การพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิทยานิพนธ์

ของ

วาสนา จันเสริม

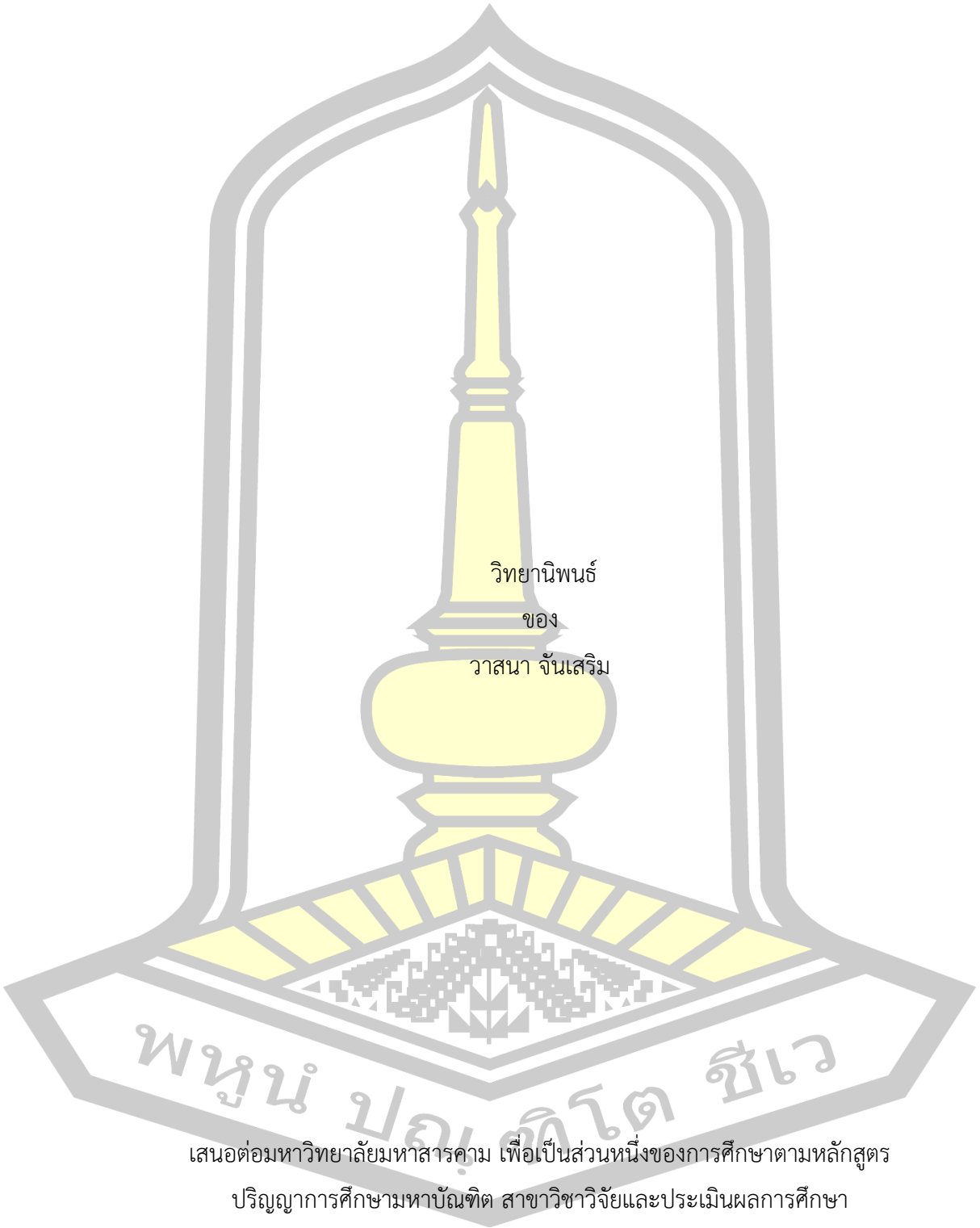
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

สิงหาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



วิทยานิพนธ์

ของ

วาสนา จันเสริม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

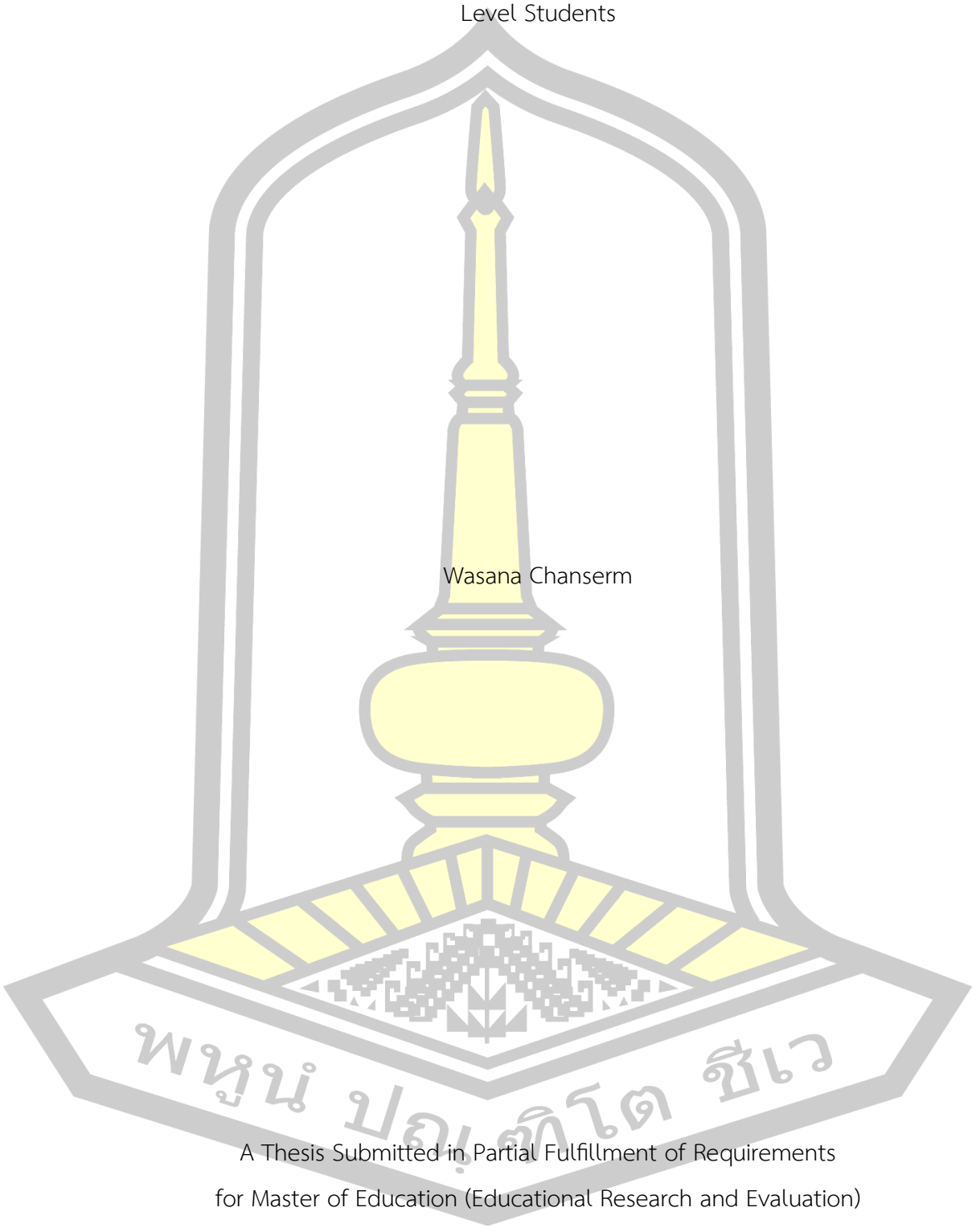
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

สิงหาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Developing Indicators for Mathematical Habits of Mind of Upper Secondary Education Level Students

Wasana Chanserm



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Educational Research and Evaluation)

August 2019

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางวาสนา จันเสริม แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย และประเมินผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รศ. ดร. บุญชม ศรีสะอาด)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล)

.....กรรมการ
(อ. ดร. ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ. ดร. ไพศาล วรคำ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิร)
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พหุน ปณฺฑิโต สีเว

ชื่อเรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
ผู้วิจัย วาสนา จันเสริม
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญาณภัทร สีหะมงคล
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** วิจัยและประเมินผลการศึกษา
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2562

บทคัดย่อ

วิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) เพื่อวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่าง 1 เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดบุรีรัมย์ ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) จำนวน 847 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น กลุ่มตัวอย่าง 2 เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 1,241 คน ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง 2) แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.236 ถึง 0.722 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.962 การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ผลการวิจัยพบว่า ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่ามีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (β) ตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้ง 9 องค์ประกอบ มีค่าเป็นบวก มีค่าตั้งแต่ 0.508 ถึง 0.923 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ การถามและตั้งข้อสงสัย มีความสนใจใฝ่รู้ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ การมีความยืดหยุ่นในการคิด การมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน การมีความมุ่งมั่น และมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.923, 0.918, 0.913, 0.908, 0.907, 0.778, 0.733 และ 0.564 ตามลำดับ มีดัชนีวัดระดับความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ค่าไคสแควร์ (X^2) = 1602.43, df = 1531, p = 0.0645, GFI = 0.958, AGFI = 0.950, CFI = 0.999, SRMR = 0.0356, RMSEA =

0.00669 แสดงว่าโมเดลมีความตรงเชิงโครงสร้าง

โดยสรุป ตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้มีความเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในเพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนได้

คำสำคัญ : ตัวบ่งชี้จิตนิสัย, คณิตศาสตร์, บุรีรัมย์

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

TITLE Developing Indicators for Mathematical Habits of Mind of Upper Secondary Education Level Students

AUTHOR Wasana Chanserm

ADVISORS Assistant Professor Yannapat Sihamongkhon , Ph.D.

DEGREE Master of Education **MAJOR** Educational Research and Evaluation

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2019

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop Indicators to Mathematical Habits of Minds of upper secondary education level students. 2) to analysis element model of developing indicators of Mathematical Habits of Minds of upper secondary education level students. The samples were divided into 2 groups : group 1 is high school students in Buriram province Used in the Exploratory Factor Analysis : EFA 847 people and random by Multistage Random Sampling. Group 2 is a sample of high school students in Buriram province Used in the Confirmatory Factor Analysis : CFA 1,241 people at random by Multistage Random Sampling. For data analysis by basic statistical analysis and Confirmatory Factor Analysis (CFA) using a computer program. the discriminative power is 0.236 to 0.722, the reliability is 0.962. The instrument were 1) a Semi–interview 2) a rating scale questionnaire. The data was analyzed using mean and standard deviation, correlation coefficient and factor analysis.

The findings indicated that The analysis model elements indicator of Mathematical Habits of Minds for high school students was found all factor loadings of factors were positive. with values ranging from 0.508 to 0.923 with a statistical significance level .01. The factor loading is sorted descending by the weight of the sort from high to low is to Questioning and posing problems, Curiosity Quotient, Mathematical process skills, Striving for accuracy, Thinking flexibly, To take

responsibility for their own decisions, Thinking about thinking, Persisting and Knowledge in mathematics content with factor loading values of 0.923, 0.918, 0.913, 0.908, 0.907, 0.778, 0.733 and 0.564 respectively. The goodness of fit index showed the following summation between the model and the empirical data with chi-square of 1602.43, degrees of freedom (df) = 1531, GFI = 0 .958, CFI = 0.999, AGFI = 0.950, SRMR = 0.0356 and RMSEA = 0.00669. This showed that the model was consistent with empirical data.

In conclusion, the Indicators of promotion of Mathematical Habits of Minds for high school students were suitable to be applied to enhance the student Mathematical Habits of Minds.

Keyword : Habits of Minds, Mathematical, Buriram province

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.บุญชม ศรีสะอาด ประธานกรรมการสอบและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ กรรมการสอบ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ข้อเสนอแนะและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สมนึก ภัททิยธนี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ ลิ้มอำไพ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นำสุข นวพงษ์พิพัฒน์ อาจารย์ ดร.พงศธร มหาวิจิตร อาจารย์ ดร.ศานิตย์ ศรีคุณ อาจารย์ ดร.ภัทริยา ลาสุนนท์ ดร.สถิต ปัชชาเขียว นางพรพรรณ ตรีซุย นายดำรงศักดิ์ ปัญญาทิพย์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และให้คำแนะนำอย่างดียิ่งจนการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาวิจัยและประเมินผล รุ่น พ. 29 ศูนย์มหาสารคามทุกท่าน ที่คอยสนับสนุนให้ความช่วยเหลือทุกอย่างและให้กำลังใจผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาและรำลึกถึงพระคุณบิดามารดา ตลอดจนครูบาอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้ให้การศึกษา อบรมสั่งสอน วางพื้นฐานการศึกษาแก่ผู้วิจัย ทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ที่ทรงคุณค่ายิ่ง

วาสนา จันเสริม

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญภาพประกอบ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของการวิจัย 6

ความสำคัญของการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 8

บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับจิตนิสัย 11

1. ความหมายของจิตนิสัย 11

2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับจิตนิสัย 13

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ 22

1. ความหมายของจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ 22

2. คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ 23

3. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) 24

4. การเสริมสร้างจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน 29
แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาตัวบ่งชี้ 55
1. ความหมายตัวบ่งชี้ 55
2. ลักษณะทั่วไปของตัวบ่งชี้ทางการศึกษา 57
3. ประเภทของตัวบ่งชี้ 57
4. ประโยชน์ของตัวบ่งชี้ 58
5. กระบวนการพัฒนาตัวบ่งชี้ 59
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 73
1. งานวิจัยในประเทศ 73
2. งานวิจัยในต่างประเทศ 84
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 88
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 88
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 100
การเก็บรวบรวมข้อมูล 101
การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 101
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 101
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 105
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 105
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 106
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนการพัฒนาตัวบ่งชี้ 107
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 180
ความมุ่งหมายของการวิจัย 180
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 180
การเก็บรวบรวมข้อมูล 181

การวิเคราะห์ข้อมูล 181
สรุปผล 181
อภิปรายผล 182
ข้อเสนอแนะ 187
1. ข้อเสนอแนะทั่วไป 187
2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป 188
บรรณานุกรม 189
ภาคผนวก 199
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ 200
ภาคผนวก ข คุณภาพของเครื่องมือ 202
ภาคผนวก ค แบบสอบถามการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และแบบสอบถามการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน 211
ภาคผนวก ง สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 226
ภาคผนวก จ ตัวอย่างคำสั่งการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับแรก และตัวอย่างคำสั่งการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง 248
ประวัติผู้เขียน 272

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 วิเคราะห์ ตัวบ่งชี้/คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ 31

ตาราง 2 การสังเคราะห์ตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ 43

ตาราง 3 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง สำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) จำแนกตามขนาดของโรงเรียน 94

ตาราง 4 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง สำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Comfirmatory Factor Analysis : CFA) จำแนกตามขนาดของโรงเรียน 98

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ 77 ตัวบ่งชี้ 122

ตาราง 6 ค่า Communality (h^2) ของตัวบ่งชี้ 128

ตาราง 7 ผลรวมกำลังสองของสัมประสิทธิ์ระหว่างตัวแปรที่สังเกตได้ 129

ตาราง 8 การหมุนแกนองค์ประกอบ (Rotation) 131

ตาราง 9 องค์ประกอบที่ 1 มีความสนใจใฝ่รู้ 134

ตาราง 10 องค์ประกอบที่ 2 การรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง 135

ตาราง 11 องค์ประกอบที่ 3 มีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ 136

ตาราง 12 องค์ประกอบที่ 4 การมีความยืดหยุ่นในการคิด 137

ตาราง 13 องค์ประกอบที่ 5 การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง 138

ตาราง 14 องค์ประกอบที่ 6 มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 139

ตาราง 15 องค์ประกอบที่ 7 การถามและตั้งข้อสงสัย 140

ตาราง 16 องค์ประกอบที่ 8 การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ 141

ตาราง 17 องค์ประกอบที่ 9 การมีความมุ่งมั่น 141

ตาราง 18 สรุปผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจของการพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 142

ตาราง 19 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความโด่ง และค่าความเบ้ของตัวบ่งชี้ 143

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของมีความสนใจใฝ่รู้ (Curiosity Quotient : CQ) 149

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง 151

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของมีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (Knowledge in mathematics content : Kmc) 153

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการมีความยืดหยุ่นในการคิด (Thinking Flexibly : TF) 156

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน (Thinking about Thinking : TaT) 158

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical process skills : Mps) 160

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการถามและตั้งข้อสงสัย (Questioning and Posing Ploblems : QaPP) 162

ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ (Questioning and Posing Ploblems : QaPP) 164

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการมีความมุ่งมั่น (Persisting : Pst) 166

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง 168

ตาราง 30 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) 203

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คะแนนรายข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับของแบบสอบถาม (Item-total Correlation) 207

ตาราง 32 ค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) 210

ตาราง 33 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 227

ตาราง 34 ค่า KMO and Bartlett's Test..... 247

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ 1 แสดงการใช้แผนภาพแสดงพื้นที่อธิบายความคิดรวบยอดเกี่ยวกับผลคูณทวินาม ... 30

ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 54

ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 90

ภาพประกอบ 4 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดมีความสนใจใฝ่รู้ (Curiosity Quotient : CQ)..... 150

ภาพประกอบ 5 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง (Responsibility for own decisions : Rfod)..... 152

ภาพประกอบ 6 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ (Knowledge in mathematics content : Kmc)..... 155

ภาพประกอบ 7 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดการมีความยืดหยุ่นในการคิด (Thinking Flexibly : TF)..... 157

ภาพประกอบ 8 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดการย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน (Thinking about Thinking : TaT)..... 159

ภาพประกอบ 9 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดมีทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์(Mathematical process skills : Mps)..... 161

ภาพประกอบ 10 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดการถามและตั้งข้อสงสัย (Questioning and Posing Ploblems : QaPP)..... 164

ภาพประกอบ 11 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดการพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ (Questioning and Posing Ploblems : QaPP)..... 166

ภาพประกอบ 12 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดการมีความมุ่งมั่น (Persisting : Pst)..... 167

ภาพประกอบ 13 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของโมเดลตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย..... 179

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

จิตนิสัย (Habits of mind) เป็นลักษณะของบุคคลที่ใช้ความคิดในการทำงานจนเป็นนิสัยทำให้สามารถเผชิญกับสิ่งต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพช่วยส่งเสริมสังคมให้มีความเมตตากรุณาและมีความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น (Costa and Kallick, 2000 : 21) ตรงกับ อุปนิสัย (Habits of mind) ซึ่งสตีเฟน อาร์. โคว์วีย์ (Covey, 2004 : 50) ได้ให้ความหมายของอุปนิสัยว่าเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตลอดเวลาแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของแต่ละบุคคล อุปนิสัยเกิดขึ้นจากองค์ประกอบจากความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทักษะและความปรารถนาเข้าด้วยกัน (Covey, 2004 : 50) ซึ่งอุปนิสัยของบุคคลนั้นสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาได้หากบุคคลตั้งใจทำ (วิทยา นาควัชระ, 2545 : 54) อย่างไรก็ตาม อุปนิสัยถือเป็นตัวการสำคัญที่ขัดขวางการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคล นักวิจัยบางท่านอธิบายไว้ว่าสาเหตุเพราะอุปนิสัยบางประการถูกฝังลึกอยู่ภายในจิตใจอาจต้องใช้ความพยายามอย่างมากในการเปลี่ยนแปลง (George and Jones, 2005 : 45) ดังนั้น คำว่า Habits of mind จึงหมายถึง จิตนิสัย หรือ อุปนิสัย ซึ่งเป็นลักษณะของบุคคลที่ใช้ความคิดในการทำงานโดยแสดงออกเป็นประจำจนเคยชินทำให้สามารถเผชิญกับสิ่งต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงได้ตามความรู้ ประสบการณ์ที่ได้รับการสั่งสมมา และเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันในงานวิจัยเล่มนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า “จิตนิสัย” แทน “อุปนิสัย”

จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Habits of Mind) เป็นคำที่ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกโดย Cuoco, Goldenberg and Mark (1996) ในบทความเรื่อง “จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์” (2559) ได้เสนอว่า จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์เป็นหลักการสำคัญของการจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาและวิทยาลัยได้ทำความเข้าใจคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการคิดแบบนักคณิตศาสตร์จึงเป็นส่วนที่เติมเต็มช่องว่างระหว่างผู้สร้างกับผู้ใช้คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ

คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 47) สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มุ่งเน้นการนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิต และศึกษาต่อ การมีเหตุมีผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 7)

จากการประเมินคุณภาพการศึกษาโดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษาประเมินตามมาตรฐานการศึกษาด้านผู้เรียนระดับขั้นพื้นฐาน มาตรฐานที่ 4 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ เป็นมาตรฐานที่ได้คะแนนต่ำสุดและเมื่อเปรียบเทียบการประเมินนักเรียนในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) พบว่าผลการประเมินของนักเรียนไทยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติทุกวิชา แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยยังอยู่ห่างไกลจากเป้าหมายความเข้มแข็งทางการศึกษาและไม่สามารถเตรียมเยาวชนให้มีศักยภาพในการแข่งขันในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553 : 1-8) จึงเป็นที่น่าสังเกตว่าแม้มีนโยบายระดับประเทศในการส่งเสริมผู้เรียนให้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป้าหมายสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมุ่งที่กระบวนการในการแก้ปัญหา แต่ในทางปฏิบัติยังคงมีปัญหาเนื่องมาจากปัจจัยหลายๆ อย่างที่ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ปัจจัยสำคัญหนึ่งคือ วิธีการสอนหรือวิธีจัดการเรียนรู้ เพราะหัวใจสำคัญของการสอน คือ สอนให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็น ไม่ใช่สอนให้รู้แต่เพียงเนื้อหาต้องสอนให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนและมีประสิทธิผลในอนาคต (Joyce, Weil and Calhoun, 2009 : 6)

จะเห็นได้ว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพราะคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556 : 1-2)

ปัจจุบันประเทศไทยมีนโยบายที่จะพัฒนาชาติด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การนำคณิตศาสตร์ไปใช้ทางด้านคอมพิวเตอร์และมีผลต่อการพัฒนาประเทศ ดังนั้น คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ การแก้ปัญหา (Problem Solving) ทั้งในด้าน

ชีวิตประจำวันและด้านอื่นๆ การใช้เหตุผลซึ่งต้องอาศัยคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานทั้งสิ้น ปัจจุบันปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมีวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักของเหตุและผล อาศัยรูปแบบ (model) ความคิดทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ ซึ่งจำเป็นต้องมีข้อมูลในระดับหนึ่งมาช่วยในการตัดสินใจ หลักการของการแก้ปัญหาใดก็ตามก็คือ นำกฎเกณฑ์ต่างๆ ที่เป็นความจริงหรือข้อเท็จจริง เป็นความรู้ เป็นทฤษฎีต่างๆ ซึ่งก็คือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์นั่นเอง นำมาใช้ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่ในระดับหนึ่ง สรุปคำตอบของปัญหาที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหานี้เป็นกลไกที่เกิดขึ้นในสมองของแต่ละคน แม้ว่าคำตอบที่ได้จะเหมือนกัน แต่ในด้านของวิธีการคิดของแต่และบุคคลซึ่งอาศัยพื้นฐานความคิดทางคณิตศาสตร์ความมีเหตุผลอาจจะมีแตกต่างกันไปก็ได้ กลไกที่ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุถึงการพัฒนาต่างๆ ก็คือคอมพิวเตอร์ ซึ่งการที่จะเป็นนักคอมพิวเตอร์หรือการนำคอมพิวเตอร์ไปประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสาร โทรคมนาคม สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ เช่น หุ่นยนต์ก็ตาม ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น การพัฒนาบุคคลในประเทศให้เป็นผู้ชำนาญเฉพาะด้านไม่ว่าด้านใดก็ตาม ผู้ที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์จะเป็นผู้ที่ได้เปรียบเพราะจะสามารถสรุปความรอบรู้ความสัมพันธ์ (relation) ของสิ่งต่างๆ ให้อยู่ในรูปแบบ (model) ทางคณิตศาสตร์ และนำรูปแบบนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไปได้

สำหรับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้น ควรจัดกิจกรรมที่เน้นในเรื่องต่อไปนี้ 1) การปลูกฝังในเรื่องของความคิดเริ่มสร้างสรรค์ และจินตนาการที่เป็นเหตุเป็นผล โดยการฝึกนักเรียนให้เป็นคนช่างสังเกต และนำเอาหลักการทางคณิตศาสตร์มาอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆ 2) ในด้านของการแก้ปัญหา ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการแก้ปัญหาง่ายๆ ตรงไปตรงมา และค่อยๆ ซับซ้อนขึ้นตามลำดับ โดยการแก้ปัญหานั้นไม่จำเป็นต้องเน้นเฉพาะปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเดียว อาจเป็นปัญหาทั่วไป หรือปัญหาในการให้เหตุผล ปัญหาทางด้านตรรกศาสตร์ เหตุผลในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนอาจจะตัดสินใจไม่ได้ว่าใครถูกหรือผิด แต่ควรจะพิจารณาถึงเหตุผลที่ใช้ในการสนับสนุน นอกจากนี้แล้วควรฝึกให้นักเรียนมองปัญหาในเชิงที่เป็นระบบมากขึ้น รู้ว่าเมื่อเกิดปัญหาต่างๆ ขึ้นแล้วควรจะดำเนินการอย่างไร 3) ควรปลูกฝังให้นักเรียนมีความคิดในเชิงตรรกศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีเหตุผลในเชิงของการแก้ปัญหา 4) ทางด้านการเรียนรู้ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับนามธรรมค่อนข้างมาก ผู้สอนควรหารูปแบบ (Model) ที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ในบทความเรื่อง “คณิตศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ” (2533) เนื่องจากคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในศตวรรษนี้จะเป็นพื้นฐานสำหรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่จะพัฒนาขึ้นในครั้งต่อไปกระบวนการคิด วิธีการมองสิ่งที่เป็นจิตนิสัยของจิตโดยนักคณิตศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์และนักวิทยาศาสตร์จะถูกสะท้อนในระบบที่จะมีผลต่อเกือบทุกอย่างและทุกด้านในชีวิตประจำวันของเรา หากเราต้องการที่จะให้นักเรียนของเราสามารถนำไปใช้ได้หลังจากเรียนจบไป

เราจำเป็นต้องเตรียมตัวพวกเขาให้สามารถใช้ ทำความเข้าใจ ควบคุม และควรที่จะปรับเปลี่ยนชั้นเรียนเพื่อรองรับเทคโนโลยีในอนาคต นั่นหมายความว่าเราต้องช่วยให้พวกเขาพัฒนาวิธีคิดทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง ซึ่งนิสัยเหล่านี้เราจะต้องพยายามให้เกิดกับนักเรียนทุกคน จะเห็นได้ว่าการปลูกฝังจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนไม่ใช่สิ่งที่จะสอนให้ตระหนักรู้ได้ในช่วงเวลาอันสั้นหรือสอนแบบแยกส่วนจากเนื้อหาแต่ละเรื่องได้ แต่จำเป็นต้องผ่านการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและยาวนาน โดยสอดแทรกอยู่ในกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของทุกเนื้อหาและทุกระดับชั้น จนผู้เรียนมีความแตกฉานในเนื้อหาพอที่จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้เอง

กล่าวสรุปง่ายๆ คือ “นักเรียนต้องคิดจนติดเป็นนิสัย” การสอนจึงจะบรรลุผลได้อย่างแท้จริง นักเรียนที่เรียนรู้เฉพาะข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ นิยาม กฎและขั้นตอนในการใช้งานเป็นเรื่องง่ายในการให้คะแนนในวิชาคณิตศาสตร์ แต่นักเรียนเหล่านี้หลายคนพบว่าไม่สามารถนำความรู้นี้ไปใช้เมื่อพบปัญหาหรือสถานการณ์ใดๆ ที่ยังไม่ได้เจาะจงวิธีการแก้ปัญหา (Seeley, 2014 : 248) สอดคล้องกับสิ่งที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553 : 1) ได้กำหนดจุดเน้นการพัฒนาผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไว้ว่า จะมุ่งพัฒนาผู้เรียนอย่างต่อเนื่องในด้านความสามารถในการแสวงหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี โดยเน้นเพิ่มเติมความสามารถด้านการใช้ภาษาต่างประเทศโดยเฉพาะภาษาอังกฤษในการสื่อสารได้ ทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะชีวิต ทักษะการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ตามช่วงวัย สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับ พ.ศ. 2552-2559 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2553 : 17-18) ได้กำหนดนโยบายและกรอบการดำเนินงานในด้านการพัฒนาคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ในทุกระดับและประเภทของการศึกษาให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถ มีสมรรถนะทั้งด้านการอ่านและการเขียนภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ การคิดคำนวณ การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา คิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีนิสัยใฝ่เรียนรู้ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง แสวงหาความรู้ และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต มีความรู้เชิงวิชาการและสมรรถนะทางวิชาชีพ มีคุณธรรม จริยธรรม สามารถประกอบอาชีพ และอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุขตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาจัดอยู่ในช่วงวัยรุ่นซึ่งเป็นช่วงชีวิตระหว่างวัยเด็กกับวัยผู้ใหญ่และเป็นช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อที่สำคัญยิ่งเพราะมีการเปลี่ยนแปลงอันซับซ้อนและสับสนร่วมกันหลายด้าน ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม สติปัญญา และจริยธรรม

สุรางค์ โค้วตระกูล (2553 : 86-90 ; อ้างอิงจาก วิภาวี ศิริลักษณ์, 2557 : 3) กล่าวถึงลักษณะของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาไว้ว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา คือ เด็กวัย 12 - 18 ปี จัดอยู่ในช่วงวัยรุ่นมีพัฒนาการทางร่างกายที่รวดเร็ว เด็กวัยนี้สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ มีความสนใจในปรัชญาชีวิต ศาสนา สามารถที่จะใช้เหตุผลเป็นหลักในการตัดสินใจ มีหลักการของตนเองเกี่ยวกับความยุติธรรม ความเสมอภาคและมนุษยธรรม เริ่มอยากรู้ว่าตนเองเป็น

ใครในสังคมซึ่งเด็กจะต้องมีความเข้าใจและยอมรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว และต้องเข้าใจบทบาทของตนในสังคม ความคิดเป็นของตนเองและมีเป้าหมายในชีวิตที่แน่นอน โดยเฉพาะนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นวัยที่กำลังจะจบการศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นช่วงชีวิตที่ตัดสินใจเลือกแนวทางการดำเนินชีวิตในอนาคตของตนเอง ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นหรือประกอบอาชีพ ทั้งนี้เด็กจำเป็นต้องรู้จักโลกภายนอกที่นอกเหนือจากครอบครัวและกลุ่มเพื่อน ต้องสำรวจตนเองเพื่อให้ตระหนักถึงสมรรถภาพและศักยภาพของตนทั้งด้านดีและด้านบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงและตัดสินใจเลือกทางเดินชีวิตให้เหมาะกับตนเองและสามารถวางแผนอนาคตได้ตามสภาพความเป็นจริง (กรมสุขภาพจิต, 2546 : 3-10)

สมาคมวิทยาลัยการฝึกหัดครูแห่งอเมริกาและภาคีเพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21 ของอเมริกา กล่าวว่า เมื่อจบการศึกษาในระดับมัธยมแล้ว นักเรียนในศตวรรษที่ 21 นั้นจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานในสาระวิชาหลักและทักษะที่จำเป็นสำหรับการก้าวสู่การศึกษาระดับสูง การทำงานและการดำรงชีวิตที่ประสบผลสำเร็จในอนาคต (American Association of Colleges for Teacher Education and the Partnership for 21st Century Skills, 2010 : 9-10) นอกจากนี้ ผู้เรียนควรมีความคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ใช้เทคโนโลยีและวิทยาการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือช่วยในสถานการณ์ต่างๆและให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจหรือสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน เชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์แขนงต่างๆ รวมถึงนำความรู้ หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปบูรณาการกับศาสตร์อื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพนานาชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556 : 4)

จะเห็นว่า จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมีความสำคัญต่อการศึกษาและการพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคม จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง ทั้งนี้โรงเรียนหรือสถานศึกษาทุกแห่งจะต้องส่งเสริมและปลูกฝังให้ผู้เรียนมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการที่ผู้เรียนจะมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ได้นั้นจะต้องประกอบไปด้วยตัวบ่งชี้ใดหรือองค์ประกอบใดบ้างที่ผู้สอนจะต้องสร้างให้ผู้เรียนเกิดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดบุรีรัมย์ การศึกษาการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้กระบวนการพัฒนาตัวบ่งชี้ทั้งวิธีเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณประกอบกัน ในส่วนของวิธีวิจัยเชิงคุณภาพได้ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับจิตนิสัยและจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในสาขาคณิตศาสตร์ ในส่วนของวิธีเชิงปริมาณ ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจเพื่อคัดเลือกและจัดกลุ่มตัวบ่งชี้แต่ละองค์ประกอบ และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ การศึกษาทำให้ได้ตัว

บ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งเป็นข้อมูลและแนวทางให้สำหรับตัวผู้วิจัยเองและผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ซึ่งได้แก่ ผู้บริหาร ครู ผู้ปกครอง และตัวนักเรียนเองในการที่จะนำผลการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความสำคัญของการวิจัย

ทำให้ทราบตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และนำตัวบ่งชี้ดังกล่าวไปใช้กับบุคคลที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ครูได้สารสนเทศในการจัดกระบวนการเรียนการสอนให้กับนักเรียน
2. โรงเรียนได้สารสนเทศในการจัดระบบการบริหารและการจัดการในโรงเรียนรวมถึงการจัดทรัพยากรสนับสนุนการเรียนรูของนักเรียน
3. ผู้ปกครองได้สารสนเทศในการจัดประสบการณ์ และการเรียนรู้นอกโรงเรียนให้สนองตอบต่อบุตรหลานของตน รวมถึงการมีส่วนร่วมในการศึกษาในโรงเรียนของบุตรหลาน ของตนเอง

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ กำหนดขอบเขตการวิจัยในแต่ละขั้นตอนของการวิจัยไว้ 3 ด้าน คือ ขอบเขตด้านเนื้อหา ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล และขอบเขตด้านตัวแปร ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยในครั้งนี้ใช้กรอบแนวคิดองค์ประกอบจิตนิสัยของบุคคลของคอสตาและคอลลิค (Costa and Kallick, 2000) ซึ่งประกอบด้วย 16 องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้จิตนิสัย

ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยสังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามแนวคิดของ Common Core State Standards Initiative (2010), Costa and Kallick (2000), Cuoco, Goldenberg and Mark (1996), Cuoco, Goldenberg and Mark (2010), Driscoll, DiMatteo, Nikula and Egan (2007), Goldenberg, Shteingold, and Feurzeig (2003), Hull, Balka and Miles (2012), Levasseur and Cuoco (2003), Marzano (1992), National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000), National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009), RAND Mathematics Study Panel. (2003), Seaman and Szydlik (2007), Texas Education Agency (2012), Kien Lim (2013), พงศธร มหาวิจิตร และสุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย (2561) และหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนคณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2561) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูลตามขั้นตอนการพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 ท่าน ได้แก่

1. อาจารย์ที่สอนในสาขาคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา จำนวน 3 ท่าน
2. อาจารย์ที่สอนในกลุ่มการศึกษาในระดับอุดมศึกษา จำนวน 3 ท่าน
3. ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา จำนวน 3 ท่าน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ องค์ประกอบและตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชันมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนที่ 2

1. วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจของตัวบ่งชี้ที่ได้จากแหล่งข้อมูลที่เป็นผู้เชี่ยว-ชาญและจากการสังเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4-ม.6) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 26,815 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 66 โรง

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มตัวอย่างที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exporatory Factor Analysis : EFA) เพื่อสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในจังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 847 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

กลุ่มตัวอย่างที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) เพื่อเป็นการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างระหว่างโมเดลสมการโครงสร้างกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในจังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 1,241 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ตัวบ่งชี้ (Indicator) หมายถึง สารสนเทศที่บ่งบอกสภาพการณ์หรือสภาวะอย่างใดอย่างหนึ่งในเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ ซึ่งสารสนเทศดังกล่าวอยู่ในรูปของค่าที่สังเกตได้เป็นตัวเลข ข้อความ องค์ประกอบ ตัวแปร หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงใดช่วงหนึ่งโดยการนำตัวแปรหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงใดช่วงหนึ่งไปสัมพันธ์กัน เพื่อให้เกิดคุณค่าซึ่งสามารถที่จะชี้ให้เห็นถึงสภาพการณ์ที่บ่งบอกถึงลักษณะของจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

2. การพัฒนาตัวบ่งชี้ (The Development of Indicator) หมายถึง การจัดกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับสภาวะที่ต้องการแสดงโดยยึดหลักเหตุผลทางทฤษฎีแล้วดำเนินการจัดลำดับความสำคัญของตัวแปรเหล่านั้นตามหลักเกณฑ์และตัวบ่งชี้จะต้องอาศัยข้อมูลเชิงประจักษ์ที่นำมาวิเคราะห์แล้วจัดกลุ่มตัวแปรโดยใช้หลักเกณฑ์ทางสถิติเป็นพื้นฐานในการสร้างตัวบ่งชี้ทางการศึกษา

3. จิตนิสัย (Habits of Mind) หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่ใช้ความคิดในการทำงานโดยแสดงออกเป็นประจำจนเคยชิน ทำให้สามารถเผชิญกับสิ่งต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้น และเปลี่ยนแปลงได้ตามความรู้ ประสบการณ์ที่ได้รับการสั่งสมมา

4. จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Habits of Minds : MHoM) หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ รวมทั้งใช้เหตุผล หลักฐานเพื่อสนับสนุนความคิดนั้น สามารถสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง โดยปฏิบัติได้อย่างเป็นปกติจนเกิดเป็นนิสัย ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ ดังนี้

4.1 มีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (Knowledge in mathematics content : Kmc) หมายถึง บุคคลที่มีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 4 สาระ ตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

4.2 การมีความมุ่งมั่น (Persisting : Pst) หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีการวิเคราะห์ปัญหา จัดสร้างระบบแบบแผนและกลยุทธ์ที่จะแก้ปัญหา มีความรอบรู้พอที่จะปรับเปลี่ยนยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และสามารถเลือกวิธีที่ดีที่สุดเหมาะสมที่สุดมาใช้หรือใช้หลายๆวิธีในการแก้ปัญหา พวกเขามักจะเก็บข้อมูลหลักฐานของวิธีการที่จะแก้ปัญหาได้สำเร็จ และถ้าวิธีการใดวิธีการหนึ่งที่ไม่ประสบความสำเร็จก็จะทราบว่าเป็นเพราะเหตุใด และสามารถหยิบกลวิธีอื่นมาช่วยทันที พวกเขาจะมองออกว่าวิธีการใดไม่ขัดผลและต้องลองวิธีใหม่ ระบบวิธีการในการวิเคราะห์ปัญหาซึ่งเริ่มตั้งแต่ทราบว่าจะทำอย่างไร ควรมีขั้นตอนอย่างไรต้องการข้อมูลอะไรบ้าง เพราะพวกเขามีความอดทนที่จะใช้เวลาในการแก้ปัญหาและไม่ตระหนกตกใจเมื่อเกิดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาขึ้น

