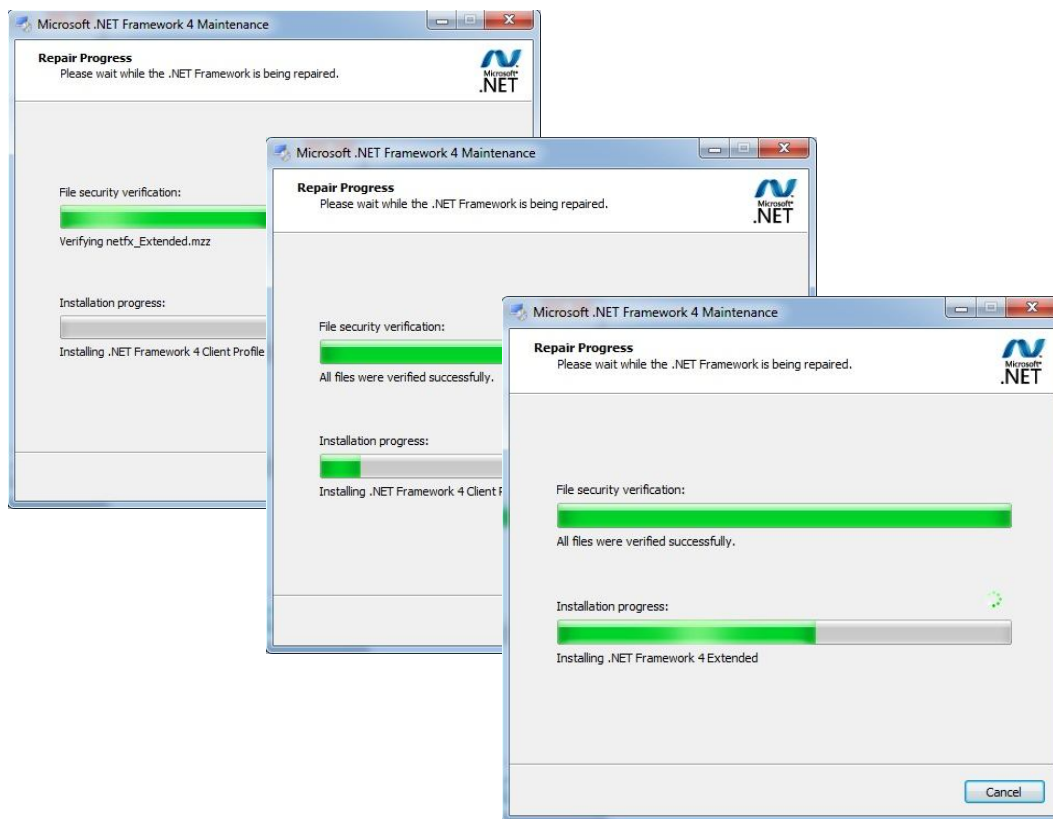


ภาพประกอบ 29 ทางเลือกการลงโปรแกรม Microsoft .NET Framework



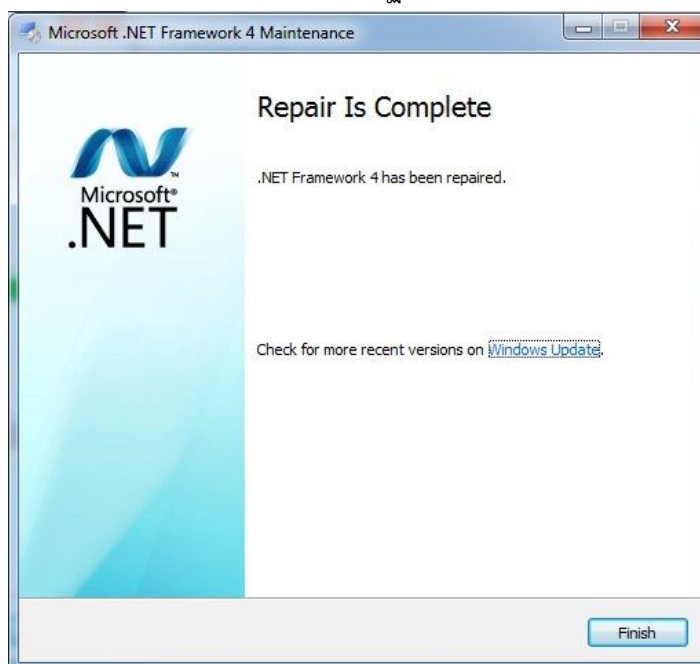


#### 4. คลิก Next ดังภาพประกอบ 30



ภาพประกอบ 30 Repair .NET Framework 4 to its original state

#### 5. เมื่อโปรแกรมดาวน์โหลดสำเร็จ จะปรากฏดังภาพประกอบ 31



ภาพประกอบ 31 การติดตั้งโปรแกรมสำเร็จ

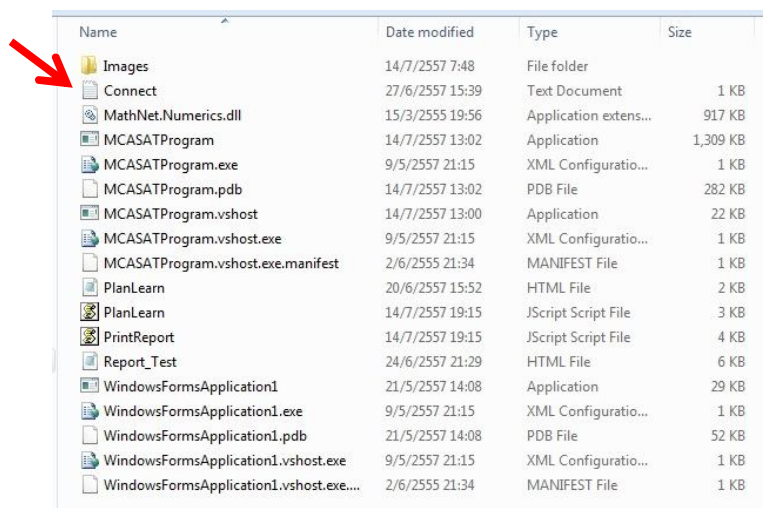
**คู่มือ** โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ



## ขั้นตอนการติดตั้ง Client เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเครื่อง Server แม่ข่ายใหม่

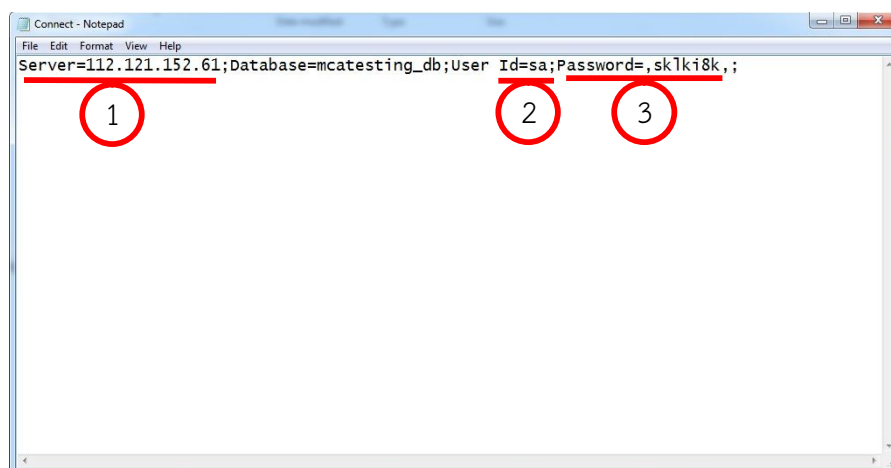
เครื่อง Server แม่ข่ายใหม่ จะมีรายละเอียดที่จำเป็น สำหรับการติดตั้ง ได้แก่ IP Address, Username, Password

จากขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมสำหรับ Client ในคู่มือนี้ (หน้า 3) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเครื่อง Server แม่ข่ายใหม่ ข้อมูลที่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง คือ ไฟล์ Connect ดังภาพประกอบ 32



ภาพประกอบ 32 ไฟล์ที่จำเป็นต้องเปลี่ยนตามเครื่อง Server แม่ข่ายใหม่

เมื่อ Double Click ที่ Connect จะปรากฏหน้าต่างดังภาพประกอบ 33



ภาพประกอบ 33 รายละเอียดในไฟล์ Connect

จากภาพประกอบ 14 ข้อมูลที่ต้องเปลี่ยนแปลงตามเครื่อง Server แม่ข่าย มีดังนี้

ตำแหน่ง 1 Server คือ IP Address ของเครื่อง Server แม่ข่าย

ตำแหน่ง 2 User Id คือ Username ของเครื่อง Server แม่ข่าย

ตำแหน่ง 3 Password คือ Password ของเครื่อง Server แม่ข่าย

สำหรับ Database คือฐานข้อมูลการทดสอบ ไม่เปลี่ยนแปลงใด ๆ

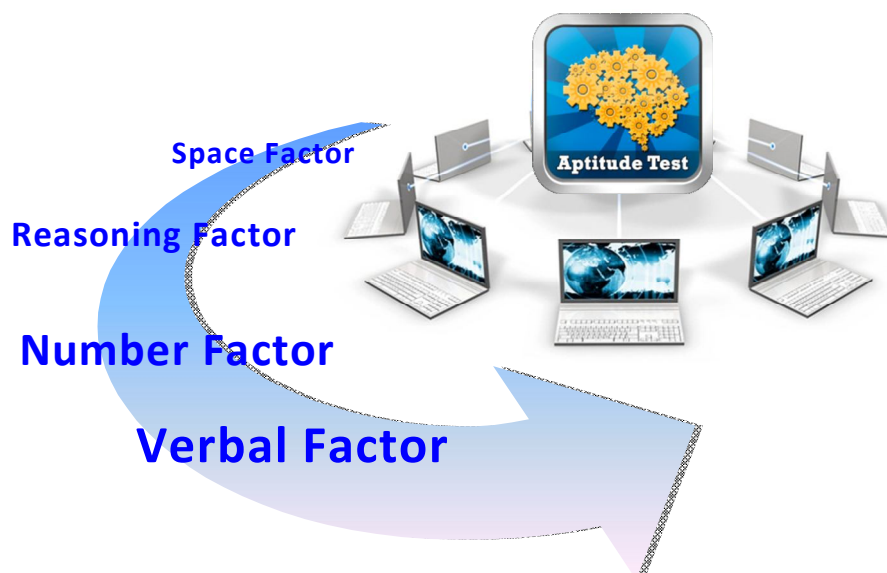


ชื่อ-สกุล นางสาวนฤมล ชุนไกร  
 วัน เดือน ปีเกิด 15 กรกฎาคม 2528  
 ตำแหน่ง ครู  
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนสทิงพระวิทยา อำเภอสทิงพระ  
 จังหวัดสงขลา

การศึกษา กศ.บ. คณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ  
 กศ.ม. การบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ  
 กำลังศึกษา ปริญญาตรี วิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

E-mail dear888@chaiyo.com, dear888@windowslive.com

ที่อยู่ 73/1 ซอย 6 ถนนทะเลหลวง ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง  
 จังหวัดสงขลา 90000



Multidimensional Computerized Adaptive  
 Scholastic Aptitude Testing Program : MCASAT Program



ภาคผนวก จ  
ค่าความสามารถของผู้สอบ



### ค่าความสามารถของผู้สอบ

#### 1.1 ค่าความสามารถของผู้สอบจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน

ตาราง 80 ค่าความสามารถของผู้สอบจากผลการทดสอบความถนัดทางการเรียนในชั้นตอนที่ 1

ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ					ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม		ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม
1	-0.94	-1.22	-1.18	-1.15	-1.37	29	-0.94	-0.17	-0.08	-1.15	-0.67
2	-0.94	-1.22	-0.96	-1.15	-1.3	30	-0.06	-0.59	-0.96	-0.63	-0.67
3	-0.5	-1.01	-1.18	-1.41	-1.23	31	-0.06	-1.01	-0.52	-0.63	-0.67
4	-0.72	-1.43	-0.96	-0.63	-1.16	32	-0.72	-0.59	-0.3	-0.63	-0.67
5	-0.5	-0.8	-0.96	-1.41	-1.09	33	-0.06	-1.01	-0.74	-0.37	-0.67
6	-0.72	-1.01	-0.52	-1.41	-1.09	34	-0.5	-1.01	-0.74	0.15	-0.67
7	-1.38	-0.17	-1.18	-0.89	-1.09	35	0.16	-1.01	-0.3	-0.89	-0.6
8	-0.72	-1.01	-0.3	-1.41	-1.02	36	-0.06	-0.59	-0.74	-0.63	-0.6
9	-0.72	-0.59	-1.18	-0.89	-1.02	37	-0.06	-0.59	-0.08	-1.15	-0.53
10	-0.94	-0.17	-0.74	-1.41	-0.95	38	-0.5	-0.17	-0.08	-1.15	-0.53
11	-0.5	-0.59	-0.96	-1.15	-0.95	39	-0.28	-0.17	-0.52	-0.89	-0.53
12	-0.72	-1.01	-0.52	-0.89	-0.95	40	-0.5	-0.59	0.14	-0.89	-0.53
13	-0.06	-0.8	-0.74	-1.41	-0.88	41	0.16	-1.01	-0.3	-0.63	-0.53
14	-0.5	-0.17	-1.18	-1.15	-0.88	42	-0.06	-0.59	-0.74	-0.37	-0.53
15	0.16	-1.01	-0.96	-1.15	-0.88	43	-0.5	-0.59	-0.52	-0.11	-0.53
16	-0.28	-0.8	-0.96	-0.89	-0.88	44	-0.72	-0.38	-0.74	0.15	-0.53
17	-0.72	-0.59	-0.74	-0.89	-0.88	45	0.16	-0.17	-0.52	-1.15	-0.46
18	-0.5	-1.01	-0.52	-0.89	-0.88	46	0.16	-0.38	-0.52	-0.89	-0.46
19	-1.16	-0.59	-0.52	-0.63	-0.88	47	-0.06	-0.8	-0.52	-0.11	-0.46
20	-0.06	-0.8	-0.74	-1.15	-0.81	48	0.6	-1.22	0.14	-0.89	-0.39
21	-0.5	-1.01	-0.3	-0.89	-0.81	49	0.6	-0.38	-0.96	-0.63	-0.39
22	-0.5	-0.8	-0.74	-0.63	-0.81	50	0.82	-0.8	-0.74	-0.63	-0.39
23	-0.72	-0.8	-0.52	-0.63	-0.81	51	0.16	-0.59	-0.3	-0.63	-0.39
24	-0.72	-1.22	-0.08	-0.63	-0.81	52	-0.06	-0.59	-0.08	-0.63	-0.39
25	-0.5	-0.38	-0.52	-1.15	-0.74	53	-0.06	-0.17	-1.18	0.15	-0.39
26	0.16	-1.22	-0.3	-1.15	-0.74	54	-0.06	-0.38	-0.96	0.15	-0.39
27	-0.28	-1.01	-0.52	-0.63	-0.74	55	-0.28	0.27	-0.3	-0.89	-0.32
28	0.16	-1.22	-0.96	-0.37	-0.74	56	-0.06	-0.38	0.14	-0.89	-0.32



ตาราง 80 (ต่อ)

ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ					ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม		ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม
57	1.04	-0.8	-0.74	-0.63	-0.32	89	-0.28	-1.01	0.36	0.15	-0.25
58	-0.06	0.06	-0.52	-0.63	-0.32	90	-0.06	-0.59	-0.52	0.41	-0.25
59	0.16	-0.38	-0.3	-0.63	-0.32	91	-0.06	-1.01	-0.08	0.41	-0.25
60	0.16	-0.8	0.14	-0.63	-0.32	92	-0.28	-0.8	-0.08	0.41	-0.25
61	0.6	0.06	-1.4	-0.37	-0.32	93	-0.06	0.27	0.14	-1.15	-0.18
62	-0.28	0.06	-0.52	-0.37	-0.32	94	0.38	-0.17	-0.3	-0.63	-0.18
63	-0.06	-0.59	-0.08	-0.37	-0.32	95	0.6	-0.59	-0.08	-0.63	-0.18
64	-0.06	-0.8	0.14	-0.37	-0.32	96	0.16	-0.38	0.14	-0.63	-0.18
65	-0.06	0.06	-0.96	-0.11	-0.32	97	0.38	-0.38	-0.52	-0.11	-0.18
66	0.38	-0.8	-0.52	-0.11	-0.32	98	0.16	-0.38	-0.3	-0.11	-0.18
67	-0.06	-0.38	-0.52	-0.11	-0.32	99	0.16	-0.59	-0.08	-0.11	-0.18
68	-0.28	-1.01	0.36	-0.11	-0.32	100	-0.06	-0.38	-0.08	-0.11	-0.18
69	0.16	-0.38	-0.96	0.15	-0.32	101	0.16	-0.38	-0.52	0.15	-0.18
70	-0.06	-0.38	-0.74	0.15	-0.32	102	-0.06	-0.17	-0.52	0.15	-0.18
71	-0.06	-0.38	-0.74	0.15	-0.32	103	0.38	-1.01	-0.08	0.15	-0.18
72	-0.06	-0.8	-0.74	0.67	-0.32	104	-0.28	-0.38	-0.3	0.41	-0.18
73	-0.06	0.69	-0.52	-1.15	-0.25	105	0.38	-0.59	-0.96	0.67	-0.18
74	0.6	-0.17	-0.3	-1.15	-0.25	106	-0.94	-0.59	0.36	0.67	-0.18
75	0.38	0.06	-0.52	-0.89	-0.25	107	-0.94	-0.59	0.36	0.67	-0.18
76	0.16	-0.59	0.36	-0.89	-0.25	108	-1.16	-0.17	-0.08	0.93	-0.18
77	0.16	0.06	-0.52	-0.63	-0.25	109	-0.94	-0.59	0.14	0.93	-0.18
78	-0.06	-0.38	0.14	-0.63	-0.25	110	0.82	-0.59	-0.08	-0.63	-0.11
79	-0.94	0.9	-0.52	-0.37	-0.25	111	0.6	0.48	-1.18	-0.37	-0.11
80	0.16	-0.38	-0.3	-0.37	-0.25	112	-0.5	0.69	-0.3	-0.37	-0.11
81	0.16	-0.38	-0.3	-0.37	-0.25	113	0.38	-0.8	0.36	-0.37	-0.11
82	-0.06	-0.17	-0.3	-0.37	-0.25	114	0.16	-0.38	-0.08	-0.11	-0.11
83	1.26	-1.01	-0.96	-0.11	-0.25	115	-0.06	-0.38	0.14	-0.11	-0.11
84	0.6	-0.59	-0.74	-0.11	-0.25	116	-0.28	-0.17	0.14	-0.11	-0.11
85	0.38	-0.59	-0.52	-0.11	-0.25	117	0.38	0.06	-0.96	0.15	-0.11
86	-0.5	-0.59	0.36	-0.11	-0.25	118	0.16	0.06	-0.74	0.15	-0.11
87	0.38	-1.01	-0.3	0.15	-0.25	119	0.6	-1.01	-0.08	0.15	-0.11
88	-0.28	-0.59	-0.08	0.15	-0.25	120	0.16	-0.59	-0.08	0.15	-0.11



ตาราง 80 (ต่อ)

ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ					ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม		ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม
121	-0.28	-0.59	0.36	0.15	-0.11	152	0.38	-0.38	-0.52	0.67	0.03
122	0.38	-1.01	-0.08	0.41	-0.11	153	0.38	-0.59	-0.3	0.67	0.03
123	-0.28	-0.8	-0.52	1.45	-0.11	154	0.16	-0.38	-0.3	0.67	0.03
124	1.04	-1.01	0.36	-0.63	-0.04	155	-0.28	0.06	-0.3	0.67	0.03
125	0.38	-0.17	-0.08	-0.37	-0.04	156	-0.06	-0.59	0.14	0.67	0.03
126	0.6	-0.17	-0.52	-0.11	-0.04	157	0.38	-0.8	-0.3	0.93	0.03
127	0.6	-0.38	-0.52	0.15	-0.04	158	0.16	0.48	-0.08	-0.37	0.1
128	0.38	-0.17	-0.52	0.15	-0.04	159	0.6	-0.17	0.14	-0.37	0.1
129	0.82	-0.8	-0.3	0.15	-0.04	160	0.38	0.69	-0.74	-0.11	0.1
130	-0.06	0.06	-0.3	0.15	-0.04	161	0.16	0.48	-0.3	-0.11	0.1
131	0.38	-0.59	-0.08	0.15	-0.04	162	0.82	-0.38	-0.08	-0.11	0.1
132	0.16	-0.38	-0.08	0.15	-0.04	163	-0.06	0.27	0.14	-0.11	0.1
133	-0.28	-0.17	0.14	0.15	-0.04	164	0.16	-0.17	0.36	-0.11	0.1
134	-0.06	0.06	-0.52	0.41	-0.04	165	0.6	-0.38	-0.08	0.15	0.1
135	0.16	-1.01	0.36	0.41	-0.04	166	0.38	-0.17	-0.08	0.15	0.1
136	-0.06	0.06	-0.74	0.67	-0.04	167	0.6	-0.59	0.14	0.15	0.1
137	-0.28	-0.17	-0.3	0.67	-0.04	168	0.16	-0.38	0.36	0.15	0.1
138	-0.5	-0.59	0.36	0.67	-0.04	169	-0.06	-0.17	0.36	0.15	0.1
139	-0.28	-0.38	-0.3	0.93	-0.04	170	0.16	0.27	-0.52	0.41	0.1
140	0.16	0.69	-0.3	-0.63	0.03	171	0.16	0.06	-0.52	0.67	0.1
141	0.38	0.27	-0.08	-0.63	0.03	172	-0.06	-0.59	0.36	0.67	0.1
142	0.38	-0.17	-0.08	-0.11	0.03	173	-0.28	0.48	-0.74	0.93	0.1
143	0.82	-0.8	0.14	-0.11	0.03	174	-0.28	-0.59	0.14	1.19	0.1
144	0.38	-0.38	0.14	-0.11	0.03	175	0.82	0.06	-0.08	-0.37	0.17
145	0.6	-0.59	-0.08	0.15	0.03	176	1.26	-0.59	-0.08	-0.11	0.17
146	0.16	-0.17	-0.08	0.15	0.03	177	0.16	0.06	0.36	-0.11	0.17
147	-0.06	0.06	-0.08	0.15	0.03	178	0.6	0.06	-0.3	0.15	0.17
148	-0.06	-0.38	0.36	0.15	0.03	179	0.16	0.06	0.14	0.15	0.17
149	-0.72	0.06	0.58	0.15	0.03	180	0.38	-0.38	0.36	0.15	0.17
150	0.16	-0.59	0.14	0.41	0.03	181	0.6	-0.8	0.58	0.15	0.17
151	-0.5	-0.17	0.36	0.41	0.03	182	-0.06	-0.17	0.58	0.15	0.17



ตาราง 80 (ต่อ)

ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ					ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม		ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม
183	0.16	-0.59	0.8	0.15	0.17	214	1.26	-0.17	-0.3	0.15	0.31
184	0.16	-0.17	0.14	0.41	0.17	215	0.16	0.48	0.14	0.15	0.31
185	0.16	-0.17	0.14	0.41	0.17	216	0.6	-0.17	0.36	0.15	0.31
186	-0.28	-0.17	0.58	0.41	0.17	217	0.38	0.06	0.36	0.15	0.31
187	0.38	-0.38	-0.08	0.67	0.17	218	0.16	-0.17	0.8	0.15	0.31
188	-0.06	-0.17	0.14	0.67	0.17	219	0.82	0.06	-0.3	0.41	0.31
189	-0.28	0.06	0.14	0.67	0.17	220	0.6	-0.17	0.14	0.41	0.31
190	0.38	-0.17	-0.52	0.93	0.17	221	0.6	-0.38	0.36	0.41	0.31
191	-0.06	-0.17	-0.08	0.93	0.17	222	0.6	0.48	-0.74	0.67	0.31
192	0.16	-0.59	0.14	0.93	0.17	223	0.6	0.27	-0.52	0.67	0.31
193	0.16	0.69	0.14	-0.37	0.24	224	0.82	-0.38	-0.08	0.67	0.31
194	-0.5	0.48	1.02	-0.37	0.24	225	0.38	-0.38	0.36	0.67	0.31
195	0.6	0.06	0.14	-0.11	0.24	226	-0.06	0.06	0.36	0.67	0.31
196	0.6	-0.38	0.58	-0.11	0.24	227	-0.5	0.48	0.36	0.67	0.31
197	0.38	-0.17	0.58	-0.11	0.24	228	0.38	-0.59	0.58	0.67	0.31
198	0.6	-0.17	0.14	0.15	0.24	229	-0.5	0.27	0.58	0.67	0.31
199	1.26	-0.17	-0.74	0.41	0.24	230	-0.28	-0.17	0.8	0.67	0.31
200	0.16	0.06	0.14	0.41	0.24	231	0.6	-0.38	-0.3	1.19	0.31
201	0.16	-0.17	0.36	0.41	0.24	232	0.16	-0.17	-0.08	1.19	0.31
202	0.38	-0.59	0.58	0.41	0.24	233	0.6	0.48	-0.08	0.15	0.38
203	-0.5	0.06	0.8	0.41	0.24	234	0.6	0.06	0.36	0.15	0.38
204	0.6	-0.17	-0.3	0.67	0.24	235	-0.06	0.69	0.36	0.15	0.38
205	0.38	-0.17	-0.08	0.67	0.24	236	0.16	0.27	0.58	0.15	0.38
206	0.38	0.06	-0.52	0.93	0.24	237	-0.5	0.9	0.58	0.15	0.38
207	-0.06	0.06	-0.08	0.93	0.24	238	0.38	0.69	-0.3	0.41	0.38
208	0.16	-0.8	0.58	0.93	0.24	239	-0.06	0.69	0.14	0.41	0.38
209	-0.28	-0.38	-0.08	1.71	0.24	240	0.16	0.27	0.36	0.41	0.38
210	0.82	0.27	0.14	-0.37	0.31	241	0.16	0.48	-0.08	0.67	0.38
211	0.38	0.69	0.14	-0.37	0.31	242	0.16	0.06	0.36	0.67	0.38
212	0.38	0.69	-0.08	-0.11	0.31	243	0.16	0.06	0.36	0.67	0.38
213	-0.06	0.48	0.58	-0.11	0.31	244	-0.06	0.27	0.36	0.67	0.38





ตาราง 80 (ต่อ)

ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ					ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม		ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม
245	0.16	-0.17	0.36	0.93	0.38	276	0.82	0.06	-0.3	1.19	0.52
246	0.38	-0.8	0.8	0.93	0.38	277	-0.06	0.48	0.14	1.19	0.52
247	0.6	0.48	0.36	-0.11	0.45	278	-0.06	0.27	0.36	1.19	0.52
248	0.6	-0.17	1.02	-0.11	0.45	279	0.16	-0.38	0.8	1.19	0.52
249	-0.06	0.69	0.58	0.15	0.45	280	0.6	1.11	-0.08	0.15	0.59
250	0.82	0.27	-0.08	0.41	0.45	281	0.6	0.27	0.8	0.15	0.59
251	0.38	0.27	0.36	0.41	0.45	282	0.6	0.06	1.02	0.15	0.59
252	0.6	-0.17	0.58	0.41	0.45	283	0.16	1.11	0.14	0.41	0.59
253	0.16	0.27	0.58	0.41	0.45	284	0.6	0.48	0.36	0.41	0.59
254	-0.06	0.9	-0.08	0.67	0.45	285	0.6	0.9	-0.3	0.67	0.59
255	0.6	0.06	0.14	0.67	0.45	286	1.04	-0.38	0.36	0.93	0.59
256	0.82	-0.38	0.36	0.67	0.45	287	0.6	-0.59	1.02	0.93	0.59
257	0.82	-0.38	0.36	0.67	0.45	288	0.6	0.06	0.14	1.19	0.59
258	0.6	0.06	-0.08	0.93	0.45	289	0.6	-0.8	1.02	1.19	0.59
259	-0.06	0.69	-0.08	0.93	0.45	290	0.16	0.48	-0.08	1.45	0.59
260	0.38	0.06	0.14	0.93	0.45	291	-0.06	0.48	0.14	1.45	0.59
261	0.38	0.06	0.14	0.93	0.45	292	-0.06	0.48	0.14	1.45	0.59
262	0.6	-0.38	0.36	0.93	0.45	293	0.16	1.53	0.58	-0.37	0.66
263	0.6	0.48	0.36	0.15	0.52	294	1.04	0.27	0.58	0.15	0.66
264	1.04	-0.38	0.8	0.15	0.52	295	0.82	0.48	0.58	0.15	0.66
265	0.6	1.11	-0.52	0.41	0.52	296	0.38	0.69	0.8	0.15	0.66
266	0.6	0.27	0.36	0.41	0.52	297	-0.06	1.11	0.8	0.15	0.66
267	0.6	0.27	0.36	0.41	0.52	298	1.04	-0.17	0.8	0.41	0.66
268	0.6	0.27	0.14	0.67	0.52	299	0.82	0.27	0.36	0.67	0.66
269	0.38	0.48	0.14	0.67	0.52	300	1.26	-0.38	0.58	0.67	0.66
270	-0.28	1.11	0.14	0.67	0.52	301	0.6	0.27	0.58	0.67	0.66
271	-0.28	1.11	-0.08	0.93	0.52	302	0.6	0.27	0.58	0.67	0.66
272	0.6	-0.38	0.58	0.93	0.52	303	1.26	-0.8	1.02	0.67	0.66
273	0.16	0.06	0.58	0.93	0.52	304	0.82	-0.38	1.02	0.67	0.66
274	0.16	0.06	0.58	0.93	0.52	305	0.82	0.69	-0.3	0.93	0.66
275	0.6	-0.8	1.02	0.93	0.52	306	0.38	0.9	-0.08	0.93	0.66



ตาราง 80 (ต่อ)

ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ					ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม		ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม
307	1.04	0.06	0.14	0.93	0.66	338	0.38	0.48	1.24	0.67	0.87
308	0.82	0.06	0.36	0.93	0.66	339	1.26	0.9	-0.3	0.93	0.87
309	0.16	0.48	0.58	0.93	0.66	340	0.38	0.69	0.8	0.93	0.87
310	0.6	-0.59	1.24	0.93	0.66	341	1.04	-0.17	1.02	0.93	0.87
311	0.38	0.06	0.58	1.19	0.66	342	1.7	0.27	-0.3	1.19	0.87
312	0.6	0.27	-0.08	1.45	0.66	343	0.82	0.69	0.14	1.19	0.87
313	0.82	0.48	0.58	0.41	0.73	344	1.26	0.06	0.36	1.19	0.87
314	0.6	0.69	0.58	0.41	0.73	345	0.38	0.69	0.58	1.19	0.87
315	1.04	0.06	0.8	0.41	0.73	346	0.82	0.48	0.14	1.45	0.87
316	1.48	0.06	-0.08	0.93	0.73	347	0.6	0.48	0.36	1.45	0.87
317	-0.06	1.53	-0.08	0.93	0.73	348	1.48	0.9	0.14	0.41	0.94
318	1.48	-0.17	0.14	0.93	0.73	349	1.04	0.9	0.58	0.41	0.94
319	0.82	0.48	0.14	0.93	0.73	350	0.38	1.53	0.58	0.41	0.94
320	0.38	0.69	0.36	0.93	0.73	351	1.04	0.69	0.8	0.41	0.94
321	0.6	0.48	0.14	1.19	0.73	352	0.82	0.27	1.24	0.67	0.94
322	1.26	-0.38	0.36	1.19	0.73	353	1.26	0.06	0.8	0.93	0.94
323	0.6	-0.17	0.36	1.71	0.73	354	0.82	0.27	1.02	0.93	0.94
324	1.04	0.69	1.02	-0.37	0.8	355	0.16	0.69	1.24	0.93	0.94
325	0.6	0.69	0.8	0.41	0.8	356	0.82	-0.17	1.46	0.93	0.94
326	1.04	0.48	0.36	0.67	0.8	357	1.04	0.27	0.58	1.19	0.94
327	1.04	0.06	0.8	0.67	0.8	358	1.04	0.27	0.58	1.19	0.94
328	1.04	0.69	-0.08	0.93	0.8	359	0.6	0.06	1.02	1.45	0.94
329	0.16	0.9	0.58	0.93	0.8	360	0.82	0.69	1.02	0.67	1.01
330	1.04	-0.17	0.8	0.93	0.8	361	1.48	0.9	-0.08	0.93	1.01
331	0.82	0.69	-0.08	1.19	0.8	362	0.38	1.53	0.36	0.93	1.01
332	0.6	0.69	0.14	1.19	0.8	363	0.38	0.69	1.24	0.93	1.01
333	-0.06	0.48	1.02	1.19	0.8	364	0.38	0.69	1.02	1.19	1.01
334	0.38	0.06	0.8	1.45	0.8	365	0.16	0.9	0.58	1.71	1.01
335	0.16	0.48	0.36	1.71	0.8	366	1.26	0.27	1.46	0.41	1.08
336	0.38	1.11	1.02	0.15	0.87	367	0.38	1.32	1.02	0.67	1.08
337	0.16	0.9	1.02	0.67	0.87	368	-0.28	1.74	1.24	0.67	1.08



ตาราง 80 (ต่อ)

ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ					ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม		ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม
369	0.16	1.32	0.8	1.19	1.08	378	1.26	1.32	0.58	0.93	1.22
370	1.26	0.27	0.58	1.45	1.08	379	1.26	0.9	1.24	0.93	1.29
371	0.82	0.9	0.14	1.71	1.08	380	0.6	1.32	1.02	1.71	1.36
372	0.6	0.48	0.8	1.71	1.08	381	1.04	1.53	1.02	1.19	1.43
373	0.16	0.69	1.02	1.71	1.08	382	0.82	1.11	1.68	1.19	1.43
374	0.82	0.9	0.8	1.19	1.15	383	0.6	1.11	1.68	1.45	1.43
375	0.38	1.74	0.8	0.93	1.15	384	0.82	1.53	1.46	1.19	1.5
376	0.6	0.9	1.46	0.93	1.15	385	1.26	0.9	1.24	1.71	1.5
377	1.04	0.9	0.8	1.19	1.15	386	0.6	1.74	1.68	1.19	1.57

ตาราง 81 ค่าสถิติพื้นฐานความสามารถของผู้สอบวัดความถนัดทางการเรียน

องค์ประกอบ	N	Min	Max	$\bar{x}$	S.D.
ความถนัดทางภาษา	386	-1.38	1.70	0.27	.53
ความถนัดด้านจำนวน	386	-1.43	1.74	-0.04	.63
ความถนัดด้านเหตุผล	386	-1.40	1.68	0.09	.59
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	386	-1.41	1.71	0.28	.72
รวม	386	-1.37	1.57	0.19	.56

## 1.2 ค่าความสามารถของผู้สอบจากการทดสอบด้วยโปรแกรมการทดสอบ

ตาราง 82 ค่าความสามารถของผู้สอบจากผลการทดสอบความถนัดทางการเรียนด้วยโปรแกรมการทดสอบ  
ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ					ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม		ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม
1	.55	.12	.12	.11	.22	7	.66	.45	.92	.21	.56
2	.53	.22	.10	.45	.33	8	.66	.45	.68	.46	.56
3	.67	.23	.68	-.23	.34	9	.66	.56	.56	.89	.67
4	.76	.21	.22	.58	.44	10	.68	.57	.91	.57	.68
5	.76	.21	.22	.58	.44	11	.67	.54	.80	.90	.73
6	.54	.32	.66	.45	.50	12	.97	.79	1.02	.81	.90



ตาราง 82 (ต่อ)

ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ					ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม		ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม
13	.55	.12	.12	.11	.22	45	1.08	2.01	-.23	.22	.77
14	.76	.21	.22	.58	.44	46	.64	1.04	.45	1.01	.78
15	.76	.21	.22	.58	.44	47	1.08	2.01	-.11	.22	.80
16	.78	.11	.58	.49	.49	48	.88	.67	.91	.90	.84
17	.54	.32	.66	.45	.50	49	.99	.46	1.14	.89	.87
18	.53	.23	.80	.57	.53	50	1.00	1.00	.67	1.00	.92
19	.76	.57	.22	.67	.55	51	.65	1.03	1.35	1.18	1.05
20	.78	.22	.68	.69	.59	52	.65	1.03	1.35	1.18	1.05
21	.87	.69	.45	.56	.64	53	.64	1.25	1.06	1.29	1.06
22	.87	.69	.45	.56	.64	54	.64	1.25	1.06	1.29	1.06
23	.68	.57	.91	.57	.68	55	.95	1.00	1.39	1.18	1.13
24	.66	.80	.66	.77	.72	56	1.10	.99	1.05	1.41	1.14
25	.55	.69	.90	.88	.75	57	.98	1.34	.95	1.29	1.14
26	.55	.69	.90	.88	.75	58	1.05	.57	1.91	1.09	1.16
27	.98	.81	.68	.66	.78	59	.98	.90	1.61	1.17	1.17
28	.87	.56	1.11	.70	.81	60	.54	1.26	.69	2.20	1.17
29	1.00	1.01	.34	.91	.82	61	1.12	.64	1.48	1.53	1.19
30	1.00	1.01	.34	.91	.82	62	1.07	.84	1.26	1.73	1.23
31	1.00	1.01	.34	.91	.82	63	.99	.99	1.09	1.83	1.23
32	1.00	1.01	.34	.91	.82	64	.94	1.12	1.48	1.41	1.24
33	.66	1.01	.67	1.00	.84	65	.65	1.21	1.27	1.83	1.24
34	.65	1.15	.89	1.00	.93	66	.77	1.91	1.73	.68	1.27
35	.65	1.15	.89	1.00	.93	67	1.84	.76	1.39	1.23	1.31
36	.97	1.15	.93	.79	.96	68	1.29	.90	1.33	1.82	1.34
37	1.05	.57	1.91	1.09	1.16	69	.74	1.10	2.37	1.16	1.34
38	1.12	.64	1.48	1.53	1.19	70	1.30	1.36	1.13	1.67	1.37
39	1.00	2.50	-.14	2.16	1.38	71	1.30	1.36	1.13	1.67	1.37
40	.76	.21	.22	.58	.44	72	1.00	2.50	-.06	2.16	1.40
41	.76	.21	.22	.58	.44	73	.86	.88	2.18	1.67	1.40
42	.75	.33	.55	.90	.63	74	1.84	.97	1.52	1.35	1.42
43	.66	.56	.56	.89	.67	75	1.10	1.45	1.21	2.15	1.48
44	1.07	.90	-1.24	2.07	.70	76	.75	2.62	1.46	1.12	1.49



ตาราง 82 (ต่อ)

ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ					ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม		ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม
77	.75	2.12	1.91	1.40	1.54	79	1.23	2.67	2.37	1.43	1.93
78	.76	1.58	1.97	2.16	1.62						

ตาราง 83 ค่าความสามารถของผู้สอบจากผลการทดสอบความถนัดทางการเรียนด้วยโปรแกรมการทดสอบ  
ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ					ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม		ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม
1	.54	.32	.11	-1.16	-.05	25	.89	.98	.46	.79	.78
2	.22	.34	.33	-1.04	-.04	26	1.09	.57	.57	1.02	.81
3	.54	.22	.22	.33	.33	27	.87	.56	1.11	.70	.81
4	.11	.11	.33	1.01	.39	28	.33	.88	1.13	1.01	.84
5	.11	.56	.23	.67	.39	29	.79	.91	.79	.91	.85
6	.54	.33	.46	.33	.42	30	.54	1.01	.90	.98	.86
7	.21	.44	.32	.78	.44	31	.44	.80	1.13	1.11	.87
8	.89	.22	.56	.11	.45	32	.56	.89	1.13	1.00	.90
9	.57	.12	.34	.79	.45	33	.88	.90	.80	1.01	.90
10	.22	1.01	.45	.22	.47	34	.99	1.14	.58	.91	.90
11	.88	.56	.24	.23	.47	35	.65	1.15	.89	1.00	.93
12	.66	.33	.33	.89	.55	36	.58	1.02	1.01	1.12	.93
13	.66	.90	.33	.58	.62	37	1.09	.87	1.04	.78	.94
14	.88	.35	.57	.90	.67	38	.97	1.15	.93	.79	.96
15	.98	.45	.22	1.12	.69	39	.89	1.11	1.03	1.11	1.04
16	.43	1.03	.67	.99	.78	40	1.10	1.15	1.01	1.02	1.07
17	.57	.43	.33	.47	.45	41	.34	-.82	.70	.67	.22
18	.53	.23	.80	.57	.53	42	.34	-.64	.70	.67	.27
19	.68	.46	.33	.73	.55	43	.34	-.34	.70	.67	.34
20	.78	.22	.68	.69	.59	44	.99	.12	.33	.23	.42
21	.78	.98	.44	.37	.64	45	.78	.11	.58	.49	.49
22	.78	1.04	.93	.11	.71	46	.78	.11	.58	.49	.49
23	.66	.80	.66	.77	.72	47	.43	.21	.78	.56	.50
24	1.01	.56	.56	.89	.75	48	.64	.33	.21	.90	.52



ตาราง 83 (ต่อ)

ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ					ผู้สอบ คนที่	ค่าความสามารถ				
	ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม		ภาษา	จำนวน	เหตุผล	มิติ สัมพันธ์	ภาพรวม
49	.64	.33	.21	.90	.52	65	.98	.81	.68	.66	.78
50	.76	.57	.22	.67	.55	66	.98	.81	.68	.66	.78
51	.87	.46	.44	.46	.56	67	.66	.78	.69	1.01	.78
52	.87	.69	.45	.56	.64	68	.77	.44	1.03	.89	.78
53	.87	.69	.45	.56	.64	69	.65	.91	.77	.81	.78
54	.87	.69	.45	.56	.64	70	.44	.89	.92	1.00	.81
55	.87	.69	.45	.56	.64	71	.44	.89	.92	1.00	.81
56	.69	.45	.90	.70	.69	72	1.00	1.01	.34	.91	.82
57	.88	.55	.55	.77	.69	73	1.00	1.01	.34	.91	.82
58	.88	.55	.55	.77	.69	74	1.00	1.01	.34	.91	.82
59	.44	.45	.91	1.01	.70	75	1.00	1.01	.34	.91	.82
60	.97	.78	.58	.61	.73	76	1.00	1.01	.34	.91	.82
61	.55	.69	.90	.88	.75	77	.66	1.01	.67	1.00	.84
62	.55	.69	.90	.88	.75	78	.65	1.15	.89	1.00	.93
63	.55	.69	.90	.88	.75	79	1.10	1.15	1.00	.78	1.01
64	.55	.69	.90	.88	.75						



ภาคผนวก ฉ  
หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย





ที่ ศธ ๐๕๓๐.๕(๑)/ ว ๒๗๘๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๕๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับ  
องค์ประกอบความถนัดทางภาษา และตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา

เรียน .....

ด้วย นางสาวนฤมล ชุนไกร นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะ  
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบ  
ความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓  
ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
(ปร.ด.) โดยมี อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ เป็นประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.จตุภูมิ  
เขตจัตุรัส เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ใน  
เรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความสอดคล้องของ  
เนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบความถนัดทางภาษา และตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ซึ่งเป็น  
ขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า  
คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ชูกำแหง)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน รักษาราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร ๐-๔๓๗๔-๓๑๗๕

เบอร์โทรนิสิต ๐-๘๐๗๐-๑๕๗๘-๑







ที่ ศธ ๐๕๓๐.๕(๑)/ ว ๒๗๘๘

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๕๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับ  
องค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน และตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา

เรียน .....

ด้วย นางสาวนฤมล ชุนไกร นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะ  
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบ  
ความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓  
ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
(ปร.ด.) โดยมี อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ เป็นประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.จตุภูมิ  
เขตจัตุรัส เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ใน  
เรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความสอดคล้องของ  
เนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน และตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ซึ่งเป็น  
ขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า  
คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ชูกำแหง)  
รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน รักษาราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร ๐-๔๓๗๔-๓๑๗๕  
เบอร์โทรนิสิต ๐-๘๐๗๐-๑๕๗๘-๑





ที่ ศธ ๐๕๓๐.๕(๑)/ ว ๒๗๘๘

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๕๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับ  
องค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน และตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา

เรียน .....

ด้วย นางสาวนฤมล ชุนไกร นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะ  
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบ  
ความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓  
ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
(ปร.ด.) โดยมี อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ เป็นประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.จตุภูมิ  
เขตจัตุรัส เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ใน  
เรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความสอดคล้องของ  
เนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล และตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ซึ่งเป็น  
ขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า  
คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ชูกำแหง)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน รักษาราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร ๐-๔๓๗๔-๓๑๗๕

เบอร์โทรนิสิต ๐-๘๐๗๐-๑๕๗๘-๑





ที่ ศธ ๐๕๓๐.๕(๑)/ ว ๒๗๘๗

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒๔ ธันวาคม ๒๕๕๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับ  
องค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน และตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา

เรียน .....

ด้วย นางสาวนฤมล ชุนไกร นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะ  
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบ  
ความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓  
ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
(ปร.ด.) โดยมี อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ เป็นประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.จตุภูมิ  
เขตจัตุรัส เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ใน  
เรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความสอดคล้องของ  
เนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ และตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา ซึ่ง  
เป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อที่นิติตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า  
คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ชูกำแหง)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน รักษาราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร ๐-๔๓๗๔-๓๑๗๕

เบอร์โทรนิสิต ๐-๘๐๗๐-๑๕๗๘-๑





ที่ ศธ ๐๕๓๐.๕(๑)/ ๑๖๓๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๑๖ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขออนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

ด้วย นางสาวนฤมล ชุนไกร นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) โดยมี อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ เป็นประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.จตุภูมิ เขตจัตุรัส เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้อนุเคราะห์ให้ นางสาวนฤมล ชุนไกร เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยจากสถานศึกษาของท่านในช่วงวันที่ ๑๗ - ๒๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๗ ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานกับ ..... เป็นที่เรียบร้อยแล้ว และใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน กรอกข้อมูลในแบบตอบรับที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อยืนยันการอนุเคราะห์หรือปฏิเสธการเก็บรวบรวมข้อมูล และนำส่งที่ทำการไปรษณีย์ ภายในวันที่ ๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๗ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ และประกันคุณภาพ  
รักษาราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร ๐-๔๓๗๔-๓๑๗๕

เบอร์โทรนิสิต ๐-๘๐๗๐-๑๕๗๘-๑





## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร ๖๐๖๕, โทรสาร ๐-๔๓๗๔-๓๑๗๕  
ที่ ศธ ๐๕๓๐.๕(๑)/๑๖๐๗๔ วันที่ ๒๕ กรกฎาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสมของโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน

เรียน .....

ด้วย นางสาวณมล ขุนไกร นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) โดยมี อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ เป็นประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.จตุภูมิ เขตจัตุรัส เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในด้านการวัดและประเมินผลเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสมของโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ สำหรับการทำให้วิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พชรวิทย์ จันทรศิริสิริ)  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์





ที่ ศธ ๐๕๓๐.๕(๑) / ๐๐๔๕๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๘ กรกฎาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามกับ  
เกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-social)

เรียน .....

ด้วย นางสาวนฤมล ขุนไกร นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการ  
ทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่  
๓ ภายใต้เงื่อนไขการทบทวนคำตอบที่แตกต่างกัน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎี  
บัณฑิต (ปร.ด.) โดยมีอาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ เป็นประธานควบคุมวิทยานิพนธ์  
และอาจารย์ ดร.จตุภูมิ เขตจัตุรัส เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้รอบรู้ มีความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็น  
อย่างยิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามกับ  
เกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-social) ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้  
เพื่อที่นิตจะได้นำไปใช้ในการดำเนินการในขั้นต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ  
ความกรุณาจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พชรวิทย์ จันท์ศิริสร)  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สำนักงานหลักสูตรคุษฎีบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร ๐-๔๓๗๔-๓๑๗๕  
เบอร์โทรนิสิต ๐-๘๐๗๐-๑๕๗๘-๑





ที่ ศธ 0530.5(1)/01807

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

๙ สิงหาคม 2557

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

ด้วย นางสาวนฤมล ขุนไกร นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) โดยมี อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ และ อาจารย์ ดร.จตุภูมิ เขตจัตุรัส เป็นคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ดังนั้น เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้ผู้วิจัยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมอินเทอร์เน็ต จากสถานศึกษาของท่าน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยจากครูผู้สอนจำนวน 2 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้อง ทำการทดสอบและประเมินผลโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ และในวันเก็บรวบรวมข้อมูลขอความอนุเคราะห์ให้สถานศึกษาเตรียมคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับชั้น ม.1 และ ม.2 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยอีกทั้ง ส่งคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างให้กับผู้วิจัยภายใน 31 ตุลาคม 2557 นี้ ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อที่นิติตจะได้นำไปใช้ในการดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความกรุณาจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พชรวิทย์ จันท์ศิริสิริ)  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สำนักงานหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4374-3175  
เบอร์โทรนิสิต 0-9868-3060-7





ที่ ศธ ๐๕๓๐.๕(๑)/ว ๒๕๕๓

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ๔๕๐๐๐

๓๑ ตุลาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

ด้วย นางสาวนฤมล ขุนไกร นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) โดยมี อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ เป็นประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.จตุภูมิ เขตจัตุรัส เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน ๑ ห้อง ทำการทดสอบและประเมินผลโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมอินเทอร์เน็ตจากสถานศึกษาของท่าน ใช้เวลาเก็บข้อมูล ๒ ชั่วโมง ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อที่นิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.สุวัฒน์ จุลสุวรรณ)

รองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน รักษาราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร ๐-๔๓๗๔-๓๑๗๕

เบอร์โทรนิสิต ๐-๔๘๖๘-๓๐๖๐-๗





ภาคผนวก ข  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



## ตัวอย่าง

แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบความถนัดทางภาษา  
ตามแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สโตน (Thurstone) และตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา

## คำชี้แจง

1. แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ประกอบด้วย
  - 1.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความถนัดทางการเรียน ความคิดรวบยอด และเนื้อหาที่ใช้วัดในแต่ละองค์ประกอบ
  - 1.2 ตารางแสดงจำนวนข้อสอบที่เขียนทั้งหมดและที่ต้องการ
  - 1.3 นิยามศัพท์เฉพาะ
  - 1.4 แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบทางภาษา ซึ่งข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ
2. การพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบและองค์ประกอบความถนัดทางภาษา ให้ท่านพิจารณาให้คะแนนความสอดคล้อง ดังนี้
 

ให้ +1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้สอดคล้องกับองค์ประกอบความถนัดทางภาษา
ให้ 0 คะแนน	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้สอดคล้องกับองค์ประกอบความถนัดทางภาษา
ให้ -1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้ไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบความถนัดทางภาษา
3. การพิจารณาความเหมาะสมของภาษา ให้ท่านพิจารณาให้คะแนนความเหมาะสม ดังนี้
 

ให้ +1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นใช้ภาษาได้เหมาะสมกับนักเรียนชั้น ม.3
ให้ 0 คะแนน	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นใช้ภาษาได้เหมาะสมกับนักเรียนชั้น ม.3
ให้ -1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นใช้ภาษาได้ไม่เหมาะสมกับนักเรียนชั้น ม.3
4. หากมีข้อคิดเห็นเพิ่มเติม ให้ท่านระบุไว้ในช่องหมายเหตุ



**ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความถนัดทางการเรียน  
ความคิดรวบยอด และเนื้อหาที่ใช้วัดในแต่ละองค์ประกอบ**

องค์ประกอบ	ความคิดรวบยอด	เนื้อหาที่ใช้วัด
ความถนัดทางภาษา	แสดงถึงความสามารถด้านความเข้าใจภาษาและการสื่อสารทั่ว ๆ ไป ซึ่งผู้ที่มีองค์ประกอบด้านนี้สูงจะมีความสามารถในการอ่านเอาเรื่อง อ่านแบบเข้าใจความหมาย รู้ความสัมพันธ์ของคำ รู้ความหมายของศัพท์ได้อย่างดี	คำตรงข้าม
		คำที่มีความหมายใกล้เคียง
		ศัพท์สัมพันธ์
		ความเข้าใจภาษา - บทประพันธ์ - สถานการณ์ - ภาพ
		การสังเคราะห์ข้อความ
ความถนัดด้านจำนวน	แสดงถึงความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี มีความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ และความหมายของจำนวน และมีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิตได้อย่างดี	ตัวเลขอนุกรม
		- ตัวเลขอนุกรมธรรมดา - ตัวเลขอนุกรมหลายชั้น
		คณิตศาสตร์เหตุผล
ความถนัดด้านเหตุผล	แสดงถึงความสามารถด้านวิจารณ์ญาณ หาเหตุหาผลค้นคว้าหาความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือทฤษฎี	การจำแนกประเภท
		- แบบภาษา - แบบภาพ
		การอุปมาอุปไมย
		- แบบภาษา - แบบภาพ
		แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ
		สรุปความ
		ความสามารถด้านวิเคราะห์
ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์	แสดงถึงความสามารถในการเข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความสั้น ยาว ไกล ใกล้ และพื้นที่หรือทรวดทรงที่มีขนาดและปริมาตรแตกต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกัน สามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่	แบบซ้อนภาพ
		- ภาพเหมือน - ภาพทรงเรขาคณิต
		แบบซ้อนภาพ
		แบบแยกภาพ
		แบบต่อภาพ
		แบบหมุนภาพ
		แบบประกอบภาพสามมิติ
		แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์
		การนับลูกบาศก์



ตารางแสดงจำนวนข้อสอบที่เขียนทั้งหมดและที่ต้องการ

องค์ประกอบ	เนื้อหาที่ใช้วัด	จำนวนข้อสอบ		
		ทั้งหมด	ต้องการ	
ความถนัด ทางภาษา	คำตรงข้าม	15	12	
	คำที่มีความหมายใกล้เคียง	15	12	
	ศัพท์สัมพันธ์	15	12	
	ความเข้าใจภาษา	บทประพันธ์	15	12
		สถานการณ์	15	12
		ภาพ	15	12
		การสังเคราะห์ข้อความ	10	8
ความถนัด ด้านจำนวน	ตัวเลขอนุกรม	ตัวเลขอนุกรมธรรมดา	30	25
		ตัวเลขอนุกรมหลายชั้น	30	25
	คณิตศาสตร์เหตุผล	40	35	
ความถนัด ด้านเหตุผล	การจำแนกประเภท	แบบภาษา	10	8
		แบบภาพ	10	8
	การอุปมาอุปไมย	แบบภาษา	10	8
		แบบภาพ	10	8
		แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ	20	17
		สรุปความ	20	17
		ความสามารถด้านวิเคราะห์	20	17
ความถนัด ด้านมิติสัมพันธ์	แบบซ้อนภาพ	ภาพเหมือน	10	8
		ภาพทรงเรขาคณิต	10	8
		แบบซ้อนภาพ	10	8
		แบบแยกภาพ	10	8
		แบบต่อภาพ	10	8
		แบบหมุนภาพ	10	8
		แบบประกอบภาพสามมิติ	15	12
		แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์	15	12
		การนับลูกบาศก์	10	8
		รวม	400	328



### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถของบุคคลทางด้านวิชาการต่าง ๆ โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้สอบแต่ละคนว่าจะสามารถศึกษาต่อไปในแขนงใด หรือนำมาใช้ในการแนะแนวอาชีพ ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบทดสอบความถนัดที่สร้างขึ้นตามแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ โดยแบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหาฉบับนี้ จะเป็นแบบประเมินเฉพาะความถนัดทางภาษาเท่านั้น

2. ความถนัดทางภาษา หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่วัดได้จากเนื้อหา ดังนี้

2.1 คำตรงข้าม หมายถึง การแปลความหมายของคำศัพท์ที่กำหนดให้ว่ามีความหมายตรงข้ามกับคำศัพท์ในข้อใด

2.2 คำที่มีความหมายใกล้เคียง หมายถึง การแปลความหมายของคำศัพท์ที่กำหนด ให้ว่ามีความหมายใกล้เคียงกับคำศัพท์ในข้อใด

2.3 ศัพท์สัมพันธ์ หมายถึง การแปลความหมายของคำศัพท์ที่กำหนดให้ แล้วเปรียบเทียบกับว่ามีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับคำศัพท์ในข้อใด

2.4 ความเข้าใจภาษา หมายถึง การอ่านและทำความเข้าใจ ข้อความ ศัพท์ และสำนวนที่กำหนดให้

2.5 การสังเคราะห์ข้อความ หมายถึง การเรียงข้อความให้ได้ความสละสลวยถูกต้องตามหลักภาษาจากข้อความหรือประโยคย่อย ๆ ที่กำหนดให้

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง  
นางสาวนฤมล ชุนไกร  
ผู้วิจัย



ข้อสอบ องค์ประกอบความถนัด ทางภาษา	เนื้อหา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						หมายเหตุ
		ความ สอดคล้องของ เนื้อหา			ความ เหมาะสมของ ภาษา			
		+1	0	-1	+1	0	-1	
1. คำว่า “ซึก” มีความหมายตรง ข้ามกับคำในข้อใด ก. กระจาก ข. ดิ่ง ค. กระจุก ง. ผลัก จ. จุด	<input checked="" type="checkbox"/> คำตรงข้าม <input type="checkbox"/> คำที่มีความหมาย ใกล้เคียง <input type="checkbox"/> ศัพท์สัมพันธ์ <input type="checkbox"/> ความเข้าใจภาษา <input type="checkbox"/> การสังเคราะห์ ข้อความ							
2. คำว่า “แฉ” มีความหมาย ใกล้เคียงที่สุดกับคำในข้อใด ก. พุด ข. บอก ค. อวด ง. เปร่ง จ. ออก	<input type="checkbox"/> คำตรงข้าม <input checked="" type="checkbox"/> คำที่มีความหมาย ใกล้เคียง <input type="checkbox"/> ศัพท์สัมพันธ์ <input type="checkbox"/> ความเข้าใจภาษา <input type="checkbox"/> การสังเคราะห์ ข้อความ							
3. “คั่นคว่ำ” เกี่ยวข้องกับคำในข้อ ใดมากที่สุด ก. นักสืบ ข. นักปรัชญา ค. นักบัญชี ง. นักรบ จ. นักเรียน	<input type="checkbox"/> คำตรงข้าม <input type="checkbox"/> คำที่มีความหมาย ใกล้เคียง <input checked="" type="checkbox"/> ศัพท์สัมพันธ์ <input type="checkbox"/> ความเข้าใจภาษา <input type="checkbox"/> การสังเคราะห์ ข้อความ							
4. “เกิดถาจะรื้อรบ ตรลบวึ่งเข้าชิงแดน พันเสียให้นับแสน ให้เศียรขาดลงดาษดิน” คำประพันธ์บทนี้ ให้ความรู้สึกใน ด้านใดมากที่สุด ก. ความอาฆาต ข. ความทุกข์ยาก ค. ความพยายาม ง. ความเศร้า จ. ความโกรธ	<input type="checkbox"/> คำตรงข้าม <input type="checkbox"/> คำที่มีความหมาย ใกล้เคียง <input type="checkbox"/> ศัพท์สัมพันธ์ <input checked="" type="checkbox"/> ความเข้าใจภาษา <input type="checkbox"/> การสังเคราะห์ ข้อความ							



**ตัวอย่าง**  
**แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน**  
**ตามแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สโตน (Thurstone) และตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา**

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหาฉบับนี้ ประกอบด้วย
  - 1.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความถนัดทางการเรียน ความคิดรวบยอด และเนื้อหาที่ใช้วัดในแต่ละองค์ประกอบ
  - 1.2 ตารางแสดงจำนวนข้อสอบที่เขียนทั้งหมดและที่ต้องการ
  - 1.3 นิยามศัพท์เฉพาะ
  - 1.4 แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบด้านจำนวน ซึ่งข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ
2. การพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบและองค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน ให้ท่านพิจารณาให้คะแนนความสอดคล้อง ดังนี้
 

ให้ +1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้สอดคล้องกับองค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน
ให้ 0 คะแนน	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้สอดคล้องกับองค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน
ให้ -1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้ไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบความถนัดด้านจำนวน
3. การพิจารณาความเหมาะสมของภาษา ให้ท่านพิจารณาให้คะแนนความเหมาะสม ดังนี้
 

ให้ +1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นใช้ภาษาได้เหมาะสมกับนักเรียนชั้น ม.3
ให้ 0 คะแนน	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นใช้ภาษาได้เหมาะสมกับนักเรียนชั้น ม.3
ให้ -1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นใช้ภาษาได้ไม่เหมาะสมกับนักเรียนชั้น ม.3
4. หากมีข้อคิดเห็นเพิ่มเติม ให้ท่านระบุไว้ในช่องหมายเหตุ



## นียมศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถของบุคคลทางด้านวิชาการต่าง ๆ โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้สอบแต่ละคนว่าจะสามารถศึกษาต่อไปในแขนงใด หรือนำมาใช้ในการแนะแนวอาชีพ ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบทดสอบความถนัดที่สร้างขึ้นตามแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ โดยแบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหาฉบับนี้ จะเป็นแบบประเมินเฉพาะความถนัดด้านจำนวนเท่านั้น

2. ความถนัดด้านจำนวน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่วัดได้จากเนื้อหา ดังนี้

2.1 ตัวเลขอนุกรม หมายถึง การวางตัวเลขอย่างเป็นระบบ มีกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นชุด ๆ แล้วตัดตัวเลขใดตัวเลขหนึ่งในระบบออกหรืออาจเป็นตัวถัดไป โดยให้ผู้สอบพิจารณาว่าน่าจะเป็นตัวเลขใด

2.2 คณิตศาสตร์เหตุผล หมายถึง การทำความเข้าใจคำถามที่เน้นในเรื่องวิธีการ หลักการ การแปลความ การตีความ การไล่เลียงหาเหตุผล การเปรียบเทียบ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มโนภาพ ขั้นตอนการพิสูจน์ และการประเมินค่า

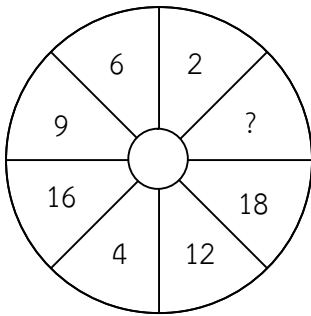
ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นางสาวนฤมล ชุนไกร

ผู้วิจัย





ข้อสอบ องค์ประกอบความถนัด ด้านจำนวน	เนื้อหา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						หมายเหตุ
		ความ สอดคล้อง ของเนื้อหา			ความ เหมาะสม ของภาษา			
		+1	0	-1	+1	0	-1	
1) 16 15 17 16 ...?.... 17 19 ก. 19                    ข. 18 ค. 17                    ง. 16 จ. 15	<input checked="" type="checkbox"/> ตัวเลขอนุกรม <input type="checkbox"/> คณิตศาสตร์ เหตุผล							
2)  ก. 4                    ข. 6 ค. 7                    ง. 8 จ. 9	<input checked="" type="checkbox"/> ตัวเลขอนุกรม <input type="checkbox"/> คณิตศาสตร์ เหตุผล							
3) 1 ถึง 10 บวกกันได้เท่าไร ก. 11                    ข. 22 ค. 33                    ง. 44 จ. 55	<input type="checkbox"/> ตัวเลขอนุกรม <input checked="" type="checkbox"/> คณิตศาสตร์ เหตุผล							
4) ผลลัพธ์ของ $65 - 23$ มีค่าตรงกับข้อใด ก. $35 + 7$ ข. $28 + 15$ ค. $(-8) + 56$ ง. $100 + (-18)$ จ. $46 + 42$	<input type="checkbox"/> ตัวเลขอนุกรม <input checked="" type="checkbox"/> คณิตศาสตร์ เหตุผล							



## ตัวอย่าง

แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ตามแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สโตน (Thurstone) และตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา

## คำชี้แจง

1. แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหาฉบับนี้ ประกอบด้วย
  - 1.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความถนัดทางการเรียน ความคิดรวบยอด และเนื้อหาที่ใช้วัดในแต่ละองค์ประกอบ
  - 1.2 ตารางแสดงจำนวนข้อสอบที่เขียนทั้งหมดและที่ต้องการ
  - 1.3 นิยามศัพท์เฉพาะ
  - 1.4 แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ
2. การพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบและองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ให้ท่านพิจารณาให้คะแนนความสอดคล้อง ดังนี้
 

ให้ +1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้สอดคล้องกับองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์
ให้ 0 คะแนน	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้สอดคล้องกับองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์
ให้ -1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้ไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์
3. การพิจารณาความเหมาะสมของภาษา ให้ท่านพิจารณาให้คะแนนความเหมาะสม ดังนี้
 

ให้ +1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นใช้ภาษาได้เหมาะสมกับนักเรียนชั้น ม.3
ให้ 0 คะแนน	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นใช้ภาษาได้เหมาะสมกับนักเรียนชั้น ม.3
ให้ -1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นใช้ภาษาได้ไม่เหมาะสมกับนักเรียนชั้น ม.3
4. หากมีข้อคิดเห็นเพิ่มเติม ให้ท่านระบุไว้ในช่องหมายเหตุ



## นียมศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถของบุคคลทางด้านวิชาการต่าง ๆ โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้สอบแต่ละคนว่าจะสามารถศึกษาต่อไปในแขนงใด หรือนำมาใช้ในการแนะแนวอาชีพ ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบทดสอบความถนัดที่สร้างขึ้นตามแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ โดยแบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหาฉบับนี้ จะเป็นแบบประเมินเฉพาะความถนัดด้านมิติสัมพันธ์เท่านั้น

2. ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่วัดได้จากเนื้อหาดังนี้

2.1 แบบซ้อนภาพ หมายถึง การมองภาพที่มีสิ่งกีดขวาง กีดกันหรือเส้นทับ จนมองเห็นรูปร่างไม่ถนัด จะเห็นแต่เพียงบางส่วนเท่านั้น

2.2 แบบซ้อนภาพ หมายถึง การมองภาพที่กำหนดให้ 2 ภาพ เมื่อนำมาซ้อนทับกันจะเป็นภาพอะไร

2.3 แบบแยกภาพ หมายถึง การพิจารณาแยกภาพที่กำหนดให้ว่าถ้าแยกแล้วจะได้แก่กลุ่มใด

2.4 แบบต่อภาพ หมายถึง การกำหนดภาพที่ไม่สมบูรณ์แบบมาให้ แล้วให้ผู้สอบเลือกภาพที่นำมาต่อกับภาพที่กำหนดให้แล้วได้ภาพที่สมบูรณ์

2.5 แบบหมุนภาพ หมายถึง การกำหนดภาพมาให้ 1 ภาพ แล้วให้ผู้สอบเลือกภาพที่เกิดจากการหมุนว่าจะเป็นรูปใด