4.3 การมีความยืดหยุ่นในการคิด (Thinking Flexibly : TF) หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือซ่อมแซมเพื่อที่ทำให้ตนเองเก่งขึ้น คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะสามารถควบคุมสถานการณ์ได้ดี เพราะสามารถเปลี่ยนแปลงความคิดตามข้อมูลที่ได้ รับเพิ่มเติม ดังนั้น คนเหล่านี้มักจะเข้าไปเกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่หลากหลายให้พวกเขามีความสามารถในการปรับเปลี่ยน สามารถคาดเดาถึงผลลัพธ์ที่เกิดตามมา คนที่มีความยืดหยุ่นจะสามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาด้วยมุมมองใหม่ เปลี่ยนแปลงความคิดได้ไว มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาของตนเอง

4.4 การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน (Thinking about Thinking : TaT) หรือเมตตาคอกนิชั่น (Metacognition) หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีการสำรวจความคิดของตนเอง ทำให้ทราบว่าเรารู้อะไรแล้ว และยังไม่รู้อะไรบ้าง เป็นความสามารถของคนในการวางแผนเพื่อหาข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม รู้ตัวตลอดเวลาว่ากำลังทำอะไรอยู่ อยู่ในขั้นตอนใด และคอยประเมินตนเองตลอดเวลา องค์ประกอบหลักของการสำรวจความคิดของตนเอง คือ การวางแผนปฏิบัติจดจำแผนงานไว้ในสมองแล้วย้อนคิดและประเมินแผนงานนั้นเมื่องานเสร็จ

4.5 การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ (Striving for Accuracy : SfA) หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความพยายามในการหาวิธีการที่ใช้ตรวจสอบงานของตนอย่างแม่นยำ

เขาจะฝึกให้ตนเองมีความซื่อสัตย์ในการตรวจสอบงาน และพร้อมที่จะแก้ไขข้อบกพร่องตลอดเวลาจนกว่าจะเสร็จ

4.6 การถามและตั้งข้อสงสัย (Questioning and Posing Ploblems : QaPP) หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีการถามคำถามให้เติมเต็มในสิ่งที่ตนรู้และสิ่งใดที่ยังไม่รู้ผู้ถาม คำถามที่ดีมักจะถามคำถามแบบครอบคลุม เช่น มีหลักฐานอะไร ทราบได้อย่างไรว่าหลักฐานถูกต้อง แหล่งข้อมูลมีความน่าเชื่อถือเพียงไร

4.7 ความสนใจใฝ่รู้ (Curiosity Quotient : CQ) หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้หรือมีความสนใจซึ่งจะนำไปสู่การเสาะแสวงหาความรู้ในเรื่องนั้นๆ เพิ่มเติมด้วยตนเองและชอบที่จะเรียนรู้ตลอดเวลา

4.8 การมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง (Responsibility for own Decisions : Rfod) หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่ยอมที่จะเอาตัวเองเข้าไปอยู่ในสถานการณ์ที่ไม่ทราบว่าผลลัพธ์จะออกมาเป็นอย่างไร ยอมรับสภาพที่วุ่นวายสับสนหรือความทดถอยว่าเป็นสิ่งที่น่าสนใจ ท้าทายความสามารถ และความเจริญงอกงามของตนเอง คนที่ยืดหยุ่นจะไม่แสดงความมุทะลุหรือบุ่มบ่าม การเสี่ยงของพวกเขาเป็นการศึกษาเพราะคนที่ยืดหยุ่นจะรวบรวมเอาประสบการณ์ ความรู้เดิม คิดคำนึงถึงผลที่จะตามมาและรู้ว่าความพอเหมาะพอควรอยู่ที่ใดและรู้ว่าอะไรอันตรายเกินไป

4.9. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical process skills : Mps) หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ รวมทั้งนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษาซึ่งครอบคลุมจุดมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับจิตนิสัย
   - 1.1 ความหมายของจิตนิสัย
   - 1.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับจิตนิสัย
2. แนวคิดเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
   - 2.1 ความหมายของจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
   - 2.2 คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
   - 2.3 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
   - 2.4 การเสริมจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน
3. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาตัวบ่งชี้
   - 3.1 ความหมายของตัวบ่งชี้
   - 3.2 ลักษณะทั่วไปของตัวบ่งชี้ทางการศึกษา
   - 3.3 ประเภทของตัวบ่งชี้
   - 3.4 ประโยชน์ของตัวบ่งชี้
   - 3.5 กระบวนการพัฒนาตัวบ่งชี้
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
   - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับจิตนิสัย

1. ความหมายของจิตนิสัย

จิตนิสัย (Habits of mind) หรือ อุปนิสัย (Habits of mind) เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตลอดเวลาแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของแต่ละบุคคลจิตนิสัยเกิดขึ้นจากองค์ประกอบจากความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทักษะและความปรารถนาเข้าด้วยกัน (Covey, 2004 : 50) ซึ่งจิต

นิสัยของบุคคลนั้นสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาได้หากบุคคลตั้งใจทำ (วิทยา นาควัชระ, 2545 : 54) อย่างไรก็ตาม จิตนิสัยถือเป็นตัวการสำคัญที่ขัดขวางการเปลี่ยนแปลงนักวิจัยบางท่านอธิบายไว้ว่าสาเหตุเพราะจิตนิสัยบางประการถูกฝังลึกอยู่ภายในจิตใจอาจต้องใช้ความพยายามอย่างมากในการเปลี่ยนแปลง (George and Jones, 2005 : 45)

ผู้วิจัยได้รวบรวมความหมายของคำว่าจิตนิสัยดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

Marzano (1992) ได้ให้ความหมายของจิตนิสัยว่าเป็นลักษณะของบุคคลที่ใช้ความคิดที่เป็นอัตโนมัติหรือเป็นนิสัยไม่ต้องใช้เวลาในการจัดการ แต่กระบวนการคิดเองอาจต้องการการตรวจสอบมากกับทำให้เกิดการพิจารณาตัวเลือกอย่างระมัดระวัง การประเมินความเสี่ยงและประเมินถึงผลที่ตามมา

Massachusetts Department of Education (1995) ได้ให้ความหมายของจิตนิสัยว่าเป็นลักษณะของบุคคลที่ใช้ความคิดเจตคติในการทำงานด้วยการเรียนรู้ตลอดชีวิต

Resnick (1999 : 38-40) ได้ให้ความหมายของจิตนิสัยว่าเป็นลักษณะของบุคคลที่แสดงการกระทำที่บ่งบอกถึงความคิดในการใช้ปัญญาที่แตกต่างกัน

Costa and Kallick (2000 : 21) ได้ให้ความหมายของจิตนิสัยว่าเป็นลักษณะของบุคคลที่ใช้ความคิดในการทำงานจนเป็นนิสัยทำให้สามารถเผชิญกับสิ่งต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพช่วยส่งเสริมสังคมให้มีความเมตตากรุณาและมีความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น

Covey (2004 : 59) ได้ให้ความหมายของจิตจิตนิสัยว่าเป็นแบบของพฤติกรรมซึ่งมีส่วนประกอบสามประการที่เหลื่อมล้ำกัน คือ ความรู้ ทักษะ และทัศนคติ

Jones (2004 : 48) ได้ให้ความหมายของจิตนิสัยว่า หมายถึง สิ่งที่บุคคลแสดงออกเป็นประจำตอบสนองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นด้วยการกระทำที่เคยชิน

นวลลออ สุภาผล (2527 : 182) ได้ให้ความหมายของจิตนิสัยว่า หมายถึงตัวกำหนดแนวโน้มหรือความโอนเอนในการตอบสนองและเป็นสิ่งชี้นำพฤติกรรมจิตนิสัยสามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมที่ปรากฏออกมา

วิทยา นาควัชระ (2545 : 54) ได้ให้ความหมายของจิตนิสัยว่า หมายถึง สิ่งที่บุคคลแสดงออก เป็นสิ่งที่ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาได้ หากตั้งใจทำแต่จะพัฒนาหรือปรับเปลี่ยนได้ยากเมื่อมีอายุมากขึ้น เมื่อเข้าใจและรู้ว่าสิ่งใดดีและสิ่งใดไม่เหมาะสมจะเกิดความอยากปรับและเปลี่ยนนิสัยจึงสามารถทำได้

สงกรานต์ จิตสุทธิภากร (2545 : 60) ได้ให้ความหมายของจิตนิสัยว่า หมายถึงปัจจัยที่สำคัญของชีวิตเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตลอดเวลาจนเกือบตลอดเวลาไม่รู้สึกตัวแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมว่าบุคคลนั้นเป็นคนที่มีประสิทธิผลหรือไร้ประสิทธิผล เกิดขึ้นจากองค์ประกอบจากความสัมพันธ์ร่วมระหว่างความรู้ ทักษะ และความปรารถนาเข้าด้วยกัน

แม้นมาศ ลีลสัตยกุล (2545 : 19) ได้ให้ความหมายของจิตแต่นิสัยว่าเป็นลักษณะของบุคคลที่ใช้ความคิดในการแก้ปัญหาอย่างชาญฉลาด

จิราภรณ์ คงคุ้ม (2548 : 10) ได้ให้ความหมายว่าเป็นลักษณะของบุคคลที่ใช้ความคิดในการทำงานจนเป็นนิสัยสามารถเผชิญกับสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกทั้งยังเสริมสร้างสังคมให้มีเมตตากรุณามีความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น และเตรียมพร้อมสำหรับการปรับตัวในอนาคตได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

นภดล เวชสวัสดิ์ (2548 : 52) ได้ให้ความหมายของจิตนิสัยว่า หมายถึงองค์ประกอบที่สำคัญในชีวิตองค์ประกอบที่สำคัญในชีวิตของบุคคลเกิดขึ้นสม่ำเสมอบ่อยครั้ง อยู่ในโครงสร้างไรสำนึกแสดงออกให้เห็นเป็นค่าคงที่ ต่อเนื่องรายวัน แสดงคุณลักษณะและแสดงความมีประสิทธิผลหรือไมมีประสิทธิผล

พบพร รักษาจิต (2554 : 11) ได้ให้ความหมายของจิตนิสัยว่า หมายถึง สิ่งที่บุคคลแสดงออกเป็นประจำจนเคยชิน เกิดจากความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่าง ความรู้ ทักษะและความปรารถนา เป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงและพัฒนาได้เมื่อบุคคลต้องการเปลี่ยนจิตนิสัยอย่างจริงจัง

กล่าวโดยสรุป จิตนิสัย หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่ใช้ความคิดในการทำงาน โดยแสดงออกเป็นประจำจนเคยชินทำให้สามารถเผชิญกับสิ่งต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้น และเปลี่ยนแปลงได้ตามความรู้ ประสบการณ์ที่ได้รับการสั่งสมมา

2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับจิตนิสัย

America Association Advancement of Science (1989 : Online) ได้รวบรวมองค์ประกอบของจิตนิสัยทั้งหมด 7 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. ความซื่อสัตย์ (Integrity)
2. ความขยัน (Diligence)
3. ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity)
4. ความยุติธรรม (Fairness)
5. ความเคลือบแคลงใจสงสัย (Skepticism)
6. จินตนาการ (Imagination)
7. การเปิดรับความคิดใหม่ (Open to new Idea)

Marzano (1992 : 131-139) จัดจิตใจนิสัยไว้ในกลุ่มของมิติแห่งการเรียนรู้ทั้งห้าซึ่งประกอบด้วย

มิติที่ 1 ความเข้าใจและทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ผู้เรียนจะรู้สึกถึงความสำคัญของการเรียนรู้ รู้สึกสนใจ รู้สึกปลอดภัยที่จะเรียนรู้จึงทำให้ประสบผลสำเร็จในการเรียน

มิติที่ 2 ซึมซับและบูรณาการความรู้ที่ได้โดยผนวกความรู้ใหม่กับความรู้เก่าที่มีอยู่เดิมซึ่งจะช่วยให้จำเรื่องที่เรียนได้นานและมีความหมาย

มิติที่ 3 ขยายและขัดเกลาความรู้ การบูรณาการความรู้ไม่ได้เป็นจุดสิ้นสุดของการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องขยาย และขัดเกลาความรู้โดยผนวกเอาสิ่งที่แตกต่างกันเข้ากับมวลความรู้เดิมและสร้างความรู้เชื่อมโยงความรู้เหล่านั้นเพื่อให้การเรียนรู้ของตนลึกซึ้งกว้างขวางยิ่งขึ้น

มิติที่ 4 ใช้ความรู้อย่างมีความหมาย การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพก็เมื่อผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ทำงานจริง

มิติที่ 5 การมีจิตนิสัย ซึ่งเป็นมิติที่สำคัญที่สุดของมิติทั้ง 5 เพราะเป็นมิติที่เน้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ และการกำกับดูแลความคิดของตนเอง

Marzano ได้ระบุองค์ประกอบที่ประกอบเป็นจิตนิสัยไว้ 15 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ตระหนักในความคิดของตนเอง (Being aware of your own thinking) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการสำรวจความคิดของตนเองและพยายามคิดหาหนทางในการแก้ไขข้อผิดพลาด

2. วางแผน (Planing) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการจัดสรรเวลาในการทำงานและทำให้งานสำเร็จลุล่วง

3. ตระหนักในความจำเป็นของทรัพยากร (Being aware of necessary resources) คือ ลักษณะของบุคคลที่ให้ความสำคัญในการรวบรวมข้อมูลหรือทรัพยากรเพื่อใช้ในการสร้างงาน ตระหนักในความจำเป็นของทรัพยากรคือลักษณะของบุคคลที่ให้ความสำคัญในการรวบรวมข้อมูลหรือทรัพยากรเพื่อใช้ในการสร้างงาน

4. มีความรู้สึกไวต่อการย้อนกลับ (Being sensitive to feedback) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีความระมัดระวังรอบคอบในการทำงานเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดมีความรู้สึกไวต่อการย้อนกลับคือลักษณะของบุคคลที่มีความระมัดระวังรอบคอบในการทำงานเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาด

5. ประเมินผลการกระทำของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ (Evaluating the effectiveeness of your actions) คือ ลักษณะของบุคคลที่เข้าใจและยอมรับศักยภาพความสามารถและข้อจำกัดของตนเอง

6. ต้องการความแม่นยำและแสวงหาความถูกต้อง (Being accurate and seeing accurary) คือ ลักษณะของบุคคลที่ทำงานอย่างปราณีตและไม่สะเพร่า

7. มีความกระจ่างและแสวงหาความชัดเจน (Being clear and seeking accurary) คือ ลักษณะของบุคคลที่รับรู้และเข้าใจถึงปัญหาที่เผชิญหรืองานที่ต้องกระทำโดยจะไม่ปฏิบัติจนกว่าจะเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

8. เปิดใจ (Being Open-minded) คือ ลักษณะของบุคคลรู้จักปรับเปลี่ยนความคิดเมื่อได้ทราบข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลใหม่

9. ควบคุมความหุนหัน (Resisting impulsivity) คือ ลักษณะของบุคคลที่รู้จักคิดไตร่ตรองก่อนตัดสินใจหรือก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ

10. ปฏิบัติและคัดค้านเมื่อมีหลักฐาน (Taking and defending a position) คือ ลักษณะของบุคคลที่รู้จักควบคุมตนเองในการคิดและการแสดงออกตามข้อมูลที่ตนเองมีอยู่โดยไม่ตกอยู่ในอิทธิพลของผู้อื่นและมีความมั่นใจในตนเอง

11. ไวต่อความรู้สึกจากสิ่งอื่นๆ (Being sensitive to other) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการรับรู้และเข้าใจสิ่งต่างๆเมื่อถูกกระตุ้น

12. มุ่งมั่นในการทำงานโดยไม่หวังคำตอบหรือข้อสรุปในทันที (Engaging Intensely in task even when answers or immediately apparent) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีความเพียรพยายามทำสิ่งต่างๆให้ประสบความสำเร็จ

13. นำความรู้ของตนมาใช้อย่างเต็มกำลังและความสามารถ (Pushing the limits of your Knowledge and ability) คือ ลักษณะของบุคคลที่พยายามต่อสู้กับอุปสรรคโดยไม่ย่อท้อต่อปัญหา

14. สร้างความไว้วางใจและรักษามาตรฐานในการประเมินตนเอง (Generating Trusting and maintaining your own standards of evaluation) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการสำนึกและตระหนักถึงคุณค่าของตนเอง

15. สร้างความคิดใหม่จากพื้นฐานความรู้ที่เป็นระเบียบแบบแผน (Generating new of viewing situations outside the boundaries of standard convention) คือ ลักษณะของบุคคลที่รู้จักคิดและริเริ่มทำสิ่งใหม่ใหม่โดยอาศัยความรู้ที่มีอยู่แล้ว

Meier (1995) ได้รวบรวมคุณลักษณะของจิตนิสัยออกเป็น 5 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. การอ้างอิงหลักฐาน (Evidence)
2. ความคิดเห็น ความคิดเห็น (Viewpoint)
3. การเชื่อมโยง การเชื่อมโยง (Conections)
4. การคาดเดาหรือการทำนาย (Supposition)
5. การให้คุณค่า (Meaningfulness)

Massachusetts Department of Education. (1995 : 1-2) ได้รวบรวมคุณลักษณะของผู้ที่มีจิตใจนิสัยไว้ 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. การคิดและการสื่อสาร (Thinking and Communicating) ได้แบ่งองค์ประกอบย่อยออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1.1 การคิดโดยใช้จินตนาการ (Imaginative thinking) คือลักษณะของบุคคลที่มีการจัดการและปฏิบัติโดยใช้ความคิดริเริ่มความจำความเข้าใจเพื่อที่จะออกแบบให้ได้ความรู้ใหม่ซึ่งจะมีการเสี่ยงต่อการผิดพลาด

1.2 การรับรู้และมีความเข้าใจในระดับสูง (Hightened perceptual awareness) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการเรียนรู้และสนใจในสิ่งที่ได้เห็นเพื่อที่จะนำไปปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโดยจะต้องมีความรักเอียดรอบคอบในการรับรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสทางการมองเห็นการได้ยินและสื่อสารโดยใช้ภาษา

1.3 การคิดไตร่ตรอง (Reflective Thinking) คือ ลักษณะของบุคคลที่สามารถอภิปรายและประเมินตนเองได้ตามความจริงโดยการยอมรับข้อวิจารณ์ที่มีความคิดสร้างสรรค์และการให้ความสำคัญกับการสื่อสารที่มีความสมบูรณ์

2. การรับรู้และประยุกต์ใช้ความรู้ (Gaining and applying Knowledge) ได้แบ่งองค์ประกอบย่อยออกเป็นสององค์ประกอบดังต่อไปนี้

2.1 การรวบรวมความอยากรู้อยากเห็นและการมีความมุ่งมั่น (Organization curiosity and persistence) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการวางแผนลำดับขั้นในการกระทำปฏิบัติสร้างสรรค์นอกจากนี้ยังจะต้องมีการพัฒนาข้อคำถามและไม่รู้สึกย่อท้อต่ออุปสรรคที่เผชิญ

2.2 การคิดวิเคราะห์และความสามารถในการเชื่อมโยง (Analytical thinking and ability to make connections) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการวิเคราะห์ผลงานการวิจัยเหตุการณ์ในอดีตแต่เหตุการณ์ที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของปัญหานอกจากนี้ยังสรุปความคิดเห็นและทำการพิจารณาเรื่องราว

3. การทำงานและการให้ความช่วยเหลือ (Working and Contributing) ได้แบ่งองค์ประกอบย่อยออกเป็นสององค์ประกอบดังนี้

3.1 การมีความรับผิดชอบต่อสังคม (Social responsibility) คือ ลักษณะของบุคคลที่จะตระหนักรู้ถึงความเป็นไปของสังคมและรับรู้ถึงความรู้สึกของคนในสังคมการแสดงออกจะยึดสังคมเป็นศูนย์กลางโดยจะประพฤติปฏิบัติตามความรู้สึกผิดชอบชั่วดีและกฎกติกาของสังคม

3.2 การเคารพในความคิดสร้างสรรค์ของผู้อื่น (Respect for creativity in other) คือ ลักษณะของบุคคลที่เข้าใจยอมรับและยกย่องผลงานของผู้อื่นอย่างจริงใจ

Napolitano (1998 : 227-235) ได้รวบรวมองค์ประกอบของจิตนิสัยไว้ 9 องค์ประกอบคือ

1. การยอมรับการเปลี่ยนแปลง (Embraces Change) คือ ลักษณะของบุคคลที่รู้จักเปลี่ยนแปลงความคิดและความเข้าใจต่อความคิดใหม่

2. การทดสอบเบื้องต้น (Test Assumption) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการเปิดเผยและตรวจสอบพื้นฐานจากหลักฐานที่อ้างอิงไว้และสนับสนุนสิ่งอื่นที่เกี่ยวข้อง

3. การเปลี่ยนแปลงจากตัวอย่าง (Shifts Paradigms) คือ ลักษณะของบุคคลที่รู้จักใช้วิธีการใหม่ในการพัฒนาสิ่งอื่นๆโดยจะปรับเปลี่ยนแนวคิดของตนเองที่มีอยู่มาใช้กับปัจจุบัน

4. การคิดแบบองค์รวม (Thinking Holistically) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดเป็นระบบ โดยจะตระหนักถึงองค์ประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์และมีหน้าที่เชื่อมอยู่ เป็นการมองหลายๆ มุมเพื่อให้ได้ภาพโดยรวมที่ครบถ้วนเท่าที่จะเป็นได้และเพื่อเป็นการเปิดกว้างรูปแบบทางความคิดของตนเอง

5. การอดทนต่อความกำกวมและข้อขัดแย้งที่ขัดต่อความรู้สึก (Tolerates Ambiguity and Paradox) คือ ลักษณะของบุคคลที่สามารถคลี่คลายความวุ่นวายของเหตุการณ์จากข้อมูลที่ได้รับมาตามจุดมุ่งหมายและสามารถประเมินข้อขัดแย้งที่มีอยู่

6. การเชื่อในสัญชาตญาณ (Trust Intuition) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการรับรู้และตระหนักในข้อมูลหรือประสบการณ์ที่นำมาใช้ในการตัดสินใจ

7. การเสี่ยง (Takes Risk) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีความเข้าใจและยอมรับถึงผลการกระทำของตนอย่างไม่กลัวความล้มเหลว

8. การทำงานร่วมกัน (Seeks Synergies) คือ ลักษณะของบุคคลที่สามารถปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสำเร็จ

9. การประเมินรูปแบบ (Models Values) คือ ลักษณะของบุคคลที่รู้จักประเมินทักษะในการติดต่อสื่อสารและการกระทำว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่

Perkins (1997 : Online) ได้รวบรวมองค์ประกอบของจิตนิสัยไว้ 9 องค์ประกอบ คือ

1. การถามและตั้งข้อสงสัย (Questioning and Posing Ploblems) คือ ลักษณะของบุคคลที่สามารถถามคำถามให้เติมเต็มในสิ่งที่ตนรู้และยังไม่รู้

2. พยายามให้ถูกต้องแม่นยำ (Striving for Accuracy) คือ ลักษณะของบุคคลที่พยายามหาวิธีการตรวจสอบงานของตนอย่างแม่นยำเค้าจะฝึกให้ตนเองมีความซื่อสัตย์ในการตรวจสอบงาน

3. ความยืดหยุ่นในการคิด (Thinking Flexibly) คือ ลักษณะของบุคคลที่สามารถเปลี่ยนแปลงความคิดตามที่ได้รับข้อมูลเพิ่มเติม

4. การประยุกต์ (Transference) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการนำเอาความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อแก้ปัญหาที่เผชิญ

5. การมีความมุ่งมั่น (Persisting) คือ ลักษณะของบุคคลที่ยืนหยัดอยู่กับงานจนกว่าจะสำเร็จ

6. การมีความรับผิดชอบในการเสี่ยง (Tasking Responsible Risks) คือ ลักษณะของบุคคลที่ยอมเอาตัวเองเข้าไปอยู่ในสถานการณ์ที่ไม่ทราบว่าผลลัพธ์จะออกมาเป็นอย่างไร ยอมรับสภาพที่วุ่นวายสับสนหรือความทดถอยว่าเป็นสิ่งที่น่าสนใจท้าทายความสามารถและความเจริญงอกงามของตนเอง

7. การจัดการความหุนหัน (Managing Implusivity) คือ ลักษณะของบุคคลที่ทำงานอย่างสุขุมคิดก่อนกระทำโดยมีการวางแผนตั้งเป้าหมายและพยายามเข้าใจทิศทางของการดำเนินงานก่อนที่จะลงมือกระทำ

8. การฟังด้วยความเข้าใจ และใส่ใจ (Listening with Understanding & Empathy) คือ ลักษณะของบุคคลที่ตั้งใจฟังผู้อื่นด้วยความเข้าใจและรับรู้ความคิดของผู้พูด

9. การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน (Thinking about Thinking) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการสำรวจความคิดของตนเองทำให้ทราบว่าเรารู้อะไรแล้วและยังไม่รู้อะไรบ้าง เป็นความคิดของคนในการวางแผน เพื่อหาข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม รู้ตัวอยู่ตลอดเวลาว่ากำลังทำอะไรอยู่ อยู่ในขั้นตอนใดและคอยประเมินตนเองอยู่ตลอดเวลา

Costa and Kallick (2000 : 21-38) ได้รวบรวมองค์ประกอบของจิตนิสัยไว้ 16 ประการ คือ

1. การมีความมุ่งมั่น (Persisting) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการวิเคราะห์ปัญหาจัดสร้างระบบแบบแผนและกลยุทธ์ที่จะแก้ปัญหามีความรอบรู้พอที่จะปรับเปลี่ยนยุทธวิธีในการแก้ปัญหาและความสามารถวิธีที่ดีที่สุดเหมาะสมที่สุดมาใช้หรือใช้หลายๆวิธีในการแก้ปัญหา พวกเขามักจะเก็บข้อมูลหลักฐานของวิธีการที่จะแก้ปัญหาได้สำเร็จและถ้าวิธีการใดวิธีการหนึ่งที่ไม่ประสบความสำเร็จก็จะทราบว่าเป็นเพราะเหตุใด และสามารถหยิบกลวิธีอื่นมาช่วยทันที พวกเขาจะมองออกว่าวิธีการใด ไม่ขัดผลและต้องลองวิธีใหม่ ระบบวิธีการในการวิเคราะห์ปัญหาซึ่งเริ่มตั้งแต่ทราบว่าจะทำอย่างไร ควรมีขั้นตอนอย่างไรต้องการข้อมูลอะไรบ้างเพราะพวกเขามีความอดทนที่จะใช้เวลาในการแก้ปัญหาและไม่ตระหนกตกใจเมื่อเกิดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

2. การควบคุมความหุนหัน (Managing Impulsivity) คือ ลักษณะของบุคคลที่ทำงานอย่างสุขุม คิดก่อนทำ เขาจะพยายามจินตนาการถึงผลการกระทำ แผนงาน เป้าหมาย จุดหมายปลายทาง ว่าจะเป็นอย่างไรก่อนลงมือปฏิบัติเราต้องการความเข้าใจ ความกระจ่างชัดในทิศทางที่จะดำเนินงานแล้วมองหากลยุทธ์ในการจัดการ เขาจะไม่ใช้ความคิดที่แวบขึ้นมาในสมองครั้งแรกในการจัดการปัญหา โดยไม่ไตร่ตรองและทำความเข้าใจกับแนวคิดที่เกิดขึ้น เขาจะคิดได้เพราะตัวเลือกต่างๆ ว่ากลยุทธ์ใดจะให้ผลอย่างไรก่อนลงมือปฏิบัติเสมอและลดการลองผิดลองถูกโดยการ

หาข้อมูลมาประกอบการตัดสินใจใช้เวลาคิดก่อนตอบ ใช้เวลาในการฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างตั้งใจ

3. การฟังเพื่อความเข้าใจ และใส่ใจ (Listening with Understanding and Empathy) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีความเข้าใจและใส่ใจฟังผู้อื่น จนสามารถเข้าใจความรู้สึกนึกคิดของผู้พูดเป็นรูปแบบของพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีปัญญาขั้นสูงสุด ความสามารถในการถ่ายทอดมุมมองของความคิด ความรู้สึกนึกคิดที่ซ่อนอยู่ภายในตัวผู้พูดโดยดูจากท่วงท่า วาจา และสามารถบรรยายถึงสิ่งเหล่านี้ได้อย่างแม่นยำม้วนสิ่งเหล่านี้เป็นตัวบ่งชี้พฤติกรรมการเป็นผู้ฟังที่ดี และเป็นคนที่มีความสามารถด้านการฟังซึ่งลักษณะดังกล่าวจะเข้าใจมุมมองของผู้อื่นอย่างแท้จริงทำให้สามารถเข้าถึงผู้พูดได้เกิดความเห็นอกเห็นใจ เข้าใจว่าทำไมเขาถึงคิดหรือทำเช่นนั้นและหาข้อมูลที่ถ่ายโอนเพื่อที่จะได้มีความแม่นยำสูง

4. การมีความยืดหยุ่นในการคิด (Thinking Flexibly) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือซ่อมแซมเพื่อที่ทำให้คุณเก่งขึ้น คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะสามารถควบคุมสถานการณ์ได้ดีเพราะสามารถเปลี่ยนแปลงความคิดตามข้อมูลที่ได้รับเพิ่มเติม ดังนั้นคนเหล่านี้มักจะเข้าไปเกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่หลากหลาย ทำให้พวกเขามีความสามารถในการปรับเปลี่ยนสามารถคาดเดาถึงผลลัพธ์ที่เกิดตามมา คนที่มีความยืดหยุ่นจะสามารถวิเคราะห์ และแก้ปัญหาด้วยมุมมองใหม่ เปลี่ยนแปลงความคิดได้ไว ความมั่นใจในการแก้ปัญหาของตนเอง

5. การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน (Thinking about Thinking) หรือเมตตาคอกนิชั่น (Metacognition) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการสำรวจความคิดของตนเองทำให้ทราบว่าเรารู้อะไรแล้ว และยังไม่รู้อะไรบ้างเป็นความสามารถของคนในการวางแผนเพื่อหาข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม รู้ตัวตลอดเวลาว่ากำลังทำอะไรอยู่ อยู่ในขั้นตอนใด และคอยประเมินตนเองตลอดเวลา องค์ประกอบหลักของการสำรวจความคิดของตนเอง คือ การวางแผนปฏิบัติ จดจำแผนงานไว้ในสมองแล้วย้อนคิดและประเมินแผนงานนั้นเมื่องานเสร็จ

6. การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ (Striving for Accuracy) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีความพยายามในการหาวิธีการที่ใช้ตรวจสอบงานของตนอย่างแม่นยำเขาจะฝึกให้ตนเองมีความซื่อสัตย์ในการตรวจสอบงาน และพร้อมที่จะแก้ไขข้อบกพร่องตลอดเวลาจนกว่าจะเสร็จ

7. การถามและตั้งข้อสงสัย (Questioning and Posing Ploblems) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการถามคำถามให้เติมเต็มในสิ่งที่ตนรู้และสิ่งใดที่ยังไม่รู้ ผู้ถามคำถามที่ดีมักจะถามคำถามแบบครอบคลุม เช่น มีหลักฐานอะไร ทราบได้อย่างไรว่าหลักฐานถูกต้องแหล่งข้อมูลมีความน่าเชื่อถือเพียงไร

8. การใช้ความรู้เดิมแก้ปัญหาใหม่ (Applying Past Knowledge to New Situations) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการใช้ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่หรือวิธีการที่เคยเรียนรู้มาใช้แก้ปัญหาที่เผชิญ

9. การคิดและการสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ถูกต้อง (Thinking and Communicating with Clarity and Precission) คือ ลักษณะของบุคคลที่รู้จักหาวิธีการที่จะสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพทั้งทางการพูดและเขียน ระวังที่จะใช้ภาษาที่ชัดเจน คำศัพท์ที่ถูกต้อง หลีกเลี่ยงการสรุปความที่เกินจริงตัดข้อความที่บิดเบือนข้อเท็จจริง และสนับสนุนกับความคิดของตนด้วยการอธิบาย เปรียบเทียบหาตัวเลขและหลักฐานมาสนับสนุน

10. การรวบรวมข้อมูลจากทุกแหล่ง (Data Through All Senses) คือ ลักษณะของบุคคลที่พยายามแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องผ่านทางประสาทสัมผัส เช่น จากการลิ้มรสดมกลิ่น การสัมผัสทางกาย การเคลื่อนไหว การได้ยิน การมองเห็น การเรียนรู้ทางภาษา ศิลปะ และพละศึกษาเกิดจากการสังเกตสิ่งแวดล้อม และบันทึกผ่านประสาทสัมผัสต่างๆ

11. การมีความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ และประดิษฐ์คิดค้น (Creating Imagining Innovating) คือ ลักษณะของบุคคลที่รู้จักคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ ถ้าทักษะนี้ได้รับการพัฒนา คนที่ฉลาดจะพยายามมองหาวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ โดยใช้การอุปมาอุปไมยเริ่มจากการเอาตัวเองเข้าไปอยู่ในสถานที่หรือสิ่งของนั้น คนที่มีความคิดริเริ่มจะยอมเสี่ยงและพยายามจนถึงที่สุด ไม่ยอมให้ถูกจำกัดอยู่ในกรอบ คนพวกนี้จะได้รับแรงกระตุ้นจากภายในไม่ใช่ภายนอก คนที่มีความคิดริเริ่มจะยอมรับฟังคำวิจารณ์และเปิดเผยตนในการนำเสนอผลงานหรือแนวคิดเพื่อให้คนอื่นวิจารณ์ พวกเขาต้องการผลสะพานสะท้อนกลับจากคนอื่นเพื่อพัฒนาตนเองและไม่ชอบอยู่ในกรอบ แต่ต้องการกระจายความคิดอย่างกว้างขวาง ต้องการความใหม่ เรียบง่ายสวยงาม แพรวพราวอย่างที่ตนคิดไว้

12. การตอบสนองต่อความสงสัยและเคลือบแคลงใจ (Responding to doubts) คือ ลักษณะของบุคคลที่สามารถมองเห็นปัญหาและพยายามจะแก้ไขได้ด้วยตนเองหรือนำเสนอให้ผู้อื่นรู้ด้วยพวกนี้จะมีความสุขในการค้นพบปัญหาและการแก้ปัญหาชอบการท้าทายและหาแนวทางการแก้ไขสิ่งต่างๆ เหล่านี้ด้วยตนเองและชอบที่จะเรียนรู้ตลอดเวลา

13. การมีความรับผิดชอบในการเสี่ยง (Tasking Responsible Risks) คือ ลักษณะของบุคคลที่ยอมที่จะเอาตัวเองเข้าไปอยู่ในสถานการณ์ที่ไม่ทราบว่าผลลัพธ์จะออกมาเป็นอย่างไร ยอมรับสภาพที่วุ่นวายสับสนหรือความทดถอยว่าเป็นสิ่งที่น่าสนใจ ท้าทายความสามารถและความเจริญงอกงามของตนเอง คนที่ยืดหยุ่นจะไม่แสดงความมุทะลุหรือบุ่มบ่าม การเสี่ยงของพวกเขาเป็นการศึกษาเพราะคนที่ยืดหยุ่นจะรวบรวมเอาประสบการณ์ ความรู้เดิมคิดคำนึงถึงผลที่จะตามมาและรู้ว่าความพอเหมาะพอควรอยู่ที่ใด และรู้ว่าอะไรอันตรายเกินไป

14. การมีอารมณ์ขัน (Finding Humor) คือ ลักษณะของบุคคลที่สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่ปรากฏในแง่มุมใหม่ จินตนาการ และใช้อุปมาอุปไมยที่แตกต่างกัน คนที่สร้างอารมณ์ขันได้จะมีทักษะในการรับรู้สถานการณ์จากต้นตอของเรื่อง และจากแง่มุมที่น่าสนใจ

15. การคิดอย่างมีอัธยาศัย (Thinking Interdependently) คือ ลักษณะของบุคคลที่สามารถคิดประสานไปกับกลุ่ม มองเห็นความสำคัญที่ต้องพึ่งพาอาศัยกัน และมองเห็นความจำเป็นที่ต้องช่วยเหลือของผู้อื่น นับวันปัญหายิ่งจะมีความยุ่งยากซับซ้อนมากจนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ เพราะไม่มีใครคนเดียวที่มีข้อมูลพร้อมสรรพที่จะสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้

16. การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (Remaining Open of Continuous Learning) คือ ลักษณะของบุคคลที่พยายามแสวงหาความรู้ใหม่ตลอดเวลา มีความมั่นใจในตนเอง แสวงหาความรู้อย่างสม่ำเสมอ ต้องการเรียนรู้การทำงานด้วยวิธีการที่ดีกว่า ใหม่กว่า การที่มีคุณลักษณะดังกล่าวทำให้มีการพัฒนาตนเองอยู่เสมอเรียนรู้อยู่ตลอดเวลาและพร้อมที่จะปรับปรุงตนเอง

sizer (2002 : Online) ได้รวบรวมองค์ประกอบของจิตนิสัยไว้ 8 องค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. การมองการณ์ไกล (Perspective) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการวางแผนชีวิตของตนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับอนาคต และสามารถเตรียมพร้อมรับสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

2. การรู้จักวิเคราะห์ (Analysis) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการคิดไตร่ตรองหาเหตุผลในแต่ละสิ่งที่จะกระทำ ใช้ประโยชน์จากเหตุผล และความถูกต้องของหลักฐาน

3. การใช้จินตนาการ (Imagination) คือ ทักษะของบุคคลที่มองเห็นเหตุการณ์เพื่อที่จะแสวงหารูปแบบทั้งเก่าและใหม่ที่เป็นประโยชน์เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

4. การใส่ใจ (Empathy) คือ ลักษณะของบุคคลที่ใช้ความรู้สึกกับเหตุผลที่มีในสถานการณ์ตอนที่ลำบาก

5. การสื่อสาร (Communication) คือ ทักษะของบุคคลที่มีความสัมพันธ์ที่ดีกับบุคคลอื่นโดยอาศัยทักษะการติดต่อสื่อสาร ให้บุคคลอื่นเข้าใจว่าเราต้องการสื่อสารความคิดใดออกไป และนอกจากนี้ยังต้องเป็นผู้ฟังที่ดีด้วย

6. การผูกมัดตนเอง (Commitment) คือ ลักษณะของบุคคลที่ยอมรับการกระทำเมื่อมีความจำเป็นโดยจะต้องมีความมุ่งมั่นและมีความอดทน

7. รู้จักถ่อมตน (Humility) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการรับรู้และตระหนักถึงความถูกต้องรู้ว่าใครที่คอยช่วยเหลือเรา

8. มีความสนุกสนาน (Joy) คือ ลักษณะของบุคคลที่สามารถมองสิ่งที่ปรากฏในแง่มุมใหม่ได้อย่างตอบสนองด้วยการมีอารมณ์ขัน

Karin (2003 : Online) ได้รวบรวมองค์ประกอบของจิตนิสัยไว้ 3 องค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. ตระหนักในความคิดของตนเอง (Is aware of own thinking) คือ ลักษณะของบุคคลที่เข้าใจถึงความคิดของตนเอง สามารถอธิบายถึงความคิดจากการทำงานหรือแก้ปัญหาและสามารถเพิ่มคุณค่าทางการปฏิบัติได้

2. เปิดใจ (Is Open - Minded) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการเปลี่ยนแปลงความคิดตามข้อมูลที่ได้รับเพิ่มเติม แม้ว่าจะแตกต่างจากความคิดหรือทัศนของตนเอง

3. ควบคุมความหุนหัน (Restrain Impulsivity) คือ ลักษณะของบุคคลที่ใช้ความคิดอย่างรอบคอบในการอธิบายถึงเหตุการณ์ และต้องการศึกษาหาข้อมูลก่อนที่จะลงมือกระทำ

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

Cuoco, Goldenberg and Mark (1996) ได้เสนอว่า จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์หมายถึง หลักการสำคัญในการจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาและวิทยาลัยได้ทำความเข้าใจคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการคิด แบบนักคณิตศาสตร์จึงเป็นส่วนที่เติมเต็มช่องว่างระหว่าง ผู้สร้างกับผู้ใช้คณิตศาสตร์

Mason and Spence (1999) มีความเห็นว่าลักษณะที่เป็นความเคยชินจะต้องเป็นนิสัยที่รู้และปฏิบัติได้ทันที โดยแบ่งความรู้ออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. รู้เนื้อหา (knowing-about) ประกอบด้วย การรู้ข้อเท็จจริง รู้ระบวนการและรู้เหตุผลเบื้องลึก

2. รู้จักใช้ (knowing-to) เป็นความรู้ฝังแน่นที่สามารถแสดงได้ตามบริบท หรือสถานการณ์ในทันทีที่ต้องการ ซึ่งความรู้ประเภทหลังนี้เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นยิ่งกว่า

Harel (2008) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับจิตนิสัยใน มุมมองเป็นวิธีคิดว่าคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 2 สับเซต คือ

1. วิธีทำความเข้าใจ ได้แก่ สัจพจน์ ทฤษฎีบท ข้อพิสูจน์ ปัญหาและการหาคำตอบ

2. วิธีคิด (ways of thinking) เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อการสร้างสับเซตแรก และสิ่งที่ทำให้วิธีคิดแตกต่างจากเครื่องมือทำความเข้าใจก็คือ จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ทั้งสองความหมายนี้ไม่สามารถจะแยกกันพัฒนาได้

Lim and Selden (2009) ได้อธิบายความหมายของจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายๆ โดยใช้ คำสำคัญ 2 คำ คือ “การคิด (thinking)” และ “ความเคยชินเป็นนิสัย (habituated)” ซึ่งเราสามารถปลูกฝังสมบัติสองสิ่งนี้ แก่ผู้เรียนได้โดยอัตโนมัติ ขณะฝึกหัดโดยใช้โจทย์ปัญหาในชั้นเรียน เพียงแต่ครูต้องตั้งคำถามหรือจัดหาปัญหาที่ เหมาะสมมาให้ผู้เรียนทำเพื่อกระตุ้นการคิด

ไพจิตร สะดวกการ (2553 : ออนไลน์) อธิบายว่าจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ หมายถึงลักษณะการเกิดความเข้าใจและการแลกเปลี่ยนมโนทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระหว่างบุคคลและในชุมชนคณิตศาสตร์

พงศธร มหาวิจิตร (2559 : 20-23) ได้เสนอว่าจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ หมายถึงเป็นการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่าง เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ต่างๆ และสามารถคิดเชื่อมโยงนำโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่มาจัดการกับสถานการณ์หรือปัญหา ที่พบเพื่อหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างสม่ำเสมอจนเกิดเป็นนิสัย

กลาวโดยสรุป จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Habits of Minds) หมายถึงลักษณะของบุคคลที่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่หลากหลายเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ รวมทั้งใช้เหตุผล หลักฐานเพื่อสนับสนุนความคิดนั้น สามารถสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง โดยปฏิบัติได้อย่างเป็นปกติจนเกิดเป็นนิสัย

2. คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

คุณลักษณะการมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ตามที่ Cuoco, Goldenberg and Mark (1996) ได้เสนอลักษณะเฉพาะของผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ไว้ 9 ประการ ได้แก่

1. สามารถเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี โดยการนำหลักการใหญ่ที่มักเป็นนามธรรม เพื่อให้เห็นภาพและเข้าใจด้วยตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม

2. คิดพิจารณาจากจุดเล็กๆ เพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่ มีบ่อยครั้งที่ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้แตกสาขา การพัฒนาขึ้นมาใหม่จากการพยายามจะแก้ปัญหาธรรมดาๆ ตัวอย่างเช่น จงหาผลคูณของจำนวนที่เกิดจากผลรวมของจำนวนกำลังสอง (square number) ที่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปผลรวมของจำนวนกำลังสองที่แตกต่างจากจำนวนเดิม

3. รู้จักใช้เครื่องมือคณิตศาสตร์ เพราะความรู้ คณิตศาสตร์ที่ค้นพบวันนี้จะกลายเป็นเครื่องมือสำหรับ การค้นคว้าต่อไปในอนาคต เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ที่สำคัญได้แก่ ขั้นตอนวิธี (Algorithms) การแปรตาม (Dependences) และการส่ง (Mappings)

4. ใช้มุมมองที่หลากหลาย (use multiple points of view) เช่น ในการศึกษาระบบจำนวนเชิงซ้อน จำเป็น ต้องอาศัยทั้งมุมมองแบบพีชคณิต (ความรู้เกี่ยวกับสมการ) การวิเคราะห์ (ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน) และเรขาคณิต (รูปหลายเหลี่ยมปกติ) ประกอบกัน

5. ผสมผสานระหว่างวิธีการนิรนัยกับการทดลอง (mix deduction and experiment) การพิสูจน์ด้วยวิธีนิรนัย (deductive proof) ยังเป็นเรื่องที่นักคณิตศาสตร์ถกเถียงกันอยู่ว่ามีความจำเป็นหรือไม่ สำหรับการเรียนในโรงเรียน หรือเพิ่มเข้าไปเพียงเพื่อให้เนื้อหาน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น เพราะแม้นักคณิตศาสตร์หลายคนจะเชื่อว่าองค์ความรู้คณิตศาสตร์ เกิดจากการพิสูจน์และทุกอย่างที่เป็นจริงจะต้องสามารถพิสูจน์ได้ แต่บางครั้งองค์ความรู้ก็สามารถเกิดได้จากการทดลองโดยการสังเกตเห็นบางสิ่งบางอย่างแล้วมีความสงสัยจนนำมาซึ่งการสรุปเป็นคำอธิบายได้ แต่อย่างน้อยการพิสูจน์และสร้างคำอธิบายก็สามารถช่วยให้เกิดกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ได้ 2 แนวทางคือ

5.1 ใช้วิธีการพิสูจน์ช่วย ยืนยันผลลัพธ์

5.2 ใช้การพิสูจน์เป็นเครื่องมือในการสร้างทฤษฎีบทใหม่

6. ส่งเสริมการใช้ภาษา (push the language) เพื่อสร้างคำอธิบาย เช่น นิยามการมีอยู่ของจำนวน 20 ซึ่งในบางครั้งการพบข้อขัดแย้งก็อาจสามารถนำมา ซึ่งการสร้างทฤษฎีบทใหม่ๆ ได้

7. ร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด (use intellectual chants) ทั้งแบบร่างบนกระดาษและคิดในใจ ซึ่งครูสามารถส่งเสริมได้โดยการสัมภาษณ์นักเรียนคนที่สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ โดยอาจขอให้อธิบายและเขียนวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา

8. ใช้วิธีการทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหา (geometric approaches to things) ความคิดแนวเรขาคณิต ได้มีบทบาทสำคัญต่อคณิตศาสตร์ทุกสาขามาโดยตลอดมุมมองเชิงเรขาคณิตจะช่วยสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในการค้นพบใหม่ๆ อาทิใช้ในการวิเคราะห์เชิงซ้อน (complex analysis)

9. ใช้วิธีการทางพีชคณิตในการแก้ปัญหา (algebraic approaches to things) อาทิใช้เป็นเครื่องมือคำนวณที่ดีใช้แปลงให้อยู่ในสภาพนามธรรมใช้เป็นขั้นตอนวิธี (use algorithms) ใช้แบ่งเป็นส่วนย่อยใช้ขยาย และใช้เป็นตัวแทน

3. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ

ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าและรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ที่ประสบผลสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้น สถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

1. สาระพื้นฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

1. จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

2. การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

3. สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและการแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆและช่วยในการตัดสินใจ

1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และการนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจความพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

1.2. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่างๆหรือศาสตร์อื่นๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

1.3. คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2. เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหาและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

3. นำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม ไปใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน

4. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ

2. สาระเพิ่มเติม

คณิตศาสตร์เพิ่มเติมจำทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระจำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น รวมทั้งสาระแคลคูลัส ให้มีความลุ่มลึกขึ้น ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้ได้จัดทำขึ้นให้มีเนื้อหาสาระที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เนินการติดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง

ในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

1. จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ เซต ตรรกศาสตร์ จำนวนจริงและพหุนาม จำนวนเชิงซ้อน ฟังก์ชัน ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ลำดับและอนุกรม เมทริกซ์ และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

2. การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ เรขาคณิตวิเคราะห์ เวกเตอร์ในสามมิติ และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

3. สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงความน่าจะเป็นเบื้องต้น และนำความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆและช่วยในการตัดสินใจ

4. แคลคูลัส เรียนรู้เกี่ยวกับ ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชันอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต และการนำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

2.1. สาระคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

เป้าหมายของการพัฒนาผู้เรียนในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม มี 2 ลักษณะ คือ เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์พื้นฐาน เพื่อให้เกิดการต่อยอดองค์ความรู้และเรียนรู้สาระนั้นอย่างลึกซึ้ง ได้แก่ สาระจำนวนและพีชคณิต และสาระสถิติและความน่าจะเป็น และไม่ได้เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์พื้นฐาน ได้แก่ สาระการวัดและเรขาคณิต และสาระแคลคูลัส

สาระจำนวนและพีชคณิต

1. เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวนการดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

2. เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรมและนำไปใช้

3. ใช้นิพจน์สมการ อสมการและเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระการวัดและเรขาคณิต

1. เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

2. เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้

สาระสถิติและความน่าจะเป็น

1. เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

สาระแคลคูลัส

1. เข้าใจลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน และปริพันธ์ของฟังก์ชัน และนำไปใช้

2.2 คุณภาพผู้เรียน

ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อเรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้

1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซต ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และอ้างเหตุผล

3. เข้าใจและใช้สมบัติของจำนวนจริงและพหุนาม

4. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชัน ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ฟังก์ชันลอการิทึม และฟังก์ชันตรีโกณมิติ

5. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์

6. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเมทริกซ์

7. เข้าใจและใช้สมบัติเกี่ยวกับจำนวนเชิงซ้อน

8. นำความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์สามมิติไปใช้

9. เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหาและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

10. นำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

11. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ

12. หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดจากตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูป การแจกแจงทวินาม และการแจกแจงปกติ และนำไปใช้

13. นำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสเบื้องต้นไปใช้

4. การเสริมสร้างจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน

Cuoco, Goldenberg and Mark (1996) ได้เสนอแนะแนวทางการสร้างจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่าผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาและส่งเสริม โดยสอดแทรกสิ่งต่อไปนี้ลงไปในบริบทหรือสถานการณ์ที่เหมาะสม

1. ผู้เรียนควรได้ฝึกการเป็นผู้ค้นพบแบบแผน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจจากการได้ค้นพบ

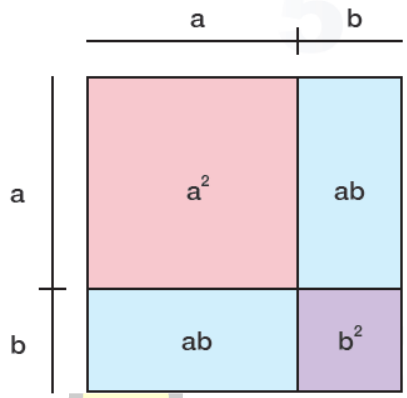
2. ผู้เรียนควรได้ฝึกเป็นนักทดลอง โดยการกระตุ้นให้มีความสงสัยใคร่รู้

3. ผู้เรียนควรได้ฝึกเป็นนักอธิบายสื่อสาร ทั้งด้วยวิธีเขียนและอธิบายปากเปล่า

4. ผู้เรียนควรเป็นเหมือนช่างบัดกรี ที่สามารถเชื่อมผสานแนวคิดต่างๆ ให้เข้ากันได้ด้วยดี

5. ผู้เรียนควรได้ฝึกเป็นนักประดิษฐ์ ซึ่งอาจฝึกได้ทั้งแบบวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นประโยชน์ หรือเพื่อความสนุกสนานด้วยวิธีเล่นเกม ขั้นตอนวิธีการอธิบายการทำงาน หรือแม้แต่สัจพจน์ที่ใช้ในโครงสร้างเชิงคณิตศาสตร์

6. ผู้เรียนควรฝึกเป็นนักวาดภาพ โดยการแปลงข้อความปัญหาออกมาเป็นภาพจำลองจะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวคิดหรือเห็นแนวทางวิธีจัดการกับปัญหาได้ เช่น การใช้แผนภาพแสดงพื้นที่อธิบายความคิดรวบยอดเกี่ยวกับผลคูณทวินาม $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ ดังรูป



ภาพประกอบ 1 แสดงการใช้แผนภาพแสดงพื้นที่อธิบายความคิดรวบยอดเกี่ยวกับผลคูณทวินาม $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

จากรูปแสดงให้เห็นว่า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปใหญ่ที่มีความยาวด้าน a+b หน่วย จะมีพื้นที่เท่ากับ $(a+b)^2$ ตารางหน่วย ซึ่งเกิดจากผลรวมของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมย่อยทั้ง 4 รูป จึงสรุปได้ว่า $(a + b)^2 = a^2 + ab + ab + b^2 = a^2 + 2ab + b^2$ นั่นเอง

7. ผู้เรียนควรฝึกเป็นนักคาดการณ์ การคาดการณ์ได้อย่างน่าเชื่อถืออาจจำเป็นต้องใช้เวลานานแต่ถือเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์อย่างน้อยที่สุดผู้เรียนควรสามารถสร้างข้อความคาดการณ์จากข้อมูลที่มีอยู่ได้ (เช่น มองเห็นแบบรูปของจำนวน) เพราะข้อความคาดการณ์ที่สร้างขึ้นถ้าดีควรจะไปได้ไกลกว่าผลการทดลองขณะนั้น หรือสามารถพยากรณ์บางสิ่งบางอย่างได้

8. ผู้เรียนควรฝึกการคาดเดา บ่อยครั้งที่การลองแทนค่าด้วยคำตอบที่เป็นไปได้ลงในโจทย์แล้วทำย้อนกลับ จะช่วยให้พบค่าประมาณที่ใกล้เคียงกับคำตอบที่แท้จริงได้ กระบวนการตรวจสอบคำตอบนี้มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ลึกซึ้ง (insights) ยุทธวิธี (strategies) และแนวทาง (approaches)

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เอกสาร งานวิจัยของนักวิชาการและนักการศึกษา ซึ่งรวบรวมลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ และ หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) อันได้แก่ เนื้อหาด้านความรู้ ทักษะกระบวนทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบหลักสูตรในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามคู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2556 สรุปได้ว่าจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มี 64 ตัวบ่งชี้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 วิเคราะห์ ตัวบ่งชี้/คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

ชื่อนักวิชาการ	ตัวบ่งชี้ / คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
Marzano, R. J. (1992).	1. มีความรู้สึกไวต่อความคิดเห็น 2. การค้นหาความถูกต้องและแม่นยำ 3. มีความมุ่งมั่นแม้จะยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจน 4. ดูสถานการณ์แบบไม่เป็นทางการ 5. หลีกเลี่ยงความอึกทึก วุ่นวาย
Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996).	1. เป็นผู้เฝ้าระวัง 2. เป็นนักทดลอง 3. เป็นผู้ติดตาม 4. เป็นนักคาดการณ์ 5. เป็นนักประดิษฐ์ 6. เป็นผู้มีจินตนาการ 7. เป็นนักประเมิน 8. เป็นผู้คาดเดา 9. สามารถเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี 10. คิดพิจารณาจากจุดเล็กๆ เพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่ 11. รู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ 12. ใช้มุมมองที่หลากหลาย

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อนักวิชาการ	ตัวบ่งชี้ / คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
	13. เป็นผู้เฝ้าระวัง 14. เป็นนักทดลอง 15. เป็นผู้ติดตาม 16. เป็นนักคาดการณ์ 17. เป็นนักประดิษฐ์ 18. เป็นผู้มีจินตนาการ 19. เป็นนักประเมิน 20. เป็นผู้คาดเดา 21. สามารถเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี 22. คิดพิจารณาจากจุดเล็กๆ เพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่ 23. รู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ 24. ใช้มุมมองที่หลากหลาย 25. ผสมผสานระหว่างวิธีนิรนัยกับการทดลอง 26. ส่งเสริมการใช้ภาษา 27. ร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด 28. ใช้วิธีการทางพีชคณิตในการแก้ปัญหา 29. ใช้วิธีการทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหา
National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000).	1. การวิเคราะห์ปัญหา 1.1 สร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆ ผ่านการแก้ปัญหา 1.2 ใช้และปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ที่หลากหลายเพื่อแก้ปัญหา 1.3 ติดตามและพิจารณากระบวนการในการแก้ปัญหา 2. เหตุผลและหลักฐาน

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อนักวิชาการ	ตัวบ่งชี้ / คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
	2.1 ประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และพิสูจน์ 2.2 ใช้เหตุผลและวิธีการพิสูจน์ 3. การสื่อสาร 3.1 จัดระเบียบและรวบรวมความคิด 3.2 วิเคราะห์และประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์ของบุคคลอื่น 3.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างแม่นยำ 4. การเชื่อมโยง 4.1 รู้จักเชื่อมโยงระหว่างความคิดทางคณิตศาสตร์ 4.2 พยายามทำความเข้าใจการเชื่อมโยงความคิดทางคณิตศาสตร์ 4.3 ใช้การสร้างเพื่อจัดระเบียบและสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 5. การเป็นตัวแทน 5.1 ใช้ความเป็นตัวแทนในการจัดระเบียบและสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 5.2 เลือกใช้การเป็นตัวแทน บันทึก เพื่อแก้ปัญหา 5.3 ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนนามธรรม

พหุ ปณฺ ฑิโต ชีเว

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อนักวิชาการ	ตัวบ่งชี้ / คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
Costa, A. L., & Kallick, B. (2000)	1. การมีความมุ่งมั่น 2. การควบคุมความหุนหัน 3. การฟังเพื่อความเข้าใจ และใส่ใจ 4. การมีความยืดหยุ่นในการคิด 5. การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน 6. การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ 7. การถามและตั้งข้อสงสัย 8. การใช้ความรู้เดิมแก้ปัญหาใหม่ 9. การคิดและการสื่อความหมายได้อย่างชัดเจนถูกต้อง 10. การรวบรวมข้อมูลจากทุกแหล่ง 11. การมีความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ และประดิษฐ์คิดค้น 12. การตอบสนองด้วยความสงสัยจากแรงใจ 13. การมีความรับผิดชอบในการเสี่ยง 14. การมีอารมณ์ขัน 15. การคิดอย่างมีอัธยาศัย 16. การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง
Driscoll, M. (1999). Driscoll, M. (2001).	1. การทำ หรือหยุดทำ 2. การทำงานตามขั้นตอนหรือทำย้อนขั้นตอน 3. ใช้ประโยชน์จากการคำนวณ
Goldenberg, E. P., Shteingold, N., & Feurzeig, N. (2003).	1. การคิดเกี่ยวกับความหมายของคำ 2. การอ้างสิทธิ์และการคาดการณ์ 3. การแยกแยะระหว่างข้อตกลงและความจริงเชิงตรรกะ 4. การวิเคราะห์หาคำตอบของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา 5. การแสวงหาและใช้การวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหา

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อนักวิชาการ	ตัวบ่งชี้ / คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
Levasseur, K., & Cuoco, A. (2003).	1. การคาดเดา 2. ชอบปัญหาที่ท้าทาย และตรวจสอบความถูกต้อง 3. มองหารูปแบบการแก้ปัญหาลดการใช้ความจำ 4. แสวงหาสิ่งที่เป็นกรณีพิเศษ 5. การใช้ตัวแทนอื่น 6. จำแนกอย่างระมัดระวัง 7. ใช้ความคิดเชิงพีชคณิต
RAND Mathematics Study Panel. (2003).	1. ใช้การอ้างสิทธิ์ 2. ใช้สัญกรณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3. กำหนดเงื่อนไขได้แม่นยำ 4. การสรุป 5. การสร้างแบบจำลองเพื่อให้เข้าใจง่ายและสามารถแก้ปัญหาได้ 6. ใช้สัญกรณ์เชิงพีชคณิตเพื่อลดความซับซ้อนของชุดความสัมพันธ์ 7. ใช้การแสดงข้อมูลทางเรขาคณิตเพื่อแก้ปัญหา
Driscoll, M., DiMatteo, R. W., Nikula, J. E., & Egan, M. (2007).	1. การทำความเข้าใจกับความสัมพันธ์ 2. การคำนวณความคิดทางเรขาคณิต 3. การตรวจสอบตัวแปรที่คงที่ 4. การดำเนินการโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันและย้อนกลับไปเพื่อสะท้อนถึงปัญหาขณะแก้ไขปัญหา
Seaman, C. E., & Szydlik, J. E. (2007).	1. พยายามทำความเข้าใจกับรูปแบบต่างๆตามโครงสร้างพื้นฐาน 2. สร้างความคล้ายคลึงกันโดยการค้นหาโครงสร้างที่สำคัญเพื่อสร้างแบบวัตถุทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อนักวิชาการ	ตัวบ่งชี้ / คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
	3. สร้างและทดสอบข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับวัตถุและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ 4. สร้างโมเดลตัวอย่าง 5. ให้คำนิยามแทนค่าของวัตถุทางคณิตศาสตร์ 6. ให้ความสำคัญกับความเข้าใจในเหตุผลที่ทำให้ความสัมพันธ์มีความสมเหตุสมผล 7. ให้ข้อโต้แย้งเชิงตรรกะ ที่ตรงกันข้ามเพื่อตรวจสอบความเชื่อมั่น 8. ให้ความสำคัญเกี่ยวกับภาษาและความแตกต่างเกี่ยวกับภาษา 9. ใช้สัญลักษณ์แสดงมูลค่าของ และสัญกรณ์สำหรับวัตถุทางคณิตศาสตร์
National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009).	1. การวิเคราะห์ปัญหา 1.1 การระบุแนวความคิดทางคณิตศาสตร์หรือการเป็นตัวแทนที่แสดงข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับปัญหาและนำไปสู่การแก้ปัญหา 1.2 การกำหนดตัวแปรและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องอย่างรอบคอบ 1.3 ค้นหาแบบรูปและความสัมพันธ์ 1.4 มองหาโครงสร้างที่ซ่อนอยู่ 1.5 พิจารณาหาทางเลือกในการคำนวณที่ง่าย 1.6 ใช้ความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ 1.7 อนุมานเบื้องต้น และคาดเดารวมถึง 1.8 คาดการณ์ว่าการแก้ปัญหาอาจเกี่ยวข้องหรือเป็นข้อจำกัดในการแก้ปัญหา 1.9 การตัดสินใจเลือกวิธีการทางสถิติที่หมาะสม

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อนักวิชาการ	ตัวบ่งชี้ / คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
	2. การใช้กลยุทธ์ 2.1 การใช้กระบวนการที่มีวัตถุประสงค์ 2.2 การจัดระเบียบวิธีแก้ปัญหา 2.3 การหักล้างทางตรรกะ 2.4 การติดตามความคืบหน้าในการแก้ปัญหา 3. การค้นหาและเชื่อมต่อโดเมนทางคณิตศาสตร์ในบริบทที่แตกต่างกัน 4. การสะท้อนถึงแนวทางในการแก้ปัญหา 4.1 การตีความทางออกและวิธีการแก้ปัญหา 4.2 พิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ 4.3 ทบทวนข้อสันนิษฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะของการแก้ปัญหารวมถึงการพิสูจน์หรือการให้เหตุผลเชิงอนุมาน 4.3 การให้เหตุผลหรือการตรวจสอบความถูกต้องของการแก้ปัญหารวมทั้งการพิสูจน์หรือการให้เหตุผลเชิงอนุมาน 4.4 ตระหนักถึงการอนุมานคำตอบในทางสถิติ การจับคู่แนวทางต่างๆในการแก้ปัญหา 4.6 ปรับข้อโต้แย้งเพื่อให้สามารถสื่อสารได้อย่ามีประสิทธิภาพ 4.7 วางแนวทางการแก้ปัญหาที่กว้างขวางขึ้นและมองหาการเชื่อมโยงกับปัญหาอื่นๆ

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อนักวิชาการ	ตัวบ่งชี้ / คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
Mark, Cuoco, Goldenberg & Sword, (2010)	1. สรุปความสม่ำเสมอที่ได้จากการคำนวณ 2. กำหนดคำพูดโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
Cuoco, Goldenberg, & Mark, (2010)	1. ทำการทดลองด้วยความคิด 2. หารูปแบบการเชื่อมโยงและอธิบายแบบรูป 3. การสร้างและการใช้ตัวแทน 4. การให้ความสำคัญกับตัวอย่าง (Generalizing from examples) 5. สรุปความโดยใช้ภาษาได้อย่างถูกต้องแม่นยำ (Articulating generality in precise language) 6. การดึงข้อมูลทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้อย่างเหมาะสม (Extracting mathematics to make sense) 7. การให้เหตุผลอย่างต่อเนื่อง (Reasoning by continuity) 8. หาค่าคงที่ทางเรขาคณิต (Seeking geometric invariants) 9. มองไปที่ข้อจำกัดแล้วส่งผ่านออกไป (Looking at extreme cases and passing to the limit) 10. สร้างแบบจำลองปรากฏการณ์ทางเรขาคณิตด้วยฟังก์ชันที่ต่อเนื่อง (Modeling geometric phenomena with continuous function) 11. ค้นหาความสม่ำเสมอในการคำนวณซ้ำๆ (Seeking regularity in repeated calculations) 12. ค้นหาสาเหตุที่ทำให้การคำนวณล่าช้า(Delayed evaluation seeking form in calculations) 13. เปลี่ยนตัวแปรให้เล็กลงเพื่อลดความซับซ้อน (Chunking changing variables to hide complexity)

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อนักวิชาการ	ตัวบ่งชี้ / คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
	14. การให้เหตุผลในการคำนวณและการดำเนินการ (Reasoning about and picturing calculations and operations) 15. ขยายการคำนวณเพื่อรักษากฎการคำนวณ (Extending calculations to preserve rules for calculating) 16. ปรับเปลี่ยนและแปลความหมายตามวัตถุประสงค์ (Purposefully transforming and interpreting expressions) 17. ค้นหาและระบุความคล้ายคลึงกันของโครงสร้าง (Seeking and specifying structural similarities)
CCSSI, (2010)	1. ทำความเข้าใจปัญหาและพยายามแก้ไขปัญหาเหล่านั้น (Make sense of problems and persevere in solving the) 2. การให้เหตุผลเชิงนามธรรมและเชิงปริมาณ (Reason abstractly and quantitatively) 3. สร้างข้อโต้แย้งที่เป็นไปได้และวิจารณ์ถึงเหตุผลของผู้อื่น (Construct viable arguments and critique the reasoning of others) 4. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Model with mathematics) 5. ตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ (Attend to precision) 6. มองหาและใช้ประโยชน์จากโครงสร้าง (Look for and make use of structure) 7. ค้นหาความสม่ำเสมอในการให้เหตุผลซ้ำๆ (Look for and express regularity in repeated reasoning)

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อนักวิชาการ	ตัวบ่งชี้ / คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
TEA, (2012)	1. ใช้คณิตศาสตร์กับปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (apply mathematics to problems arising in everyday life, society, and the workplace) 2. ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับการกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาและการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา (use a problem-solving model that incorporates analyzing given information, formulating a plan or strategy, determining a solution, justifying the solution, and evaluating the problem-solving process and the reasonableness of the solution) 3. เลือกเครื่องมือที่เหมาะสม(select appropriate tools such as real objects, manipulatives, algorithms, paper and pencil, and technology and techniques such as mental math, estimation, number sense, and generalization and abstraction to solve problems) 4. ใช้ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบและสร้างการเชื่อมโยงเพื่อคาดการณ์ (use mathematical relationships to generate solutions and make connections and predictions)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อนักวิชาการ	ตัวบ่งชี้ / คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
	5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงและสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ (analyze mathematical relationships to connect and communicate mathematical ideas) 6. อธิบายความคิดและข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจนในการสื่อสารเป็นลายลักษณ์อักษรหรือปากเปล่า (display, explain, or justify mathematical ideas and arguments using precise mathematical language in written or oral communication)
Hull, Balka, & Miles,(2012)	1. การเข้าร่วมหรือเรียนรู้ปัญหา (Attending to (or focusing on) the learning or problem) 2. แสวงหาความเข้าใจแบบองค์รวมเกี่ยวกับสถานการณ์หรือเนื้อหา (Seeking holistic understanding of the situation or content) 3. ทำความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์ (Making sense of the problem or situation) 4. วาดภาพความรู้ก่อนหน้านี้ (Drawing upon previous learning or knowledge) 5. ระลึกถึงประสบการณ์ก่อนหน้านี้กับสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน (Recalling prior experiences with similar situations) 6. การสร้างความคิดและคำถาม (Formulating ideas and questions) 7. ลบข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก (Removing extraneous or irrelevant information)

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อนักวิชาการ	ตัวบ่งชี้ / คุณลักษณะของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
Hull, Balka, & Miles,(2012)	8. ใช้เหตุผลเพื่อแก้ปัญหา (Applying logic to solve problems) 9. ใช้ข้อโต้แย้งที่ถูกต้องเพื่อให้เหตุผลและแนวทางในการแก้ปัญหา (Using valid arguments to justify approaches and solutions) 10. แก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Solving nontraditional or unfamiliar problems)

จากนั้นผู้วิจัยได้นำแนวคิดเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ที่นักวิชาการได้กล่าวไว้มาสังเคราะห์ ได้ตามตาราง 2

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 2 การสังเคราะห์ตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการ / ตัวบ่งชี้ คุณลักษณะของผู้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์	Marzano, R. J. (1992).	Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000).	Costa, A. L., & Kallick, B. (2000).	Driscoll,(1999, 2001)	Goldenberg, E. P., Shteingold, N., & Feurzeig, N. (2003).	Levasseur, K., & Cuoco, A. (2003).	RAND Mathematics Study Panel. (2003).	Driscoll, M., DiMatteo, R. W., Nikula, J. E., & Egan, M. (2007).	Seaman, C. E., & Szydlik, J. E. (2007).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009).	Mark, J., Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Sarah S. (2010).	Cuoco, Goldenberg, & Mark, (2010)	Common Core State Standards Initiative (2010).	Texas Education Agency (2012).	Hull, T., Balka, Don, & Miles, R. H. (2012).	พงศธร มหาวิจิตร และ สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย. (2561)	หลักสูตรกลุ่มสาระฯคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2551 ปรับปรุง 2560	ความถี่
1. การมีความมุ่งมั่น (Persisting)	√			√										√	√				4
2.การควบคุมความหุนหัน (Managing impulsivity)				√															1
3.การฟังเพื่อความเข้าใจและใส่ใจ (Listening with understanding and empathy)				√							√			√					3
4. การมีความยืดหยุ่นในการคิด (Thinking flexibly)				√										√		√			3
5. การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน (Thinking about thinking (metacognition))			√	√	√				√										4
6. การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ (Striving for accuracy)	√		√	√			√	√			√		√	√					8
7. การถามและตั้งข้อสงสัย (Questioning and posing problems)				√							√					√			3
8. การใช้ความรู้เดิมแก้ปัญหาใหม่ (Applying past knowledge to new situations)		√	√	√							√					√	√	√	7

ตาราง 2 (ต่อ)

นักวิชาการ / ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของผู้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์	Marzano, R. J. (1992).	Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000).	Costa, A. L., & Kallick, B. (2000).	Driscoll,(1999, 2001)	Goldenberg, E. P., Shteingold, N., & Feurzeig, N. (2003).	Levasseur, K., & Cuoco, A. (2003).	RAND Mathematics Study Panel. (2003).	Driscoll, M., DiMatteo, R. W., Nikula, J. E., & Egan, M. (2007).	Seaman, C. E., & Szydlik, J. E. (2007).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009).	Mark, J., Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Sarah S. (2010).	Cuoco, Goldenberg, & Mark, (2010)	Common Core State Standards Initiative (2010).	Texas Education Agency (2012).	Hull, T., Balka, Don, & Miles, R. H. (2012).	พงศธร มหาวิจิตร และ สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย. (2561)	หลักสูตรกลุ่มสาระฯคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2551 ปรับปรุง 2560	ความถี่
9. การคิดและการสื่อความหมายได้อย่างชัดเจนถูกต้อง (Thinking and communicating with clarity and precision)			√	√	√						√		√		√		√	√	8
10. การรวบรวมข้อมูลจากทุกแหล่ง (Gathering data through all senses)				√					√		√		√			√		√	6
11. การมีความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการและประดิษฐ์คิดค้น (Creating, imagining, innovating)		√	√	√														√	3
12. การตอบสนองต่อความสงสัย (Responding with wonderment)				√			√								√				3
13. การมีความรับผิดชอบในการเสี่ยง (Taking responsible risks)				√		√	√						√			√			4
14. การมีอารมณ์ขัน (Finding humor)				√															1
15. การคิดอย่างมีอัธยาศัย (Thinking interdependently)				√															1

ตาราง 2 (ต่อ)

นักวิชาการ / ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของผู้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์	Marzano, R. J. (1992).	Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000).	Costa, A. L., & Kallick, B. (2000).	Driscoll,(1999, 2001)	Goldenberg, E. P., Shteingold, N., & Feurzeig, N. (2003).	Levasseur, K., & Cuoco, A. (2003).	RAND Mathematics Study Panel. (2003).	Driscoll, M., DiMatteo, R. W., Nikula, J. E., & Egan, M. (2007).	Seaman, C. E., & Szydlik, J. E. (2007).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009).	Mark, J., Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Sarah S. (2010).	Cuoco, Goldenberg, & Mark, (2010)	Common Core State Standards Initiative (2010).	Texas Education Agency (2012).	Hull, T., Balka, Don, & Miles, R. H. (2012).	พงศธร มหาวิจิตร และ สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย. (2561)	หลักสูตรกลุ่มสาระฯคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2551 ปรับปรุง 2560	ความถี่
16. การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (Remaining open to continuous learning)				√															1
17. มีความรู้สึกไวต่อความคิดเห็น(Being sensitive to feedback)	√		√		√						√			√		√			6
18. ดูสถานการณ์แบบไม่เป็นทางการ (Viewing situations in unconventional ways)	√	√				√										√			4
19. หลีกเลี่ยงความอึกทึก (Avoiding impulsivity)	√																		1
20. เป็นผู้คาดเดา (Guessers)		√				√	√				√				√				5
21. เป็นนักทดลอง (Experimenters)		√											√						2
22. เป็นผู้ติดตาม (Describers)		√	√								√								3
23. เป็นนักประเมิน (Conjecturers)		**√**	**√**			**√**				**√**	**√**								**5**
24. สามารถเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี (Talk big and think small)		**√**	**√**			**√**		**√**			**√**								**5**

ตาราง 2 (ต่อ)

นักวิชาการ / ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของผู้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์	Marzano, R. J. (1992).	Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000).	Costa, A. L., & Kallick, B. (2000).	Driscoll,(1999, 2001)	Goldenberg, E. P., Shteingold, N., & Feurzeig, N. (2003).	Levasseur, K., & Cuoco, A. (2003).	RAND Mathematics Study Panel. (2003).	Driscoll, M., DiMatteo, R. W., Nikula, J. E., & Egan, M. (2007).	Seaman, C. E., & Szydlik, J. E. (2007).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009).	Mark, J., Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Sarah S. (2010).	Cuoco, Goldenberg, & Mark, (2010)	Common Core State Standards Initiative (2010).	Texas Education Agency (2012).	Hull, T., Balka, Don, & Miles, R. H. (2012).	พงศธร มหาวิจิตร และ สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย. (2561)	หลักสูตรกลุ่มสาระฯคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2551 ปรับปรุง 2560	ความถี่
25. คิดพิจารณาจากจุดเล็กๆ เพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่ (Talk small and think big)		√	√			√		√			√						√	√	5
26. รู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (Use functions)		√									√		√	√	√		√	√	7
27. ใช้มุมมองที่หลากหลาย (Use multiple points of view)		√	√			√	√		√		√				√		√		7
28. ผสมผสานระหว่างวิธีนิรนัยกับการทดลอง (Mix deduction and experiment)		√	√								√								3
29. ส่งเสริมการใช้ภาษา (Push the language)		√	√					√		√			√		√		√	√	8
30. ร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด (Use intellectual chants)		√									√		√						3
31. ใช้วิธีการทางพีชคณิตในการแก้ปัญหา (Algebraic approaches to things)		√	√				√	√					√			√	√	√	8
32. ใช้วิธีการทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหา (Geometric approaches to things)		√	√					√	√					√			√	√	7

ตาราง 2 (ต่อ)

นักวิชาการ / ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของผู้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์	Marzano, R. J. (1992).	Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000).	Costa, A. L., & Kallick, B. (2000).	Driscoll,(1999, 2001)	Goldenberg, E. P., Shteingold, N., & Feurzeig, N. (2003).	Levasseur, K., & Cuoco, A. (2003).	RAND Mathematics Study Panel. (2003).	Driscoll, M., DiMatteo, R. W., Nikula, J. E., & Egan, M. (2007).	Seaman, C. E., & Szydlik, J. E. (2007).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009).	Mark, J., Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Sarah S. (2010).	Cuoco, Goldenberg, & Mark, (2010)	Common Core State Standards Initiative (2010).	Texas Education Agency (2012).	Hull, T., Balka, Don, & Miles, R. H. (2012).	พงศธร มหาวิจิตร และ สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย. (2561)	หลักสูตรกลุ่มสาระฯคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2551 ปรับปรุง 2560	ความถี่
33. การวิเคราะห์ปัญหา (Analyzing a problem)			√			√					√				√	√		√	6
34. เหตุผลและหลักฐาน (Reasoning and Proof)			√		√	√	√		√	√	√		√	√	√	√		√	12
35. การเชื่อมโยง (Connections)			√								√				√		√	√	5
36. การเป็นตัวแทน (Representation)			√								√		√					√	4
37. ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนนามธรรม (Use representation to model and interpret physical, social, and mathematical phenomenon)			√				√						√	√	√			√	6
38. การทำ หรือหยุดทำ (Doing-undoing)					√														1
39. การทำงานตามขั้นตอนหรือทำย้อนขั้นตอน(Building rules to represent functions)	√		√		√	√			√		√								6
40. ใช้ประโยชน์จากการคำนวณ (Abstracting from computations)					√						√	√	√	√	√		√	√	8

ตาราง 2 (ต่อ)