2.6 แบบประกอบภาพสามมิติ หมายถึง การกำหนดภาพในแบบระนาบหรือแบบมิติเดียว แล้วให้ผู้สอบเลือกภาพที่พับเป็นทรงสามมิติจากภาพที่กำหนดให้

2.7 แบบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ หมายถึง การพิจารณาลูกบาศก์ที่กำหนดไว้ 3 ลูก ซึ่งแต่ละหน้าจะมีสัญลักษณ์กำกับ แล้วให้ผู้สอบหาด้านตรงข้ามกับด้านที่กำหนด



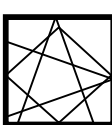
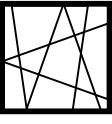
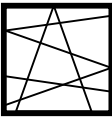
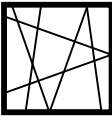
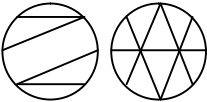
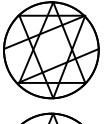
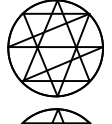
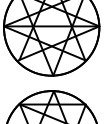
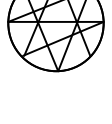

2.8 การนับลูกบาศก์ หมายถึง การนำเอาลูกบาศก์มาซ้อนทับกันโดยให้เห็นเป็นบางส่วน แล้วให้ผู้สอบใช้จินตนาการนับจำนวนลูกบาศก์









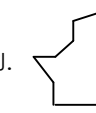
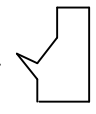
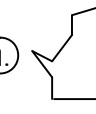
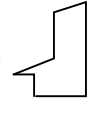
ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นางสาวนฤมล ชุนไกร







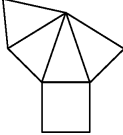

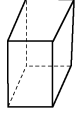

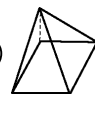

ผู้วิจัย



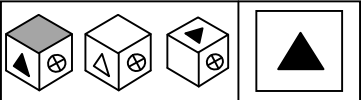

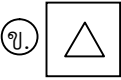



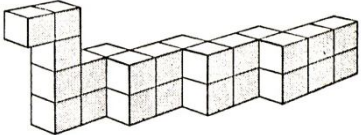
ข้อสอบ องค์ประกอบความถนัด ด้านจำนวน	เนื้อหา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						หมายเหตุ
		ความ สอดคล้อง ของเนื้อหา			ความ เหมาะสม ของภาษา			
		+1	0	-1	+1	0	-1	
<p>1.  ภาพนี้ ซ่อนอยู่ใน ตัวเลือกใด (โดยมี ขนาดและทิศทาง ตามภาพ)</p> <p>ก.  ข. </p> <p>ค.  ง. </p> <p>จ. </p>	<input checked="" type="checkbox"/> แบบซ่อนภาพ <input type="checkbox"/> แบบซ่อนภาพ <input type="checkbox"/> แบบแยกภาพ <input type="checkbox"/> แบบต่อภาพ <input type="checkbox"/> แบบหมุนภาพ <input type="checkbox"/> แบบประกอบ ภาพสามมิติ <input type="checkbox"/> แบบหาด้าน ตรงข้ามจาก ลูกบาศก์ <input type="checkbox"/> การนับลูกบาศก์							
<p>2. </p> <p>จากภาพที่กำหนดให้ เมื่อนำมา ซ้อนทับกันสนิทจะได้ภาพที่มี ลักษณะตรงตามข้อใด</p> <p>ก.  ข. </p> <p>ค.  ง. </p> <p>จ. </p>	<input type="checkbox"/> แบบซ่อนภาพ <input checked="" type="checkbox"/> แบบซ่อนภาพ <input type="checkbox"/> แบบแยกภาพ <input type="checkbox"/> แบบต่อภาพ <input type="checkbox"/> แบบหมุนภาพ <input type="checkbox"/> แบบประกอบ ภาพสามมิติ <input type="checkbox"/> แบบหาด้าน ตรงข้ามจาก ลูกบาศก์ <input type="checkbox"/> การนับลูกบาศก์							

ข้อสอบ องค์ประกอบความถนัด ด้านจำนวน	เนื้อหา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						หมายเหตุ
		ความ สอดคล้อง ของเนื้อหา			ความ เหมาะสม ของภาษา			
		+1	0	-1	+1	0	-1	
3.  ถ้าตัดภาพนี้ออกจาก กันตามเส้นประ จะ เกิดรูปตามข้อใด  ก.  ข.  ค.  ง.  จ. 	<input type="checkbox"/> แบบซ้อนภาพ <input type="checkbox"/> แบบซ้อนภาพ <input checked="" type="checkbox"/> แบบแยกภาพ <input type="checkbox"/> แบบต่อภาพ <input type="checkbox"/> แบบหมุนภาพ <input type="checkbox"/> แบบประกอบ ภาพสามมิติ <input type="checkbox"/> แบบหาด้าน ตรงข้ามจาก ลูกบาศก์ <input type="checkbox"/> การนับลูกบาศก์							
4.  นำภาพที่กำหนดให้ ไปประกอบกับรูปใน ข้อใด จึงจะเป็น สี่เหลี่ยมจัตุรัส  ก.  ข.  ค.  ง.  จ. 	<input type="checkbox"/> แบบซ้อนภาพ <input type="checkbox"/> แบบซ้อนภาพ <input type="checkbox"/> แบบแยกภาพ <input checked="" type="checkbox"/> แบบต่อภาพ <input type="checkbox"/> แบบหมุนภาพ <input type="checkbox"/> แบบประกอบ ภาพสามมิติ <input type="checkbox"/> แบบหาด้าน ตรงข้ามจาก ลูกบาศก์ <input type="checkbox"/> การนับลูกบาศก์							



ข้อสอบ องค์ประกอบความถนัด ด้านจำนวน	เนื้อหา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						หมายเหตุ
		ความ สอดคล้อง ของเนื้อหา			ความ เหมาะสม ของภาษา			
		+1	0	-1	+1	0	-1	
5.  ภาพในข้อใด ที่สามารถ หมุนไปให้อยู่ในลักษณะ เดียวกันกับภาพที่ กำหนดให้  ก.  ข.  ค.  ง.  จ. 	<input type="checkbox"/> แบบซ้อนภาพ <input type="checkbox"/> แบบซ้อนภาพ <input type="checkbox"/> แบบแยกภาพ <input type="checkbox"/> แบบต่อภาพ <input checked="" type="checkbox"/> แบบหมุนภาพ <input type="checkbox"/> แบบประกอบ ภาพสามมิติ <input type="checkbox"/> แบบหาด้าน ตรงข้ามจาก ลูกบาศก์ <input type="checkbox"/> การนับลูกบาศก์							
6.  จากภาพคลี่ที่ กำหนดให้ เมื่อ ประกอบขึ้นจะได้ ภาพตรงกับข้อใด  ก.  ข.  ค.  ง.  จ. 	<input type="checkbox"/> แบบซ้อนภาพ <input type="checkbox"/> แบบซ้อนภาพ <input type="checkbox"/> แบบแยกภาพ <input type="checkbox"/> แบบต่อภาพ <input type="checkbox"/> แบบหมุนภาพ <input checked="" type="checkbox"/> แบบประกอบ ภาพสามมิติ <input type="checkbox"/> แบบหาด้าน ตรงข้ามจาก ลูกบาศก์ <input type="checkbox"/> การนับลูกบาศก์							



ข้อสอบ องค์ประกอบความถนัด ด้านจำนวน	เนื้อหา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						หมายเหตุ
		ความ สอดคล้อง ของเนื้อหา			ความ เหมาะสม ของภาษา			
		+1	0	-1	+1	0	-1	
<p>7. </p> <p>พิจารณาลูกบาศก์ในกรอบซ้าย ภาพในข้อใด เป็นภาพที่อยู่ตรงข้าม กับด้านในกรอบขวา</p> <p>ก.  ข. </p> <p>ค.  ง. </p> <p>จ. </p>	<input type="checkbox"/> แบบซ้อนภาพ <input type="checkbox"/> แบบซ้อนภาพ <input type="checkbox"/> แบบแยกภาพ <input type="checkbox"/> แบบต่อภาพ <input type="checkbox"/> แบบหมุนภาพ <input type="checkbox"/> แบบประกอบ ภาพสามมิติ <input checked="" type="checkbox"/> แบบหาด้าน ตรงข้ามจาก ลูกบาศก์ <input type="checkbox"/> การนับลูกบาศก์							
<p>8. </p> <p>กองลูกบาศก์นี้มีอยู่กี่ก้อน</p> <p>ก. 26 ก้อน    ข. 27 ก้อน</p> <p>ค. 28 ก้อน    ง. 29 ก้อน</p> <p>จ. 30 ก้อน</p>	<input type="checkbox"/> แบบซ้อนภาพ <input type="checkbox"/> แบบซ้อนภาพ <input type="checkbox"/> แบบแยกภาพ <input type="checkbox"/> แบบต่อภาพ <input type="checkbox"/> แบบหมุนภาพ <input type="checkbox"/> แบบประกอบ ภาพสามมิติ <input type="checkbox"/> แบบหาด้าน ตรงข้ามจาก ลูกบาศก์ <input checked="" type="checkbox"/> การนับลูกบาศก์							

## ตัวอย่าง

แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล  
ตามแนวคิดทฤษฎีของเทอร์สโตน (Thurstone) และตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา

## คำชี้แจง

1. แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหาฉบับนี้ ประกอบด้วย
  - 1.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความถนัดทางการเรียน ความคิดรวบยอด และเนื้อหาที่ใช้วัดในแต่ละองค์ประกอบ
  - 1.2 ตารางแสดงจำนวนข้อสอบที่เขียนทั้งหมดและที่ต้องการ
  - 1.3 นิยามศัพท์เฉพาะ
  - 1.4 แบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบกับองค์ประกอบด้านเหตุผล ซึ่งข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ
2. การพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ระหว่างข้อสอบและองค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล ให้ท่านพิจารณาให้คะแนนความสอดคล้อง ดังนี้
 

ให้ +1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้สอดคล้องกับองค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล
ให้ 0 คะแนน	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้สอดคล้องกับองค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล
ให้ -1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นวัดได้ไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบความถนัดด้านเหตุผล
3. การพิจารณาความเหมาะสมของภาษา ให้ท่านพิจารณาให้คะแนนความเหมาะสม ดังนี้
 

ให้ +1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นใช้ภาษาได้เหมาะสมกับนักเรียนชั้น ม.3
ให้ 0 คะแนน	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความนั้นใช้ภาษาได้เหมาะสมกับนักเรียนชั้น ม.3
ให้ -1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อความนั้นใช้ภาษาได้ไม่เหมาะสมกับนักเรียนชั้น ม.3
4. หากมีข้อคิดเห็นเพิ่มเติม ให้ท่านระบุไว้ในช่องหมายเหตุ





## นียมศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถของบุคคลทางด้านวิชาการต่าง ๆ โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้สอบแต่ละคนว่าจะสามารถศึกษาต่อไปในแขนงใด หรือนำมาใช้ในการแนะแนวอาชีพ ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบทดสอบความถนัดที่สร้างขึ้นตามแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความถนัดทางภาษา ความถนัดด้านจำนวน ความถนัดด้านเหตุผล และความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ โดยแบบประเมินความสอดคล้องของเนื้อหาฉบับนี้ จะเป็นแบบประเมินเฉพาะความถนัดด้านเหตุผลเท่านั้น

2. ความถนัดด้านเหตุผล หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่วัดได้จากเนื้อหาดังนี้

2.1 การจำแนกประเภท หมายถึง การพิจารณาเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ว่ามีอะไรเหมือนกัน มีอะไรต่างกัน

2.2 การอุปมาอุปไมย หมายถึง การพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของคำ 2 คำ อ้างอิงไปยังความหมายอื่นของอีก 2 คำ หรือกลุ่มมโนภาพ 2 กลุ่ม กับกลุ่มมโนภาพอีก 2 กลุ่ม

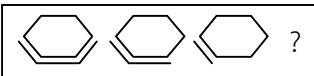
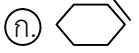
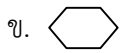
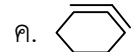
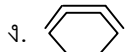
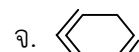
2.3 แบบอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ หมายถึง การวางภาพอย่างเป็นระบบ มีกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นชุด ๆ ตัดภาพใดภาพหนึ่งในระบบออกหรืออาจเป็นภาพถัดไป โดยให้ผู้สอบพิจารณาว่าน่าจะเป็นภาพใด

2.4 สรุปลความ หมายถึง การพิจารณาเหตุใหญ่และเหตุย่อย เมื่อมีเหตุมาเป็นเครื่องพิจารณาแล้วก็สามารถประเมินลงสรุปได้ว่าเป็นอย่างไร

2.5 ความสามารถด้านวิเคราะห์ หมายถึง การคิดหาความสัมพันธ์เกี่ยวข้องของชื่อสถานที่ เหตุการณ์ จากสถานการณ์ที่สมมติขึ้น

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง  
นางสาวนฤมล ชุนไกร  
ผู้วิจัย



ข้อสอบ องค์ประกอบความถนัด ด้านจำนวน	เนื้อหา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						หมายเหตุ
		ความ สอดคล้อง ของเนื้อหา			ความ เหมาะสม ของภาษา			
		+1	0	-1	+1	0	-1	
1. ข้อใดจัดอยู่ในประเภทเดียวกับ “เนื้อ นม ไข่” ก. ถั่ว                      ข. กะทิ ค. เผือก                    ง. กลัวย จ. ฟักทอง	<input checked="" type="checkbox"/> การจำแนก ประเภท <input type="checkbox"/> การอุปมาอุปไมย <input type="checkbox"/> แบบอนุกรมภาพ หรืออนุกรมมิติ <input type="checkbox"/> สรุปลความ <input type="checkbox"/> ความสามารถ ด้านวิเคราะห์							
2. กีฬา : กติกา → พระ : ? ก. วัด                      ข. ศิล ค. เถร                      ง. โบสถ์ จ. ธรรมะ	<input type="checkbox"/> การจำแนก ประเภท <input checked="" type="checkbox"/> การอุปมาอุปไมย <input type="checkbox"/> แบบอนุกรมภาพ หรืออนุกรมมิติ <input type="checkbox"/> สรุปลความ <input type="checkbox"/> ความสามารถ ด้านวิเคราะห์							
3.  ? ก.  ข.  ค.  ง.  จ. 	<input type="checkbox"/> การจำแนก ประเภท <input type="checkbox"/> การอุปมาอุปไมย <input checked="" type="checkbox"/> แบบอนุกรม ภาพ หรืออนุกรมมิติ <input type="checkbox"/> สรุปลความ <input type="checkbox"/> ความสามารถ ด้านวิเคราะห์							



ข้อสอบ องค์ประกอบความถนัด ด้านจำนวน	เนื้อหา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						หมายเหตุ
		ความ สอดคล้อง ของเนื้อหา			ความ เหมาะสม ของภาษา			
		+1	0	-1	+1	0	-1	
4. จุกเป็นน้อง ปุกเป็นพี่ ดังนั้น.... ก. ปุกฉลาดกว่าจุก ข. ปุกอายุมากกว่าจุก ค. ปุกเรียนเก่งกว่าจุก ง. ปุกเรียนชั้นสูงกว่าจุก จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้	<input type="checkbox"/> การจำแนก ประเภท <input type="checkbox"/> การอุปมาอุปไมย <input type="checkbox"/> แบบอนุกรมภาพ หรืออนุกรมมิติ <input checked="" type="checkbox"/> สรุปความ <input type="checkbox"/> ความสามารถ ด้านวิเคราะห์							
5. ทองคำสูงกว่าทองแดงและทองดี แต่ดีเยกว่าทองใบ ใครสูงที่สุด ก. ทองคำ ข. ทองดี ค. ทองแดง ง. ทองใบ จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้	<input type="checkbox"/> การจำแนก ประเภท <input type="checkbox"/> การอุปมาอุปไมย <input type="checkbox"/> แบบอนุกรมภาพ หรืออนุกรมมิติ <input type="checkbox"/> สรุปความ <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถ ด้านวิเคราะห์							



## ตัวอย่าง

## แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนทางภาษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

## คำชี้แจง

- ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล ระบุเพศ เลขที่ ชั้น โรงเรียน จังหวัด ให้เรียบร้อย พร้อมทั้งเขียนเลขที่แบบทดสอบ ลงในกระดาษคำตอบ เฉพาะในส่วนของความถนัดทางภาษาเท่านั้น
- แบบทดสอบความถนัดทางภาษาฉบับนี้ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มี 2 หน้า จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาสอบ 6 นาที
- ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ในส่วนของความถนัดด้านเหตุผล ดังตัวอย่าง ข้อ 0. เลือกคำตอบ ข.

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
0.		X			
00.					
000.					

หากต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย ดังตัวอย่าง การเปลี่ยนคำตอบจากข้อ 0. จากตัวเลือก ข. ไปเป็นตัวเลือก ง.