นักวิชาการ / ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของผู้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์	Marzano, R. J. (1992).	Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000).	Costa, A. L., & Kallick, B. (2000).	Driscoll,(1999, 2001)	Goldenberg, E. P., Shteingold, N., & Feurzeig, N. (2003).	Levasseur, K., & Cuoco, A. (2003).	RAND Mathematics Study Panel. (2003).	Driscoll, M., DiMatteo, R. W., Nikula, J. E., & Egan, M. (2007).	Seaman, C. E., & Szydlik, J. E. (2007).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009).	Mark, J., Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Sarah S. (2010).	Cuoco, Goldenberg, & Mark, (2010)	Common Core State Standards Initiative (2010).	Texas Education Agency (2012).	Hull, T., Balka, Don, & Miles, R. H. (2012).	พงศธร มหาวิจิตร และ สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย. (2561)	หลักสูตรกลุ่มสาระฯคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2551 ปรับปรุง 2560	ความถี่
41. การแยกแยะระหว่างข้อตกลงและความจริงเชิงตรรกะ (Distinguishing between agreement and logical necessity)						√				√	√					√			4
42. การแสวงหาและใช้การวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหา (Seeking and using heuristics to solve problems)						√	√									√			3
43. มองหารูปแบบการแก้ปัญหา(Looking for patterns)						√	√						√						3
44. ลดการใช้ความจำ (Conserving memory)							√				√								2
45. แสวงหาสิ่งที่เป็นกรณีพิเศษ (Seeking special cases)							√			√	√		√					√	5
46. การใช้ตัวแทนอื่น (Using alternative representations)			√				√			√								√	4
47. จำแนกอย่างระมัดระวัง (Classifying carefully)							√						√					√	4
48. การอ้างสิทธิ์และการคาดการณ์ (Justifying claims and proving conjectures)						√		√			√							√	4

ตาราง 2 (ต่อ)

นักวิชาการ / ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของผู้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์	Marzano, R. J. (1992).	Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000).	Costa, A. L., & Kallick, B. (2000).	Driscoll,(1999, 2001)	Goldenberg, E. P., Shteingold, N., & Feurzeig, N. (2003).	Levasseur, K., & Cuoco, A. (2003).	RAND Mathematics Study Panel. (2003).	Driscoll, M., DiMatteo, R. W., Nikula, J. E., & Egan, M. (2007).	Seaman, C. E., & Szydlik, J. E. (2007).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009).	Mark, J., Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Sarah S. (2010).	Cuoco, Goldenberg, & Mark, (2010)	Common Core State Standards Initiative (2010).	Texas Education Agency (2012).	Hull, T., Balka, Don, & Miles, R. H. (2012).	พงศธร มหากิจิตร และ สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย. (2561)	หลักสูตรกลุ่มสาระฯคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2551 ปรับปรุง 2560	ความถี่
48. การอ้างสิทธิ์และการคาดการณ์ (Justifying claims and proving conjectures)						√		√			√							√	4
49. ใช้สัญกรณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ(Using symbolic notation efficiently)			√					√		√		√			√		√	√	7
50. กำหนดเงื่อนไขได้แม่นยำ(Defining terms precisely)	√							√			√		√					√	5
51. การสรุป (Making generalizations)								√					√				√	√	4
52. การทำความเข้าใจกับความสัมพันธ์ (Reasoning with relationships)									√	√	√				√				4
53. การตรวจสอบตัวแปรที่คงที่ (Investigating invariants)							√		√		√		√					√	4
54. พยายามทำความเข้าใจกับรูปแบบต่างๆตามโครงสร้างพื้นฐาน (Seek to understand patterns based on underlying structure)										√	√			√			√	√	5

ตาราง 2 (ต่อ)

นักวิชาการ / ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของผู้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์	Marzano, R. J. (1992).	Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000).	Costa, A. L., & Kallick, B. (2000).	Driscoll,(1999, 2001)	Goldenberg, E. P., Shteingold, N., & Feurzeig, N. (2003).	Levasseur, K., & Cuoco, A. (2003).	RAND Mathematics Study Panel. (2003).	Driscoll, M., DiMatteo, R. W., Nikula, J. E., & Egan, M. (2007).	Seaman, C. E., & Szydlik, J. E. (2007).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009).	Mark, J., Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Sarah S. (2010).	Cuoco, Goldenberg, & Mark, (2010)	Common Core State Standards Initiative (2010).	Texas Education Agency (2012).	Hull, T., Balka, Don, & Miles, R. H. (2012).	พงศธร มหาวิจิตร และ สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย. (2561)	หลักสูตรกลุ่มสาระฯคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2551 ปรับปรุง 2560	ความถี่
55. สร้างโมเดลตัวอย่าง (Create mental (and physical) models for examples (and non-examples) of math objects)								√		√						√	√	√	5
56. ให้คำนิยามแทนค่าของวัตถุทางคณิตศาสตร์ (Value precise mathematical definitions of objects)								√		√								√	3
57. สรุปความสม่ำเสมอที่ได้จากการคำนวณ (Abstracting regularity from calculations)											√		√	√			√	√	5
58. ค้นหาสาเหตุที่ทำให้การคำนวณล่าช้า (Delayed evaluation—seeking form in calculations)				√									√					√	3
59. เปลี่ยนตัวแปรให้เล็กลงเพื่อลดความซับซ้อน (Chunking—changing variables to hide complexity)				√									√					√	3

ตาราง 2 (ต่อ)

นักวิชาการ / ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของผู้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์	Marzano, R. J. (1992).	Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000).	Costa, A. L., & Kallick, B. (2000).	Driscoll,(1999, 2001)	Goldenberg, E. P., Shteingold, N., & Feurzeig, N. (2003).	Levasseur, K., & Cuoco, A. (2003).	RAND Mathematics Study Panel. (2003).	Driscoll, M., DiMatteo, R. W., Nikula, J. E., & Egan, M. (2007).	Seaman, C. E., & Szydlik, J. E. (2007).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009).	Mark, J., Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Sarah S. (2010).	Cuoco, Goldenberg, & Mark, (2010)	Common Core State Standards Initiative (2010).	Texas Education Agency (2012).	Hull, T., Balka, Don, & Miles, R. H. (2012).	พงศธร มหากิจิตร และ สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย. (2561)	หลักสูตรกลุ่มสาระฯคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2551 ปรับปรุง 2560	ความถี่
60. ขยายการคำนวณเพื่อรักษากฎการคำนวณ (Extending calculations to preserve rules for calculating)				√									√					√	3
61. การให้เหตุผลเชิงนามธรรมและเชิงปริมาณ (Reason abstractly and quantitatively)		√	√								√			√				√	**5**
62. ใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมกับเครื่องมือ(Use appropriate tools strategically)														√	√			√	**3**
63. ใช้คณิตศาสตร์กับปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (apply mathematics to problems arising in everyday life, society, and the workplace)															√		√	√	3

ตาราง 2 (ต่อ)

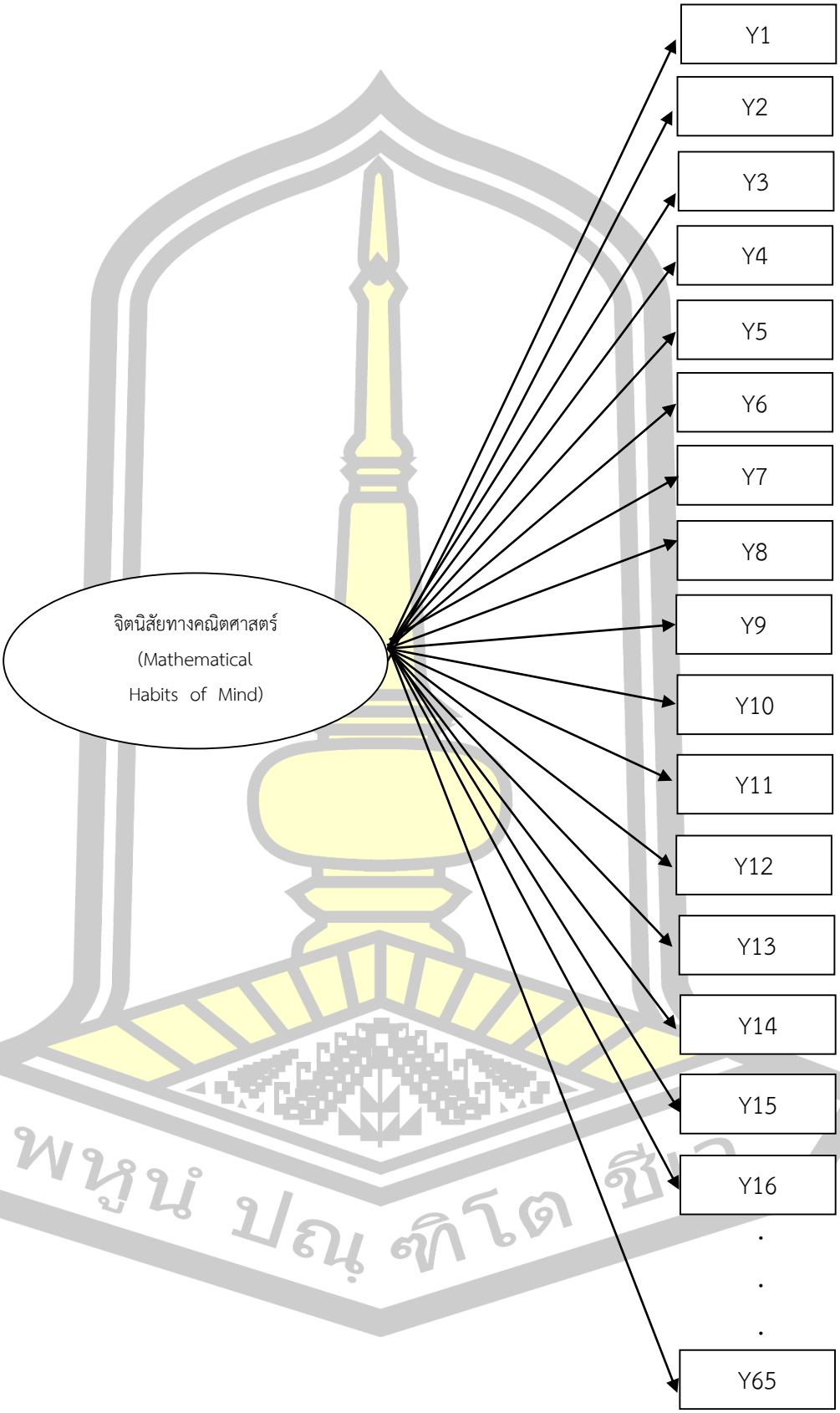
ตัวบ่งชี้ คุณลักษณะของผู้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ / นักวิชาการ	Marzano, R. J. (1992).	Cuoco, A, Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000).	Costa, A. L., & Kallick, B. (2000).	Driscoll,(1999, 2001)	Goldenberg, E. P., Shteingold, N., & Feurzeig, N. (2003).	Levasseur, K., & Cuoco, A. (2003).	RAND Mathematics Study Panel. (2003).	Driscoll, M., DiMatteo, R. W., Nikula, J. E., & Egan, M. (2007).	Seaman, C. E., & Szydlik, J. E. (2007).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009).	Mark, J., Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Sarah S. (2010).	Cuoco, Goldenberg, & Mark, (2010)	Common Core State Standards Initiative (2010).	Texas Education Agency (2012).	Hull, T., Balka, Don, & Miles, R. H. (2012).	พงศธร มหาวิจิตร และ สุมทรัย ปาลวัฒน์ชัย. (2561)	หลักสูตรกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2551 ปรับปรุง 2560	ความถี่
64. ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับ การกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาและการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา (use a problem-solving model that incorporates analyzing given information, formulating a plan or strategy, determining a solution, justifying the solution, and evaluating the problem-solving process and the reasonableness of the solution)															√		√	√	3

ตาราง 2 (ต่อ)

นักวิชาการ / ตัวบ่งชี้คุณลักษณะของผู้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์	Marzano, R. J. (1992).	Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Mark, J. (1996).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000).	Costa, A. L., & Kallick, B. (2000).	Driscoll,(1999, 2001)	Goldenberg, E. P., Shteingold, N., & Feurzeig, N. (2003).	Levasseur, K., & Cuoco, A. (2003).	RAND Mathematics Study Panel. (2003).	Driscoll, M., DiMatteo, R. W., Nikula, J. E., & Egan, M. (2007).	Seaman, C. E., & Szydlik, J. E. (2007).	National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009).	Mark, J., Cuoco, A., Goldenberg, E. P., & Sarah S. (2010).	Cuoco, Goldenberg, & Mark, (2010)	Common Core State Standards Initiative (2010).	Texas Education Agency (2012).	Hull, T., Balka, Don, & Miles, R. H. (2012).	พงศธร มหาวิจิตร และ สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย. (2561)	หลักสูตรกลุ่มเสาระ*คณิตศาสตร์ พ.ศ. 2551 ปรับปรุง 2560	ความถี่
65. ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์		√	√		√		√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√	13
รวม	7	18	25	19	8	14	15	13	9	12	33	3	23	15	18	13	16	34	295

จากตาราง 2 จะเห็นว่า การศึกษาเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการได้ศึกษาในลักษณะของตัวบ่งชี้ที่แตกต่างกัน จำนวนทั้งหมด 65 ตัวบ่งชี้ ใช้เกณฑ์พิจารณาคัดเลือกตัวบ่งชี้ที่มีความถี่ตั้งแต่ 3 ขึ้นไป มาเขียนเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบของผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ดังภาพประกอบ 2

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาตัวบ่งชี้

1. ความหมายตัวบ่งชี้

ความหมายตัวบ่งชี้ (Indicators) ตาม Webster's Ninth New Collegiate Dictionary (1991) อธิบายคำว่า Indicator ว่าเป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษาละติน in = in to + dicase = declase point out ดังนั้นคำว่า Indicator มีความหมายถึง เครื่องชี้หรือตัวชี้(Pointer) ใด ๆ สำหรับบันทึกหรือแสดง ความหมายอีกนัยหนึ่งของ Indicator หมายถึง กลุ่มค่าสถิติที่นำมารวมกันเพื่อบ่งชี้สภาพเศรษฐกิจหรือสภาพที่ต้องการศึกษาสำหรับคำที่ใช้เรียกในภาษาไทย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2535 : 23) คำว่า ดัชนีสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2530) ใช้คำว่าเครื่องชี้ คณะครุศาสตร์ในหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติแห่งชาติ ใช้คำว่า ดัชนีบ่งชี้ นักวิชาการสาขาสังคมศาสตร์ และมานุษยวิทยา เช่น สุภางค์ จันทวานิช และวิศนี ศิลตระกูล (2539) ใช้คำว่าเครื่องชี้วัด นักประเมินทางการศึกษา เช่น ศิริชัย กาญจนวาสี และคณะ (2540) ใช้คำว่า ตัวชี้วัด นงลักษณ์ วิรัชชัย และสุวิมล ว่องวาณิช (2541 : 52) ใช้คำว่า ตัวบ่งชี้ ในที่นี้ผู้วิจัยใช้คำว่าตัวบ่งชี้เนื่องจากให้ความหมายชัดเจนว่าเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงเรื่องที่กำลังศึกษา ตัวบ่งชี้ทางการศึกษา(Educational Indicator) หมายถึง ค่าสถิติ หรือตัวแปรประกอบที่ถูกสร้างขึ้น เพื่อให้ได้สารสนเทศเกี่ยวกับสถานภาพ (Status) คุณภาพ (Quality) และผลการดำเนินงาน (Performance) ของระบบการศึกษา หรือสถานศึกษา และสามารถแปลความหมายได้อย่างเที่ยงตรง โดยมีเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการแปลความหมาย (นงลักษณ์ วิรัชชัย และสุวิมล ว่องวานิช, 2541 : 53 ; อ้างอิงมาจาก Burstein and Guiton, 1992)

ไกศิษฎ์ เปลรินทร์ (2552 : 7) ได้ให้ความหมายของตัวบ่งชี้ว่า หมายถึง ตัวแปรประกอบหรือองค์ประกอบที่มีค่าแสดงถึงลักษณะหรือปริมาณของระบบการดำเนินงานส่วนใดส่วนหนึ่งในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

นงลักษณ์ วิรัชชัย, ศจีมาศ ณ วิเชียร และพิศมัย อรทัย (2551 : 19) ได้ให้ความหมาย ของตัวบ่งชี้ว่า หมายถึง ตัวแปรประกอบหรือองค์ประกอบที่มีค่าแสดงถึงลักษณะหรือปริมาณสภาพที่ต้องการศึกษา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ค่าของตัวบ่งชี้แสดง/ระบุ/บ่งบอกถึงสภาพที่ต้องศึกษาเป็นองค์รวม แต่มีความชัดเจนเพียงพอที่จะใช้ในการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้เพื่อประเมินสภาพที่ต้องการศึกษาได้ และใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาที่ต่างกัน เพื่อให้ทราบถึงความเปลี่ยนแปลงของสภาพที่ต้องการศึกษาได้

กมล ตราชู (2553 : 7) ได้ให้ความหมายของตัวบ่งชี้ว่า หมายถึง ตัวแปรขององค์ประกอบที่มีค่าแสดงถึงลักษณะหรือปริมาณของสภาพที่ต้องการศึกษาในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เป็นค่าที่สังเกตได้ทั้งเชิงปริมาณหรือคุณภาพที่บอกความหมายหรือสภาพที่ต้องการศึกษาเป็นองค์รวมอย่างกว้างๆ โดยอาจมีเงื่อนไขของเวลาหรือสถานที่กากับและสามารถนาไปใช้ประโยชน์ในการ

กำหนดนโยบาย การวางแผนการบริหารงาน การติดตามผลการดำเนินงาน และการจัดลำดับการพัฒนาของหน่วยงานได้

นิวัฒน์ สุขประเสริฐ (2553 : 13) ได้ให้ความหมายของตัวบ่งชี้ว่า หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลการดำเนินงาน โดยมีองค์ประกอบที่แสดงถึงลักษณะหรือปริมาณของสภาพที่ต้องการศึกษา ณ ช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่ง ค่ายของตัวบ่งชี้แสดง/ระบุ/บ่งบอกถึงสภาพที่ต้องการศึกษาเป็นองค์รวม แต่มีความชัดเจนเพียงพอที่จะใช้ในการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ เพื่อประเมินสภาพที่ต้องการศึกษาได้ และใช้การเปรียบเทียบระหว่างเวลาที่ต่างกันเพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพที่ต้องศึกษาได้

บดินท์ ธรรมสังวาล (2553 : 14) ได้ให้ความหมายของตัวบ่งชี้ว่า หมายถึง ตัวแปรประกอบ หรือองค์ประกอบที่นำมาใช้เพื่อบ่งบอกสถานภาพ หรือสะท้อนลักษณะการดำเนิน-งาน หรือผลการดำเนินงานในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

เชวงศักดิ์ พฤกษเทเวศ (2553 : 11) ได้ให้ความหมายของตัวบ่งชี้ว่า หมายถึง เป็นสิ่งที่ต้องกำหนดเป็นปริมาณเป็นตัวเลขได้ มิใช่เป็นการบรรยายข้อความ และในการตีความหมายค่าตัวเลขของตัวบ่งชี้แต่ละตัวจะต้องนามาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่จัดทำไว้ มิฉะนั้นจะไม่สามารถบอกได้ว่าค่าตัวเลขที่ได้นั้น สูงหรือต่ำ สิ่งที่นำมาจัดหรือชี้ให้เห็นถึงสภาพการณ์ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เป็นสิ่งที่สังเกตได้ทั้งเชิงปริมาณหรือคุณภาพที่บอกความหมายหรือสภาพที่ต้องการศึกษา เป็นองค์อย่างกว้างๆ โดยอาจมีเงื่อนไขของเวลาหรือสถานที่กำกับและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดนโยบาย การวางแผน การบริหารงาน การติดตามผลการดำเนินงาน และการจัดลำดับการพัฒนา

จตุพล ยงศร (2553 : 12) ได้ให้ความหมายของตัวบ่งชี้ว่า หมายถึง ข้อความหรือสิ่งที่บ่งบอกสภาพ หรือสภาพการณ์ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ในเชิงปริมาณหรือคุณภาพของสภาพการณ์นั้นๆเป็นการนำข้อมูล ตัวแปร หรือข้อเท็จจริงมาสัมพันธ์กัน เพื่อให้เกิดคุณค่าที่สามารถชี้ให้เห็นลักษณะของสภาพการณ์นั้นๆ

สมศักดิ์ นิลผาย (2555 : 15) ได้ให้ความหมายของตัวบ่งชี้ว่า หมายถึง ข้อความหรือสิ่งที่บ่งบอกสภาพหรือสภาพการณ์ในลักษณะใดลักษณะหนึ่งในเชิงปริมาณ หรือคุณภาพของสภาพนั้นๆเป็นการนำข้อมูล ตัวแปร หรือข้อเท็จจริงมาสัมพันธ์กัน เพื่อให้เกิดคุณค่า ที่สามารถชี้ให้เห็นลักษณะของสภาพการณ์นั้นๆ

จากแนวคิดของนักวิชาการ ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ตัวบ่งชี้ หมายถึง สารสนเทศที่บ่งบอกสภาพการณ์หรือสภาวะในเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ ซึ่งอยู่ในรูปของค่าที่สังเกตได้เป็นตัวเลข ข้อความองค์ประกอบ ตัวแปร หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงใดช่วงหนึ่ง โดยการนำตัวแปรหรือปัญหา

ที่เกิดขึ้นในช่วงใดช่วงหนึ่งไปสัมพันธ์กันเพื่อให้เกิดคุณค่าซึ่งสามารถที่จะชี้ให้เห็นถึงสภาพการณ์ที่บ่งบอกถึงลักษณะของสภาพการณ์นั้น

2. ลักษณะทั่วไปของตัวบ่งชี้ทางการศึกษา

Johnstone (นงลักษณ์ วิรัชชัย และสุวิมล ว่องวาณิช, 2541 : 52 ; พรปรียา คัตตพันธ์, 2544 : 3-5 ; อ้างอิงจาก Johnstone, 1981 : 56) สรุปลักษณะของตัวบ่งชี้เพื่อให้เข้าใจความหมายของตัวบ่งชี้ไว้ 5 ประการ

1. ตัวบ่งชี้ต้องให้สารสนเทศเกี่ยวกับสภาพที่ศึกษาอย่างกว้างๆ ไม่จำเป็นต้องให้สารสนเทศที่ละเอียดถูกต้องแม่นยำ เปรียบได้กับกระดาษลิตมัสที่บ่งชี้สภาพความเป็นกรด/ด่างได้โดยไม่ต้องให้ค่าพีเอช (pH) ซึ่งบอกความเป็นกรด–ด่าง ได้อย่างละเอียดถี่ถ้วน

2. ตัวบ่งชี้แตกต่างกันกับตัวแปร โดยตัวแปรจะให้ความหมายเฉพาะค่า (Value) แต่ไม่ให้ความหมายในลักษณะการประเมิน แต่ตัวบ่งชี้จะให้ความหมายเชิงประเมินมากกว่าที่จะให้ความหมายเฉพาะค่าของมันมีลักษณะเป็นตัวแปรรวม สร้างขึ้นจากการรวมตัวแปรที่ให้สารสนเทศแต่ละด้าน (Facet) ประกอบกันเป็นภาพกว้างๆของสิ่งที่จะศึกษา

3. ค่าของตัวบ่งชี้ แสดงถึงปริมาณ และการแปลความหมาย ต้องมีการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดขึ้นในตอนพัฒนาตัวบ่งชี้ นั่นคือ ตัวบ่งชี้ต้องมีจุดอ้างอิง (Reference Point) ที่สามารถทำให้ตัดสินคุณค่าได้

4. ตัวบ่งชี้ต้องให้สารสนเทศ ณ จุดเวลา ช่วงเวลาเฉพาะ เมื่อนำตัวบ่งชี้จากช่วงเวลาหลายจุดมาเทียบกัน จะต้องแสดงภาพการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่ต้องการศึกษาได้

5. ตัวบ่งชี้เป็นหน่วยพื้นฐาน (Basic Units) สาหรับการพัฒนาทฤษฎี ซึ่งมีความสำคัญยิ่งสำหรับศาสตร์ทุกสาขา การพัฒนาทฤษฎีโดยอาศัยกระบวนการวิจัยทำได้ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การสร้างคาอธิบายชั่วคราว เพื่ออธิบายปรากฏการณ์

ขั้นที่ 2 ให้นิยามตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์

ขั้นที่ 3 ให้นิยามเชิงปฏิบัติการในรูปที่สามารถวัดได้ของตัวแปรทุกตัวในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 วางแผนเก็บรวบรวมข้อมูลและสร้างดัชนี

3. ประเภทของตัวบ่งชี้

ตัวบ่งชี้ทางการศึกษา แบ่งได้หลายวิธี

1. แบ่งประเภทตามทฤษฎีระบบ (Johnstone, 1981 : 24–26) มองการศึกษาเป็นระบบที่ประกอบด้วยปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลผลิต ปัจจัยนำเข้าหมายถึง สิ่งเริ่มต้นที่ต้องใช้ในการดำเนินงาน เช่น นักศึกษา ครูอาจารย์ สิ่งอำนวยความสะดวก ฯลฯ กระบวนการหมายถึง การกระทำที่สถาบันการศึกษาดำเนินการเกี่ยวกับปัจจัยนำเข้า เช่น โปรแกรมการเรียนกระบวนการเรียนการสอน ได้แก่หลักสูตร เป็นต้น ผลลัพธ์หมายถึง ด้านพุทธิปัญญา ได้แก่

ผลสัมฤทธิ์ และมูลค่าเพิ่มที่เกิดแก่นักศึกษา และผลด้านที่ไม่ใช่พุทธิปัญญาที่มีต่อผู้เรียน เช่น ทักษะ เจตคติ พฤติกรรม ดังนั้น แบ่งตัวบ่งชี้เป็น ตัวบ่งชี้ด้านปัจจัยนาเข้า (Input Indicators) ตัวบ่งชี้ด้านกระบวนการ (Process Indicators) และตัวบ่งชี้ด้านผลผลิต (Output Indicators)

2. แบ่งตามลักษณะค่าของตัวบ่งชี้ แบ่งเป็นตัวบ่งชี้สัมบูรณ์ (Absolute Indicators) หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่มีค่าบอกปริมาณที่แท้จริง มีความหมายในตัวเอง เช่น จำนวนโรงเรียน จำนวนครู และตัวบ่งชี้สัมพัทธ์ (Relative Indicators) หมายถึงตัวบ่งชี้ที่มีค่าเป็นปริมาณเทียบเคียงกับค่าอื่น เช่น จำนวนนักเรียนต่อครู 1 คน

3. แบ่งตามลักษณะตัวแปรที่นำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ แบ่งได้เป็น (Johnstone, 1981 ; พรปรียา คัตตพันธ์, 2544 : 10-12)

3.1 ตัวบ่งชี้ตัวแทน (Representative Indicators) คือ ตัวบ่งชี้ที่เป็นตัวแปรเดียวได้มาจากการคัดเลือกจากตัวแปรต่าง ๆ เพื่อเป็นตัวแทนในการสะท้อนถึงแง่มุมบางอย่างของระบบการศึกษา เช่น อัตราการรู้หนังสือ

3.2 ตัวบ่งชี้เดี่ยว (Disaggregate Indicators) เป็นตัวบ่งชี้ที่กำหนดจากตัวแปรองค์ประกอบแต่ละตัว เพื่อใช้ในการอธิบาย หรือสะท้อนให้เห็นในแต่ละเรื่องแต่ละส่วนแต่ละตัวแปรองค์ประกอบจะเป็นอิสระจากกัน เพื่อป้องกันการซ้ำซ้อนของข้อมูลในชุดตัวบ่งชี้ ตัวบ่งชี้ในที่นี้เป็นเพียงตัวแปรที่ถูกจำแนกออกมาเป็นตัวเดี่ยวๆ ซึ่งให้ข้อมูลที่ชัดเจนของแต่ละเรื่อง แต่ละองค์ประกอบ หรือแต่ละส่วนของระบบการศึกษา

3.3 ตัวบ่งชี้ผสม หรือ ตัวบ่งชี้รวม (Composite Indicators) เป็นตัวบ่งชี้ที่ได้จากการรวมตัวแปรทางการศึกษาที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันจำนวนหนึ่งเข้าด้วยกันซึ่งจะช่วยอธิบายลักษณะทางการศึกษาได้ดีกว่าตัวบ่งชี้เดียว (ตัวแปรตัวเดียว) ค่าตัวบ่งชี้รวมเป็นค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่นามารวมกัน ซึ่งถ้าตัวแปรเหล่านั้นมีค่าน้ำหนักความสำคัญไม่เท่ากัน ต้องมีการถ่วงน้ำหนักของตัวแปรแต่ละตัว แล้วคำนวณค่าดัชนีรวม ซึ่งอาจใช้วิธีการบวก (Adding Method) หรือวิธีการคูณ(Multiplying) ตัวบ่งชี้ผสมนี้มีความเหมาะสมในการนำมาใช้มากกว่าในงานวิจัยนี้ใช้แนวคิดตัวบ่งชี้การศึกษาตามการวิเคราะห์เชิงระบบของจอห์นสโตน

4. ประโยชน์ของตัวบ่งชี้

นงลักษณ์ วิรัชชัย และสุวิมล ว่องวาณิช (2541 : 54) ได้รวบรวมประโยชน์ของตัวบ่งชี้จากแนวคิดของบุคคลต่างๆ ได้แก่ Johnstone (1981) สรุปว่าตัวบ่งชี้ทางการศึกษาเป็นประโยชน์ในด้านการกำหนดนโยบายและวัตถุประสงค์การศึกษา ด้านการกำกับและการประเมินระบบการศึกษา Oakes and Guiton (1992) Bottany and Walberg (1994) ได้ขยายความเพิ่มเติมว่าตัวบ่งชี้การศึกษามีประโยชน์มากในการประกันคุณภาพ (Quality Assurance) และการแสดงความรับผิดชอบต่อหน้าที่ (Accountability) Nolan and Resnick (1995) เสนอว่าตัว

บ่งชี้ทางการศึกษามีประโยชน์อย่างมากต่อการกำหนดเป้าที่ตรวจสอบได้ (Benchmarking) สรุปได้ว่า ในด้านการประเมินผลของระบบการศึกษา ตัวบ่งชี้การศึกษามีประโยชน์มากในการกำกับและประเมินผลระบบการศึกษาการจัดอันดับการศึกษา การประกันคุณภาพ และการแสดงความรับผิดชอบต่อหน้าที่การกำหนดเป้าหมายที่ตรวจสอบได้ การปรับปรุงพัฒนาระบบการศึกษาโดยใช้ผลการประเมินเป็นแนวทางซึ่งตัวบ่งชี้ประเภทนี้เรียกว่าตัวบ่งชี้ผลการปฏิบัติงาน (Performance Indicators) สรุปได้ว่า ตัวบ่งชี้ทางการศึกษา มีประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. ใช้ในการกำหนดนโยบายและวัตถุประสงค์ของการจัดการศึกษา
2. ใช้ในการวางแผนการดำเนินงานทางการศึกษาเพื่อให้บรรลุผลตามต้องการ
3. ใช้ในการกำกับดูแล และประเมินระบบการศึกษา และการประกันคุณภาพ
4. ใช้ในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการศึกษาที่ดีที่สุด (Benchmarking) เพื่อการเทียบเคียง

5. กระบวนการพัฒนาตัวบ่งชี้

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552 : 83) ได้กล่าวถึงการพัฒนาตัวบ่งชี้ไว้ 2 วิธี คือ

1. เป็นการจัดกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับสภาวะที่ต้องการแสดงโดยยึดหลักเหตุผลทางทฤษฎีแล้วดำเนินการจัดลำดับความสำคัญของตัวแปรเหล่านั้นตามหลักเกณฑ์เพื่อสังเคราะห์ตัวแปรขึ้นเป็นตัวบ่งชี้
2. เป็นการสร้างตัวบ่งชี้โดยอาศัยข้อมูลเชิงประจักษ์ที่นำมาวิเคราะห์แล้วจัดกลุ่มตัวแปรโดยใช้หลักเกณฑ์ทางสถิติเป็นพื้นฐานในการสร้างตัวบ่งชี้ทางการศึกษาในการพัฒนาตัวบ่งชี้ทางการศึกษามีวิธีการในการพัฒนาหลายแนวทาง แต่ทุกวิธีจะมีสิ่งที่ผู้พัฒนาจะต้องพิจารณาตัดสินใจอยู่ 4 ประการ คือ (Johnstone, 1981 : 33)
   - 2.1 วิธีการในการกำหนดหรือนิยามตัวบ่งชี้
   - 2.2 การเลือกตัวแปรที่จะใช้ในการสร้างตัวบ่งชี้
   - 2.3 วิธีการรวมตัวแปรให้เป็นตัวบ่งชี้ที่เหมาะสม
   - 2.4 การกำหนดน้ำหนักให้กับตัวแปรแต่ละตัวที่จะนามารวมเป็นตัวบ่งชี้

นงลักษณ์ วิรัชชัย และสุวิมล ว่องวาณิช (2541 : 53-54) ได้สรุปกระบวนการดำเนินงานในการพัฒนาตัวบ่งชี้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดวัตถุประสงค์ของการพัฒนาตัวบ่งชี้ นักวิจัยต้องกำหนดล่วงหน้าว่าจะนำตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ประโยชน์ในเรื่องอะไรและอย่างไร

ขั้นตอนที่ 2 การนิยามตัวบ่งชี้ ขั้นตอนนี้จะเป็นตัวชี้นำวิธีการที่ต้องใช้ในขั้นตอนต่อไปของกระบวนการพัฒนาตัวบ่งชี้ เนื่องจากตัวบ่งชี้ หมายถึง องค์ประกอบที่ประกอบด้วยตัวแปรย่อย ๆรวมกันเพื่อแสดงสารสนเทศของสิ่งที่ต้องการบ่งชี้ ดังนั้นในขั้นตอนนี้นอกจากจะเป็นการกำหนดนิยามในลักษณะเดียวกับการนิยามตัวแปรในการวิจัยทั่วไปแล้วนักวิจัยยังต้องกำหนดด้วยว่าตัวบ่งชี้ประกอบด้วยตัวแปรย่อยอะไร และรวมตัวแปรย่อยเป็นตัวบ่งชี้ได้อย่างไร ในการนิยามตัวบ่งชี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. การกำหนดกรอบความคิดหรือการสร้างแนวคิด (Conceptualization) เป็นการให้ความหมายคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการบ่งชี้โดยการกำหนดรูปแบบหรือโมเดลแนวคิด (Conceptual model) ของสิ่งที่ต้องการบ่งชี้ว่า มีส่วนประกอบแยกย่อยเป็นกี่มิติ (Dimension) และแต่ละมิติประกอบด้วยแนวคิดอะไรบ้าง

2. การพัฒนาตัวแปรส่วนประกอบหรือตัวแปรย่อย (Development of Component Measures) การสร้างและการกำหนดมาตร (Construction and Scaling) เป็นการกำหนดนิยามปฏิบัติการของตัวแปรย่อยตามโมเดลแนวคิด และ การกำหนดการรวมตัวแปรย่อยเข้าเป็นตัวบ่งชี้ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การกำหนดส่วนประกอบหรือตัวแปรย่อย (Component Variables) ของตัวบ่งชี้ นักวิจัยต้องอาศัยความรู้จากทฤษฎีและประสบการณ์ ศึกษาตัวแปรย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์ (Relate) และตรง (Relevant) กับตัวบ่งชี้ แล้วตัดสินใจคัดเลือกตัวแปรย่อยเหล่านั้นว่าจะใช้ตัวแปรย่อยจำนวนเท่าใด ใช้ตัวแปรประเภทใดในการพัฒนาตัวบ่งชี้ โดยต้องเลือกตัวแปรให้เหมาะสมกับคุณลักษณะของตัวบ่งชี้ที่กำหนด และไม่ควรมีตัวแปรมากเกินไป การลดจานวนตัวแปรอาจทาได้โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ถ้าตัวแปรใดมีความสัมพันธ์กันสูง ก็คัดเลือกมาเพียงตัวเดียว

2.1.1 การกำหนดวิธีการรวม (Combination Method) ตัวแปรย่อยนักวิจัยต้องศึกษาและตัดสินใจเลือกวิธีการรวมตัวแปรย่อยให้ได้ตัวบ่งชี้ ซึ่งมีวิธีการทำได้ 2 แบบ คือ

2.1.1.1 การรวมเชิงบวก (Additive) เป็นวิธีการที่มีแนวคิดว่าตัวแปรแต่ละตัวสามารถทดแทนหรือชดเชยกันได้ด้วยตัวแปรอีกตัวหนึ่ง ซึ่งทำให้ค่าตัวบ่งชี้รวมที่ได้ไม่เปลี่ยนแปลง เช่น ถ้าค่าตัวแปรย่อย V1 มีค่าต่ำ V2 มีค่าสูงค่า V1 สามารถทดแทนด้วยค่า V2 เป็นผลให้ตัวบ่งชี้รวมไม่เปลี่ยนแปลง

ตัวอย่างเช่น กรณีที่ 1 V1 = 20 , V2 = 20 จะมีค่าตัวบ่งชี้รวมเท่ากับกรณีที่ V1 = 5 , V2 = 35 เมื่อ I = V1 + V2

ในการรวมตัวแปรองค์ประกอบด้วยวิธีบวกนี้ แบ่งเป็น 2 วิธี ตามน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรองค์ประกอบและการคำนวณค่าตัวบ่งชี้รวมโดยใช้ค่าเฉลี่ย ดังนี้

1. การรวมกรณีน้ำหนักตัวแปรเท่ากัน

สมการ I = V1 + V2 + V3 + ...+ Vn

ค่าเฉลี่ยตัวบ่งชี้ I = (V1 + V2 + V3 + ...+Vn)/n

เมื่อ I = ตัวบ่งชี้รวม , V1 = ตัวแปรที่ 1 , V2 = ตัวแปรที่ 2, n =จำนวนตัวแปร

2. การรวมกรณีน้ำหนักตัวแปรไม่เท่ากัน

สมการ I = W1 V1+ W2 V2 +...+Wn Vn

ค่าเฉลี่ย I = (W1 V1+ W2 V2 +...+ Wn Vn)/ Wi

เมื่อ W1 = น้ำหนักของตัวแปร V1 , W2 = น้ำหนักของตัวแปร V2

WI = น้ำหนักรวมของตัวแปร, n =จำนวนตัวแปร

2.1.1.2 การรวมแบบพหุคูณ (Multiplying) เป็นการรวมค่าตัวแปรเข้าด้วยโดยการคูณ มีข้อตกลงเบื้องต้น คือ การเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรหนึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของอีกตัวแปรหนึ่ง ไม่อาจทดแทนหรือชดเชยกันได้ คือ ตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้น มีค่าสูงได้ก็ต่อเมื่อ ตัวแปรองค์ประกอบทุกตัวมีค่าสูงทั้งหมด และตัวแปรองค์ประกอบแต่ละตัวต้องเสริมกันและกัน ส่งผลต่อตัวบ่งชี้ ดังสมการ I = V1 x V2 เมื่อ I = ตัวบ่งชี้รวม , V1 = ตัวแปรที่ 1 , V2 = ตัวแปรที่ 2 การคำนวณค่าตัวบ่งชี้รวมใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต ดังนี้

1. การคำนวณเมื่อ น้ำหนักตัวแปรเท่ากัน

I = n V1 . V2 .....Vn

2. การคำนวณเมื่อ น้ำหนักตัวแปรไม่เท่ากัน

I = wn V1w1 . V2w2 .....Vnwn

แต่การรวมค่าตัวแปรวิธีนี้ ไม่พบว่าได้มีการนนำมาใช้ในการพัฒนาตัวบ่งชี้ในการวิจัยในการรวมตัวแปรเพื่อสร้างตัวบ่งชี้ทั้ง 2 แนวทางเบื้องต้นเป็นการรวมตัวแปรในรูปคะแนนดิบ(Raw Score) ซึ่งมักมีปัญหาเกี่ยวกับหน่วยการวัดตัวแปรไม่เท่ากันเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว และทำให้ค่าที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้นและสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้อย่างมีความหมาย ควรแปลงค่าของตัวแปรจากคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน (Standard Score)ก่อนแล้วจึงนำคะแนนมาตรฐานที่ได้มาถ่วงน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแต่ละตัว เพื่อสร้างเป็นตัวบ่งชี้รวม โดยทั่วไปมักใช้คะแนนมาตรฐาน (Z) ดังสมการ $z = x - \bar{x} / S.D$ เมื่อ Z = คะแนนมาตรฐานของตัวแปร

X = คะแนนดิบของตัวแปร

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวแปร

S.D = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร

ดังนั้น สมการในการสร้างตัวบ่งชี้ คือ

I = W1 Z1 + W2 Z2 + ...+Wn Zn

เมื่อ I = ตัวบ่งชี้รวมของตัวแปร

Wn = น้ำหนักของตัวแปร ตัวที่ n

Zn = คะแนนมาตรฐานของตัวแปรตัวที่ n

2.2 การกำหนดน้ำหนักของตัวแปร ในการรวมตัวแปรย่อยเข้าเป็นตัวบ่งชี้ ผู้วิจัยต้องกำหนดน้ำหนักแทนความสำคัญของตัวแปรย่อยแต่ละตัว ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ กำหนดให้ตัวแปรแต่ละตัวมีน้ำหนักความสำคัญเท่ากัน (Equal Weight) และกำหนดให้ตัวแปรแต่ละตัวมีน้ำหนักแตกต่างกัน (Differential Weight) ซึ่งทำได้หลายวิธีดังนี้

2.2.1 วิธีการพิจารณาตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert Judgments) เป็นการพิจารณาลงความเห็นในหมู่ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องที่ต้องการศึกษานั้นๆ โดยให้สมาชิกแต่ละคนเสนอค่าน้ำหนักของตัวแปร พิจารณาหาข้อยุติด้วยการใช้ค่าเฉลี่ย หรือการอภิปรายลงความเห็น หรืออาจใช้แบบสอบถามเพื่อหาค่าร้อยละที่ผู้ตอบเห็นด้วยกับน้ำหนักความสำคัญของแต่ละตัวแปร หรืออาจใช้วิธีที่เป็นระบบมากขึ้น เช่น การใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) เพื่อสำรวจหาฉันทามติจากผู้เชี่ยวชาญโดยไม่ต้องเผชิญหน้ากัน แล้วจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละตัวแปรต่อไป

2.2.2 วิธีวัดความสำคัญของตัวแปร (Measure Effort Required) โดยพิจารณาจากเวลา (Time Taken) หรือค่าใช้จ่าย (Cost) ที่ต้องใช้ในการทากิจกรรมใดๆที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรนั้น เช่น สมมติว่า ถ้าเวลาหรือค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการกระทาเกี่ยวกับตัวแปรที่ 1 มากกว่าตัวแปรที่ 2 ตัว แปรที่ 1 จะมีน้ำหนักความสำคัญมากกว่า (หรือน้อยกว่า) ตัวแปรที่ 2 ขึ้นอยู่กับบริบทของสิ่งที่จะศึกษา

2.2.3 วิธีการใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ (Empirical Data) เป็นการใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อกำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละตัวแปร โดยอาจใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) การวิเคราะห์จำแนก (Discriminate Analysis) หรือการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (Canonical Correlation Analysis) เป็นต้นขั้นตอนนิยามตัวบ่งชี้นี้ เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการพัฒนาตัวบ่งชี้เพราะเป็นขั้นตอนที่เป็นเหมือนแผนของการดำเนินการขั้นต่อไป

โดยทั่วไปจะทำได้ 3 วิธี (Johnstone, 1981 : 33-39 ; นงลักษณ์ วิรัชชัย และสุวิมล ว่องวาณิช, 2541 : 53)

1. การนิยามตามแนวปฏิบัติ (Pragmatic Reduction) เป็นวิธีการนิยามที่ใช้ในกรณีที่มีการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรย่อยที่เกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้ไว้พร้อมแล้ว มีฐานข้อมูลหรือมีการสร้างตัวแปรประกอบจากตัวแปรย่อยๆหลายตัวไว้แล้ว ผู้วิจัยเพียงแต่พิจารณาคัดเลือกตัวแปรจากฐานข้อมูลที่มีอยู่ นำมาพัฒนาตัวบ่งชี้ โดยกำหนดวิธีการรวมตัวแปรย่อย และกำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรย่อย วิธีการนิยามตัวบ่งชี้วิธีนี้อาศัยการตัดสินใจ และประสบการณ์ของนักวิจัยเท่านั้น ซึ่งอาจทาให้ได้นิยามที่ลาเอียงเพราะไม่มีการอ้างอิงทฤษฎี หรือตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่อย่างใด จึงเป็นการนิยามที่มีจุดอ่อนมากที่สุดเมื่อเทียบกับแบบอื่น และไม่ค่อยมีผู้นิยมใช้ ถ้าจำเป็นต้องใช้ ผู้วิจัยควรพยายามปรับปรุงจุดอ่อนโดยใช้การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือการใช้กรอบทฤษฎีประกอบกับวิจารณญาณในการเลือกตัวแปร

2. การนิยามตามทฤษฎี (Theoretical Definition) เป็นวิธีที่ผู้วิจัยใช้ทฤษฎีรองรับสนับสนุนการตัดสินใจของผู้วิจัย ใช้วิจารณญาณน้อยกว่าการนิยามแบบอื่น เป็นวิธีที่ผู้วิจัยกำหนดตัวแปร และให้ค่าน้ำหนักของตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาตัวบ่งชี้จากทฤษฎีแล้วใช้วิธีการรวมตัวแปรเป็นตัวบ่งชี้ด้วยวิธีการทางรวมทางเลขคณิต ซึ่งการนิยามวิธีนี้อาจทาได้ 2 แบบ คือ

แบบที่ 1 ใช้ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยเป็นพื้นฐานสนับสนุนทั้งหมด ตั้งแต่การกำหนดตัวแปรย่อย การกำหนดวิธีการรวมตัวแปร และการกำหนดน้ำหนักตัวแปร ผู้วิจัยใช้โมเดลหรือสูตรในการสร้างตัวบ่งชี้ตามที่มีผู้พัฒนาไว้แล้วทั้งหมด

แบบที่ 2 ใช้ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยเป็นพื้นฐานสนับสนุนในการคัดเลือกตัวแปรย่อย และกำหนดวิธีการรวมตัวแปรเท่านั้น ส่วนในขั้นตอนการกำหนดน้ำหนักตัวแปรแต่ละตัว นักวิจัยใช้ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญประกอบการตัดสินใจ ซึ่งวิธีนี้ใช้ในกรณีที่ยังไม่มีผู้ใดกำหนดสูตรหรือตัวบ่งชี้ไว้ก่อน

3. การนิยามตามข้อมูลเชิงประจักษ์ (Empirical Definition) เป็นลักษณะการนิยามที่ใกล้เคียงกับการนิยาม ตามทฤษฎี เพราะเป็นการนิยามที่ผู้วิจัยกำหนดว่าตัวบ่งชี้ประกอบด้วยตัวแปรย่อยอะไร และกำหนดรูปแบบวิธีการรวบรวมตัวแปรให้ได้ตัวบ่งชี้โดยอ้างอิงทฤษฎี เอกสารวิชาการ หรืองานวิจัยเป็นพื้นฐานแต่การกำหนดน้ำหนักตัวแปรแต่ละตัวที่จะนำมารวมกันในการพัฒนาตัวบ่งชี้นั้น อาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ เป็นวิธีการนิยามที่มีความเหมาะสม และเป็นที่นิยมใช้กัน

ขั้นตอนที่ 3 การรวบรวมข้อมูล (Data Collection) คือ การดำเนินการวัดตัวแปรย่อย ได้แก่ การสร้างเครื่องมือสำหรับการทดลองใช้ และการปรับปรุงเครื่องมือ การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือการกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง การออกภาคสนามเพื่อใช้เครื่องมือเก็บข้อมูล และการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลที่เป็นตัวแปรย่อย ซึ่งนามารวมเป็นตัวบ่งชี้

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างตัวบ่งชี้ (Construction) และการสร้างสเกลตัวบ่งชี้ (Scaling) ตามนิยามที่ได้กำหนดไว้ว่าประกอบด้วยตัวแปรอะไรรวมกันในลักษณะใดและมีการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรในการรวมกันอย่างไรโดยการนำตัวแปรย่อยที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์รวมให้ได้ตัวบ่งชี้ใช้วิธีการรวมตัวแปรที่มีการกำหนดน้ำหนักความสำคัญตามที่ได้นิยามไว้แล้ว

ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ (Quality Check) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้น ครอบคลุมถึงการตรวจสอบคุณภาพของตัวแปรย่อยและตัวบ่งชี้ด้วย ตัวบ่งชี้ที่พัฒนาขึ้น จะมีคุณภาพดีเพียงใด ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของตัวบ่งชี้นั้นว่ามีความเหมาะสมตามเกณฑ์ต่อไปนี้อย่างไร ได้แก่ ความเที่ยง(Reliability) และความตรง (Validity) ความเป็นไปได้ (Feasibility) ความเป็นประโยชน์ (Utility) ความเหมาะสม (Appropriateness) และความเชื่อถือได้ (Credibility) ความคงเส้นคงวา (Consistency) ความเป็นมาตรฐานที่เปรียบเทียบกันได้ (Standardization) ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วยหลักสำคัญ 2 ประการ (ศักดิ์ชาย เพชรช่วย, 2541 : 20-22)

1. การตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ ภายใต้กรอบแนวคิดทางทฤษฎีซึ่งเป็นขั้นตอนที่ถือว่าสำคัญมาก เพราะหากการพัฒนาตัวบ่งชี้ เริ่มต้นจากกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีที่ขาดคุณภาพแล้วไม่ว่าจะใช้เทคนิคทางสถิติที่ดีอย่างไรผลที่ได้จากการพัฒนาก็ย่อมด้อยคุณภาพไปด้วย

2. การตรวจสอบด้วยวิธีการทางสถิติ สำคัญน้อยกว่าขั้นแรก เพราะเป็นเพียงการนำข้อมูลที่ได้ มาสนับสนุนคุณภาพของตัวบ่งชี้เท่านั้น

ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์ตามบริบทที่ต้องศึกษาและการนาเสนอรายงาน (Contextualization and Presentation) เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเช่นกัน เพราะเป็นการสื่อสารระหว่างผู้พัฒนาตัวบ่งชี้ กับผู้ใช้ตัวบ่งชี้หลังจากที่ได้สร้างและตรวจสอบตัวบ่งชี้แล้วผู้วิจัยต้องวิเคราะห์ให้ได้ค่าของตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมกับบริบท (Context) เช่น อาจวิเคราะห์แยกตามระดับเขตการศึกษาจังหวัด อำเภอ โรงเรียน หรือแยกตามประเภทของบุคลากร หรืออาจวิเคราะห์ตีความในระดับมหาภาคแล้วจึงรายงานค่าของตัวบ่งชี้ให้ผู้บริโภค/ผู้บริหาร/นักวางแผน/นักวิจัย/นักการศึกษาได้ทราบและใช้ประโยชน์ จากตัวบ่งชี้ได้อย่างถูกต้องต่อไป

1. เกณฑ์ในการคัดเลือกตัวบ่งชี้ จากรายงานการประชุมการจัดทำตัวบ่งชี้สุขภาพ (Reproductive Health Indication for Global Monitoring) เมื่อวันที่ 9-11 เมษายน พ.ศ. 2540 โดยองค์การอนามัยโลก (WHO) และจากการสรุปของสถาบันนานาชาติเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนมีการกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวบ่งชี้ไว้ดังนี้

1.1 ความแกร่งแบบวิทยาศาสตร์ (Scientifically robust) ตัวบ่งชี้ต้องมีความถูกต้อง (Valid) มีความไว (sensitive) คงที่ (Stable) และสะท้อนให้เห็นสิ่งที่ต้องการจะวัด

1.2 ความถูกต้อง (Valid) ตัวบ่งชี้ต้องวัดองค์ประกอบหรือสิ่งที่ต้องการวัดได้ตรงและถูกต้อง

1.3 เชื่อถือได้ (Reliable) ตัวบ่งชี้ต้องให้ค่าเดียวกันเมื่อใช้วิธีการวัดเหมือนกันในการวัดประชากร กลุ่มที่เหมือนกันในเวลาที่เกือบเป็นเวลาเดียวกัน

1.4 ความไว (Sensitive) ตัวบ่งชี้ต้องสามารถทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงแม้เพียงเล็กน้อยที่เกิดขึ้นในองค์ประกอบที่สนใจนั้นได้

1.5 มีความเฉพาะเจาะจง (Specific) ตัวบ่งชี้ต้องแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในประเด็นที่สนใจเพียงประเด็นเดียวเท่านั้น

1.6 ใช้ประโยชน์ได้ (Useful)

1.7 มีความเป็นตัวแทน (Representative) ตัวบ่งชี้ต้องครอบคลุมทุกประเด็นหรือประชากรทุกกลุ่มที่คาดหวังให้ครอบคลุม

1.8 เข้าใจได้ (Understandable) ตัวบ่งชี้ต้องง่ายที่จะนิยามและค่าของตัวชี้วัดต้องแปลความหมายได้ง่าย

1.9 เข้าถึงได้ (Accessible) ข้อมูลที่ต้องการต้องหาได้ง่าย โดยใช้วิธีการเป็นข้อมูลที่สะดวก ทำได้จริง

1.10 มีคุณธรรม (Ethical) ตัวบ่งชี้ที่มีคุณธรรม หมายถึงในการรวบรวมวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูลที่ต้องการ ต้องเป็นไปอย่างมีคุณธรรมในรูปของสิทธิของบุคคล ความมั่นใจเสรีภาพในการเลือกที่จะให้ข้อมูลหรือไม่ โดยต้องมีการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการนาข้อมูลไปใช้

นอกจากนั้น Fitz–Gibbon (1996 : 160-165) ได้เสนอเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวบ่งชี้ผลการปฏิบัติงานทางการศึกษา เป็น 12 ด้าน จัดเป็น 5 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

1. ความสอดคล้อง (Relevant) ประกอบด้วย

1.1 ตัวบ่งชี้บ่งบอกถึงผลลัพธ์ที่เป็นค่านิยมของหน่วยการจัดการนั้น

1.2 ตัวบ่งชี้บ่งบอกถึงผลลัพธ์ที่ทีมงานทุกคนมีส่วน

2. ให้ข้อมูลสื่อความหมาย (Informative) ได้แก่

2.1 ตัวบ่งชี้เป็นไปตามบริบท

2.2 ตัวบ่งชี้ให้ผลย้อนกลับไปยังหน่วยการจัดการ

3. การยอมรับได้ (Acceptable) ได้แก่

3.1 ตัวบ่งชี้มีความยุติธรรม

3.2 ตัวบ่งชี้เข้าถึงได้

3.3 ตัวบ่งชี้อธิบายได้

3.4 ตัวบ่งชี้ไม่สามารถบิดเบือนได้

3.5 ตัวบ่งชี้ตรวจสอบได้ และ

3.6 ตัวบ่งชี้ต้องบอกการเปลี่ยนแปลง

4. มีประโยชน์ (Beneficial) การนาตัวบ่งชี้ไปใช้ต้องเกิดประโยชน์กับการศึกษา

5. ความคุ้มค่า (Cost effective) ตัวบ่งชี้มีต้นทุนที่สมเหตุสมผล ซึ่งแต่ละเกณฑ์จำเป็นต้องมีการดำเนินการดังนี้

5.1 ความสอดคล้อง (Relevant) ต้องสร้างเป้าหมายที่เป็นประชามติร่วมกำหนดหน่วยของการจัดการ

5.2 สื่อความหมาย ให้ความสำคัญกับบริบท ออกแบบกระบวนการให้ผลย้อนกลับนำเอาตัวแปรกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงได้เข้ามาพิจารณา

5.3 การยอมรับได้มีการตรวจสอบความตรงและความเท่าเทียม จัดทำสถิติเพื่อเผยแพร่ (Provide Statistics with human face)

5.4 ผลประโยชน์ ตรวจสอบผลกระทบที่เกิดจากการนำไปใช้

5.5 ความคุ้มค่า ตรวจสอบต้นทุน กำไร

2. ความเที่ยงตรงภายในของตัวบ่งชี้ (Internal validity) (Johnstone, 1981 : 55-58) หมายถึง ระดับความสอดคล้องระหว่างมโนทัศน์กับนิยามเชิงปฏิบัติการ เกี่ยวข้องกับส่วนของกระบวนการวัดในระหว่างที่กาลังดาเนินการวัดตัวแปร เปรียบเทียบกับที่ต้องการวัดจากทฤษฎี หรือจากตัวมโนทัศน์นั้น ซึ่งมักจะต้องเกิดความแตกต่างอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ถ้าหากความแตกต่างนี้มีขนาดใหญ่มากเกินไปคือสิ่งที่วัดได้ไม่ได้สัมพันธ์กับสิ่งที่ต้องการวัด กล่าวได้ว่า ตัวแปรนั้น ถึงแม้จะวัดได้อย่างคงที่ แต่ก็ไม่มีประโยชน์ในการใช้ คือ มีความตรงภายในน้อยมาก สิ่งที่มีอิทธิพลในการลดค่าความตรงภายในของตัวบ่งชี้ทางการศึกษามี 3 ประการหลักๆ ได้แก่

2.1 การวัดแบบเป็นส่วนๆ (Fractional Measurement) กรณีนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมโนทัศน์ที่ต้องการวัด สามารถจำแนกออกเป็นหลายๆ ด้าน แต่วัดจริงเพียง 1 – 2 ด้าน ทำให้มีมโนทัศน์บางส่วนเท่านั้นที่วัดได้ โดยที่ไม่ได้วัดมโนทัศน์จริงๆที่ต้องการวัดทั้งหมด ทาให้เกิดการลดค่าความตรงภายในของตัวบ่งชี้นั้น

2.2 ความผันแปรของมโนทัศน์ที่ต้องการวัด (Variability of Concept) หากมโนทัศน์ที่ต้องการวัด มีการเปลี่ยนแปลงในการนาไปปฏิบัติ อาจจะเปลี่ยนแปลงตามเวลา หรือเปลี่ยนแปลงระหว่างระบบการศึกษา ถึงแม้จะมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติของมโนทัศน์นั้น ไม่จำเป็นต้องมีความแตกต่างกัน เช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาในทางปฏิบัติประเทศที่พัฒนาแล้วกับประเทศที่กำลังพัฒนา จะให้ความหมายแตกต่างกัน ดังนั้นเป็นการยากที่จะนำข้อมูลที่ได้จากการวัดตัวแปร เช่น จำนวนนักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียน มาเปรียบเทียบกัน ทำให้ลดความตรงภายในของตัวบ่งชี้นี้ลดลง

2.3 การกำหนดตัวแปรให้เป็นตัวแทนของมโนทัศน์ (The Definition of a ariable to Represent a Concept) แม้ว่าจะรู้ว่าตัวแปรนั้นไม่ใช่ตัวแทนที่เหมาะสม ซึ่งการปฏิบัติ แบบนี้เรียกว่าการแทนที่มโนทัศน์ (Concept Substitution) เช่น ในการวัดคุณภาพของผลลัพธ์ในระบบการศึกษาความหมายของคุณภาพจะหมายถึง ระดับของการสัมฤทธิ์ผล โดยวัดจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ ในการสำเร็จการศึกษาระดับต่าง ๆ ซึ่งอาจไม่มีข้อมูลในบางระดับ จึงได้มีการกำหนดให้อัตราของผู้สำเร็จการศึกษา เป็นตัวแทนของระดับผลสัมฤทธิ์ทั้งๆที่ตัวแปรทั้งสองนี้ไม่จาเป็นที่จะต้องสัมพันธ์กัน เมื่อนาไปใช้ทาให้ผลการสรุปเปลี่ยนแปลงไป ในการที่จะลดปัญหานี้ ทางหนึ่งทำได้โดยการกำหนดนิยามมโนทัศน์ในรูปของนิยามเชิงปฏิบัติการให้ชัดเจนและเป็นไปได้ในทางปฏิบัติความเที่ยงตรงภายในของตัวบ่งชี้ต้องมีค่าสูง อย่างน้อยที่สุดก็ต้องสูงพอสำหรับสถานการณ์เฉพาะที่ต้องการนำตัวบ่งชี้ไปใช้ ในการประเมินความเที่ยงตรงของตัวบ่งชี้ ยังไม่มีวิธีทางสถิติอันใดที่ใช้ทดสอบความสอดคล้องระหว่างนิยามเชิงปฏิบัติการ กับ มโนทัศน์ได้ในเชิงปริมาณ (แต่มีวิธีที่ไม่ใช้สถิติที่พอเป็นไปได้ คือ การให้เชี่ยวชาญประเมิน ตัดสิน ความสอดคล้องนี้) จึงทำให้เกิดปัญหาที่ว่า ถ้ามีความแตกต่างเล็กน้อย ระหว่างนิยามเชิงปฏิบัติการ กับมโนทัศน์ ซึ่งแสดงว่าตัวบ่งชี้นั้นมีความเที่ยงตรงสามารถทำให้เกิดความสัมพันธ์ หรือการจัดจำแนกชั้นที่แตกต่างกันเล็กน้อย ดังที่ ลาซารัสเฟลค์ สรุปว่า เป็นปัญหาที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เพราะว่าอย่างน้อยที่สุดตัวบ่งชี้ ก็มีความสัมพันธ์ที่เชิงอ้างอิงไปยังปัจจัย (องค์ประกอบ) สำคัญที่กำลังค้นหาอยู่

3. ความเชื่อมั่น (Reliability) และความคงที่ (Consistency) ของการวัด หมายถึงระดับที่การวัดตัวแปรให้ผลคงที่สม่ำเสมอ ถ้าเชื่อถือได้หมายถึง ในการวัดคุณลักษณะเดียวกัน ถ้าทาซ้ำกับบุคคลที่ต่างกัน จะได้ผลเหมือนกัน แหล่งที่ทาให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดทาให้ความเชื่อมั่นของตัวบ่งชี้ลดลง มีดังนี้

3.1 ความคงที่สม่ำเสมอในการนานิยามเชิงปฏิบัติการไปใช้ในการเก็บข้อมูลซึ่งส่วนหนึ่งมาจากการนิยามเชิงปฏิบัติการที่ไม่ชัดเจนไม่สมบูรณ์ทาให้ผู้ใช้แต่ละคนตีความหมายได้ต่างกัน

3.2 กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล

4. ความเที่ยงตรงภายนอกและความเป็นอิสระของมโนทัศน์ หมายถึง ความเป็นจริงของสมมติฐานในการที่จะนำไปใช้เพื่อจัดจำแนกประเภทในสถานการณ์อื่นๆ เป็นคุณสมบัติของการวัดที่ให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ภายในของมโนทัศน์ ต้องทาหลังจากมีการตรวจสอบความเที่ยงตรงภายในจนได้ค่าที่พอใจ รวมทั้งค่าความเชื่อมั่นของการวัดได้รับการยอมรับแล้ว คุณสมบัติของความเที่ยงตรงภายนอก ระบุว่า มโนทัศน์หนึ่งไม่ควรมีองค์ประกอบที่ถูกกำหนดอยู่ในมโนทัศน์อื่น ซึ่งคือความเป็นอิสระของมโนทัศน์ หมายความว่าตัวแปรที่ส่งผลต่อตัวบ่งชี้หนึ่งจะต้องไม่ส่งผลต่อตัวบ่งชี้อื่นๆ ตัวบ่งชี้ที่มีความเที่ยงตรงภายนอก จะเป็นตัวแปรที่มีความสมบูรณ์ครอบคลุม และสามารถวัดทำได้ทางปฏิบัติสามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาตัวบ่งชี้ หมายถึง การพัฒนาสารสนเทศหรือค่าที่สังเกตได้เชิงปริมาณหรือเป็นสารสนเทศเชิงคุณภาพ ซึ่งใช้บ่งบอกสภาวะของสิ่งที่มุ่งวัดหรือสะท้อนลักษณะรวมทั้งปัญหาอุปสรรคของการดาเนินงานอย่างกว้างๆ ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบ

ความหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) หรือเรียกว่า การวิเคราะห์ตัวประกอบ เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ผลการวัด โดยใช้เครื่องมือหรือเทคนิคหลายชุดหรือหลายด้านอาจใช้แบบทดสอบ แบบสอบถาม แบบสำรวจ ฯลฯ อาจใช้ชุดเดียวแต่มีการวัดแยกเป็นรายด้าน หรือหลายชุดก็ได้ ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบจะช่วยให้ทราบว่า เครื่องมือหรือเทคนิคเหล่านั้น วัดแต่ละองค์ประกอบมากน้อยเพียงใดและจะปรากฏค่าต่าง ๆที่สำคัญ คือ ค่า Communality ซึ่งเขียนแทนด้วย h2 เป็นค่าความแปรปรวนที่แต่ละฉบับ(ด้าน) แบ่งให้กับแต่ละองค์ประกอบเป็น ส่วนที่ชี้ถึงว่าแต่ละฉบับ (ด้าน) วัดองค์ประกอบนั้นร่วมกับตัวแปรอื่นมากน้อยเพียงใด ค่า Eigen values เป็นผลรวมกำลังสองของสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบร่วมในแต่ละองค์ประกอบซึ่งต้องมีค่า ไม่ต่ำกว่า 1 จึงจะถือว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่ง ๆ ที่แท้จริง Factor Loading เป็นค่าน้ำหนัก องค์ประกอบที่แต่ละฉบับ (ด้าน) วัดในองค์ประกอบนั้น (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 160-161) เป็นวิธีการทางสถิติที่จะช่วยค้นหาลักษณะของตัวแปรหลาย ๆ ตัว ที่สัมพันธ์ซึ่งกันและกันเป็นการลดจำนวนตัวแปรให้ลดน้อยลงเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ ทำให้สามารถมองเห็นโครงสร้าง (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542 : 113-115)

และแบบแผนของตัวแปรในลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งจะช่วยอธิบายความหมายและลักษณะของตัวแปร ทำให้สามารถให้คำจำกัดความของตัวแปรให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ช่วยตัดสินว่าควรจะศึกษาตัวแปรด้านใดบ้างและตัวแปรใดที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรใดการวิเคราะห์องค์ประกอบจะเป็นศูนย์รวมความหลากหลายของการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้ตรวจสอบความสมพันธ์ภายในระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่สังเกตหรือวัดได้ การ วิเคราะห์องค์ประกอบมักทำใน 2 ลักษณะ คือ

1. เพื่อสำรวจหรือค้นหาตัวแปรแฝงที่ซ่อนอยู่ภายใต้ตัวแปรที่สังเกตหรือวัดได้เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis)

2. เพื่อพิสูจน์ตรวจสอบหรือยืนยันทฤษฎีที่ผู้อื่นค้นพบ เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)

สมบัติ ท้ายเรือคำ (2547 : 18) ได้ให้ความหมายว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis : FA) เป็นวิธีการทางสถิติที่ช่วยค้นหาลักษณะของตัวแปรหลาย ๆ ตัวที่มีสหสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เป็นการลดจำนวนตัวแปรให้น้อยลงเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ ทำให้สามารถ มองเห็นโครงสร้างและแบบแผนของตัวแปรในลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งจะช่วยอธิบาย ความหมายและลักษณะของตัวแปร ทำให้สามารถให้คำจำกัดความของตัวแปรได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ช่วยตัดสินว่าควรจะศึกษาตัวแปรด้านใดบ้างและตัวแปรใดที่เกี่ยวข้องกัน

ส. วาสนา ประวาลพฤกษ์ (ม.ป.ป. : 8-12) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยยึดหลักที่ว่า ตัวแปรหรือข้อมูลต่างๆ มีความสัมพันธ์กันนั้น เนื่องมาจากตัวแปรเหล่านั้น มีองค์ประกอบร่วมกัน (Common Factor) สังเกตได้จากการจับกลุ่มของตัวแปรหรือค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดังนั้นสามารถใช้องค์ประกอบร่วมแทนตัวแปรกลุ่มนั้นได้ เป็นการลดจำนวนข้อมูลให้น้อยลงการจัดกลุ่มของตัวแปร ซึ่งเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างกันของตัวแปรทำให้ทราบถึงโครงสร้างและแบบแผนของข้อมูลทำให้หาองค์ประกอบร่วมของตัวแปรได้และสามารถหาน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) ของตัวแปรแต่ละตัวได้ ซึ่งค่าน้ำหนักองค์ประกอบนี้สามารถ อธิบายได้ถึงความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรกับองค์ประกอบนั้นอันแสดงถึงขนาด (Magnitude) ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับองค์ประกอบ

จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบ ในการวิเคราะห์องค์ประกอบมีจุดมุ่งหมายอยู่ 2 ประการ คือ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2547 : 19)

1. เพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบร่วมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หรือเพื่อค้นหาตัวแปรแฝง (องค์ประกอบ) ที่ซ่อนอยู่ภายใต้ตัวแปรสังเกตได้หรือวัดได้เรียกการวิเคราะห์วิธีนี้ว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory

Factor Analysis : EFA) ผลจากการวิเคราะห์จะช่วยให้ลดจำนวนตัวแปรและได้องค์ประกอบซึ่งทำให้เข้าใจลักษณะของข้อมูล และสะดวกในการแปลความหมาย

2. เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับแผนและโครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือ เพื่อพิสูจน์ตรวจสอบหรือยืนยันทฤษฎีที่ผู้อื่นค้นพบ เรียกการวิเคราะห์วิธีนี้ว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) กรณีนี้ผู้วิจัยต้องมีสมมติฐานอยู่ก่อนแล้วและใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลเชิงประจักษ์มีความสอดคล้องกลมกลืนสมมติฐานเพียงใด

ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจมีวิธีการ 4 ขั้นตอน ดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2547 : 20)

1. การคำนวณค่าสหสัมพันธ์ภายในและสร้างเมตริกซ์สหสัมพันธ์ขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์องค์ประกอบ คือ การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่ต้องการ วิเคราะห์และนำเสนอในรูปเมตริกซ์สหสัมพันธ์

2. การสกัดองค์ประกอบ (Factor extraction) ขั้นตอนที่สองในการวิเคราะห์องค์ประกอบคือ การค้นหรือแยกองค์ประกอบร่วมให้มีจำนวนองค์ประกอบน้อยที่สุดที่สามารถอธิบาย ความสัมพันธ์ตัวแปรที่สังเกตได้ซึ่งมีวิธีการต่างๆ ดังนี้

2.1 Maximum Likelihood Method หรือ Canonical Factoring

2.2 Least-squares Method หรือ Principal Axis Factoring

2.3 Alpha Factoring

2.4 Principal Components Analysis

2.5 Image Factoring

3. การหมุนแกน (Method of Rotation) การหมุนแกนองค์ประกอบมีเป้าหมายเพื่อให้ได้องค์ประกอบที่มีโครงสร้างง่าย (Simple Structure) ไม่ซับซ้อน ซึ่งมี 2 วิธี คือ

3.1 การหมุนแกนแบบตั้งฉาก (Orthogonal Rotation) หมายถึง การหมุนแกนที่จะเป็นผลให้องค์ประกอบที่ไม่ได้สัมพันธ์กัน การหมุนแบบนี้มีวิธีให้เลือกใช้ 3 วิธี คือ

3.1.1 Varmax

3.1.2 Equamax

3.1.3 Quartimax

3.2 การหมุนแกนแบบมุมแหลม (Obilque Rotation) หมายถึง การหมุนแกนที่จะเป็นผลให้องค์ประกอบที่ได้มีความสัมพันธ์กัน การหมุนแกนแบบนี้มีวิธีให้เลือกใช้ 3 วิธี คือ

3.2.1 Quartimin

3.2.2 Covarimin

3.2.3 Oblimin

ผลจากการหมุนแกนทำให้ได้องค์ประกอบที่มีโครงสร้างง่ายกว่าองค์ประกอบที่ได้ก่อนการหมุนแกน ผลจากการหมุนแกนไม่ทำให้ค่าการร่วม (h) ค่าไอเกน (Eigen Value) และเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนที่อธิบายได้ด้วยองค์ประกอบ (Percent of Variance) ที่ได้จากการสกัดองค์ประกอบ เปลี่ยนแปลงแต่มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading Coefficient) ในเมตริกซ์องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบเปลี่ยนแปลง

4. การสร้างองค์ประกอบจากค่า Loading และตั้งชื่อองค์ประกอบเมื่อได้เมตริกซ์ องค์ประกอบจากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลังจากหมุนแกนแล้ว ขั้นตอนต่อมาก็คือ การสร้างองค์ประกอบโดยอาศัยค่า Loading ซึ่งการที่จะตัดสินใจว่าจะได้กี่องค์ประกอบพิจารณาจาก ค่าไอเกนที่เกินหนึ่งการทดสอบสกรี (Scree-Test) ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างของค่าไอเกน จากการเขียนกราฟ

การเลือกค่า Loading เพื่อจะได้ทราบว่าตัวแปรใดจะรวมกันอยู่ในองค์ประกอบ ใดให้พิจารณาเกณฑ์ที่ค่า Loading 0.30 ถึง 0.40 (โดยไม่พิจารณาเครื่องหมายว่าเป็นบวกหรือลบ แล้วคัดเลือกตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบ (Loading) สูงสุดอยู่บนองค์ประกอบนั้นเข้าเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบ ถ้าตัวแปรใดมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบใกล้เคียงกันหลายค่ามากกว่า 1 องค์ประกอบ ให้พิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุดที่สูงกว่าองค์ประกอบอื่นตั้งแต่ 0.10 ขึ้นไป แต่ถ้าความแตกต่างของน้ำหนักองค์ประกอบไม่ถึง 0.10 จะถือว่าเป็นตัวแปรที่ซับซ้อนพิจารณาว่าตัวแปรนั้น ไม่เป็นตัวประกอบใดเลย การเลือกตัวแปรเข้าองค์ประกอบ ถ้าองค์ประกอบใดประกอบด้วยข้อคำถาม หรือตัวแปรไม่ถึง 3 ข้อ จะตัดองค์ประกอบนั้นออกถือว่าเป็นองค์ประกอบไม่ชัดเจน การตั้งชื่อองค์ประกอบหลังจากที่เลือกตัวแปรเข้ารวมกันอยู่ในองค์ประกอบเดียวกันขั้นตอนต่อมาคือ การตั้งชื่อให้องค์ประกอบมีกฎการตั้งชื่อดังนี้ คือ ชื่อจะต้องสั้นและ มีความหมายสอดคล้องกับโครงสร้างขององค์ประกอบหรือตามโครงสร้างทฤษฎี การวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีวิธีการ 4 ขั้นตอน คือ

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบนั้น

จะต้องมีลักษณะ เป็นตัวแปรต่อเนื่องหลาย ๆ ตัวแปรที่เก็บจากตัวอย่างกลุ่มหนึ่งเสนอข้อมูลในลักษณะของเมตริก เรียกว่า “เมตริกของข้อมูล” (Data Matrix)

2. การสกัดตัวประกอบ (Extracting Initial Factors) มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาจำนวนแฟคเตอร์ร่วมที่น้อยที่สุดระหว่างตัวแปร

3. การหมุนแกน (Rotation) วิธีการหมุนแกนมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาวิธีที่ง่ายในการหาองค์ประกอบ โดยคงจำนวนองค์ประกอบและ Communalities ไว้คงเดิมวิธีหมุนแกนมี 2 วิธี คือ

3.1 การหมุนแกนแบบตั้งฉาก (Orthogonal Rotation) องค์ประกอบร่วมต่าง ๆ ไม่สัมพันธ์กันมี 3 วิธี คือ

3.1.1 Quartimax หมุนแกนโดยการเน้นการเปลี่ยนแถวให้ง่ายขึ้น

3.1.2 Varimax หมุนแกนโดยการเปลี่ยนคอลัมน์ให้ง่ายขึ้นคือ ให้เกิดความแปรผันของคอลัมน์ใน Factor Pattern Matrix

3.1.3 Equimax ใช้วิธีประนอมระหว่าง Quartimax กับ Varimax

3.2 การหมุนแกนแบบมุมแหลม (Obilque Rotation) มี 5 วิธีการหลัก คือ

3.2.1 Oblimin หมุนแกนโดยยึด Reference Axes

3.2.2 Quartimin r = 0 Most Oblique

3.2.3 Biquartimin r = .5 Least Oblique

3.2.4 Covarimin r = 1 Least Oblique

3.2.5 Oblimax หมุนแกนโดยไม่ใช้ Reference Axes แต่ใช้ Pattern Matrix หมุนแกนเช่นเดียวกับ Quartimax Orthogonal

4. การสร้างมาตรางค์ประกอบ (Factor Scale) จุดประสงค์ในการสร้างองค์ประกอบ มี 2 ประการ คือ

4.1 เพื่อค้นหามิติของข้อมูลสังเกต

4.2 เพื่อนำองค์ประกอบร่วมบางองค์ประกอบไปใช้ในการค้นคว้าต่อไป โดยทั่วไปในการวิเคราะห์องค์ประกอบจะใช้มาตรการสร้างองค์ประกอบเพื่อจะศึกษาโครงสร้างขององค์ประกอบต่อไป วิธีการสร้างมาตรางค์ประกอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น

4.2.1 ใช้การถดถอย (Regression)

4.2.2 ใช้เกณฑ์ (Least Squares)

4.2.3 วิธีของบาร์ทเลส (Bartless)

4.2.4 ใช้หลักของออโธกอนอล (Orthogonal Constraints)

4.2.5 ใช้ผลรวมของค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่มีค่าสูงในตัวแปรสังเกตต่างๆ สร้างส่วนประกอบสำคัญ (Principal Component Scale)

สรุป การวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นวิธีการทางสถิติที่ช่วยค้นหาลักษณะของตัวแปรหลายๆ ตัวที่มีสหสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เป็นการลดจำนวนตัวแปรให้น้อยลงเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ ทำให้สามารถมองเห็นโครงสร้างและแบบแผนของตัวแปรในลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรซึ่งจะช่วยอธิบายความหมายและลักษณะของตัวแปรทำให้สามารถให้คำจำกัดความของตัวแปรได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ช่วยตัดสินว่าควรจะศึกษาตัวแปรด้านใดบ้างและตัวแปรใดที่เกี่ยวข้องกัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

จิราภรณ์ คงคุ้ม. (2548 : 92-95) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการวิเคราะห์องค์ประกอบจิตนิสัยตามแนวทฤษฎีของคอสตาและคอลลิค สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมและจำแนกตามเพศ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยตั้งความมุ่งหมายไว้เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบจิตนิสัยตามแนวทฤษฎีของคอสตาและคอลลิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเลย จำนวน 1,117 คน เป็นนักเรียนชาย จำนวน 521 คน และนักเรียนหญิง จำนวน 656 ที่เลือกมาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ซึ่งขนาดของโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม (Sampling Unit) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเป็นแบบวัดจิตนิสัยที่สร้างขึ้นตามแนวทฤษฎีของคอสตาและคอลลิค โดยสร้างเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