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
0.		X		X	
00.					
000.					

- ห้ามทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ หากต้องการทด ให้ทดได้ที่ “พื้นที่สำหรับทด” ในกระดาษ คำตอบที่กำหนดให้

☺ ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ ☺

นางสาวนฤมล ชุนไกร

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ห้ามเปิดหน้าถัดไป

จนกว่ากรรมการคุมสอบจะอนุญาต



1. คำว่า “ตึง” มีความหมายตรงข้ามกับคำ  
ในข้อใด

- ก. กระชาก      ข. ชัก  
ค. กระตุก      ง. ผลัก  
จ. ผุด

2. “อย่าทำตนเป็นคนหูเบา” คำที่ขีดเส้นใต้มี  
ความหมายตรงข้ามกับคำในข้อใด

- ก. เชื่อคนง่าย      ข. หนักแน่น  
ค. หูหนวก      ง. เหม่อลอย  
จ. ไว้ใจ

3. คำว่า “โศกเศร้า” มีความหมายใกล้เคียงกับ  
คำในข้อใดมากที่สุด

- ก. ทุกข์      ข. หนักใจ  
ค. ตรอมใจ      ง. ลำบาก  
จ. เสียใจ

4. “ต่างไม่ยอมอ่อนข้อให้แก่กัน คนหนึ่งฆ่าคน  
หนึ่งตี” มีความหมายใกล้เคียงกับสำนวนใน  
ข้อใดมากที่สุด

- ก. ปากว่ามือถึง  
ข. เพชรตัดเพชร  
ค. ขนมผสมน้ำยา  
ง. ชิงกีร์ช่าก็แรง  
จ. ตาต่อตา ฟันต่อฟัน

5. “ป่า” เกี่ยวข้องกับคำในข้อใดมากที่สุด

- ก. ภูเขา      ข. ต้นไม้  
ค. น้ำตก      ง. สีเขียว  
จ. แม่น้ำ

6. “น้ำหนัก” เกี่ยวข้องกับคำในข้อใดมากที่สุด

- ก. ความสูง  
ข. ความยาว  
ค. ความหนา  
ง. ความแน่น  
จ. ความกว้าง

7. “ยา” เกี่ยวข้องกับคำในข้อใดมากที่สุด

- ก. คน      ข. หาย  
ค. ขม      ง. โรค  
จ. ชวด

ใช้บทประพันธ์ต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 8 – 9

“หมีป่าหาอาหารในย่านป่า  
ทั้งผึ้งหวานใบหญ้าคืออาหาร  
สอนลูกน้อยให้รู้หาอาหารทาน  
ไม่ต้องการให้ไปลักขโมยกิน  
ต้องอาศัยตนเองอย่างเคร่งครัด  
การหากินทางลัดตัดให้สิ้น  
หากขยันหาอย่างแม่แม่มีกิน  
ทุกแถวถิ่นในป่าหากินเอง”

8. ข้อความนี้เป็นคำประพันธ์ชนิดใด

- ก. กลอนหก      ข. กลอนสี่กวาง  
ค. กลอนแปด      ง. โคลงสี่สุภาพ  
จ. สุภาพิต

9. คุณธรรมที่ได้จากเรื่องนี้เป็นข้อใด

- ก. ความอดทน      ข. ความสามัคคี  
ค. การประหยัด      ง. ความเสียสละ  
จ. ความซื่อสัตย์

10. บทประพันธ์นี้ไม่ปรากฏแนวคิดใด

“มิ่งมิตร...เธอมีสิทธิ์ที่จะล่องแม่น้ำริน  
ที่จะบุกดงดำกลางคำคืน  
ที่จะชื่นใจหลายกับสายลม  
ที่จะรำเพลงเกี่ยวโลมเรียวข้าว  
ที่จะยิ้มกับดาวพราวผสม  
ที่จะเหม่อมองหลู่น้ำตาพรอม  
ที่จะชมชื่นโลกโลกหมึกมน”

- ก. สิทธิของมนุษย์  
ข. การต่อสู้กับอุปสรรค  
ค. ความยุติธรรมและความถูกต้อง  
ง. ความอดทนในการดำรงชีวิต  
จ. ธรรมชาติของชีวิตที่มีทุกข์มีสุข  
สลับกัน



ใช้ข้อความต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 11 – 12

“การจะทำให้ภาษาไทยคงอยู่ต่อไปอย่างถูกต้อง มีอยู่อย่างเดียวคือต้องช่วยกันรักษา อย่าไปนิยมภาษาไทยที่ผิดเพี้ยน และยิ่งปัจจุบันเริ่มมีภาษาอังกฤษเข้ามาใช้แทรกในภาษาไทยมากขึ้น จึงอยากให้คนไทยทุกคนโดยเฉพาะเยาวชนช่วยกันรักษาสมบัติที่มีคุณค่าที่สุดของชาติ คือ ภาษาไทยเอาไว้ให้ได้ อย่าไปรอว่าให้เป็นผู้ใหญ่ก่อนแล้วจึงเริ่มรักษา จะไม่ทันการ ภาษาไทยเป็นภาษาของเราทุกคน อยู่บ้านเราก็พูดไทย ไปติดต่อกับใครเราก็พูดไทย หนังสือติดต่อส่วนใหญ่อีกก็เป็นภาษาไทย ด้วยเหตุนี้เราจำเป็นต้องรักษาภาษาไทยเอาไว้ให้ได้ และคอยระวังอย่าให้ภาษาไทยเปลี่ยนแปลงหรือสูญไป”

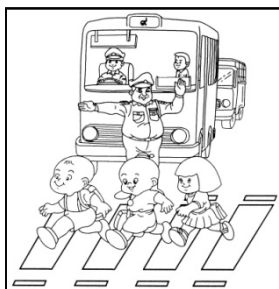
11. ข้อความนี้เป็นการแสดงทรรศนะประเภทใด

- ก. ข้อเท็จจริง
- ข. ข้อคิดเห็น
- ค. ข้อเท็จจริงและโน้มน้าวใจ
- ง. ข้อคิดเห็นและโน้มน้าวใจ
- จ. ข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็น

12. ผู้เขียนแสดงทรรศนะ โดยใช้วิธีเขียนประเภทใด

- ก. เชิงตีความ
- ข. เชิงวิเคราะห์
- ค. เชิงสังเคราะห์
- ง. เชิงประเมินค่า
- จ. เชิงวิจารณ์

13. กำหนดภาพต่อไปนี้



ภาพนี้ควรเกิดขึ้นที่ใด

- ก. หน้าวัด
- ข. หน้าโรงเรียน
- ค. หน้าสวนสนุก
- ง. หน้าบ้าน
- จ. หน้าตลาด

14. ในการเขียนเรียงความเรื่อง “การคมนาคม” ควรเรียงลำดับหัวข้อเรื่องต่อไปนี้ ตามข้อใด

- 1. ประเภทของการคมนาคม
  - 2. ปัญหาและอุปสรรคในการคมนาคม
  - 3. ความสำคัญของการคมนาคม
  - 4. แนวคิดและข้อเสนอแนะ
- ก. 1 2 3 4
  - ข. 1 3 4 2
  - ค. 3 1 2 4
  - ง. 3 4 1 2
  - จ. 3 2 1 4

15. ควรเรียงลำดับประโยคต่อไปนี้ ตามข้อใด

- 1. เหมือนเสือขึงเข้าถึงดงก็คงร้าย
- 2. มันก็มักทำร้ายเมื่อภายหลัง
- 3. จระเข้ใหญ่ไปถึงน้ำมีกำลัง
- 4. ประเพณีดีสูงให้หลังหัก

- ก. 4 1 2 3
- ข. 1 2 4 3
- ค. 3 2 4 1
- ง. 4 2 3 1
- จ. 1 4 2 3



## ตัวอย่าง

## แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนด้านจำนวน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

## คำชี้แจง

- ให้นักเรียนเขียนเลขที่แบบทดสอบ ลงในกระดาษคำตอบ เฉพาะในส่วนของความถนัดด้านจำนวนเท่านั้น
- แบบทดสอบความถนัดด้านจำนวนนี้ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มี 2 หน้า จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาสอบ 10 นาที
- ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ในส่วนของความถนัดด้านเหตุผล ดังตัวอย่าง ข้อ 0. เลือกคำตอบ ข.

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
0.		X			
00.					
000.					

หากต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย ดังตัวอย่าง การเปลี่ยนคำตอบจากข้อ 0. จากตัวเลือก ข. ไปเป็นตัวเลือก ง.

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
0.		X		X	
00.					
000.					

- ห้ามทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ หากต้องการทด ให้ทดได้ที่ “พื้นที่สำหรับทด” ในกระดาษ คำตอบที่กำหนดให้

☺ ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ ☺

นางสาวนฤมล ชุนไกร

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ห้ามเปิดหน้าถัดไป

จนกว่ากรรมการคุมสอบจะอนุญาต



1. กำหนด 16, 15, 17, 16, , 17, 19

ในตำแหน่ง ควรเติมจำนวนใด

- ก. 19                      ข. 18  
ค. 17                      ง. 16  
จ. 15

2. กำหนด -12, -11, -9, -6, -2, [?], 9

ในตำแหน่ง [?] ควรเติมจำนวนใด

- ก. -1                      ข. 0  
ค. 1                      ง. 3  
จ. 5

3. กำหนด 1, 3, 7, 15, 31, [?]

ในตำแหน่ง [?] ควรเติมจำนวนใด

- ก. 37                      ข. 43  
ค. 46                      ง. 57  
จ. 63

4. กำหนด 1, 2, 5, 11, 12, 15, 21, [?]

ในตำแหน่ง [?] ควรเติมจำนวนใด

- ก. 22                      ข. 23  
ค. 24                      ง. 25  
จ. 26

5. กำหนดแผนภาพต่อไปนี้

42		21		36	
3	15	7	4	4	10
14		?		9	

ในตำแหน่ง ? ควรเติมจำนวนใด

- ก. 3                      ข. 4  
ค. 5                      ง. 7  
จ. 9

6. กำหนดแผนภาพต่อไปนี้

27		243		2187	
9	3	27	9	?	27

ในตำแหน่ง ? ควรเติมจำนวนใด

- ก. 3                      ข. 9  
ค. 27                      ง. 81  
จ. 243

7. กำหนดแผนภาพต่อไปนี้

3	21	4	20	?	27
	7		5		3

ในตำแหน่ง ? ควรเติมจำนวนใด

- ก. 3                      ข. 5  
ค. 7                      ง. 9  
จ. 12

8. กำหนดแผนภาพต่อไปนี้

1	3	7
2	4	8
5	?	11

ในตำแหน่ง ? ควรเติมจำนวนใด

- ก. 5                      ข. 6  
ค. 7                      ง. 8  
จ. 14

9. ผลบวกของจำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง 10 เท่ากับเท่าใด

- ก. 11                      ข. 22  
ค. 33                      ง. 44  
จ. 55





10. ผลลัพธ์ของ  $65 - 23$  เท่ากับผลลัพธ์ของข้อใด

- ก.  $35 + 7$                       ข.  $28 + 15$   
 ค.  $(-8) + 56$                     ง.  $100 + (-18)$   
 จ.  $46 + 42$

11. ค่า  $x$  เท่ากับเท่าใด ที่ทำให้สมการ  $x - 2 = -1$  เป็นจริง

- ก. 0                                      ข. 1  
 ค. -1                                    ง. -2  
 จ. -3

12.  $\sqrt{16}$  เท่ากับเท่าใด

- ก. 4                                      ข. 6  
 ค. 8                                      ง. 10  
 จ. ไม่มีคำตอบ

13. นำธนบัตรใบละ 50 บาท ไปซื้อของ 2 ชิ้น ราคา  $x$  บาท และ  $y$  บาท จะได้รับเงินทอนเท่าไร

- ก.  $50 - xy$  บาท  
 ข.  $50 - (x + y)$  บาท  
 ค.  $50 - (x - y)$  บาท  
 ง.  $50 + (x - y)$  บาท  
 จ.  $50 - x + y$  บาท

14.  $g \div x$  มีค่าอยู่ระหว่าง 4 กับ 8 ข้อใดเป็นค่าที่เป็นไปได้ของ  $g$  และ  $x$

- ก.  $g = 9, x = 3$   
 ข.  $g = 16, x = 4$   
 ค.  $g = 42, x = 6$   
 ง.  $g = 56, x = 7$   
 จ.  $g = 81, x = 9$

15. นักเรียนกลุ่มหนึ่งเก็บเงินรวมกันได้ 240 บาท โดยเก็บคนละ 20 บาทเท่า ๆ กัน จะทราบได้อย่างไรว่าในกลุ่มนี้มีจำนวนนักเรียนกี่คน

- ก. นำจำนวนเงินของนักเรียนคนหนึ่งคูณด้วยเงินรวม  
 ข. นำจำนวนเงินของนักเรียนคนหนึ่งหารด้วยเงินรวม  
 ค. นำจำนวนเงินรวมหารด้วยเงินของนักเรียนคนหนึ่ง  
 ง. นำจำนวนเงินรวมบวกด้วยเงินของนักเรียนคนหนึ่ง  
 จ. นำจำนวนเงินรวมลบด้วยเงินของนักเรียนคนหนึ่ง



## ตัวอย่าง

## แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

## คำชี้แจง

- ให้นักเรียนเขียนเลขที่แบบทดสอบ ลงในกระดาษคำตอบ เฉพาะในส่วนของความถนัดด้านเหตุผลเท่านั้น
- แบบทดสอบความถนัดด้านเหตุผลนี้ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มี 2 หน้า จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาสอบ 10 นาที
- ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ในส่วนของความถนัดด้านเหตุผล ดังตัวอย่าง ข้อ 0. เลือกคำตอบ ข.

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
0.		X			
00.					
000.					

หากต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย ดังตัวอย่าง การเปลี่ยนคำตอบจากข้อ 0. จากตัวเลือก ข. ไปเป็นตัวเลือก ง.

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
0.		X		X	
00.					
000.					

- ห้ามทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ หากต้องการทด ให้ทดได้ที่ “พื้นที่สำหรับทด” ในกระดาษ คำตอบที่กำหนดให้

😊 ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ 😊

นางสาวนฤมล ชุนไกร

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ห้ามเปิดหน้าถัดไป

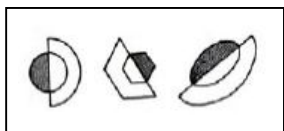
จนกว่ากรรมการคุมสอบจะอนุญาต



1. ข้อใดจัดอยู่ในประเภทเดียวกับ “เนื้อ นม ไข่”

- ก. ถั่ว                      ข. กะทิ
- ค. เผือก                  ง. กลัวย
- จ. ฟักทอง

2. กำหนด



ข้อใดจัดอยู่ในประเภทเดียวกับภาพที่กำหนด

- ก.      ข.
- ค.      ง.
- จ.

3. กีฬา : กติกา → พระ : ?

- ก. วัด                      ข. ศิล
- ค. เถร                      ง. โบสถ์
- จ. ธรรมะ

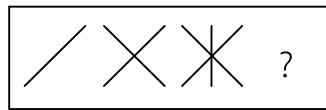
4. : → : ?

- ก.      ข.
- ค.      ง.
- จ.

5. : → : ?

- ก.      ข.
- ค.      ง.
- จ.

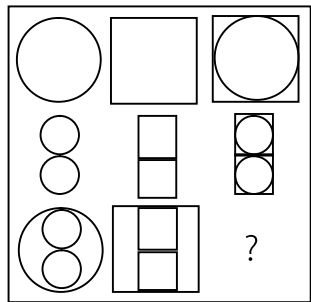
6. กำหนดภาพต่อไปนี้



ภาพในตำแหน่ง ? คือภาพในข้อใด

- ก.      ข.      ง.
- ค.      จ.

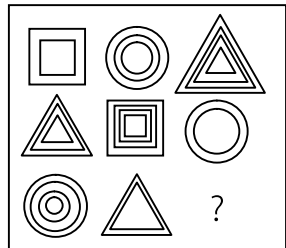
7. กำหนดภาพต่อไปนี้



ภาพในตำแหน่ง ? คือภาพในข้อใด

- ก.      ข.      ง.      จ.      ค.      จ.

8. กำหนดภาพต่อไปนี้



ภาพในตำแหน่ง ? คือภาพในข้อใด

- ก.      ข.      ง.      จ.      ค.      จ.