มีคำถามทั้งทางบวกและทางลบทั้งหมด 16 ด้าน คือ ด้านการมีความมุ่งมั่น, ด้านการจัดการความหุนหัน, ด้านการฟังด้วยความเข้าใจ และใส่ใจ, ด้านการมีความยืดหยุ่นทางความคิด, ด้านการย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน หรือเมต้าคอกนิชั่น, ด้านการพยายามให้เกิดความถูกต้องและแม่นยำ, ด้านการถามและตั้งข้อสงสัย, ด้านการใช้ความรู้เดิมแก้ปัญหาใหม่, ด้านการคิดและสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ถูกต้อง, ด้านการรวบรวมข้อมูลจากทุกแหล่ง, ด้านการมีความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ และประดิษฐ์คิดค้น, ด้านการตอบสนองด้วยความเคลือบแคลงใจ, ด้านการมีความรับผิดชอบในการเสี่ยง, ด้านการมีอารมณ์ขัน, ด้านการคิดอย่างมีอัธยาศัย และด้าน

การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .200 ถึง .655 มีค่าความเที่ยงตรงตามสภาพทั้งฉบับเท่ากับ .742 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .961

ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ 1. จิตนิสัยของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวม มีรูปแบบโครงสร้างสอดคล้องตามแนวทฤษฎีของคอสตาและคอลลิค เพราะมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b) ตั้งแต่ .287 ถึง .617 โดยองค์ประกอบด้านความมุ่งมั่น, ด้านการจัดการความหุนหัน, ด้านการฟังด้วยความเข้าใจ และใส่ใจ, ด้านการมีความยืดหยุ่นในการคิด, ด้านการย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน หรือเมต้าคอกนิชัน, ด้านการพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ, ด้านการถามและตั้งข้อสงสัย, ด้านการใช้ความรู้เดิมแก้ปัญหาใหม่, ด้านการคิดและสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ถูกต้อง, ด้านการรวบรวมข้อมูลจากทุกแหล่ง, ด้านการมีความคิดสร้างสรรค์จินตนาการ และประดิษฐ์คิดค้น, ด้านการตอบสนองด้วยความเคลือบแคลงใจ, ด้านการมีความรับผิดชอบในการเสี่ยง, ด้านการมีอารมณ์ขัน, ด้านการคิดอย่างมีอัธยาศัย และด้านการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b) เท่ากับ .502, .287, .428, .548, .520, .525, .522, .540, .560, .545, .582, .562, .617, .617, .592 และ .550 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (S.E.) มีค่าเท่ากับ .30 ค่าความแปรปรวนของสหสัมพันธ์ (R^2) ของแบบวัดจิตนิสัยตามแนวทฤษฎีของคอสตาและคอลลิค ทั้ง 16 องค์ประกอบ มีค่าตั้งแต่ .125 ถึง .392 โดยค่าไค–สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 1.234 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .93 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .91 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .98 ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือในรูปแบบคะแนนมาตรฐาน (Standardized RMR) มีค่าเท่ากับ .031 และ ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ(RMSER) มีค่าเท่ากับ .014 แสดงว่าองค์ประกอบจิตนิสัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมมีโครงสร้างสอดคล้องกับจิตนิสัยตามแนวทฤษฎีของคอสตาและคอลลิค 2. จิตนิสัยของนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

มีรูปแบบโครงสร้างสอดคล้องกับจิตนิสัยตามแนวทฤษฎีของคอสตาและคอลลิค เพราะมีค่าน้ำหนักตั้งแต่ .263 ถึง .568 โดยองค์ประกอบด้านความมุ่งมั่น, ด้านการจัดการความหุนหัน, ด้านการฟังด้วยความเข้าใจ และใส่ใจ, ด้านการมีความยืดหยุ่นในการคิด, ด้านการย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน หรือเมต้าคอกนิชัน, ด้านการพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ, ด้านการถามและตั้งข้อสงสัย, ด้านการใช้ความรู้เดิมแก้ปัญหาใหม่, ด้านการคิดและสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ถูกต้อง, ด้านการรวบรวมข้อมูลจากทุกแหล่ง, ด้านการมีความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ และประดิษฐ์คิดค้น, ด้านการตอบสนองด้วยความเคลือบแคลงใจ, ด้านการมีความรับผิดชอบในการเสี่ยง

, ด้านการมีอารมณ์ขัน, ด้านการคิดอย่างมีอัธยาศัย และด้านการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ(b) เท่ากับ .452, .263, .388, .508, .517, .477, .493, .522, .512, .520, .542, .502, .558, .568, .538 และ .538 ตามลำดับ

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (S.E.) มีค่าเท่ากับ .040 ถึง .050 ค่าความแปรปรวนของสหสัมพันธ์ (R^2) ของแบบวัดจิตนิสัยตามแนวทฤษฎีของคอสตาและคอลลิค ทั้ง 16 องค์ประกอบ มีค่าตั้งแต่ .100 ถึง .327 โดยค่าไค – สแควร์สัมพัทธ์(χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 0.852 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .93 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .91 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ 1.00 ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือในรูปแบบคะแนนมาตรฐาน (Standardized RMR) มีค่าเท่ากับ .032 และ ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ (RMSER) มีค่าเท่ากับ .000 แสดงว่าองค์ประกอบจิตนิสัยของนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีโครงสร้างสอดคล้องกับจิตนิสัยตามแนวทฤษฎีของคอสตาและคอลลิค

ส่วนจิตนิสัยของนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรูปแบบโครงสร้างสอดคล้องกับจิตนิสัยตามแนวทฤษฎีของคอสตาและคอลลิค เพราะมีค่าน้ำหนักตั้งแต่ .287 ถึง .607 โดยองค์ประกอบด้านความมุ่งมั่น, ด้านการจัดการความหุนหัน, ด้านการฟังด้วยความเข้าใจ และใส่ใจ, ด้านการมีความยืดหยุ่นในการคิด, ด้านการย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน หรือเมต้าคอกนิชัน, ด้านการพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ, ด้านการถามและตั้งข้อสงสัย, ด้านการใช้ความรู้เดิมแก้ปัญหาใหม่, ด้านการคิดและสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ถูกต้อง, ด้านการรวบรวมข้อมูลจากทุกแหล่ง, ด้านการมีความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ และประดิษฐ์คิดค้น, ด้านการตอบสนองด้วยความเคลือบแคลงใจ, ด้านการมีความรับผิดชอบในการเสี่ยง, ด้านการมีอารมณ์ขัน, ด้านการคิดอย่างมีอัธยาศัย และด้านการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b) เท่ากับ .503, .287, .413, .548, .508, .513, .510, .542, .537, .547, .558, .543, .607, .603, .573 และ .553 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (S.E.) มีค่าเท่ากับ .040 ค่าความแปรปรวนของสหสัมพันธ์ (R^2) ของแบบวัดจิตนิสัยตามแนวทฤษฎีของคอสตาและคอลลิคทั้ง 16 องค์ประกอบ มีค่าตั้งแต่ .113 ถึง .377 โดยค่าไค – สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) มีค่าเท่ากับ 1.234 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ .94 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ .91 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ .98 ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือในรูปแบบคะแนนมาตรฐาน (Standardized RMR) มีค่าเท่ากับ .036 และ ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ(RMSER) มีค่าเท่ากับ .029 แสดงว่า

องค์ประกอบจิตนิสัยของนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีโครงสร้างสอดคล้องกับจิตนิสัยตามแนวทฤษฎีของคอสตาและคอลลิค

พงศธร มหาวิจิตร และสุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย (2561) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทาง คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ และมีสมมติฐานการวิจัยดังนี้ 1) ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ที่พัฒนามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือประชากรของงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2559 จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 282 คน

กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน ซึ่งได้มาจากการ สุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 3.1 ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยศึกษาเอกสารแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ และหลักการสร้างชุดกิจกรรม เพื่อนำมาสร้างชุดกิจกรรม โดยกำหนดขอบข่ายเนื้อหาสาระที่สอดคล้องกับรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จากนั้นนำชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบ คุณภาพและความเหมาะสมของเนื้อหาและกระบวนการ รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เมื่อได้ปรับปรุงแก้ไข ชุดกิจกรรมตามข้อเสนอแนะแล้วจึงนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง กับผู้เรียนแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม 3.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและ เทคนิคการสร้างแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์ และวิเคราะห์ จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาสาระตามชุดกิจกรรม เพื่อนำมาสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำ จำนวน 15 ข้อ จากนั้นนำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการ

เรียนการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดผลประเมินผล จำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของข้อคำถามและความเหมาะสมของสำนวนภาษา ใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80-1.00 ได้ข้อคำถามที่ใช้ได้ทั้งหมด 10 ข้อ นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองเพื่อหาค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) แล้วผู้วิจัยคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่าความยากระหว่าง 0.33 -0.64 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.40-0.70 ได้ข้อคำถามที่คัดเลือกไว้จำนวน 5 ข้อ

จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) หาค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.79 3.3 แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียน ผู้วิจัย วิเคราะห์ประเด็นพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต เพื่อนำมากำหนดโครงสร้างของแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัด และสร้างแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนเป็นประเด็นแบบปลายเปิด ประกอบด้วยการทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ การตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และประเด็น อื่นๆ จากนั้นนำแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนเสนอต่อ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และ ด้านการวัดผลประเมินผล จำนวน 5 ท่าน พิจารณา ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของข้อคำถามและความเหมาะสมของสำนวนภาษา ได้ค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับแก้แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียน ให้มีความสมบูรณ์ ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนดำเนินการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง (Quasiexperimental Research) โดยใช้แบบแผนการทดลอง HUU One group pretest-posttest design (Saiyos & Saiyos, 1995)

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ 80/80 ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 พบว่าค่าประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 80.56 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 80.08 แสดงว่า ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัย ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ผลการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยนำเสนอผลการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถ

ในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใน 2 ลักษณะคือ การศึกษาเชิงปริมาณโดยเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน และการศึกษาเชิงคุณภาพเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่า เท่ากับ 13.55 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 23.50 คำนวณค่า t เท่ากับ - 20.32 แสดงว่าความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

สำหรับผลการบันทึกข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนพบว่า นักเรียนมีความผิดพลาดบ่อยครั้งในขั้นตอนแรกคือ ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา โดยนักเรียนบางคนอ่านโจทย์และยังไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ จึงเป็นผลให้การวางแผนการแก้โจทย์ผิดพลาดและส่งผลไปถึงขั้นดำเนินการทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้ รวมทั้งความผิดพลาดในขั้นการตรวจสอบผล อันเนื่องมาจากนักเรียนไม่ได้นำคำตอบ ที่ได้ไปตรวจสอบกับโจทย์ก่อนการสรุปตอบ ทำให้ตอบ ได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ตามที่โจทย์ต้องการหรือได้คำตอบที่ผิด อีกทั้งนักเรียนบางคนยังนำคำตอบที่ได้ไปแสดงการตรวจคำตอบ แต่ไม่ได้คำนวณเพื่อตรวจสอบอย่างรอบคอบ ทำให้ไม่พบข้อผิดพลาดและขาดการตรวจสอบแก้ไขให้ถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ภายในชุดกิจกรรมที่มี ความยืดหยุ่นและท้าทายความสามารถของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกกดดันและค่อยๆ เสริมสร้างความมั่นใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ทั้งนี้เพราะลักษณะของปัญหาเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากต่อการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดกระบวนการคิด ปัญหาคณิตศาสตร์ควรเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่ และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที (The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2008) ปัญหาที่จะช่วยกระตุ้นการคิดได้ดี ควรเป็นปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem) ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาวิธีการในการหาคำตอบได้หลากหลายแนวทาง เนื่องจากจะทำให้ผู้เรียน มีอิสระทางความคิดและไม่รู้สึกถูกกดดัน และได้เสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ควรมีการศึกษาการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ รูปแบบวิธีการอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น กิจกรรมตอบปัญหา คณิตศาสตร์ โจทย์คณิตคิดวันละข้อ กิจกรรมชุมนุม และค่ายคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางการ เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัย ทางคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน

3. ควรมีการศึกษาปัจจัยที่มีผลทางตรงและทางอ้อม ต่อการสร้างเสริมให้เกิดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

เพชรัษฎ์ แก้วสุวรรณ (2556) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนามาตรวัดจิตนิสัยสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (A Development of Habits of Mind Scale for High School Students) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตรวจสอบคุณภาพ และสร้างปกติวิสัยของมาตรวัดจิตนิสัยสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตภาคตะวันออก จำนวน 3,155 คน โดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน มาตรวัดจิตนิสัยที่พัฒนาขึ้นตามแนวทฤษฎีของคอสตาและคอลลิค (Costa & Kallick) ประกอบด้วย 16 องค์ประกอบ การตรวจสอบคุณภาพของมาตรวัด ได้แก่ อำนาจจำแนก (Discrimination) โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามกับคะแนนรวมแบบปรับแก้ (Corrected Item Total Correlation) ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) พิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง (Second Order Confirmatory Factor Analysis) และการวิเคราะห์พหุลักษณะพหุวิธี (Multitrait - Multimethod) ความเที่ยง ใช้การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) และสร้างปกติวิสัยในรูปตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์และสเตไนน์

ผลการวิจัยพบว่า (1) มาตรวัดจิตนิสัยสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่พัฒนาขึ้นมีข้อคำถาม จำนวน 70 ข้อ วัดคุณลักษณะด้านจิตนิสัยของนักเรียนใน 16 องค์ประกอบ (2) มาตรวัดมีค่าดัชนีอำนาจจำแนกรายข้อระหว่าง 0.41–0.78 ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงทั้งฉบับเท่ากับ 0.989 สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงรายองค์ประกอบมีค่าระหว่าง 0.74–0.83 ด้านความตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้องของความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิระหว่าง 0.56–1.00 สำหรับความตรงเชิงโครงสร้าง องค์ประกอบทั้ง 16 ด้าน สามารถวัดองค์ประกอบรวมได้อย่างเหมาะสมโดยมีค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนัก องค์ประกอบระหว่าง 0.59–0.96 สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี (χ^2= 2640.31, df=2034, χ^2/df=1.30,RMR=0.03, RMSEA=0.03, GFI=0.93, CFI=0.94) ผลการวิเคราะห์ MTMM พบว่าความตรงเชิงจำแนก (Discrimination Validity) มีค่าเท่ากับ 0.202, 0.390 และค่าความตรงแบบลู่เข้า (Convergent Validity) มีค่าเท่ากับ 0.788, 0.586 และ (3) ปกติวิสัยของมาตรจิตนิสัยสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำแนกเป็น 3 ระดับ คือ นักเรียนที่มีจิตนิสัยในระดับสูง มีคะแนน ระหว่าง 271–340 คะแนน หรือตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 77.01 ถึง 100.00 นักเรียนที่มีจิตนิสัยใน ระดับปานกลาง มีคะแนนระหว่าง 184–270 คะแนน หรือตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 23.01 ถึง 77.00 และนักเรียนที่มีจิตนิสัยในระดับต่ำ คะแนนระหว่าง 88–183 คะแนน ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 0 ถึง 23.00 ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวทำให้ทราบว่าแม้องค์ประกอบของ จิตนิสัยยังคงเป็น 16 องค์ประกอบเท่าเดิม

แต่พฤติกรรมบ่งชี้หรือคุณลักษณะของบางองค์ประกอบ เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม คือ บางคุณลักษณะของต่างองค์ประกอบมารวมกันทำให้ได้องค์ประกอบใหม่ บางองค์ประกอบคุณลักษณะบางส่วนย้ายไปรวมกับองค์ประกอบอื่นทำให้การนิยามความหมายของ องค์ประกอบนั้นๆ เปลี่ยนแปลงไปด้วย มีเพียงองค์ประกอบเดียวเท่านั้นที่ยังคงมีคุณลักษณะครบถ้วน เช่นเดิม คือ การฟังด้วยความเข้าใจและใส่ใจ

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจของจิตนิสัยทำให้ได้องค์ประกอบใหม่ 16 องค์ประกอบ เรียงลำดับตามน้ำหนักของค่าไอเกน (Eigen Value) ดังนี้ การคิดอย่างมีอัธยาศัย การมีความรับผิดชอบในการเสี่ยง การมีความมุ่งมั่น การมีความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการและประดิษฐ์คิดค้น การฟังด้วยความเข้าใจและใส่ใจ การรวบรวมข้อมูลจากทุกแหล่ง การถาม และตั้งข้อสงสัย การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน การใช้ความรู้เดิมแก้ปัญหา ใหม่ การมีความยืดหยุ่นในการคิด การจัดการความหุนหัน การจัดการความคิด การพยายามให้เกิดความ ถูกต้อง การเรียนรู้ในการแก้ปัญหา และการสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง ในการตรวจสอบคุณภาพของมาตรวัดจิตนิสัยสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น นอกเหนือจากการพิจารณาความสอดคล้องและความครอบคลุมของข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 9 คนแล้ว ผู้วิจัยยังได้ใช้แนวคิดทั้งทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) และทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (Modern Test Theory) เพื่อให้ได้มาตรวัดที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ตรวจสอบคุณลักษณะของนักเรียนได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และเชื่อถือได้
โดยได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

1. การสร้างเครื่องมือวัดจิตนิสัยสำหรับนักเรียนในรูปแบบอื่นๆ ที่ไม่ใช่มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า เช่น มีลักษณะเป็นสถานการณ์ มีลักษณะเป็นเกณฑ์การประเมิน เป็นต้น

2. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจิตนิสัยกับคุณลักษณะอื่นๆ เช่น การควบคุมตนเอง

3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจิตนิสัยของนักเรียนกับความสำเร็จด้านอื่นๆ เช่น นักเรียนที่ประสบความสำเร็จด้านวิทยาศาสตร์จะมีคุณลักษณะใดใน 16 องค์ประกอบ ที่โดดเด่น หรือมีการเรียงลำดับคุณลักษณะอย่างไร

4. ศึกษาตัวแปรที่คาดว่าจะเกี่ยวข้องกับจิตนิสัยหรือศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยเชิงสาเหตุของจิตนิสัยของนักเรียน

5. ศึกษาความเที่ยงตรงเชิงทำนายของเครื่องมือหรือความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยลดจำนวนองค์ประกอบให้อยู่ในรูปที่ง่ายและประหยัด

วิภาวี ศิริลักษณ์ (2556 : 114-117) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 และตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะนักเรียนใน

ศตวรรษที่ 21 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 และขั้นตอนการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนศตวรรษที่ 21 ที่สร้างขึ้นโดยการใช้โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยใช้การสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ดังนี้

องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมในการบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 มี 5 องค์ประกอบ 24 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 1 ทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

1.1 รู้จักค้นหาแนวคิดหรือมุมมองใหม่ๆโดยใช้เทคนิคที่หลากหลาย

1.2 บอกคำตอบได้อย่างหลากหลายในเวลาที่จำกัด

1.3 อธิบายวิธีการคิดและประเมินแนวคิดของตนได้

องค์ประกอบที่ 2 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

1.1 มีความสามารถในการนิยามและทำความเข้าใจปัญหา

1.2 มีความสามารถในการวิเคราะห์ ประเมิน สรุป และเลือกใช้ข้อมูลในการแก้ปัญหา

1.3 สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย

1.4 ตัดสินใจลงข้อสรุปในการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงผลกระทบที่จะตามมาจากทางเลือกนั้นอย่างมีเหตุผล

องค์ประกอบที่ 3 ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 5 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

3.1 กำหนดขอบเขตของข้อมูลที่ต้องการ

3.2 เลือกใช้สื่อและเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

3.3 ประเมินข้อมูลและแหล่งที่มาอย่างมีวิจารณญาณ

3.4 สามารถจัดเก็บ จัดการ และเชื่อมโยงสารสนเทศจากหลากหลายแหล่งที่มาและเลือกใช้ได้อย่างสร้างสรรค์และเหมาะสม

3.5 สามารถใช้สื่อและเทคโนโลยีอย่างถูกต้องตามหลักจริยธรรมและกฎหมาย

องค์ประกอบที่ 4 ทักษะการสื่อสาร ประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

4.1 มีความสามารถในการรับสารที่ผู้อื่นสื่อออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 สามารถใช้ภาษาพูด ภาษาเขียน และกิริยาท่าทางเพื่อบอกความคิด มุมมอง ความรู้ความเข้าใจ และความรู้สึกของตนได้อย่างเหมาะสม

4.3 เลือกใช้วิธีการสื่อสารเพื่อวัตถุประสงค์ที่หลากหลายได้อย่างเหมาะสมโดยคำนึงผลกระทบต่อตนเองและสังคม

4.4 มีความสามารถในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายรวมทั้งในสภาพแวดล้อมที่สื่อสารกันด้วยหลายภาษา

องค์ประกอบที่ 5 ทักษะชีวิตและอาชีพ ประกอบด้วย 7 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

5.1 มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนความคิด ทัศนคติ หรือพฤติกรรมให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอนาคต

5.2 สามารถทำงานได้อย่างหลากหลายตามโอกาสและสถานการณ์

5.3 สามารถกำหนดเป้าหมาย จัดลำดับความสำคัญ วางแผน และทำงานให้สำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.4 ยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง

5.5 จัดการกับคำชม คำวิจารณ์ ความผิดพลาด และข้อขัดแย้งอย่างเหมาะสม

5.6 เคารพในความแตกต่างระหว่างบุคคล

5.7 สามารถทำงานร่วมกับคนที่มีพื้นฐานทางสังคมและวัฒนธรรมที่แตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่สร้างขึ้นโดยใช้โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง สรุปได้ ดังนี้

โมเดลองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 มีค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit measurement) ดังนี้ ค่าสถิติไคสแควร์ เท่ากับ 182.65 (p=0.49) ที่องศาอิสระ เท่ากับ 183 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.97 ค่าดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.95 ค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) เท่ากับ 0.02 และค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.00 หมายความว่า โมเดลองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนใน

ศตวรรษที่ 21 ที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี ทั้งนี้องค์ประกอบทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 สร้างขึ้นทั้ง 5 องค์ประกอบ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.85 – 0.98 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทุกองค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่สร้างขึ้นทั้ง 24 ตัวบ่งชี้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.43 – 0.63 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทุกตัวบ่งชี้ แสดงว่าโมเดลองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่สร้างขึ้นมีความตรงเชิงโครงสร้าง หมายความว่า องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่สร้างขึ้นทั้ง 5 องค์ประกอบ 24 ตัวบ่งชี้ เป็นองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่สำคัญของนักเรียนในศตวรรษที่ 21

อัจศรา ประเสริฐสิน (2558 : 54 – 58) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาความเหมาะสมของตัวบ่งชี้คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา (2) ศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา (3) ตรวจสอบโมเดลการวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา และ (4) พัฒนารูปแบบและคู่มือการวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ผู้วิจัยใช้การวิธีการวิจัยแบบผสานวิธี (Mixed Method) ระหว่างวิธีเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ แบ่งเป็น 4 ระยะ ตามวัตถุประสงค์การวิจัย เก็บรวบรวม ข้อมูลทั้งการวิจัยเชิงคุณภาพ ด้วยการสัมภาษณ์กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นครูจากโรงเรียนใน 3 สังกัด และอาจารย์มหาวิทยาลัย รวม 7 ท่าน สำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 750 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แบบสัมภาษณ์ตัวบ่งชี้คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ 2) แบบประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ และ 3) แบบประเมินคุณภาพคู่มือการวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ

การวิเคราะห์ข้อมูล (1) ข้อมูลพื้นฐานการอธิบายลักษณะทั่วไปในส่วนของตัวแปรจัดประเภท (categorical data) ได้แก่ การแจกแจงความถี่ จำนวน ร้อยละ และการวิเคราะห์สถิติบรรยาย เพื่อนำเสนอค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรในการวิจัยที่เป็นตัวแปรต่อเนื่อง (continuous data) ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด สัมประสิทธิ์การกระจาย ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง เพื่อดูลักษณะการกระจาย และการแจกแจงของตัวแปร (2) ข้อมูลเชิงคุณภาพ จากการสัมภาษณ์กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) (3) ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพตัวบ่งชี้และตรวจสอบการตรวจสอบโมเดลการวัด คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) (4) การประเมินความต้องการจำเป็นในการพัฒนา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการจำเป็น เพื่อแสดงระดับของความต้องการจำเป็นด้านต่างๆ โดยใช้ค่าดัชนี PNImodified=(I-D)/D ซึ่ง I (Importance) หมายถึง ระดับความคาดหวังที่ต้องการให้เกิด หรือสภาพที่ควรจะเป็น และ D (degree of success) หมายถึง ระดับสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ส่วนการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการจำเป็นใช้การเรียงค่าดัชนี PNI modified จากมากไปหาน้อย ค่าดัชนีที่มีค่ามากแปลว่ามีความต้องการจำเป็นสูงที่ต้องได้รับความสนใจต้องพัฒนามากกว่าดัชนีที่มีค่าน้อยกว่า และ (5) การประเมินคุณภาพคู่มือการวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินรูปแบบ ตามมาตรฐานการประเมินของ Stufflebeam วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระดับคุณภาพและการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งมีเกณฑ์การแปลความหมายของ การประเมิน ด้วยคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการตอบแบบสอบถามตามแนวคิดของ Best (1970)

ผลการตรวจสอบโมเดลการวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ที่แตกต่างศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2 =113.44, df=94, p=0.084) ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.017 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือ (RMR) มีค่าเท่ากับ 0.023 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) มีค่าเท่ากับ 0.983 และค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.970 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่งของโมเดลการวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ จำนวน 18 ตัวแปรย่อย พบว่ามีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานตั้งแต่ 0.578-0.998 มีค่าความเที่ยงอยู่ในช่วง 0.403-1.000 ผลการวิเคราะห์องค์ประองค์เชิงยืนยันอันดับที่สอง พบว่าองค์ประกอบทั้ง 8 มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.586-0.945

2. งานวิจัยในต่างประเทศ

Susanti and Kusumah (2007 : online) ได้ทำการศึกษาการเรียนรู้บนพื้นฐานการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จริง (กรณีศึกษาในการสร้างนิสัยรักการเรียนรู้ของนิสิตนักศึกษา) ภูมิหลังของการศึกษาครั้งนี้คือการขาดแคลนบุคลากรทางคณิตศาสตร์ ทำให้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแข่งขันของชาวอินโดนีเซียต่ำ การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ (1) พัฒนาต้นแบบวัสดุการเรียนรู้ (LM) ตามจริงของการศึกษาคณิตศาสตร์ (RME) (2) สร้างต้นแบบการเรียนรู้ที่ถูกต้องและเป็นประโยชน์ RME และ (3) ศึกษาผลของ LM ต่อจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาการซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์การออกแบบ การประเมินและการแก้ไข เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยเอกสารประกอบและผู้ถาม เอกสารถูกนำมาใช้เพื่อดูความ

ถูกต้องและมีการเรียนรู้ ผู้ถามใช้เพื่อดูจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปตามข้อมูลการวิเคราะห์ (1) LM ได้รับการพัฒนาขึ้นในหัวข้อทางสถิติสำหรับนักเรียนมัธยมต้น (2) LM ต้นแบบที่ถูกต้องขึ้นอยู่กับการทบทวนผู้เชี่ยวชาญและการปฏิบัติตามลอง (3) LM ต้นแบบมีประสิทธิภาพสำหรับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Kien and Annie (2013) ได้ศึกษาจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์โดยเชิญนักคณิตศาสตร์ที่สนใจในการที่จะช่วยพัฒนาจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยมีวัตถุประสงค์ คือ (ก) เพื่อหารือเกี่ยวกับมุมมองและแง่มุมต่างๆ ของจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ (ข) การสำรวจหนทางในการวิจัย (ค) เพื่อส่งเสริมความร่วมมือด้านการวิจัยและ (ง) เป็นความสนใจของนักศึกษาปริญญาเอกในเรื่องนี้ โดยนักศึกษาระดับปริญญาเอกที่จัดงานนี้ขึ้นจะช่วยอำนวยความสะดวกในการอภิปรายในระหว่างการประชุม ได้ภาพรวมของจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ รวมถึงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับนิสัยของการคิดเชิงจิตวิธีการทางคณิตศาสตร์ การรู้ในการปฏิบัติหน้าที่ในขณะนี้ การจัดจำหน่ายทางปัญญาและ พฤติกรรม จึงเชิญนักการศึกษาคณิตศาสตร์ที่มีความสนใจในจิตนิสัยและโดยเฉพาะผู้ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับจิตนิสัยเพื่อแบ่งปันผลงานของพวกเขา และได้สรุปเป็นภาพรวมของจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ที่รวบรวมจากการร่วมประชุมของนักการศึกษาคณิตศาสตร์

Deniz Ero˘glu and Dilek Tani¸sli (2016) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ วิธีการเรียนรู้ที่จะช่วยในการเรียนพีชคณิตของนักเรียน : การอธิบายถึงจิตนิสัย โดยแสดงถึงนิสัยพฤติกรรมทางพีชคณิตของนักเรียนผ่านการสัมภาษณ์และแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีปัญหาในพีชคณิตอย่างไร ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเสนอข้อมูลจากการสัมภาษณ์ทางคลินิกกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้วิเคราะห์โดยใช้กรอบของ Driscolls (1999) จิตนิสัยที่เกี่ยวกับพีชคณิต นักเรียนทุกคนแสดงจิตนิสัยทางพีชคณิตและความยากลำบากในแนวความคิดเกี่ยวกับพีชคณิตจำกัดความคิดของพวกเขา โดยผู้เข้าร่วมการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เกรด 6 ข้อมูลถูกเก็บรวบรวมผ่านการสัมภาษณ์ทางคลินิกเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนได้รับปัญหาในการแก้ปัญหาและหลังจากแก้ปัญหาแต่ละข้อแล้วนักเรียนจะได้รับคำขอรายละเอียดและใช้วิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ทั้งสี่บทสัมภาษณ์ได้รับการถอดเสียงอย่างครบถ้วนและการตอบสนองของนักเรียนได้ถูกนำไปใช้เป็นตัวบ่งชี้และประเภทของพฤติกรรมเกี่ยวกับพีชคณิตของคอลล์

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนทุกคนมีจิตนิสัยเกี่ยวกับพีชคณิตในตอนท้ายของชั้นประถมศึกษาปีที่หก อย่างไรก็ตามความยากลำบากของนักเรียนในการคิดแนวความคิดเกี่ยวกับพีชคณิตก็เป็นอุปสรรคต่อการคิดของพวกเขา ตัวชี้วัดพฤติกรรมนิสัยของพีชคณิตแตกต่างกันไปในนักเรียนแต่ละคน ในการสัมภาษณ์นักเรียนทุกคนได้อธิบายการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการและความเท่าเทียมกันระหว่างการแสดงออก นอกจากนี้นักเรียนคนใดคนหนึ่งยังไม่ได้อธิบายถึงขั้นตอนของกฎโดยไม่ใช้ปัจจัยการผลิตและเหตุผลที่ว่าทำไมกฎจึงใช้ได้ผลกับตัวเลขใดๆ ดังนั้นนักเรียนดู

เหมือนจะไม่แสดงวิธีการคิดต่างๆและแตกต่างออกไป สิ่งนี้มีผลต่อครูและสำหรับเรา ครูควรได้รับประโยชน์จากความคิดของนักเรียนในการออกแบบหลักสูตรคณิตศาสตร์ของพวกเขาและใช้การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความคิดของนักเรียนต่อไป ในขั้นต่อไปเราจะออกแบบหลักสูตรคณิตศาสตร์ของเราเพื่อให้นักเรียนได้รับวิธีการอธิบายขั้นตอนของกฎโดยไม่ต้องใช้ข้อมูลเฉพาะและวิธีการปรับเหตุผลว่าเหตุใดกฎจึงใช้ได้ผลกับตัวเลขใดๆ นอกจากนี้เราจะเอาชนะความยากลำบากของนักเรียนเกี่ยวกับแนวความคิดเกี่ยวกับพีชคณิตและสนับสนุนตัวบ่งชี้ความคิดเกี่ยวกับพีชคณิตของนักเรียนทุกคน

Sharon Friesen (1998 : Online) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานที่ดีทางการคำนวณ : กรณีศึกษาการพัฒนาจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการศึกษาภาคบังคับ โดยปัญหาคือพื้นฐานการคำนวณขั้นต่ำที่คนทั่วไปในยุคที่มีคอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณควรจะต้องมี โดยกลุ่มนักคณิตศาสตร์และครูได้เริ่มต้นการแก้ปัญหาของการคำนวณสำหรับการศึกษาภาคบังคับในอัลเบอร์ต้า โดยเริ่มจากการศึกษาในชั้นเรียน ความคิดริเริ่มนี้ให้ครูนักเรียนและผู้ปกครองมีโอกาสได้มีส่วนร่วมกับคณิตศาสตร์และความสามารถของครูให้โอกาสในการมีส่วนร่วมกับคณิตศาสตร์และให้โอกาสครูทำงานร่วมกันและเรียนรู้จากนักคณิตศาสตร์และนักการศึกษาคณิตศาสตร์ภายในบริบทห้องเรียนของตนเอง ความสำคัญของการศึกษานี้เพื่อช่วยเหลือครูในการเรียนรู้ระบุและสร้างการสำรวจคณิตศาสตร์ที่ดีสำหรับนักเรียน เป็นการค้นหาปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ และจากการศึกษาบทเรียนกระบวนการพัฒนาวิชาชีพครูของชาวญี่ปุ่นนั้น พบว่า ในชีวิตคณิตศาสตร์มีอยู่ทั่วไป และความรับผิดชอบในการเสริมสร้างการรู้จากหนังสือซึ่งเป็นเชิงปริมาณควรแพร่หลายไปทั่วทั้งหลักสูตร การพัฒนาจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ควรได้รับการยกย่องมากกว่าเรื่องของห้องเรียนคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว เพียงแต่ว่ามันคือสถานที่เริ่มต้นในการปลูกฝังเท่านั้น

ข้อสรุป คือ ยังคงเป็นงานที่ต้องหาคำตอบสำหรับตัวเลขเฉลี่ยต่ำสุดที่จำเป็นสำหรับพลเมืองทั่วไปในยุคคอมพิวเตอร์ ส่วนคุณลักษณะพื้นฐานของความคิดทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องสร้างและปลูกฝังให้เกิดกับผู้เรียน โดยเริ่มต้นจาก 1. ให้ผู้เรียนสำรวจทุกอย่างโดยเริ่มต้นในแต่ละเรื่องอย่างละเอียด 2. ให้ทำงานเป็นกลุ่ม แต่ส่งเสริมให้ทุกคนมีความพยายาม 3. ดูว่าทุกคนทำงานที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ด้วยความกระตือรือร้น 4. เลือกงานที่สามารถสำรวจในหลายระดับ 5. ออกแบบกิจกรรมที่อนุญาตให้มีการแก้ปัญหาโดยผู้เรียน 6. รวมวิธีการแก้ปัญหาที่รวดเร็วจากแบบที่ง่ายไปจนถึงแบบที่มีการคิดอย่างลึกซึ้ง 7. เปิดเผยขอบเขตของความรู้เมื่อสำรวจความคิด 8. เลือกกิจกรรมสนุกๆที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่สำคัญและเป็นประโยชน์ 9. มั่นใจว่าการมีส่วนร่วมต้องมีการสื่อสารเพื่อเสนอความคิด 10. ให้โอกาสในการตีความคำตอบที่ถูกต้องและหลากหลาย

Dwirahayu, Kustiawati and Bidari (2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับนิสัยที่สอดคล้องกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยให้ความสำคัญกับความสนใจของครูคณิตศาสตร์ต่อนิสัยการ

เรียนรู้ของนักเรียน การวิจัยทำโดยได้สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดและความสามารถในการสรุป ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 8 ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่โรงเรียนอิสลาม 32 ที่จาการ์ต้าตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2559 ประกอบไปด้วยนักเรียนจำนวน 38 คน มีเครื่องมืออยู่ 3 ชนิด 1. แบบสอบถามจิตนิสัยผ่านการสังเกตการณ์ 2. การทดสอบความเข้าใจทั่วไป 3. แบบสอบถามนิสัยและข้อสังเกต โดยแบบวัดจิตนิสัยมีตัวชี้วัด 4 อย่าง ได้แก่ ความมุ่งมั่น การคิดเกี่ยวกับความคิด ความคิดยืดหยุ่น และการใช้ความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่

โดยผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าจิตนิสัยมีผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 8 จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์การถดถอย ได้ข้อสรุปคือความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและความสามารถทางคณิตศาสตร์ ได้อิทธิพลของจิตนิสัยต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 40.9% สรุปผลการวิจัยได้ว่า โดยทั่วไปทุกคนมีศักยภาพในตนเองไม่ว่าจะเป็นรูปแบบของความรู้ ทัศนคติและทักษะ ผลการวิเคราะห์พบว่ากระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนิสัยการเรียนรู้ของนักเรียนมีพัฒนาการน้อยลงในกระบวนการเรียนรู้ ผลกระทบของนิสัยที่มีต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ คือ 40% ถ้าครูสามารถพัฒนาความรู้ ทัศนคติและทักษะของนักเรียนในแบบองค์รวมตามความคาดหวังศักยภาพของนักเรียนในการได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นหรือดีกว่าเดิม

สรุป จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่าจิตนิสัยมีความสำคัญซึ่งจิตนิสัยจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่พบในชีวิต และจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์นั้นจะช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น และสำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนั้นควรมีคุณลักษณะใดบ้างที่บ่งชี้ว่าเป็นผู้มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงบรรยาย (Descriptive Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะการมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้คุณลักษณะการมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยดำเนินการตามหัวข้อ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ขั้นตอนที่ 1 การสร้างตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายประกอบด้วย

1.1.1 อาจารย์ที่สอนในสาขาคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา จำนวน 3 ท่าน

1.1.2 อาจารย์ที่สอนในกลุ่มการศึกษาในระดับอุดมศึกษา จำนวน 3 ท่าน

1.1.3 ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา จำนวน 3 ท่าน

ใช้ในการสร้างตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

2. ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4-ม.6) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 26,815 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 66 โรง