9. จุกเป็นน้อง ปุกเป็นพี่ ดังนั้น....
- ปุกฉลาดกว่าจุก
  - ปุกอายุมากกว่าจุก
  - ปุกเรียนเก่งกว่าจุก
  - ปุกเรียนชั้นสูงกว่าจุก
  - ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
10. ถ้าฝนตก แก้วจะไม่ทำงาน แต่แก้วทำงาน  
ดังนั้น.....
- แดดออก
  - ฝนไม่ตก
  - แก้วไม่กลัวฝน
  - ไม่ใช่วันหยุด
  - ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
11. ฉันรักผู้หญิงบางคน ผู้หญิงบางคนเป็นคนสวย  
คนสวยทุกคนเป็นคนน่ารัก ดังนั้น.....
- ฉันรักผู้หญิงที่สวย
  - คนที่น่ารักเป็นผู้หญิง
  - ฉันรักคนบางคนที่น่ารัก
  - คนน่ารักทุกคนเป็นคนสวย
  - ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
12. อรสุภานั่งอยู่ระหว่างพรทิพย์กับพรแสพรทิพย์  
นั่งอยู่ระหว่างอรสุภากับอรวรรณ และอรวรรณ  
นั่งอยู่ระหว่างพรทิพย์กับพรพิมล ถ้าทั้งห้าคน  
นั่งแถวเดียวกัน ใครจะเป็นคนนั่งตรงกลาง
- อรสุภา
  - พรทิพย์
  - พรแส
  - อรวรรณ
  - พรพิมล
13. สมชายสูงกว่าสมชาติ แต่เตี้ยกว่าสมเกียรติ  
สมจิตสูงกว่าสมเกียรติ ดังนั้นใครสูงที่สุด
- สมชาย
  - สมชาติ
  - สมเกียรติ
  - สมจิต
  - ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
14. นพ แพร หวาน นุ่น เป็นพี่น้องกัน นพบอก  
ว่าเขามีพี่น้องคนและน้องสองคน แพรบอกว่า  
เขามีพี่สามคน หวานบอกว่าเขามีน้องหนึ่งคน  
ใครอายุมากที่สุด
- นพ
  - แพร
  - หวาน
  - นุ่น
  - ยังสรุปแน่นอนไม่ได้
15. แบงค์ โป้ท เบิร์ต บี บอย เป็นพี่น้องกัน  
ทุกสิ้นเดือนจะนำเงินในกระปุกออมสินไปฝาก  
ที่ธนาคาร โดยเดือนนี้มีเงินในกระปุกออมสิน  
มากกว่าบอยแต่น้อยกว่าเบิร์ต เบิร์ตมีเงินใน  
กระปุกออมสินน้อยกว่าแบงค์และโป้ท ใครมี  
เงินในกระปุกออมสินได้น้อยที่สุด
- บี
  - บอย
  - เบิร์ต
  - แบงค์
  - โป้ท



## ตัวอย่าง

## แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

## คำชี้แจง

- ให้นักเรียนเขียนเลขที่แบบทดสอบ ลงในกระดาษคำตอบ เฉพาะในส่วนของความถนัดด้านมิติสัมพันธ์เท่านั้น
- แบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์นี้ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มี 3 หน้า จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาสอบ 10 นาที
- ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ในส่วนของความถนัดด้านเหตุผล ดังตัวอย่าง ข้อ 0. เลือกคำตอบ ข.

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
0.		X			
00.					
000.					

หากต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย ดังตัวอย่าง การเปลี่ยนคำตอบจากข้อ 0. จากตัวเลือก ข. ไปเป็นตัวเลือก ง.

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
0.		X		X	
00.					
000.					

- ห้ามทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ หากต้องการทด ให้ทดได้ที่ “พื้นที่สำหรับทด” ในกระดาษ คำตอบที่กำหนดให้

☺ ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ ☺

นางสาวนฤมล ชุนไกร

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

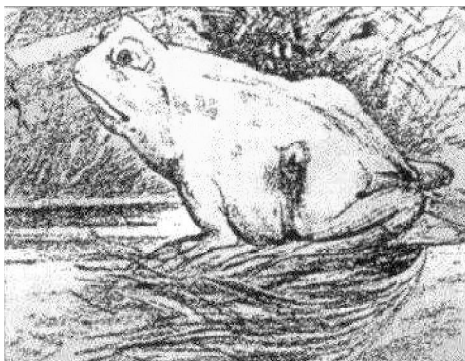
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ห้ามเปิดหน้าถัดไป

จนกว่ากรรมการคุมสอบจะอนุญาต







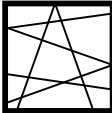
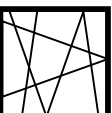
1. จากภาพต่อไปนี้



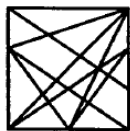
จากภาพมีสัตว์อยู่ที่ตัว

- ก. 2 ตัว                      ข. 3 ตัว
- ค. 4 ตัว                      ง. 5 ตัว
- จ. 6 ตัว


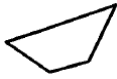



2. ภาพนี้  ซ่อนอยู่ในตัวเลือกใด (โดยมีขนาดและทิศทางตามภาพ)

- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 
- จ. 

3. กำหนดภาพต่อไปนี้








ภาพในตัวเลือกใด ซ่อนอยู่ในภาพที่กำหนดให้ (โดยมีขนาดและทิศทางตามภาพ)

- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 
- จ. 

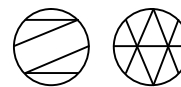
4. จากภาพที่กำหนดให้








เมื่อนำมาซ้อนทับกันสนิทจะได้ภาพที่มีลักษณะตรงตามข้อใด

- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 
- จ. 

5. จากภาพที่กำหนดให้








เมื่อนำมาซ้อนทับกันสนิทจะได้ภาพที่มีลักษณะตรงตามข้อใด

- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 
- จ. 

6. กำหนดภาพ



ถ้าตัดภาพนี้ออกจากกันตามเส้นประ จะเกิดรูปตามข้อใด

- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 
- จ. 

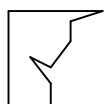
7. กำหนดภาพภาพ



เมื่อนำไปประกอบกับภาพในตัวเลือกใด จะทำให้ได้เส้นรอบรูปเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.
- จ.

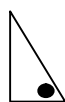
8. กำหนดภาพภาพ



เมื่อนำไปประกอบกับภาพในตัวเลือกใด จะทำให้ได้เส้นรอบรูปเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.
- จ.

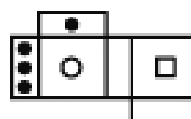
9. กำหนดภาพ



ภาพในข้อใด ที่สามารถหมุนไปให้อยู่ในลักษณะเดียวกันกับภาพที่กำหนดให้

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.
- จ.

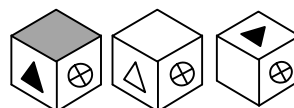
10. กำหนดภาพ



ภาพที่กำหนดให้ เกิดจากการคลี่ภาพสามมิติในข้อใด

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.
- จ.

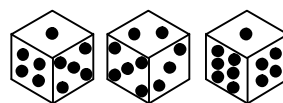
11. พิจารณาลูกบาศก์ 3 ลูก ต่อไปนี้



ด้านตรงข้ามกับด้าน คือด้านในตัวเลือกใด

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.
- จ.

12. พิจารณาลูกบาศก์ 3 ลูก ต่อไปนี้

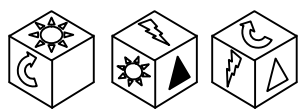



ด้านตรงข้ามกับด้าน คือด้านในตัวเลือกใด






- ก.
- ข.
- ค.
- ง.
- จ.



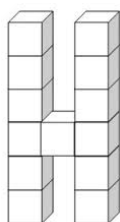
13. พิจารณาลูกบาศก์ 3 ลูก ต่อไปนี้



ด้านตรงข้ามกับด้าน  คือด้านใน  
ตัวเลือกใด

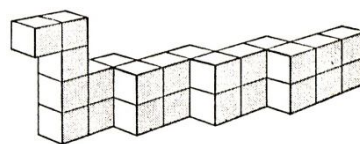
- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 
- จ. 

14. ภาพที่กำหนดให้ ประกอบด้วยลูกบาศก์  
ทั้งหมดกี่ก้อน



- ก. 10 ก้อน
- ข. 11 ก้อน
- ค. 12 ก้อน
- ง. 13 ก้อน
- จ. 14 ก้อน

15. ภาพที่กำหนดให้ ประกอบด้วยลูกบาศก์  
ทั้งหมดกี่ก้อน



- ก. 21 ก้อน
- ข. 23 ก้อน
- ค. 27 ก้อน
- ง. 30 ก้อน
- จ. 44 ก้อน





## กระดาษคำตอบ

ชื่อ..... นามสกุล.....  
 เพศ  ชาย  หญิง เลขที่..... ชั้น ม.3/.....  
 โรงเรียน..... จังหวัด.....

ความถนัดทางภาษา  
เลขที่แบบสอบ.....

ความถนัดด้านจำนวน  
เลขที่แบบสอบ.....

ความถนัดด้านเหตุผล  
เลขที่แบบสอบ.....

ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์  
เลขที่แบบสอบ.....

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.	จ.
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					

😊😊 ขอให้นักเรียนทุกคนโชคดี 😊😊

พื้นที่สำหรับทด

😊😊 นักเรียนสามารถทดด้านหลังกระดาษคำตอบนี้หลังได้



แบบประเมินโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะ  
ด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวน  
การทวนคำตอบที่แตกต่างกัน (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

1. แบบประเมินโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาคุณภาพการทำงานของโปรแกรม และตรวจสอบความเหมาะสมของคู่มือการใช้โปรแกรม เพื่อที่ผู้วิจัยจะได้นำไปปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่แตกต่างกัน แบ่งเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมและคู่มือการใช้การทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมและคู่มือการใช้การทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

3. แบบประเมิน มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ดังนี้

มากที่สุด	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อนี้มากที่สุด
มาก	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อนี้มาก
ปานกลาง	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อนี้ปานกลาง
น้อย	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อนี้น้อย
น้อยที่สุด	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อนี้น้อยที่สุด

4. หากท่านมีประเด็นการปรับปรุงหรือข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพิ่มเติม สามารถเขียนข้อเสนอแนะไว้ในแต่ละตอน เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมต่อไป

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นางสาวนฤมล ขุนไกร

ผู้วิจัย



**ตอนที่ 1** ความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมและคู่มือการใช้การทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>โปรแกรมการทดสอบ</b>					
1. การทำงานของโปรแกรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาโปรแกรม					
2. ความสะดวกในการติดตั้งโปรแกรม					
3. ความสะดวกในการป้อนข้อมูล					
4. ความสะดวกในการทวนคำตอบ					
5. ความสะดวกต่อการนำไปใช้และทำความเข้าใจได้ง่าย					
6. ความเหมาะสมของการจัดองค์ประกอบบนจอภาพ					
7. ความเหมาะสมของพื้นที่หลังกับตัวอักษร					
8. ความเหมาะสมของช่วง (จำนวนข้อ) ที่ให้ทวนคำตอบได้					
9. ความเหมาะสมของการแสดงผลการสอบ					
10. ความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล					
11. ความถูกต้องในการประมวลผลของโปรแกรมฯ					
12. ความพึงพอใจต่อโปรแกรมที่สามารถทวนคำตอบได้					
13. โปรแกรมเป็นประโยชน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3					
<b>คู่มือการใช้โปรแกรมฯ</b>					
1. เนื้อหาในคู่มือมีความสอดคล้องกับการทำงานของโปรแกรม					
2. ความเหมาะสมของภาษาในคู่มือการใช้โปรแกรมฯ					
3. ความเหมาะสมของตัวอักษรและภาพประกอบในคู่มือ					
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับเนื้อหาในคู่มือ					
5. ความสวยงามของคู่มือการใช้โปรแกรมฯ					
6. คู่มือง่ายต่อการทำความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....



**ตอนที่ 2** ความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมและคู่มือการใช้งานทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>โปรแกรมการทดสอบ</b>					
1. การทำงานของโปรแกรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาโปรแกรม					
2. ความสะดวกในการติดตั้งโปรแกรม					
3. ความสะดวกในการป้อนข้อมูล					
4. ความสะดวกต่อการนำไปใช้และทำความเข้าใจได้ง่าย					
5. ความเหมาะสมของการจัดองค์ประกอบบนจอภาพ					
6. ความเหมาะสมของพื้นที่หลังกับตัวอักษร					
7. ความเหมาะสมของการแสดงผลการสอบ					
8. ความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล					
9. ความถูกต้องในการประมวลผลของโปรแกรมฯ					
10. ความพึงพอใจต่อโปรแกรมที่ไม่สามารถทวนคำตอบได้					
11. โปรแกรมเป็นประโยชน์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3					
<b>คู่มือการใช้โปรแกรมฯ</b>					
1. เนื้อหาในคู่มือมีความสอดคล้องกับการทำงานของโปรแกรม					
2. ความเหมาะสมของภาษาในคู่มือการใช้โปรแกรมฯ					
3. ความเหมาะสมของตัวอักษรและภาพประกอบในคู่มือ					
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับเนื้อหาในคู่มือ					
5. ความสวยงามของคู่มือการใช้โปรแกรมฯ					
6. คู่มือง่ายต่อการทำความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ



**ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้  
โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน  
แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ กับเกณฑ์เชิงจิต-สังคม**

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรม ประกอบด้วย

1.1 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.2 แบบประเมินความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามกับเกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-social criteria) ของ Sympson ซึ่งข้อคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ แบ่งออกเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 แบบประเมินความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ กับเกณฑ์เชิงจิต-สังคมของ Sympson

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ กับเกณฑ์เชิงจิต-สังคมของ Sympson

ตอนที่ 3 แบบประเมินความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ กับเกณฑ์เชิงจิต-สังคมของ Sympson

ตอนที่ 4 แบบประเมินความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ กับเกณฑ์เชิงจิต-สังคมของ Sympson

2. การพิจารณาความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามกับเกณฑ์เชิงจิต-สังคม ให้ท่านพิจารณาให้คะแนนความเหมาะสม ดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความเหมาะสมกับประเด็นของเกณฑ์เชิงจิต-สังคมที่ระบุไว้

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความเหมาะสมกับประเด็นของเกณฑ์เชิงจิต-สังคมที่ระบุไว้

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่มีความเหมาะสมกับประเด็นของเกณฑ์เชิงจิต-สังคมที่ระบุไว้

3. หากให้ 0 หรือ -1 คะแนน ขอความอนุเคราะห์เสนอแนะแนวทางแก้ไขในช่องหมายเหตุ

4. หากมีข้อคิดเห็นเพิ่มเติม ให้ท่านระบุในข้อเสนอแนะเพิ่มเติมท้ายแบบประเมินนี้

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง  
นางสาวนฤมล ขุนไกร  
ผู้วิจัย



## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ (Multidimensional Computerized Adaptive Scholastic Aptitude Testing Program : MCASAT Program) หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบความถนัดแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ที่วัดความถนัดทางการเรียนตามแนวคิดทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน (L.L. Thurstone) จำนวน 2 โปรแกรม ได้แก่

1.1 โปรแกรมที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ หมายถึง โปรแกรมการทดสอบที่กำหนดให้ดำเนินการทดสอบด้วยเงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

1.2 โปรแกรมที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ หมายถึง โปรแกรมการทดสอบที่กำหนดให้ดำเนินการทดสอบด้วยเงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

2. ความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของนักเรียนและครูผู้สอนเกี่ยวกับโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์เชิงจิต-สังคม (Psycho-social criteria) ของ Sympson ซึ่งพิจารณาใน 4 ประเด็น ได้แก่

2.1 ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับคำอธิบายคำชี้แจง วิธีดำเนินการทดสอบ และสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏบนจอภาพ ของโปรแกรมการทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2 ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้สึกทางบวก เช่น ความน่าสนใจ และความทันสมัยของโปรแกรมการทดสอบ รวมทั้งความรู้สึกต่าง ๆ ของผู้สอบที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.3 ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ หมายถึง ความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้สึกทางลบ เช่น ความวิตกกังวลใจ และกลัว ต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.4 ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หมายถึง ความคิดเห็นอื่น ๆ นอกเหนือจาก 3 ด้านข้างต้น ที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น



**ตอนที่ 1** แบบประเมินความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ กับเกณฑ์เชิงจิต-สังคมของ Sympson

ข้อคำถามของแบบสอบถาม	เกณฑ์เชิงจิต-สังคม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
<b>แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ</b>					
1. การทวนคำตอบทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก	<input checked="" type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
2. ในแต่ละข้อ ไม่จำกัดเวลาในการสอบ ทำให้ผู้สอบมีความตั้งใจ และมีสมาธิในการทำข้อสอบ	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
3. ท่านคิดว่าการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่สามารถทวนคำตอบได้ ช่วยลดความวิตกกังวลใจให้กับผู้สอบ	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
4. โปรแกรมการทดสอบไม่ควรเปิดโอกาสให้ผู้สอบได้ทวนคำตอบ	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				



ข้อความคำถามของ แบบสอบถาม	เกณฑ์ เชิงจิต-สังคม	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ					
1. คู่มือการใช้โปรแกรม อธิบายวิธีการทวน คำตอบได้อย่างชัดเจน	<input checked="" type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการ ดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของคู่มือการใช้ โปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับ คู่มือการใช้โปรแกรม <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
2. คู่มือการใช้โปรแกรมมี ความน่าสนใจ และ ทันสมัย	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการ ดำเนินการสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของคู่มือการใช้ โปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับ คู่มือการใช้โปรแกรม <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
3. ท่านรู้สึกกังวลใจและ กลัวว่าจะอ่านคู่มือการ ใช้โปรแกรมไม่เข้าใจ	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการ ดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของคู่มือการใช้ โปรแกรมการทดสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับ คู่มือการใช้โปรแกรม <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
4. เนื้อหาในคู่มือการใช้ โปรแกรมมีความ เหมาะสม เข้าใจง่าย	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการ ดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของคู่มือการใช้ โปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับ คู่มือการใช้โปรแกรม <input checked="" type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				





ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ กับเกณฑ์เชิงจิต-สังคมของ Simpson

ข้อคำถามของแบบประเมิน	เกณฑ์เชิงจิต-สังคม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
<b>แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ</b>					
1. โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน	<input checked="" type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
2. โปรแกรมการทดสอบมีความน่าสนใจและทันสมัย	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
3. ท่านรู้สึกกังวลใจว่าจะนำโปรแกรมไปใช้ไม่ถูกวิธี	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
4. เนื้อหาที่ใช้ทดสอบมีความเหมาะสมกับการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				



ข้อความถามของแบบ ประเมิน	เกณฑ์ เชิงจิต-สังคม	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ					
1. คู่มือการใช้โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน	<input checked="" type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
2. คู่มือการใช้โปรแกรมมีความน่าสนใจ และทันสมัย	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
3. ท่านรู้สึกกังวลใจและกลัวว่าจะอ่านคู่มือการใช้โปรแกรมไม่เข้าใจ	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
4. เนื้อหาในคู่มือการใช้โปรแกรมมีความเหมาะสม เข้าใจง่าย	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรม <input checked="" type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				



**ตอนที่ 3** แบบประเมินความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ กับเกณฑ์เชิงจิต-สังคมของ Symptom

ข้อคำถามของแบบสอบถาม	เกณฑ์เชิงจิต-สังคม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1. โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน และสามารถปฏิบัติตามได้	<input checked="" type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
2. นักเรียนได้ทำข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ทำให้ความเครียดลดลง	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
3. นักเรียนรู้สึกกลัวและกังวลใจที่ต้องดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
4. การรายงานผลการสอบมีการแนะนำการศึกษาต่อดีกว่าการบอกคะแนนเพียงอย่างเดียว	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				



**ตอนที่ 4** แบบประเมินความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ กับเกณฑ์เชิงจิต-สังคมของ Sympson

ข้อคำถามของแบบสอบถาม	เกณฑ์เชิงจิต-สังคม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1. การป้อนข้อมูลต่าง ๆ ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก	<input checked="" type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
2. ในแต่ละข้อ ไม่จำกัดเวลาในการสอบ ทำให้นักเรียนมีความตั้งใจ และมีสมาธิในการทำข้อสอบ	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
3. การทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่ไม่สามารถทวนคำตอบได้ ทำให้นักเรียนมีความวิตกกังวลใจ	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				
4. โปรแกรมการทดสอบไม่ควรเปิดโอกาสให้ทวนคำตอบได้	<input type="checkbox"/> ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ <input type="checkbox"/> ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ <input type="checkbox"/> ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ <input checked="" type="checkbox"/> ด้านความคิดเห็นทั่วไป				





**แบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ  
ความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ**

**คำชี้แจง**

1. แบบสอบถามฉบับนี้ ต้องการทราบความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ
2. แบบสอบถามฉบับนี้ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยแบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่
  - ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
  - ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
  - ตอนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
  - ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
3. ความคิดเห็นที่ได้จากท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นางสาวนฤมล ชุนไกร

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ  ชาย  หญิง
2. ครูผู้สอนวิชา.....
3. โรงเรียน .....จังหวัด.....

**ตอนที่ 2** ความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** ให้ท่านพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ดังนี้

มากที่สุด	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นมากที่สุด
มาก	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นมาก
ปานกลาง	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นปานกลาง
น้อย	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อย
น้อยที่สุด	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ</b>					
1. โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน และสามารถปฏิบัติตามได้					
2. ขนาดตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพต่าง ๆ มีความชัดเจน และเข้าใจได้ง่าย					
3. การป้อนข้อมูล/การตอบ ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก					
4. การทวนคำตอบทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก					
<b>ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ</b>					
5. โปรแกรมการทดสอบมีความน่าสนใจ และทันสมัย					
6. ผู้สอบได้ทำข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ทำให้ความเครียดลดลง					
7. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้สอบรู้สึกสบายใจ และได้รับความสนุกสนาน					
8. ท่านคิดว่ากรดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้สอบมีความกระตือรือร้นมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ					

...ข้อ 9 หน้าถัดไป...



รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ</b>					
9. ท่านรู้สึกกังวลใจว่าจะนำไปโปรแกรมไปใช้ไม่ถูกวิธี					
10. ท่านรู้สึกกลัวและกังวลใจที่จะให้นักเรียนดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์					
11. ท่านรู้สึกกังวลใจเกี่ยวกับความถูกต้องของผลการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์					
12. ท่านคิดว่าการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่สามารถหาคำตอบได้ ช่วยลดความวิตกกังวลใจให้กับผู้สอบ					
<b>ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์</b>					
13. เนื้อหาที่ใช้ทดสอบมีความเหมาะสมกับการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์					
14. การรายงานผลการสอบมีการแนะนำแนวการศึกษาต่อดีกว่าการบอกคะแนนเพียงอย่างเดียว					
15. ท่านอยากให้มีการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบกับเนื้อหาหรือวิชาอื่น ๆ อีก					
16. การรายงานผลการทดสอบรวดเร็วทันใจ					

**ตอนที่ 3** ความคิดเห็นเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ</b>					
1. คู่มือการใช้โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน และสามารถปฏิบัติตามคำชี้แจงได้ทุกขั้นตอน					
2. ขนาดตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพต่าง ๆ ในคู่มือการใช้โปรแกรมมีความชัดเจน และเข้าใจได้ง่าย					
3. คู่มือการใช้โปรแกรมอธิบายวิธีการหาคำตอบได้อย่างชัดเจน					

...ข้อ 4 หน้าถัดไป...







แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน  
แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

**คำชี้แจง**

1. แบบสอบถามฉบับนี้ ต้องการทราบความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่อนุญาตให้ทวนคำตอบ
2. แบบสอบถามฉบับนี้ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยแบ่งเป็น 3 ตอน ได้แก่
  - ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
  - ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
  - ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
3. ความคิดเห็นที่ได้จากนักเรียนจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

ขอใจนักเรียนเป็นอย่างมากที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี  
นางสาวนฤมล ชุนไกร  
นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ  ชาย  หญิง
2. โรงเรียน .....จังหวัด.....
3. ระดับความสามารถ (รวม)
 

<input type="checkbox"/> ดีมาก	<input type="checkbox"/> ดี	<input type="checkbox"/> พอใช้	<input type="checkbox"/> อ่อน	<input type="checkbox"/> อ่อนมาก
--------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------------------

**ตอนที่ 2** ความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด ดังนี้

มากที่สุด	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นมากที่สุด
มาก	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นมาก
ปานกลาง	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นปานกลาง
น้อย	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อย
น้อยที่สุด	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ</b>					
1. โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน และสามารถปฏิบัติตามได้					
2. ขนาดตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพต่าง ๆ มีความชัดเจน และเข้าใจได้ง่าย					
3. การป้อนข้อมูล/การตอบ ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก					
4. การทวนคำตอบทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก					
<b>ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ</b>					
5. การโปรแกรมการทดสอบมีความน่าสนใจ และทันสมัย					
6. นักเรียนได้ทำข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ทำให้ความเครียดลดลง					
7. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนรู้สึกสบายใจ และได้รับความสนุกสนาน					
8. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ					

...ข้อ 9 หน้าถัดไป...





แบบสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมและคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบ  
 ความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ  
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้ ต้องการทราบความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบ  
 และคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ  
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

2. แบบสอบถามฉบับนี้ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดย  
 แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับ  
 เหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน  
 แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3. ความคิดเห็นที่ได้จากท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นางสาวนฤมล ชุนไกร

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา



**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ  ชาย  หญิง
2. ครูผู้สอนวิชา.....
3. โรงเรียน .....จังหวัด.....

**ตอนที่ 2** ความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** ให้ท่านพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ดังนี้

มากที่สุด	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นมากที่สุด
มาก	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นมาก
ปานกลาง	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นปานกลาง
น้อย	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อย
น้อยที่สุด	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ</b>					
1. โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน และสามารถปฏิบัติตามได้					
2. คำชี้แจงเกี่ยวกับการสอบมีความเหมาะสม และสามารถปฏิบัติตามได้					
3. ขนาดตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพต่าง ๆ มีความชัดเจน และเข้าใจได้ง่าย					
4. การป้อนข้อมูลต่าง ๆ ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก					
<b>ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ</b>					
5. โปรแกรมการทดสอบมีความน่าสนใจ และทันสมัย					
6. ผู้สอบได้ทำข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ทำให้ความเครียดลดลง					
7. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้สอบรู้สึกสบายใจ และได้รับความสนุกสนาน					
8. ท่านคิดว่าการดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้สอบมีความกระตือรือร้นมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ					

...ข้อ 9 หน้าถัดไป...



รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ</b>					
9. ท่านรู้สึกกังวลใจว่าจะนำไปโปรแกรมไปใช้ไม่ถูกวิธี					
10. ท่านรู้สึกกลัวและกังวลใจที่จะให้นักเรียนดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์					
11. ท่านรู้สึกกังวลใจเกี่ยวกับความถูกต้องของผลการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์					
12. ท่านคิดว่าการดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้สอบมีความวิตกกังวลใจมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ					
<b>ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์</b>					
13. เนื้อหาที่ใช้ทดสอบมีความเหมาะสมกับการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์					
14. การรายงานผลการสอบมีการแนะนำแนวการศึกษาต่อดีกว่าการบอกคะแนนเพียงอย่างเดียว					
15. ท่านอยากให้มีการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบกับเนื้อหาหรือวิชาอื่น ๆ อีก					
16. โปรแกรมการทดสอบควรเปิดโอกาสให้ผู้สอบได้ทวนคำตอบ					

**ตอนที่ 3** ความคิดเห็นเกี่ยวกับคู่มือการใช้โปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ</b>					
1. ขนาดตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพต่าง ๆ ในคู่มือการใช้โปรแกรมมีความชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย					
2. ท่านสามารถปฏิบัติตามคำชี้แจงในโปรแกรมได้ทุกขั้นตอน					
3. คำชี้แจงเกี่ยวกับการสอบในคู่มือการใช้โปรแกรมมีความเหมาะสม					

...ข้อ 4 หน้าถัดไป...







แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน  
แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ

**คำชี้แจง**

1. แบบสอบถามฉบับนี้ ต้องการทราบความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการทวนคำตอบที่ไม่อนุญาตให้ทวนคำตอบ
2. แบบสอบถามฉบับนี้ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยแบ่งเป็น 3 ตอน ได้แก่
  - ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
  - ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
  - ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
3. ความคิดเห็นที่ได้จากนักเรียนจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

ขอชื่นชมนักเรียนเป็นอย่างมากที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี  
นางสาวนฤมล ชุนไกร  
นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ  ชาย  หญิง
2. โรงเรียน .....จังหวัด.....
3. ระดับความสามารถ (รวม)
 

<input type="checkbox"/> ดีมาก	<input type="checkbox"/> ดี	<input type="checkbox"/> พอใช้	<input type="checkbox"/> อ่อน	<input type="checkbox"/> อ่อนมาก
--------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------------------

**ตอนที่ 2** ความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด ดังนี้

มากที่สุด	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นมากที่สุด
มาก	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นมาก
ปานกลาง	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นปานกลาง
น้อย	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อย
น้อยที่สุด	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ</b>					
1. โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน และสามารถปฏิบัติตามได้					
2. ขนาดตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพต่าง ๆ มีความชัดเจน และเข้าใจได้ง่าย					
3. การป้อนข้อมูลต่าง ๆ ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก					
4. วิธีตอบข้อสอบทำได้ง่าย และสะดวก					
<b>ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ</b>					
5. การโปรแกรมการทดสอบมีความน่าสนใจ และทันสมัย					
6. นักเรียนได้ทำข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ทำให้ความเครียดลดลง					
7. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนรู้สึกสบายใจ และได้รับความสนุกสนาน					
8. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ					

...ข้อ 9 หน้าถัดไป...





แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียน  
แบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้ ต้องการทราบความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. แบบสอบถามฉบับนี้ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยแบ่งเป็น 3 ตอน ได้แก่  
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม  
ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
3. ความคิดเห็นที่ได้จากนักเรียนจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

ขอขอบคุณนักเรียนเป็นอย่างมากที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

นางสาวนฤมล ชุนไกร

นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ  ชาย  หญิง
2. โรงเรียน .....จังหวัด.....
3. วิชาที่ชอบ  คณิตศาสตร์  วิทยาศาสตร์  
 ภาษาอังกฤษ  สังคมศึกษา  
 ภาษาไทย  อื่นๆ (ระบุ).....
4. เรียนพิเศษหรือไม่  เรียน  ไม่เรียน
5. การศึกษาสูงสุดของผู้ปกครอง  
 ต่ำกว่าปริญญาตรี  ปริญญาตรี  สูงกว่าปริญญาตรี
6. รายได้ของผู้ปกครอง (ต่อเดือน)  
 น้อยกว่า 10,000 บาท  10,000-30,000 บาท  มากกว่า 30,000 บาท
7. ระดับความสามารถ (รวม)  
 ดีมาก  ดี  พอใช้  อ่อน  อ่อนมาก

**ตอนที่ 2** ความคิดเห็นของผู้ใช้โปรแกรมที่มีต่อโปรแกรมการทดสอบความถนัดทางการเรียนแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์แบบพหุมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด ดังนี้

มากที่สุด	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นมากที่สุด
มาก	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นมาก
ปานกลาง	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นปานกลาง
น้อย	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อย
น้อยที่สุด	หมายถึง	เห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ด้านคำชี้แจงและวิธีการดำเนินการสอบ</b>					
1. โปรแกรมมีการอธิบายวิธีการใช้ได้อย่างมีลำดับขั้นตอน และสามารถปฏิบัติตามได้					
2. ขนาดตัวเลข ตัวอักษร และรูปภาพต่าง ๆ มีความชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย					
3. การป้อนข้อมูล/การตอบ ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก					
4. การทวนคำตอบทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก					

...ข้อ 5 หน้าถัดไป...



รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ด้านการจูงใจของโปรแกรมการทดสอบ</b>					
5. การโปรแกรมการทดสอบมีความน่าสนใจ และทันสมัย					
6. นักเรียนได้ทำข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ทำให้ความเครียดลดลง					
7. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนรู้สึกสบายใจ และได้รับความสนุกสนาน					
8. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ					
<b>ด้านความวิตกกังวลในการทดสอบ</b>					
9. นักเรียนรู้สึกกังวลใจว่าจะทำข้อสอบไม่ถูกวิธี					
10. นักเรียนรู้สึกกลัวและกังวลใจที่ต้องดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์					
11. นักเรียนรู้สึกกังวลใจเกี่ยวกับผลการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์					
12. การดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนมีความวิตกกังวลใจมากกว่าการทดสอบลงในกระดาษคำตอบ					
<b>ด้านความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์</b>					
13. เนื้อหาที่ใช้ทดสอบมีความเหมาะสมกับการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์					
14. การรายงานผลการสอบมีการแนะนำแนวการศึกษาต่อดีกว่าการบอกคะแนนเพียงอย่างเดียว					
15. นักเรียนอยากให้มีการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับความสามารถของตนเอง กับเนื้อหาหรือวิชาอื่น ๆ อีก					
16. โปรแกรมการทดสอบไม่ควรเปิดโอกาสให้ทวนคำตอบได้					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....



ประวัติย่อของผู้วิจัย



## ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวนฤมล ชุนไกร  
วันเกิด วันที่ 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2528  
สถานที่เกิด อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา  
สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 73/1 ซอย 6 ถนนทะเลหลวง ตำบลบ่อยาง  
อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา 90000  
ตำแหน่งหน้าที่การงาน ครู อันดับ คศ.1  
สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนสทิงพระวิทยา อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา 90190  
ประวัติการศึกษา  
พ.ศ. 2546 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหาวชิราวุธ จังหวัดสงขลา  
พ.ศ. 2551 ปริญญาการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์  
นิสิตทุนโครงการผลิตครูการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับปริญญาตรี  
(หลักสูตร 5 ปี) ปีการศึกษา 2547 มหาวิทยาลัยทักษิณ  
พ.ศ. 2553 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการบริหารการศึกษา  
มหาวิทยาลัยทักษิณ  
พ.ศ. 2558 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.)  
สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