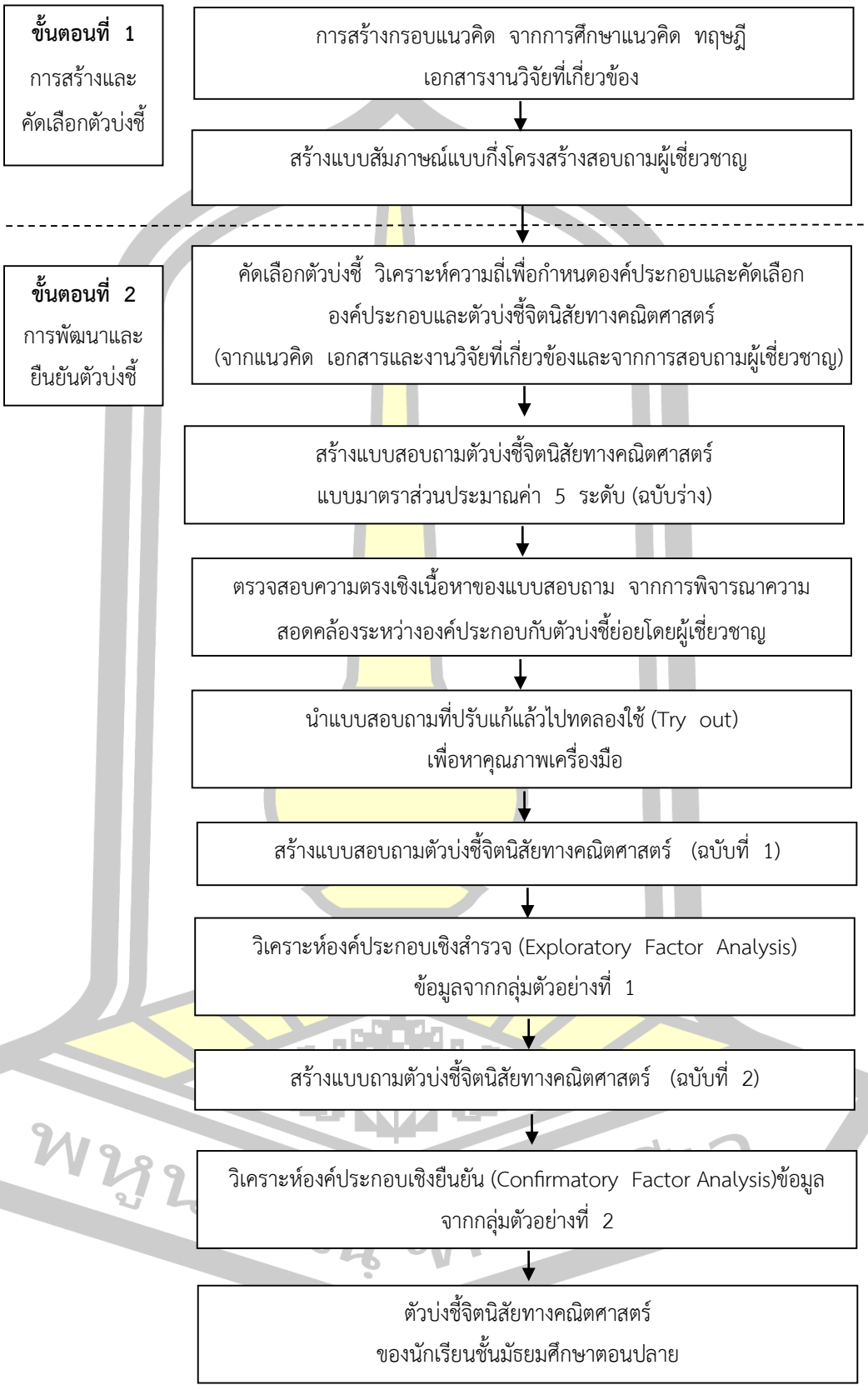
2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มตัวอย่างที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exporatory Factor Analysis : EFA) ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในจังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 847 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

กลุ่มตัวอย่างที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) เพื่อเป็นการตรวจสอบสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้คุณลักษณะการมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโมเดลสมการโครงสร้างกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในจังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 1,241 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) การดำเนินการวิจัยทั้ง 2 ขั้นตอนดังกล่าว สามารถแสดงเป็นลำดับขั้นตอนการดำเนินการ ดังภาพประกอบ 3

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยในขั้นตอนนี้ จำนวน 9 ท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณาคุณสมบัติผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. อาจารย์ที่สอนในสาขาคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา จำนวน 3 ท่าน
2. อาจารย์ที่สอนในกลุ่มการศึกษาในระดับอุดมศึกษา จำนวน 3 ท่าน
3. ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา จำนวน 3 ท่าน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนนี้เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งสร้างจากกรอบแนวคิดองค์ประกอบจิตนิสัยของบุคคลของคอสตาและคอลลิค (Costa and Kallick, 2000) ซึ่งประกอบด้วย 16 องค์ประกอบ และตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยสังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามแนวคิดของ Common Core State Standards Initiative (2010), Costa and Kallick (2000), Cuoco, Goldenberg and Mark (1996), Cuoco, Goldenberg and Mark (2010), Driscoll, DiMatteo, Nikula and Egan (2007), Goldenberg, Shteingold, and Feurzeig (2003), Hull, Balka and Miles (2012), Levasseur and Cuoco (2003), Marzano (1992), National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000), National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009), RAND Mathematics Study Panel. (2003), Seaman and Szydlik (2007), Texas Education Agency (2012), Kien Lim (2013), พงศธร มหาวิจิตร และสุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย (2561) และหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนคณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2561) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนำไปสัมภาษณ์กลุ่มผู้ให้ข้อมูล เพื่อเป็นกรอบในการสร้างตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 8 องค์ประกอบ ได้แก่

1. มีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์
2. มีความมุ่งมั่น
3. มีความยืดหยุ่นในการคิด
4. ย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง
5. พยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ
6. ถามและตั้งข้อสงสัย

7. ความสนใจใฝ่รู้

8. รับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง

ขั้นตอนการดำเนินการ

1. ศึกษาแนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เพื่อนำแนวคิดที่ได้มาสังเคราะห์สรุปเป็นแนวทางสำหรับการร่างองค์ประกอบและตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. นำร่างองค์ประกอบและตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาสร้างแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 ท่าน แล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบเกี่ยวกับสำนวนภาษาและความถูกต้องของเนื้อหาเพื่อปรับปรุงแก้ไข

3. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคามถึงผู้เชี่ยวชาญ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์

4. ติดต่อผู้เชี่ยวชาญโดยการโทรศัพท์ถึงผู้เชี่ยวชาญ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์ โดยขออนุญาตว่าการสัมภาษณ์จะทำการบันทึกเสียงขณะสัมภาษณ์เพื่อความถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูล

5. เพิ่มเติม ปรับปรุง แก้ไขตัวบ่งชี้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

6. พิจารณาคัดเลือกตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการนำผลการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้จากแนวคิด และเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับผลการตอบแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์ความถี่ และใช้เกณฑ์พิจารณาคัดเลือกตัวบ่งชี้ที่มีความถี่ตั้งแต่ 3 ขึ้นไป

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบองค์ประกอบและตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA)

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4 – ม.6) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 26,815 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 66 โรง

กลุ่มตัวอย่างที่ 1

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนนี้ เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exporatory Factor Analysis : EFA) เพื่อสังเคราะห์ตัวบ่งชี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในจังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 847 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) เนื่องจากใน

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ นักสถิติได้กำหนดเกณฑ์ในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยระบุว่า การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างหรือผู้ตอบเท่ากับหรือมากกว่า 100 คน หรือควรใช้อย่างน้อย 5 หน่วยต่อหนึ่งตัวแปร ซึ่งจะมีจำนวน 5 เท่าของตัวแปร จะทำให้การวิเคราะห์องค์ประกอบโดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรล (LISREL) ที่สอดคล้องและกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2538 : 46) ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และจะทำให้การวิเคราะห์องค์ประกอบมีความแม่นยำและสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากยิ่งขึ้น โดยการดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. แบ่งโรงเรียนออกเป็น 4 ขนาด ตามเกณฑ์ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2549 คือ

1.1 โรงเรียนขนาดเล็ก หมายถึง โรงเรียนหรือสถานศึกษาที่มีผู้เรียนตั้งแต่ 1 – 499 คน มีจำนวน 30 โรงเรียน

1.2 โรงเรียนขนาดกลาง หมายถึง โรงเรียนหรือสถานศึกษาที่มีผู้เรียนตั้งแต่ 500 – 1,499 คน มีจำนวน 24 โรงเรียน

1.3 โรงเรียนขนาดใหญ่ หมายถึง โรงเรียนหรือสถานศึกษาที่มีผู้เรียนตั้งแต่ 1,500 – 2,499 คน มีจำนวน 5 โรงเรียน

1.4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ หมายถึง โรงเรียนหรือสถานศึกษาที่มีผู้เรียนตั้งแต่ 2,500 คน มีจำนวน 7 โรงเรียน

2. ดำเนินการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นชั้นในการสุ่ม และสุ่มอย่างง่าย นักเรียนระดับชั้นละ 1 ห้องเรียนในโรงเรียนขนาดเล็กสุ่มอย่างง่ายนักเรียนระดับชั้นละ 2 ห้องเรียนในกับขนาดกลาง และสุ่มอย่างง่ายนักเรียนระดับชั้นละ 3 ห้องเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่กับขนาดใหญ่พิเศษ ได้กลุ่มตัวอย่างมาทั้งสิ้น 847 คน รายละเอียดดังตาราง 3

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 3 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง สำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) จำแนกตามขนาดของโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียน			รวม
		ม.4	ม.5	ม.6	
ขนาดเล็ก	ละหานทรายวิทยา	43	36	37	116
ขนาดกลาง	ตูมใหญ่วิทยา	57	45	45	147
ขนาดใหญ่	บ้านกรวดวิทยาคาร	100	91	83	274
ขนาดใหญ่พิเศษ	นางรอง	104	103	103	310
รวม		304	275	268	847

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนนี้ เป็นแบบสอบถามตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1 ฉบับ แต่ละฉบับมี 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist)

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ 77 ตัวบ่งชี้

ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

1. นำผลการคัดเลือกตัวบ่งชี้ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาสร้างแบบสอบถามตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบเกี่ยวกับสำนวนภาษาและความถูกต้องของเนื้อหาเพื่อปรับปรุงแก้ไข

2. นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบและปรับแก้แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบกับตัวบ่งชี้ของแบบสอบถามโดยผู้วิจัยกำหนดระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

+ 1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นเป็นตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นเป็นตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

- 1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่เป็นตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

คุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญที่ทำการตรวจสอบเครื่องมือ มี 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 อาจารย์ที่สอนในสาขาคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา

กลุ่มที่ 2 อาจารย์ที่สอนในกลุ่มการศึกษาในระดับอุดมศึกษา

กลุ่มที่ 3 ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา

3. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

3.1 รองศาสตราจารย์ สมนึก ภัททิยธนี อาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ ลิ้มอำไพ อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

3.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำสุข นวพงษ์พิพัฒน์ อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

3.4 อาจารย์ ดร.พงศธร มหาวิจิตร อาจารย์ภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.5 อาจารย์ ดร.ศานิตย์ ศรีคุณ อาจารย์สาขาหลักสูตรวิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา

3.6 อาจารย์ ดร.ภัทริยา ลาสุนนท์ อาจารย์สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3.7 นางพรพรรณ ตรีชุย ครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนสตรีราชินูทิศ จังหวัดหนองคาย

3.8 อาจารย์ ดร.สถิต ปัชชาเชียว ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีบุญเรืองวิทยาคาร จังหวัดหนองบัวลำภู

3.9 นายดำรงศักดิ์ ปัญญาทิพย์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จังหวัดร้อยเอ็ด

4. นำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของตัวบ่งชี้หลัก

กับตัวบ่งชี้ย่อย โดยใช้สูตร IOC (Index of Consistency) พิจารณาคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2552 : 108) พบว่าผ่านเกณฑ์การพิจารณาจำนวน 82 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 3 ข้อ ดังตาราง 30 (ภาคผนวก ข)

5. ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 50 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบสอบถาม

6. หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบสอบถาม (Discrimination) โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนของแต่ละข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับของแบบสอบถาม (Item Total Correlation) ตามวิธีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) โดยใช้เกณฑ์พิจารณาข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2546 : 255) พบว่าผ่านเกณฑ์การพิจารณา 77 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 5 ข้อ โดยมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.236 ถึง 0.722 ดังตาราง 31 (ภาคผนวก ข)

7. นำข้อคำถามที่คัดเลือกไว้ในข้อที่ 5 มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach Method) ได้ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.962 ดังตาราง 32 (ภาคผนวก ข)

8. พิมพ์แบบสอบถามเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคามถึงผู้อำนวยการโรงเรียนทั้ง 4 แห่ง เพื่อขอความร่วมมือและขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

2. ผู้วิจัยดำเนินการติดตามและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

3. นำแบบสอบถามที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สมบูรณ์ มาลงรหัสเพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย มีขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อทราบลักษณะของกลุ่มตัวอย่างและการแจกแจงของตัวบ่งชี้ โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ในการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบลักษณะความสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้ สำหรับใช้พิจารณาความเหมาะสมของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้ โดยพิจารณาค่า KMO and Bartlett's Test ดังนี้ (สุภมาส อังศุโชติ. 2552 : 97 – 98)

2.1 ค่า Kaiser – Meyer – Olkin Measure of Sampling Adequacy (MSA) ดัชนีตัวนี้มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ค่าจะเท่ากับ 1 เมื่อตัวแปรแต่ละตัวสามารถทำนายได้ด้วยตัวแปรอื่น โดยปราศจากความคลาดเคลื่อน ส่วนค่าในช่วงอื่นๆสามารถทำนายได้ดังนี้

.80 ขึ้นไป เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดีมาก
.70 - .79 เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบดี
.60 - .69 เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบปานกลาง
.50 - .59 เหมาะสมที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบน้อย
น้อยกว่า .50 ไม่เหมาะสมที่จะนำข้อมูลชุดนั้นมาวิเคราะห์องค์ประกอบซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า มีค่า KMO เท่ากับ 0.935 แสดงว่าข้อมูลชุดนี้เหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบดีมาก

2.2 ค่า Bartlett's Test of Sphericity ใช้ทดสอบว่าตัวแปรต่างๆมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ถ้าค่า Bartlett's Test of Sphericity มีนัยสำคัญแสดงว่าตัวแปรต่างๆมีความสัมพันธ์กันสามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าค่า Bartlett's Test of Sphericity มีนัยสำคัญ แสดงว่าข้อมูลชุดนี้มีความเหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้

3. วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีขั้นตอน 4 ขั้น ดังนี้ คือ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2552 : 125 – 143)

3.1 การเตรียมเมตริกซ์สหสัมพันธ์
3.2 การสกัดองค์ประกอบขั้นต้น (Extraction)
3.3 วิธีการหมุนแกน (Rotation)
3.4 การสร้างตัวแปรประกอบหรือสเกลองค์ประกอบ

4. พิจารณาองค์ประกอบที่มีค่าไอเกน (Eigen values) มากกว่า 1 มีน้ำหนักองค์ประกอบมากกว่า .30 และมีจำนวนตัวบ่งชี้ตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไป

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) ประชากรประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4 – ม.6) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 26,815 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 66 โรง

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนนี้ เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน(Confirmatory Factor Analysis : CFA) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างระหว่างโมเดลสมการโครงสร้างกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ในจังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 1,241 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ตามขั้นตอน ดังนี้

1. แบ่งโรงเรียนออกเป็น 4 ขนาด ตามเกณฑ์ในขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

2. ดำเนินการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นชั้นในการสุ่ม และการสุ่มอย่างง่ายนักเรียนระดับชั้นละ 1 ห้องเรียนในโรงเรียนขนาดเล็ก สุ่มอย่างง่ายนักเรียนระดับชั้นละ 2 ห้องเรียนขนาดกลาง สุ่มอย่างง่ายนักเรียนระดับชั้นละ 3 ห้องเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่ และสุ่มอย่างง่ายนักเรียนระดับชั้นละ 4 ห้องเรียนกับขนาดใหญ่พิเศษ ได้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนทั้งสิ้น 1,241 คน รายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง สำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Comfirmatory Factor Analysis : CFA) จำแนกตามขนาดของโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียน			**รวม**
		ม.4	ม.5	ม.6	
ขนาดเล็ก	อุดมอักษรพิทยาคม	26	27	26	79
ขนาดกลาง	กู่สวนแตงพิทยาคม	78	62	67	207
ขนาดใหญ่	สตึก	124	109	101	334
ขนาดใหญ่พิเศษ	พุทไธสง	231	200	190	621
รวม		459	398	384	1,241

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนนี้ เป็นแบบสอบถามตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยคัดเลือกจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจทั้ง 77 ข้อ และคัดเลือกเหลือ 60 ข้อ นำมาสร้างเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ 60 ตัวบ่งชี้ จำนวน 1 ฉบับ แต่ละฉบับมี 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของแบบสอบถาม เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist)

ตอนที่ 2 เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ 60 ตัวบ่งชี้

ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

1. นำองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณา ในขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ มาปรับปรุงแก้ไข จัดองค์ประกอบและตั้งชื่อองค์ประกอบใหม่

2. พิมพ์แบบสอบถามเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคามถึงผู้อำนวยการโรงเรียน ทั้ง 4 แห่ง เพื่อขอความร่วมมือและขออนุญาตในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

2. ผู้วิจัยดำเนินการติดตามและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

3. นำแบบสอบถามที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สมบูรณ์ มาลงรหัสเพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย มีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ค่าสถิติสำคัญที่ใช้ตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ประกอบด้วย (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2552 : 222 - 223)

1. ค่าสถิติไค – สแควร์ (Chi – Square Statistics) ควรมีค่าต่ำมาก ยิ่งมีค่าเข้าใกล้ใกล้ศูนย์มากเท่าไร หรือมีค่าใกล้เคียงกับองศาอิสระ แสดงว่า โมเดลสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2. ค่าไค – สแควร์สัมพัทธ์ (Relative Chi – Square) เป็นค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบระดับความกลมกลืนระหว่างโมเดลที่มีค่าองศาอิสระไม่เท่ากัน โดยมีค่าไค – สแควร์สัมพันธ์ไม่เกิน 3.00

3. ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index : GFI) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยค่าดัชนี GFI ควรมีค่ามากกว่า 0.90 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

4. ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of fit Index : AGFI) เป็นค่าที่ได้จากการปรับแก้ดัชนี GFI เมื่อคำนึงถึงขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนตัวแปรและองศาอิสระ ควรมีค่ามากกว่า 0.90 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

5. ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ (Comparative Fit Index : CFI) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ควรมีค่ามากกว่า 0.95 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

6. ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือในรูปคะแนนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.08 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

7. ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ (Root Mean Square Error of Approximation : RMSEA) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.05 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง โดยเริ่มจากการสร้างกรอบแนวคิดและทำการพัฒนาเครื่องมือ สร้างเครื่องมือวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) และองค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) 2 ชนิด ดังนี้

1. แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง
2. แบบสอบถามจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ใช้แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. อาจารย์ที่สอนในสาขาคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา จำนวน 3 ท่าน
2. อาจารย์ที่สอนในกลุ่มการศึกษาในระดับอุดมศึกษา จำนวน 3 ท่าน
3. ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา จำนวน 3 ท่าน

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

ขั้นตอนที่ 3 สร้างแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย คำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของตัวบ่งชี้ในแต่ละองค์ประกอบ เพื่อให้ทราบลักษณะความสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้สำหรับใช้ในการพิจารณาความเหมาะสมของเมตริกซ์สหสัมพันธ์

2. การกำหนดน้ำหนักตัวบ่งชี้ และรวมตัวบ่งชี้เป็นขั้นตอนการกำหนดน้ำหนักตัวบ่งชี้และทำการรวมตัวบ่งชี้ การกำหนดน้ำหนักตัวบ่งชี้กระทำได้โดยการสร้างสเกลองค์ประกอบ

3. ตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดล เป็นขั้นตอนการตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดล และกำหนดน้ำหนักตัวแปรย่อยที่ใช้ในการสร้างตัวบ่งชี้กับข้อมูลเชิงประจักษ์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตร ดังนี้

1.1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2552 : 124)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ ($\bar{X}$) แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดจากกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2552 : 124)

$$S.D.=\sqrt{\frac{n\sum X^2-(\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ แทน คะแนนแต่ละตัว

$\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนยกกำลังสอง

n แทน จำนวนคนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบสอบถาม โดยใช้วิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2552 : 107)

$$IOC=\frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์

R แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ (Item Total Correlation) โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน ดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2552 : 112)

$$r_{xy}=\frac{n\sum XY-\sum X\sum Y}{\sqrt{\left(n\sum X^2-(\sum X)^2\right)-\left(n\sum Y^2-(\sum Y)^2\right)}}$$

เมื่อ r_{xy} แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X

$\sum Y$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน Y

$\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน Y แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum XY$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X และ Y แต่ละคู่

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.3 หาค่าความเที่ยงของแบบสอบถามทั้งฉบับโดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach Method) โดยใช้สูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2552 : 114)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left[1-\frac{\sum s_i^2}{s_t^2}\right]$$

เมื่อ α แทน ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

k แทน จำนวนข้อของแบบสอบถาม

$\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนรายข้อ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนรวม

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3.1 ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi - Square Statistias : χ^2) โดยใช้สูตรดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542 : 56)

$$\chi^2 = (n-1)F\left|S, \sum \theta\right| ;d=\left|k(k+1)/2\right|-t$$

เมื่อ χ^2 แทน ค่าสถิติไค-สแควร์

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

$F\left|S, \sum \theta\right|$ แทน ค่าต่ำสุดของฟังก์ชันความกลมกลืนของโมเดลจากพารามิเตอร์

k แทน จำนวนตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดในโมเดล

d แทน องศาอิสระ

t แทน จำนวนพารามิเตอร์อิสระ

3.2 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index : GFI) โดยใช้สูตร (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542 : 56)

$$GFI=1-\frac{F[s,\sum(\theta)]}{F[s,\sum(0)]}$$

เมื่อ GFI แทน ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

$F[s,\sum(\theta)]$ แทน ค่าต่ำสุดของฟังก์ชันความกลมกลืนของโมเดลจากพารามิเตอร์

$F[s,\sum(0)]$ แทน ค่า F ของโมเดลที่ไม่มีพารามิเตอร์ในโมเดล

3.3 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index : AGFI) โดยใช้สูตร (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542 : 56)

$$AGFI=1-\{(1/2d)k(k+1)\}(1-GFI)$$

เมื่อ AGFI แทน ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว

k แทน จำนวนตัวแปรสังเกตได้

d แทน องศาอิสระ

3.4 ดัชนีรากกำลังสองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (Root Mean Square Error of Approximation : RMSEA) ค่าดัชนี RMSEA ควรจะมีค่าต่ำกว่า .05 แสดงว่าโมเดลตามภาวะสันนิษฐาน มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Maruyama, 1998 : 241)

$$RMSEA=\sqrt{\frac{F_t}{df_t}}$$

เมื่อ RMSEA แทน ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า

F_t แทน ค่าต่ำสุดของฟังก์ชันความกลมกลืนจากพารามิเตอร์ θ

df_t แทน องศาอิสระของโมเดลตามภาวะสันนิษฐาน

พหุน ปณฺฑิโต ชยติ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนการพัฒนาตัวบ่งชี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อความสะดวกในการแสดงผลการวิเคราะห์และความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ทางสถิติและสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้แทนความหมายดังนี้

$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นทางสถิติ
χ^2	แทน	ค่าสถิติไค – สแควร์
GFI	แทน	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน
AGFI	แทน	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว
CFI	แทน	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ
SRMR	แทน	รากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือในรูปคะแนนมาตรฐาน
RMSEA	แทน	รากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ
df	แทน	องศาอิสระ (degree of freedom)
R^2	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์
Skewness	แทน	ค่าความเบ้
Kurtosis	แทน	ค่าความโด่ง
b	แทน	น้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) ในรูปคะแนนดิบ
SE	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error)

t	แทน	ค่าสถิติทดสอบ t
β	แทน	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) ในรูปคะแนนมาตรฐาน
FS	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ (factor score coefficient)
MHom	แทน	จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
Kmc	แทน	มีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์
Pst	แทน	การมีความมุ่งมั่น
TF	แทน	การมีความยืดหยุ่นในการคิด
TaT	แทน	การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน
SfA	แทน	การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ
QaPP	แทน	การถามและตั้งข้อสงสัย
CQ	แทน	ความสนใจใฝ่รู้
Rfod	แทน	การมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง
Mps	แทน	มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. การสร้างตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1 ผลการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ผลการเพิ่มเติม การคัดเลือกตัวบ่งชี้จากการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ

2. การพัฒนาและตรวจสอบตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA)

2.1.1 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อให้ทราบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) เพื่อให้ทราบลักษณะความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่าง และลักษณะการแจกแจงของตัวบ่งชี้

2.1.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

2.1.3.1 ผลการสกัดองค์ประกอบ

2.1.3.2 ผลการหมุนแกน

2.1.3.3 ผลการพิจารณาจัดและกำหนดชื่อองค์ประกอบใหม่

2.2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA)

2.2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวบ่งชี้ โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2.2.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับแรก

2.2.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนการพัฒนาตัวบ่งชี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของตัวบ่งชี้

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. การสร้างตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1 ผลการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างกรอบแนวคิด ได้กรอบแนวคิด ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ ได้แก่ มีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ การมีความมุ่งมั่น การมีความยืดหยุ่นในการคิด การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ การถามและตั้งข้อสงสัย ความสนใจใฝ่รู้ และการมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง

1.2 ผลการตัวบ่งชี้จากองค์ประกอบหลักโดยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 ท่าน ได้แก่ รองศาสตราจารย์ สมนึก ภัททิยธนี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ ลิ้มอำไพ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำสุข นวพงษ์พิพัฒน์ อาจารย์ ดร.พงศธร มหาวิจิตร อาจารย์ ดร.ศานิตย์ ศรีคุณ อาจารย์ ดร.ภัทริยา ลาสุนนท์ ดร. สถิต ปัชชาเขียว นางพรพรรณ ตรีชุย และนายดำรงศักดิ์ ปัญญาทิพย์

1.3 ผลการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างกรอบแนวคิดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ

57 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ด้านมีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ 14 ตัวบ่งชี้ การมีความมุ่งมั่น 4 ตัวบ่งชี้ การมีความยืดหยุ่นในการคิด 6 ตัวบ่งชี้ การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน 5 ตัวบ่งชี้ การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ 7 ตัวบ่งชี้ การถามและตั้งข้อสงสัย 3 ตัวบ่งชี้ มีความสนใจใฝ่รู้ 12 ตัวบ่งชี้ และการมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง 6 ตัวบ่งชี้

1.4 การเพิ่มเติม การคัดเลือกตัวบ่งชี้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบไปด้วย 8 องค์ประกอบ 85 ตัวบ่งชี้ด้านมีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ตัวบ่งชี้

ผลการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้อง 14 ตัวบ่งชี้

1. นักเรียนใช้กรณีตัวอย่างหลายๆกรณี ช่วยหาคำตอบในการแก้ปัญหา
2. นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้การประมาณค่าของจำนวนจริง
3. นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้สมการและกราฟ
4. นักเรียนเคยใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติแก้ปัญหาในชีวิตจริง
5. นักเรียนเคยใช้รูปเรขาคณิต ช่วยอธิบาย และหาคำตอบของปัญหา
6. นักเรียนใช้ความน่าจะเป็นช่วยตัดสินใจ แก้ปัญหา
7. นักเรียนเลือกใช้ค่ากลางในการประมาณค่าข้อมูลทั้งหมดได้อย่างเหมาะสม
8. นักเรียนคาดการณ์ได้ถูกต้อง เพราะมีความรู้เรื่องความน่าจะเป็น
9. นักเรียนคิดว่าหากไม่มีความรู้เรื่องสถิติและความน่าจะเป็นอาจตัดสินใจผิดพลาด
10. ความรู้เรื่องลิมิตเป็นพื้นฐานเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น
11. การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนนำเสนอ
12. นักเรียนเคยนำความรู้คณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆมาเชื่อมโยงกันเพื่อปัญหา
13. นักเรียนนำการเหตุผลทางคณิตศาสตร์ช่วยแก้ปัญหา สถานการณ์ได้ดี
14. นักเรียนมักคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีที่สร้างสรรค์ แปลกใหม่

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม ปรากฏดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ควรเป็นบุคคลที่มีความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี สามารถเอาความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ทันทีที่พบปัญหา ดังนั้นความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนจะต้องแม่นในเนื้อหาวิชา ครบทุกสาระ ทั้งสาระพื้นฐาน และสาระเพิ่มเติม รวมทั้งมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วย”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์เป็นลักษณะหรือพฤติกรรมของคนที่เก่งคณิตศาสตร์ หรือคนที่มีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี เป็นนักคณิตศาสตร์ได้”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ต้องมีความรู้เชิงลึกในเนื้อหา มีความแม่นยำในการหาคำตอบของปัญหา เชื่อมโยงปัญหากับความรู้คณิตศาสตร์ นำเสนอ สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย เช่น แคลคูลัสใช้หาความเร่งได้”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ต้องมีความรู้คณิตศาสตร์เป็นอย่างดี และนำความรู้ไปเชื่อมโยงแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ต้องมีความรู้คณิตศาสตร์เป็นอย่างดี และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหากับทุกเรื่องในชีวิตประจำวัน”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ต้องรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ในทุกๆ เรื่อง ทั้งสาระพื้นฐาน และสาระเพิ่มเติม เอาความรู้ที่มีไปประยุกต์ใช้กับปัญหา โดยคิด และตัดสินใจ บนหลักของเหตุผล ใช้ความเป็นตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 7

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ต้องรอบรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ทุกๆ เรื่อง ทั้งสาระพื้นฐาน และสาระเพิ่มเติม และเอาความรู้ที่มีไปใช้กับปัญหาได้”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 7, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 8

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ต้องเป็นผู้ที่มีความรู้คณิตศาสตร์ทุกๆ เรื่อง ทั้งสาระพื้นฐาน และสาระเพิ่มเติม และเอาความรู้ที่มีไปใช้กับปัญหาในรูปแบบต่างๆ เชื่อมโยงความรู้ และประสบการณ์ เพื่อแก้ปัญหาได้รวดเร็ว และถูกต้อง”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 8, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 9

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์มีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ทุกๆ เรื่อง ทั้งสาระพื้นฐาน และสาระเพิ่มเติม และสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาได้”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 9, 2561 : สัมภาษณ์)

สรุปผลการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ 6 ตัวบ่งชี้

1. แคลคูลัสช่วยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ เช่น หาความเร็ว ความเร่ง
2. ความรู้เรื่องลิมิตเป็นพื้นฐานเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น
3. แคลคูลัสเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การเขียนคำสั่งในโปรแกรม การคำนวณต่างๆที่ต้องการความแม่นยำมากๆ
4. นักเรียนคิด ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้เร็วขึ้นเพราะมีความรู้ในวิชาแคลคูลัส
5. นักเรียนเลือกมีวิธีการคำนวณที่เหมาะสมกับปัญหา
6. นักเรียนคิดว่าพีชคณิต ช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้จริง

ด้านมีการมีความมุ่งมั่น ประกอบด้วย 8 ตัวบ่งชี้

ผลการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้อง 4 ตัวบ่งชี้

1. นักเรียนมักทำงานทุกอย่างด้วยตนเองจนกว่าจะสำเร็จ
2. เมื่อนักเรียนสนใจสิ่งใด ก็จะพยายามมุ่งมั่นทำให้สำเร็จ
3. แม้จะไม่มีปัญหาในการทำงานแต่นักเรียนก็มักคิดหาวิธีการใหม่ที่ดีกว่าเดิมเสมอ
4. นักเรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่ายที่ต้องเผชิญกับปัญหาที่เกิดจากการทำงานซ้ำแล้วซ้ำอีก

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ นอกจากจะมีความรู้คณิตศาสตร์ดีแล้ว ต้องมีความมุ่งมั่นที่จะแก้ปัญหาต่างๆ ให้ได้ด้วยตัวเอง”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “คนที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ต้องมีความพยายามในการแก้ปัญหา แม้ไม่สำเร็จก็ไม่ท้อถอย”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ต้องไม่ยอมแพ้กับปัญหา แม้ว่าจะยังคิดหาวิธีการแก้ปัญหาไม่ได้ก็ตาม”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ต้องไม่ยอมแพ้กับอุปสรรคต่างๆในขณะที่กำลังแก้ปัญหาอยู่”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ต้องแก้ปัญหาให้สำเร็จได้ แม้จะต้องใช้เวลานานในแก้ปัญหาก็ตาม ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ต้องมีความพยายามในการแก้ปัญหา หากไม่สำเร็จจะไม่ยอมเลิก”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 7

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ต้องมีความมุ่งมั่นในการแก้ปัญหา ไม่ท้อแท้กับอุปสรรคต่างๆ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 7, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 8

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะคิดอยู่เสมอว่าทุกปัญหาต้องสามารถแก้ได้ จึงไม่ยอมแพ้แม้จะพบกับอุปสรรคในขณะแก้ปัญหาก็ตาม”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 8. 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 9

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ต้องมีความมุ่งมั่นต่อการที่จะแก้ปัญหาต่างๆ สำเร็จให้ได้ด้วยตนเอง”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 9, 2561 : สัมภาษณ์)

สรุปผลการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ 4 ตัวบ่งชี้

1. แม้ต้องใช้เวลาในการทำงานนานแต่นักเรียนก็อดทนจนงานเสร็จ
2. นักเรียนไม่ยอมแพ้อะไรง่ายๆจนกว่าจะพยายามจนถึงที่สุด
3. เมื่อเกิดอุปสรรคขณะทำงานนักเรียนจะไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคเหล่านั้น
4. นักเรียนคิดเสมอว่าจะต้องทำงานนั้นให้สำเร็จ หากไม่เสร็จไม่เลิก

ด้านการมีความยืดหยุ่นในการคิด ประกอบด้วย 11 ตัวบ่งชี้

ผลการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้อง 6 ตัวบ่งชี้

1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา แล้วหาแนวทางแก้ไขได้อย่างหลากหลาย
2. นักเรียนพยายามคิดหาหลายๆวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุด
3. เมื่อไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เตรียมไว้ นักเรียนก็สามารถหาวิธีแก้ปัญหาแบบใหม่ได้สำเร็จ
4. นักเรียนจะสามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว
5. นักเรียนคาดเดาผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นโดยใช้หลักฐาน เหตุผลทางคณิตศาสตร์สนับสนุน
6. นักเรียนเชื่อว่าการคาดเดาเป็นสิ่งที่เหมาะสม หากมีเหตุผลเพียงพอ

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ต้องยอมรับข้อคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะจากผู้อื่นได้ และนำข้อคิดเห็นนั้นมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจแก้ปัญหา”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “คนที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ต้องยอมรับข้อเสีย หรือ ข้อผิดพลาดของตนเองได้ และนำมาปรับปรุงแก้ไขตนเองเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ไม่ตระหนกกับคำพูดของคนอื่น ไม่ตื่นเต้นกับสถานการณ์ของปัญหาจนเกินไป”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ต้องรู้จักรับฟังความคิดเห็นจากคนอื่น หรือยอมรับวิธีการแก้ปัญหาของคนอื่นว่าดีกว่าของตนเอง”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “การตัดสินใจของผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์มักได้รับการยอมรับว่าสามารถแก้ปัญหาได้ดี”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์มักจะรวบรวมข้อมูลก่อนตัดสินใจเสมอ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 7

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ยอมให้ผู้อื่นตำหนิ หรือแสดงวิธีการคิดที่แตกต่างจากของตนเองได้”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 7, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 8

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์รับฟังความคิดที่แตกต่างจากคนอื่นแล้วนำมาพิจารณาก่อนตัดสินใจ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 8, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 9

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ยอมรับข้อเสียของตนเอง ข้อดีของคนอื่นได้”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 9, 2561 : สัมภาษณ์)

สรุปผลการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ตัวบ่งชี้

1. นักเรียนไม่ตื่นตระหนกกับสถานการณ์หรือปัญหาที่มีคนวิจารณ์
2. เพื่อนๆมักให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจในการแก้ปัญหา
3. นักเรียนจัดระเบียบข้อมูลและรวบรวมแนวคิดก่อนที่จะคาดเดา
4. การรับฟังเหตุผลข้อโต้แย้งจากคนอื่นช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดี
5. เมื่อมีคนบอกข้อเสียของงานนักเรียนก็จะยอมรับและแก้ไข

ด้านการย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน ประกอบด้วย 9 ตัวบ่งชี้

ผลการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้อง 5 ตัวบ่งชี้

1. นักเรียนใช้ความผิดพลาดในอดีตมาเป็นบทเรียนในการทำงาน
2. วิธีแก้ปัญหาของนักเรียนมีลำดับขั้นตอนที่สามารถตรวจสอบได้
3. นักเรียนใช้ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์บางทฤษฎีมาช่วยในการแก้ปัญหา
4. หากไม่เข้าใจทฤษฎีทางคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนอาจคิดวิธีแก้ปัญหานี้ไม่ได้
5. นักเรียนใช้สัญลักษณ์ หรือสัญกรณ์ทางคณิตศาสตร์ช่วยในการสื่อสารและสื่อความหมาย

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ต้องวิเคราะห์ปัญหาก่อน แล้วจึงแก้ปัญหา”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “คนที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ต้องสามารถย้อนกับไปปรับเปลี่ยนวิธีคิดของตนเองได้ เมื่อได้รับข้อมูลเพิ่มเติม และทบทวนคำตอบให้ดีก่อนตัดสินใจ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์มักทบทวนคำตอบของตนเองก่อนตัดสินใจเสมอ ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะคิดและจดจำขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหาของตนเอง และอธิบายขั้นตอนการคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา แล้วจึงคิดหาวิธีการแก้ปัญหา”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์มักคิดวางแผนสิ่งที่จะกระทำในแต่ละวันไว้เป็นลำดับขั้นตอน”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 7

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะวางแผนการทำงานเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนได้”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 7, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 8

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะตรวจสอบคำตอบ หรือวิธีการคิดของตนเอง ก่อนตัดสินใจเสมอ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 8, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 9

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะทำงานทุกอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และวางแผนการใช้ชีวิตของตนเองในแต่ละวัน

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 9, 2561 : สัมภาษณ์)

สรุปผลการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ 4 ตัวบ่งชี้

1. นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดตามข้อมูลที่ได้รับเพิ่มเติม
2. นักเรียนสามารถอธิบายความคิดของตนเองได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน
3. นักเรียนวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาได้
4. นักเรียนจะจดจำแผนงานไว้ในความสมองแล้วคิดหาวิธีแก้ปัญหา

ด้านการพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ ประกอบด้วย 9 ตัวบ่งชี้

ผลการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้อง 7 ตัวบ่งชี้

1. นักเรียนใช้ข้อมูลที่สามารถสังเกตได้หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ช่วยในการตัดสินใจ
2. นักเรียนพิสูจน์สิ่งที่พิสูจน์ได้ก่อนลงข้อสรุป
3. นักเรียนใช้การพิสูจน์ทั้งแบบอุปนัยและนิรนัยช่วยแก้ปัญหา
4. นักเรียนหาหลักฐานที่ถูกต้องมาสนับสนุนความคิดของตนเอง
5. เมื่อทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ นักเรียนจะตรวจทานก่อนส่ง
6. เมื่อพบข้อบกพร่องของงาน นักเรียนก็จะพยายามแก้ไขจนกว่าจะสมบูรณ์
7. นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้เสมอ

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ จะรอบคอบ ไม่เร่งรีบตัดสินใจ หากเป็นการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะตรวจคำตอบของตนเองเสมอ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “คนที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ มักจะตรวจทานคำตอบของตนเองก่อนตัดสินใจเสมอ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์มักทบทวนคำตอบของตนเองก่อนตัดสินใจเสมอ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3. 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบก่อนตัดสินใจเสมอ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะตัดสินใจโดยใช้หลักเหตุและผล และตรวจสอบคำตอบก่อนเสมอ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์มักตัดสินใจได้ถูกต้อง เนื่องจากมีการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบก่อนเสมอ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 7

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะคิดแก้ปัญหาโดยละเอียด รอบคอบ ไม่รีบเร่งตัดสินใจ หากไม่มีหลักฐาน หรือเหตุผล”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 7, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 8

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะตรวจสอบคำตอบของตนเองกับคำตอบของคนอื่นๆ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 8, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 9

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์เป็นผู้ที่มีความรอบคอบ และมักได้รับการยอมรับให้ตัดสินใจแก้ปัญหา”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 9, 2561 : สัมภาษณ์)

สรุปผลการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ 2 ตัวบ่งชี้

1. คนอื่นมักบอกว่านักเรียนเป็นคนที่มีความละเอียดรอบคอบ
2. นักเรียนใช้วิธีการตรวจทานซ้ำเพื่อตรวจคำตอบของตนเอง

ด้านการถามและตั้งข้อสงสัย ประกอบด้วย 5 ตัวบ่งชี้

ผลการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้อง 3 ตัวบ่งชี้

1. เมื่อพบสิ่งที่ไม่เข้าใจหรือแปลกใหม่ นักเรียนจะซักถามจนเข้าใจ
2. นักเรียนซักถามครูจนเข้าใจภาระงานที่ได้รับมอบหมาย
3. เมื่อพบปัญหาขณะทำงาน นักเรียนจะสอบถามจนเข้าใจและสามารถปฏิบัติได้ด้วย

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์นั้นเมื่อพบเจออะไรที่แปลกใหม่ หรือไม่เข้าใจในเรื่องใดๆก็จะซักถามผู้ที่จะสามารถอธิบายคำตอบได้ในทันที ไม่เก็บความสงสัยไว้กับตนเอง”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์มักจะไม่เก็บข้อสงสัยของตนเองไว้ จะรีบหาคำตอบโดยการสอบถามผู้รู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์หากไม่เข้าใจในเรื่องใดๆ มักจะสอบถามเพื่อน ครู หรือผู้รู้”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “เมื่อไม่เข้าใจปัญหา ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะรีบหาคำตอบโดยการสอบถามจากผู้รู้ และค้นหาคำตอบด้วยตนเอง”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “นักเรียนที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะสอบถามปัญหา หรือข้อสงสัยของตนเองกับเพื่อน และครู จนเข้าใจแล้วคิดหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์มักจะชอบตั้งคำถาม และสอบถามผู้รู้ หรือคิดวิธีหาคำตอบด้วยตนเอง”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 7

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์มักจะไม่เก็บข้อสงสัยของตนเองไว้ จะรีบหาคำตอบโดยการสอบถามผู้รู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 7, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 8

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะสอบถามข้อสงสัยของตนเองกับผู้รู้ หรือพยายามหาคำตอบในทันที”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 8, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 9

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์มักชอบถามปัญหาที่ตนเองไม่เข้าใจเสมอ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 9, 2561 : สัมภาษณ์)

สรุปผลการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ 2 ตัวบ่งชี้

1. นักเรียนมักถามเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียนไม่เข้าใจกับเพื่อน
2. เมื่อเกิดข้อสงสัยขณะเรียน นักเรียนจะถามคุณครูทันที

ด้านความสนใจใฝ่รู้ ประกอบด้วย 17 ตัวบ่งชี้

ผลการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้อง 12 ตัวบ่งชี้

1. นักเรียนหาสาเหตุของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาได้
2. นักเรียนมีความสุขทุกครั้งที่สามารถแก้ปัญหาได้
3. นักเรียนชอบคิดสูตรลัด เทคนิค วิธีการหาคำตอบที่รวดเร็วและแม่นยำ
4. นักเรียนใช้ความรู้ที่มีมาช่วยแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้
5. นักเรียนสนุกกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
6. นักเรียนมักแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา
7. นักเรียนจะตั้งใจเรียนในสิ่งที่ยังไม่มีความรู้เสมอ
8. นักเรียนมีความรู้สึกว่าต้องเรียนรู้ตลอดเวลาให้ทันต่อยุคสมัย
9. นักเรียนเข้าร่วมแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้
10. นักเรียนชอบหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เสมอๆ
11. เมื่อพบสถานการณ์ใหม่ๆนักเรียนจะวิเคราะห์สถานการณ์นั้นๆก่อน
12. นักเรียนมักคิดวิเคราะห์ทุกเรื่องที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ จะมีความสุขหากคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง และสนุกกับการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่แปลกใหม่”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “คนที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ชอบแสวงหาความรู้ใหม่ๆเสมอ เพื่อให้ทันต่อยุคสมัย และชอบค้นหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองเสมอ”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์มักจะตื่นเต้นกับสถานการณ์ของปัญหาที่แปลกไปจากเดิมที่เคยพบ และมีความสุขกับการแก้ปัญหานั้น”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะชอบคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่รวดเร็ว และถูกต้อง รวมทั้งมีความสุขที่สามารถแก้ปัญหานั้นได้”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา เพื่อจะนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะชอบคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมือนเดิม และแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 7

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะชอบหาความรู้ใหม่ๆ เพื่อคิดวิธีแก้ปัญหาที่แปลกใหม่”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 7, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 8

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะชอบคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ โดยเอาความรู้มาใช้ ช่วยเวลาในการแก้ปัญหา”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 8, 2561 : สัมภาษณ์)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 9

ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่า “ผู้ที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จะชอบนำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาคิดหาคำตอบเล่นๆ เพื่อทบทวนความรู้ของตนเองเสมอ และจะมีความสุขที่สามารถแก้โจทย์ปัญหานั้นได้”

(ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 9, 2561 : สัมภาษณ์)

สรุปผลการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ตัวบ่งชี้

1. นักเรียนชอบค้นหาคำตอบด้วยตนเอง
2. การได้แก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนเกิดจากความชอบส่วนตัว
3. นักเรียนชอบทำโจทย์ปัญหามาคิดหาคำตอบเล่นๆ
4. นักเรียนมักแสวงหาความรู้ใหม่ๆเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น
5. นักเรียนมีความตื่นตัวที่จะเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

ด้านการมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง ประกอบด้วย 6 ตัวบ่งชี้

ผลการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้อง 6 ตัวบ่งชี้

1. เมื่อสิ่งที่คิดไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง นักเรียนก็พร้อมที่จะรับผิดชอบ
2. นักเรียนเข้าใจและยอมรับผลจากการตัดสินใจของตนเอง
3. นักเรียนมักพิจารณาความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ก่อนตัดสินใจ
4. นักเรียนรู้ว่าทำได้ อะไรที่ทำไม่ได้ควรหยุดและคิดหาวิธีการใหม่
5. นักเรียนเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับเครื่องมือที่มี
6. นักเรียนมักประเมินสถานการณ์ก่อนลงมือปฏิบัติเสมอ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA)

ในขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 847 คน โดยใช้แบบสอบถามตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ 77 ตัวบ่งชี้ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1.1 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อให้ทราบลักษณะการแจกแจงของข้อมูล โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ดังตาราง 5

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ 77 ตัวบ่งชี้

ตัวบ่งชี้	$\bar{x}$	S.D.
มีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์		
1. นักเรียนใช้กรณีตัวอย่างหลายๆกรณี ช่วยหาคำตอบในการแก้ปัญหา	3.58	.830
2. นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้การประมาณค่าของจำนวนจริง	3.50	.819
3. นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้สมการและกราฟ	3.25	.978
4. นักเรียนเคยใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติแก้ปัญหาในชีวิตจริง	3.17	1.107
5. นักเรียนเคยใช้รูปเรขาคณิต ช่วยอธิบาย และหาคำตอบของปัญหา	3.57	.965
6. นักเรียนใช้ความน่าจะเป็นช่วยตัดสินใจ แก้ปัญหา	3.71	.909
7. นักเรียนเลือกใช้ค่ากลางในการประมาณค่าข้อมูลทั้งหมดได้อย่างเหมาะสม	3.46	.923
8. นักเรียนคาดการณ์ได้ถูกต้อง เพราะมีความรู้เรื่องความน่าจะเป็น	3.48	.955
9. นักเรียนคิดว่าหากไม่มีความรู้เรื่องสถิติและความน่าจะเป็นอาจตัดสินใจผิดพลาด	3.60	.981
10. แคลคูลัสช่วยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ เช่น หาความเร็ว ความเร่ง	3.30	.942
11. ความรู้เรื่องลิมิตเป็นพื้นฐานเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น	3.30	.986
12. แคลคูลัสเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การเขียนคำสั่งในโปรแกรมการคำนวณต่างๆที่ต้องการความแม่นยำมากๆ	3.25	.979

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	$\bar{x}$	S.D.
13. นักเรียนคิด ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้เร็วขึ้นเพราะมีความรู้ในวิชาแคลคูลัส	3.18	.956
14. การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนนำเสนอ	3.43	.939
15. นักเรียนเคยนำความรู้คณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆมาเชื่อมโยงกันเพื่อแก้ปัญหา	3.52	.974
16. นักเรียนนำการเหตุผลทางคณิตศาสตร์ช่วยแก้ปัญหา สถานการณ์ได้ดี	3.47	.904
17. นักเรียนมักคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีที่สร้างสรรค์ แปลกใหม่	3.61	.928
การมีความมุ่งมั่น		
18. นักเรียนมักทำงานทุกอย่างด้วยตนเองจนกว่าจะสำเร็จ	3.65	.886
19. เมื่อนักเรียนสนใจสิ่งใด ก็จะพยายามมุ่งมั่นทำให้สำเร็จ	3.74	.901
20. นักเรียนคิดเสมอว่าจะต้องทำงานนั้นให้สำเร็จ หากไม่เสร็จไม่เลิก	3.65	.956
21. แม้จะไม่มีปัญหาในการทำงานแต่นักเรียนก็มักคิดหาวิธีการใหม่ที่ดีกว่าเดิมเสมอ	3.64	.918
22. นักเรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่ายที่ต้องเผชิญกับปัญหาที่เกิดจากการทำงานซ้ำแล้วซ้ำอีก	3.52	.996
23. เมื่อเกิดอุปสรรคขณะทำงานนักเรียนจะไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคเหล่านั้น	3.60	.904
การมีความยืดหยุ่นในการคิด		
24. การรับฟังเหตุผลข้อโต้แย้งจากคนอื่นช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดี	3.75	.896
25. เมื่อมีคนบอกข้อเสียของงานนักเรียนก็จะยอมรับและแก้ไข	3.77	.877
26. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา แล้วหาแนวทางแก้ไขได้อย่างหลากหลาย	3.56	.906
27. นักเรียนพยายามคิดหาหลายๆวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุด	3.62	.887

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	$\bar{x}$	S.D.
28. เมื่อไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เตรียมไว้ นักเรียนก็สามารถหาวิธีแก้ปัญหาแบบใหม่ได้สำเร็จ	3.59	.927
29. นักเรียนจะสามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว	3.45	.951
30. นักเรียนคาดเดาผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นโดยใช้หลักฐาน เหตุผล ทางคณิตศาสตร์สนับสนุน	3.40	.914
31. นักเรียนเชื่อว่าการคาดเดาเป็นสิ่งที่เหมาะสม หากมีเหตุผลเพียงพอ	3.52	.945
การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน		
32. นักเรียนสามารถอธิบายความคิดของตนเองได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน	3.53	.892
33. นักเรียนวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาได้	3.51	.895
34. ทุกสิ่งที่นักเรียนทำ จะมีคำอธิบายเสมอ	3.49	.890
35. นักเรียนเลือกวิชาที่ตนเองถนัดมากกว่าที่จะเลือกเรียนตามเพื่อน	3.68	1.011
36. นักเรียนจะจดจำแผนงานไว้ในความสมองแล้วคิดหาวิธีแก้ปัญหา	3.54	.923
37. นักเรียนใช้ความผิดพลาดในอดีตมาเป็นบทเรียนในการทำงาน	3.62	.990
38. วิธีแก้ปัญหาของนักเรียนมีลำดับขั้นตอนที่สามารถตรวจสอบได้	3.52	.909
39. นักเรียนใช้ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์บางทฤษฎีมาช่วยในการแก้ปัญหา	3.38	.936
40. หากไม่เข้าใจทฤษฎีทางคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนอาจคิดวิธีแก้ปัญหานี้ไม่ได้	3.35	.957
การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ		
41. นักเรียนใช้ข้อมูลที่สามารถสังเกตได้หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ช่วยในการตัดสินใจ	3.48	.929
42. นักเรียนพิสูจน์สิ่งที่พิสูจน์ได้ก่อนลงข้อสรุป	3.44	.898
43. นักเรียนใช้การพิสูจน์ทั้งแบบอุปนัยและนิรนัยช่วยแก้ปัญหา	3.38	.882
44. นักเรียนหาหลักฐานที่ถูกต้องมาสนับสนุนความคิดของตนเอง	3.49	.921
45. เมื่อทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ นักเรียนจะตรวจทานก่อนส่ง	3.50	.939

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	$\bar{x}$	S.D.
46. เมื่อพบข้อบกพร่องของงาน นักเรียนก็จะพยายามแก้ไขจนกว่าจะสมบูรณ์	3.57	.934
47. นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้เสมอ	3.51	.921
48. นักเรียนจะตรวจคำตอบของตนเองว่าตรงกับเพื่อนๆหรือไม่ก่อนส่งงาน	3.52	.974
การถามและตั้งข้อสงสัย		
49. เมื่อพบสิ่งที่ไม่เข้าใจหรือแปลกใหม่ นักเรียนจะซักถามจนเข้าใจ	3.66	.995
50. นักเรียนมักถามเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียนไม่เข้าใจกับเพื่อน	3.62	1.032
51. เมื่อเกิดข้อสงสัยขณะเรียน นักเรียนจะถามคุณครูทันที	3.48	1.000
52. นักเรียนซักถามครูจนเข้าใจภาระงานที่ได้รับมอบหมาย	3.58	.965
53. เมื่อพบปัญหาขณะทำงาน นักเรียนจะสอบถามจนเข้าใจและสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง	3.59	.947
มีความสนใจใฝ่รู้		
54. นักเรียนหาสาเหตุของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาได้	3.56	.910
55. นักเรียนตื่นเต้นกับการหาคำตอบของปัญหาใหม่	3.45	.930
56. นักเรียนคิดว่าทุกปัญหาต้องสามารถหาคำตอบ และแก้ปัญหาได้	3.51	.995
57. นักเรียนมั่นใจว่าตนเองจะสามารถแก้ปัญหาทุกอย่างได้อย่างแน่นอน	3.44	.932
58. นักเรียนมีความสุขทุกครั้งที่สามารถแก้ปัญหาได้	3.55	.990
59. นักเรียนชอบคิดสูตรลัด เทคนิค วิธีการหาคำตอบที่รวดเร็วและแม่นยำ	3.39	.986
60. นักเรียนใช้ความรู้ที่มีมาช่วยแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้	3.43	.974
61. นักเรียนสนุกกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	3.37	.958
62. นักเรียนมักแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา	3.49	.973
63. นักเรียนจะตั้งใจเรียนในสิ่งที่ยังไม่มีความรู้เสมอ	3.39	.973
64. นักเรียนมีความรู้สึกว่าต้องเรียนรู้ตลอดเวลาให้ทันต่อยุคสมัย	3.51	.970
65. นักเรียนเข้าร่วมแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้	3.37	.941

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	$\bar{x}$	S.D.
66. นักเรียนชอบหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เสมอๆ	3.36	.934
67. เมื่อพบสถานการณ์ใหม่ๆนักเรียนจะวิเคราะห์สถานการณ์นั้นๆก่อนเสมอ	3.45	.933
68. นักเรียนมักคิดวิเคราะห์ทุกเรื่องที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน	3.54	.935
69. นักเรียนบริหารจัดการทุกเรื่องในชีวิตได้ดีเพราะการคิดวิเคราะห์	3.49	.920
การรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง		
70. เมื่อสิ่งที่คิดไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง นักเรียนก็พร้อมที่จะรับผิดชอบ	3.55	1.000
71. นักเรียนเข้าใจและยอมรับผลจากการตัดสินใจของตนเอง	3.65	.981
72. เมื่อนำเสนองานกลุ่มผิดพลาด นักเรียนจะขอโทษสมาชิกในกลุ่มและยอมรับผิด	3.63	.973
73. นักเรียนยอมให้ครูทำโทษเมื่อทำผิด	3.68	.989
74. นักเรียนมักพิจารณาความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ก่อนตัดสินใจ	3.58	.940
75. นักเรียนรู้ว่าทำได้ อะไรที่ทำไม่ได้ควรหยุดและคิดหาวิธีการใหม่	3.63	.976
76. นักเรียนเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับเครื่องมือที่มี	3.56	.958
77. นักเรียนมักประเมินสถานการณ์ก่อนลงมือปฏิบัติเสมอ	3.60	.991

จากตาราง 5 พบว่า ตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามครั้งนี้ จำนวน 77 ข้อ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.17 ถึง 3.77 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าตั้งแต่ 0.81 ถึง 1.10 โดยตัวบ่งชี้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ เมื่อมีคนบอกข้อเสียของงานของนักเรียน นักเรียนก็จะยอมรับและแก้ไข เท่ากับ 3.77 และตัวบ่งชี้ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ นักเรียนเคยใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติแก้ปัญหาในชีวิตจริง เท่ากับ 3.17 ตัวบ่งชี้ที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุดคือ นักเรียนเคยใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติแก้ปัญหาในชีวิตจริง เท่ากับ 1.10 และตัวบ่งชี้ที่มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดคือ นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้การประมาณค่าของจำนวนจริง เท่ากับ 0.81

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) ใช้ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถาม จำนวน 77 ข้อ ผู้วิจัยได้นำตัวบ่งชี้ดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบสอบถามตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นำ

แบบสอบถามที่ได้ไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวน 847 คน การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยวิธีการสกัดแบบตัวประกอบสำคัญ (Principal Component Analysis : PC) และหมุนแกนแบบออโทโกนอล (Orthogonal Rotation) โดยวิธีแวริแมกซ์ (Varimax) เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) เพื่อให้ทราบลักษณะความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่าง และลักษณะการแจกแจงของตัวบ่งชี้ ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในข้อความมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 2658 ค่า และที่ระดับ .05 จำนวน 112 ค่า ดังตาราง 32 (ภาคผนวก ง) พิจารณาค่า Bartletts Test of Sphericity ซึ่งเป็นการทดสอบค่าไค – สแควร์ของเมทริกซ์สหสัมพันธ์จากผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ Bartlet's Test of Sphericity มีค่าเท่ากับ 24480.049 ($p < .01$) แสดงว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้แตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ ค่าดัชนีไกเซอร์-เมเยอร์-อัลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) เป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของกลุ่มตัวอย่างควรมีค่ามากกว่า 0.5 และจากผลการวิเคราะห์มีค่าเท่ากับ .935 แสดงว่าข้อมูลชุดนี้มีความเหมาะสมมากที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันต่อไป

1.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis : EFA) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยวิธีการสกัดแบบตัวประกอบสำคัญ (Principal Component Analysis : PC) และหมุนแกนแบบออโธกอนอล (Orthogonal) โดยวิธีแวริแมกซ์ (Varimax) เพื่อเป็นการสังเคราะห์ตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

1.3.1 การวิเคราะห์ประมาณค่า Communality ซึ่งเป็นความแปรปรวนที่มีความสัมพันธ์แต่ละด้านร่วมกันในองค์ประกอบ (Factor) ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์ขั้นแรก คือ การสกัดองค์ประกอบ (Extraction) ดังตาราง 6

ตาราง 6 ค่า Communality (h^2) ของตัวบ่งชี้

ข้อ	Communality	ข้อ	Communality	ข้อ	Communality
Y1	.496	Y27	.621	Y53	.569
Y2	.452	Y28	.663	Y54	.541
Y3	.509	Y29	.688	Y55	.692
Y4	.595	Y30	.545	Y56	.595
Y5	.538	Y31	.546	Y57	.652
Y6	.635	Y32	.577	Y58	.501
Y7	.471	Y33	.624	Y59	.584
Y8	.622	Y34	.541	Y60	.543
Y9	.424	Y35	.589	Y61	.539
Y10	.536	Y36	.598	Y62	.530
Y11	.632	Y37	.610	Y63	.575
Y12	.565	Y38	.685	Y64	.541
Y13	.574	Y39	.633	Y65	.498
Y14	.605	Y40	.514	Y66	.602
Y15	.616	Y41	.576	Y67	.491
Y16	.622	Y42	.642	Y68	.562
Y17	.520	Y43	.632	Y69	.569
Y18	.621	Y44	.669	Y70	.574
Y19	.635	Y45	.585	Y71	.597
Y20	.534	Y46	.595	Y72	.583
Y21	.545	Y47	.566	Y73	.573
Y22	.675	Y48	.412	Y74	.648
Y23	.623	Y49	.546	Y75	.657
Y24	.555	Y50	.488	Y76	.704
Y25	.617	Y51	.566	Y77	.593
Y26	.627	Y52	.550		

จากตาราง 6 พบว่า ค่า Communality (h^2) มีค่าตั้งแต่ .412 ถึง .704 เห็นว่า ส่วนใหญ่ค่า Communality (h^2) มีค่าสูง จึงถือได้ว่าตัวบ่งชี้แต่ละตัวสามารถวัดองค์ประกอบร่วมกันได้

1.3.2 ค่าไอเกน (Eigen Values) เป็นผลรวมกำลังสองของสัมประสิทธิ์ระหว่างตัวแปรที่สังเกตได้ บอกถึงสัดส่วนของข้อความที่สกัดได้ในองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ ดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลรวมกำลังสองของสัมประสิทธิ์ระหว่างตัวแปรที่สังเกตได้

องค์ประกอบ	Eigen Values	% ความแปรปรวน	% ความแปรปรวนสะสม	องค์ประกอบ	Eigen Values	% ความแปรปรวน	% ความแปรปรวนสะสม
Y1	16.958	22.024	22.024	Y40	.599	.779	80.074
Y2	4.747	6.165	28.189	Y41	.586	.761	80.835
Y3	2.507	3.256	31.445	Y42	.578	.751	81.585
Y4	2.090	2.715	34.160	Y43	.565	.734	82.319
Y5	1.820	2.363	36.523	Y44	.559	.725	83.045
Y6	1.733	2.251	38.774	Y45	.545	.708	83.753
Y7	1.449	1.882	40.656	Y46	.528	.686	84.439
Y8	1.416	1.838	42.494	Y47	.518	.672	85.111
Y9	1.359	1.764	44.258	Y48	.505	.656	85.767
Y10	1.322	1.717	45.975	Y49	.502	.651	86.418
Y11	1.301	1.689	47.664	Y50	.487	.632	87.051
Y12	1.252	1.626	49.291	Y51	.481	.625	87.675
Y13	1.202	1.561	50.852	Y52	.474	.615	88.291
Y14	1.155	1.500	52.352	Y53	.466	.605	88.896
Y15	1.141	1.482	53.833	Y54	.461	.598	89.494
Y16	1.089	1.414	55.247	Y55	.448	.582	90.076
Y17	1.053	1.368	56.615	Y56	.447	.580	90.656
Y18	1.029	1.336	57.951	Y57	.429	.557	91.213

ตาราง 7 (ต่อ)

องค์ประกอบ	Eigen Values	% ความแปรปรวน	ความแปรปรวนสะสม	องค์ประกอบ	Eigen Values	% ความแปรปรวน	% ความแปรปรวนสะสม
Y19	.999	1.297	59.248	Y58	.415	.539	91.752
Y20	.960	1.247	60.495	Y59	.411	.534	92.286
Y21	.927	1.204	61.699	Y60	.401	.521	92.807
Y22	.900	1.169	62.868	Y61	.398	.517	93.324
Y23	.882	1.146	64.014	Y62	.387	.503	93.827
Y24	.857	1.113	65.127	Y63	.375	.487	94.313
Y25	.855	1.110	66.237	Y64	.373	.484	94.798
Y26	.838	1.088	67..325	Y65	.359	.466	95.264
Y27	.810	1.052	68.377	Y66	.351	.456	95.720
Y28	.805	1.045	69.422	Y67	.342	.444	96.164
Y29	.787	1.023	70.445	Y68	.333	.432	96.597
Y30	.744	.966	71.411	Y69	.327	.425	97.022
Y31	.728	.946	72.357	Y70	.325	.422	97.443
Y32	.721	.936	73.293	Y71	.311	.403	97.847
Y33	.698	.907	74.200	Y72	.305	.396	98.243
Y34	.696	.904	75.103	Y73	.289	.376	98.619
Y35	.680	.883	75.986	Y74	.285	.371	98.990
Y36	.656	.852	76.838	Y75	.275	.357	99.347
Y37	.645	.837	77.675	Y76	.265	.344	99.691
Y38	.634	.823	78.498	Y77	.238	.309	100.000
Y39	.614	.797	79.295				

จากตาราง 7 ค่าไอเกน (Eigen Values) ซึ่งเป็นผลรวมกำลังสองของสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบในแต่ละองค์ประกอบในแต่ละองค์ประกอบที่มีค่ามากกว่า 1 มี 18 องค์ประกอบ จากการหมุนแกนองค์ประกอบ (Rotation) ว่าตัวแปรแต่ละตัวอยู่ในองค์ประกอบใด ผู้วิจัยเลือกตัวแปรที่มีน้ำหนักมากกว่า .30 แล้วพิจารณาองค์ประกอบ แต่เนื่องจากองค์ประกอบบางองค์ประกอบมีข้อคำถามไม่ถึง 3 ข้อ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ไม่ชัดเจน ปรากฏว่าได้องค์ประกอบใหม่ 9 องค์ประกอบ สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 52.075 ของความแปรปรวนของจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 8

ตาราง 8 การหมุนแกนองค์ประกอบ (Rotation)

ข้อ	องค์ประกอบ								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y64	.634								
Y65	.591								
Y66	.589								
Y69	.553								
Y67	.543								
Y63	.525								
Y68	.524								
Y61	.511								
Y62	.458								
Y58	.310								
Y74		.733							
Y76		.708							
Y75		.704							
Y77		.674							
Y73		.575							

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อ	องค์ประกอบ								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y72		.573							
Y12			.708						
Y11			.685						
Y10			.656						
Y5			.622						
Y7			.606						
Y8			.605						
Y4			.560						
Y13			.547						
Y2			.539						
Y3			.499						
Y1			.386						
Y29				.733					
Y28				.662					
Y27				.592					
Y30				.519					
Y32					.712				
Y33					.657				
Y34					.657				
Y35					.627				
Y36					.601				

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อ	องค์ประกอบ								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y37					.571				
Y15						.730			
Y39						.663			
Y14						.660			
Y16						.651			
Y38						.647			
Y40						.517			
Y41						.509			
Y51							.590		
Y53							.556		
Y59							.533		
Y54							.521		
Y52							.450		
Y50							.357		
Y48							.343		
Y44								.634	
Y43								.627	
Y46								.603	
Y47								.601	
Y45								.544	
Y42								.494	
Y18									.702
Y19									.695
Y20									.562

จากตาราง 8 พบว่า การพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบในครั้งนี้เป็นผลการหมุนแกนองค์ประกอบ (Rotation) ว่าตัวประกอบแต่ละตัวอยู่ในองค์ประกอบใดมากกว่า .30 แล้วพิจารณาเป็นองค์ประกอบ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปรากฏว่าได้ 9 องค์ประกอบ พร้อมตั้งชื่อองค์ประกอบและนำเสนอในตาราง 9 ถึง 17

1.3.3 ผลการหมุนแกน ดังตาราง 9

ตาราง 9 องค์ประกอบที่ 1 มีความสนใจใฝ่รู้

ข้อ	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ
58	นักเรียนมีความสุขทุกครั้งที่สามารถแก้ปัญหาได้	.310
61	นักเรียนสนุกกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	.511
62	นักเรียนมักแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา	.458
63	นักเรียนจะตั้งใจเรียนในสิ่งที่ยังไม่มีความรู้เสมอ	.525
64	นักเรียนมีความรู้สึกว่าต้องเรียนรู้ตลอดเวลาให้ทันต่อยุคสมัย	.634
65	นักเรียนเข้าร่วมแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้	.591
66	นักเรียนชอบหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เสมอๆ	.589
67	เมื่อพบสถานการณ์ใหม่ๆนักเรียนจะวิเคราะห์สถานการณ์นั้นๆก่อนเสมอ	.543
68	นักเรียนมักคิดวิเคราะห์ทุกเรื่องที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน	.524
69	นักเรียนบริหารจัดการทุกเรื่องในชีวิตได้ดีเพราะการคิดวิเคราะห์	.553
ผลรวมความแปรปรวน		16.958
ร้อยละของความแปรปรวน		22.024
ร้อยละของความแปรปรวนสะสม		22.024

จากตาราง 9 องค์ประกอบที่ 1 ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ 10 ตัว มีน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .310 ถึง .634 มีค่าผลรวมความแปรปรวน 16.958 คิดเป็นร้อยละ 22.024 ของความแปรปรวนทั้งหมด มีค่าความแปรปรวนสะสมร้อยละ 22.024 เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า มีความสนใจใฝ่รู้

ตาราง 10 องค์ประกอบที่ 2 การรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง

ข้อ	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ
72	เมื่อนำเสนองานกลุ่มผิดพลาด นักเรียนจะขอโทษสมาชิกในกลุ่มและยอมรับผิด	.573
73	นักเรียนยอมให้ครูทำโทษเมื่อทำผิด	.575
74	นักเรียนมักพิจารณาความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ก่อนตัดสินใจ	.733
75	นักเรียนรู้ว่าทำได้ อะไรที่ทำไม่ได้ควรหยุดและคิดหาวิธีการใหม่	.704
76	นักเรียนเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับเครื่องมือที่มี	.708
77	นักเรียนมักประเมินสถานการณ์ก่อนลงมือปฏิบัติเสมอ	.674
ผลรวมความแปรปรวน		4.747
ร้อยละของความแปรปรวน		6.165
ร้อยละของความแปรปรวนสะสม		28.189

จากตาราง 10 องค์ประกอบที่ 2 ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ 6 ตัว มีน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .573 ถึง .733 มีค่าผลรวมความแปรปรวน 4.747 คิดเป็นร้อยละ 6.165 ของความแปรปรวนทั้งหมด มีค่าความแปรปรวนสะสมร้อยละ 28.189 เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า การรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตาราง 11 องค์ประกอบที่ 3 มีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์

ข้อ	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ
1	นักเรียนใช้กรณีตัวอย่างหลายๆกรณี ช่วยหาคำตอบในการแก้ปัญหา	.386
2	นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้การประมาณค่าของจำนวนจริง	.539
3	นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้สมการและกราฟ	.499
4	นักเรียนเคยใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติแก้ปัญหาในชีวิตจริง	.560
5	นักเรียนเคยใช้รูปเรขาคณิต ช่วยอธิบาย และหาคำตอบของปัญหา	.622
7	นักเรียนเลือกใช้ค่ากลางในการประมาณค่าข้อมูลทั้งหมดได้อย่างเหมาะสม	.606
8	นักเรียนคาดการณ์ได้ถูกต้อง เพราะมีความรู้เรื่องความน่าจะเป็น	.605
10	แคลคูลัสช่วยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ เช่น หาความเร็ว ความเร่ง	.656
11	ความรู้เรื่องลิมิตเป็นพื้นฐานเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น	.685
12	แคลคูลัสเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การเขียนคำสั่งในโปรแกรม การคำนวณต่างๆที่ต้องการความแม่นยำมากๆ	.708
13	นักเรียนคิด ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้เร็วขึ้นเพราะมีความรู้ในวิชาแคลคูลัส	.547
ผลรวมความแปรปรวน		4.327
ร้อยละของความแปรปรวน		5.619
ร้อยละของความแปรปรวนสะสม		33.808

จากตาราง 11 องค์ประกอบที่ 3 ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ 11 ตัว มีน้ำหนักองค์ประกอบ อยู่ระหว่าง .386 ถึง .708 มีค่าผลรวมความแปรปรวน 4.327 คิดเป็นร้อยละ 5.619 ของความแปรปรวนทั้งหมด มีค่าความแปรปรวนสะสมร้อยละ 33.808 เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า มีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์

ตาราง 12 องค์ประกอบที่ 4 การมีความยืดหยุ่นในการคิด

ข้อ	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ
27	นักเรียนพยายามคิดหาหลายๆวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุด	.592
28	เมื่อไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เตรียมไว้ นักเรียนก็สามารถหาวิธีแก้ปัญหาแบบใหม่ได้สำเร็จ	.662
29	นักเรียนจะสามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว	.733
30	นักเรียนคาดเดาผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นโดยใช้หลักฐาน เหตุผล ทางคณิตศาสตร์สนับสนุน	.519
ผลรวมความแปรปรวน		2.090
ร้อยละของความแปรปรวน		2.715
ร้อยละของความแปรปรวนสะสม		36.523

จากตาราง 12 องค์ประกอบที่ 4 ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ 4 ตัว มีน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .519 ถึง .733 มีค่าผลรวมความแปรปรวน 2.090 คิดเป็นร้อยละ 2.715 ของความแปรปรวนทั้งหมด มีค่าความแปรปรวนสะสมร้อยละ 36.523 เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า การมีความยืดหยุ่นในการคิด

ตาราง 13 องค์ประกอบที่ 5 การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง

ข้อ	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ
32	นักเรียนวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาได้	.712
33	นักเรียนใช้ความผิดพลาดในอดีตมาเป็นบทเรียนในการทำงาน	.657
34	นักเรียนจะจดจำแผนงานไว้ในความสมองแล้วคิดหาวิธีแก้ปัญหา	.657
35	นักเรียนสามารถอธิบายความคิดของตนเองได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน	.627
36	ทุกสิ่งที่นักเรียนทำ จะมีคำอธิบายเสมอ	.601
37	นักเรียนเลือกวิชาที่ตนเองถนัดมากกว่าที่จะเลือกเรียนตามเพื่อน	.571
ผลรวมความแปรปรวน		3.092
ร้อยละของความแปรปรวน		4.015
ร้อยละของความแปรปรวนสะสม		40.538

จากตาราง 13 องค์ประกอบที่ 5 ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ 6 ตัว มีน้ำหนักองค์ประกอบ อยู่ระหว่าง .571 ถึง .712 มีค่าผลรวมความแปรปรวน 3.092 คิดเป็นร้อยละ 4.015 ของความแปรปรวนทั้งหมด มีค่าความแปรปรวนสะสมร้อยละ 40.538 เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 14 องค์ประกอบที่ 6 มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ
14	การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนนำเสนอ	.660
15	นักเรียนเคยนำความรู้คณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆมาเชื่อมโยงกันเพื่อปัญหา	.730
16	นักเรียนนำการเหตุผลทางคณิตศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาสถานการณ์ได้ดี	.651
38	วิธีแก้ปัญหาของนักเรียนมีลำดับขั้นตอนที่สามารถตรวจสอบได้	.647
39	นักเรียนใช้ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์บางทฤษฎีมาช่วยในการแก้ปัญหา	.663
40	หากไม่เข้าใจทฤษฎีทางคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนอาจคิดวิธีแก้ปัญหานี้ไม่ได้	.517
41	นักเรียนใช้ข้อมูลที่สามารถสังเกตได้หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ช่วยในการตัดสินใจ	.509
ผลรวมความแปรปรวน		2.865
ร้อยละของความแปรปรวน		3.720
ร้อยละของความแปรปรวนสะสม		44.258

จากตาราง 14 องค์ประกอบที่ 6 ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ 7 ตัว มีน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ระหว่าง .509 ถึง .730 มีค่าผลรวมความแปรปรวน 2.865 คิดเป็นร้อยละ 3.720 ของความแปรปรวนทั้งหมด มีค่าความแปรปรวนสะสมร้อยละ 44.258 เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตาราง 15 องค์ประกอบที่ 7 การถามและตั้งข้อสงสัย

ข้อ	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ
48	นักเรียนจะตรวจคำตอบของตนเองว่าตรงกับเพื่อนๆหรือไม่ก่อนส่งงาน	.343
50	นักเรียนมักถามเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียนไม่เข้าใจกับเพื่อน	.357
51	เมื่อเกิดข้อสงสัยขณะเรียน นักเรียนจะถามคุณครูทันที	.590
52	นักเรียนซักถามครูจนเข้าใจภาระงานที่ได้รับมอบหมาย	.450
53	เมื่อพบปัญหาขณะทำงาน นักเรียนจะสอบถามจนเข้าใจและสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง	.556
54	นักเรียนหาสาเหตุของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาได้	.521
59	นักเรียนชอบคิดสูตรลัด เทคนิค วิธีการหาคำตอบที่รวดเร็วและแม่นยำ	.533
ผลรวมความแปรปรวน		2.463
ร้อยละของความแปรปรวน		3.199
ร้อยละของความแปรปรวนสะสม		47.999

จากตาราง 15 องค์ประกอบที่ 7 ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ 7 ตัว มีน้ำหนักองค์ประกอบ อยู่ระหว่าง .343 ถึง .590 มีค่าผลรวมความแปรปรวน 2.463 คิดเป็นร้อยละ 3.199 ของความแปรปรวนทั้งหมด มีค่าความแปรปรวนสะสมร้อยละ 47.999 เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า การถามและตั้งข้อสงสัย

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 16 องค์ประกอบที่ 8 การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ

ข้อ	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ
42	นักเรียนพิสูจน์สิ่งที่พิสูจน์ได้ก่อนลงข้อสรุป	.494
43	นักเรียนใช้การพิสูจน์ทั้งแบบอุปนัยและนิรนัยช่วยแก้ปัญหา	.627
44	นักเรียนหาหลักฐานที่ถูกต้องมาสนับสนุนความคิดของตนเอง	.634
45	เมื่อทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ นักเรียนจะตรวจทานก่อนส่ง	.544
46	เมื่อพบข้อบกพร่องของงาน นักเรียนก็จะพยายามแก้ไขจนกว่าจะสมบูรณ์	.603
47	นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้เสมอ	.601
ผลรวมความแปรปรวน		2.354
ร้อยละของความแปรปรวน		3.057
ร้อยละของความแปรปรวนสะสม		50.514

จากตาราง 16 องค์ประกอบที่ 8 ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ 6 ตัว มีน้ำหนักองค์ประกอบ อยู่ระหว่าง .494 ถึง .634 มีค่าผลรวมความแปรปรวน 2.345 คิดเป็นร้อยละ 3.057 ของความแปรปรวนทั้งหมด มีค่าความแปรปรวนสะสมร้อยละ 50.514 เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ

ตาราง 17 องค์ประกอบที่ 9 การมีความมุ่งมั่น

ข้อ	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ
18	นักเรียนมักทำงานทุกอย่างด้วยตนเองจนกว่าจะสำเร็จ	.702
19	เมื่อนักเรียนสนใจสิ่งใด ก็จะพยายามมุ่งมั่นทำให้สำเร็จ	.695
20	นักเรียนคิดเสมอว่าจะต้องทำงานนั้นให้สำเร็จ หากไม่เสร็จไม่เลิก	.562
ผลรวมความแปรปรวน		1.202
ร้อยละของความแปรปรวน		1.561
ร้อยละของความแปรปรวนสะสม		52.075

จากตาราง 17 องค์ประกอบที่ 9 ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ 3 ตัว มีน้ำหนักองค์ประกอบ อยู่ระหว่าง .562 ถึง .702 มีค่าผลรวมความแปรปรวน 1.202 คิดเป็นร้อยละ 1.561 ของความแปรปรวนทั้งหมด มีค่าความแปรปรวนสะสมร้อยละ 52.075 เรียกชื่อองค์ประกอบนี้ว่า การมีความมุ่งมั่น

1.3.4 ผลการพิจารณาจัดและกำหนดชื่อองค์ประกอบใหม่ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจของการพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ได้องค์ประกอบทั้งสิ้น 18 องค์ประกอบ แต่เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์พิจารณาองค์ประกอบที่มีค่าไอเกน (Eigen values) มากกว่า 1 ค่าน้ำหนัก องค์ประกอบ (Factor Loading) ตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไป และมีตัวบ่งชี้สังกัดอย่างน้อย 3 ตัวขึ้นไป ทำให้สามารถจัดองค์ประกอบได้ทั้งสิ้น 9 องค์ประกอบ และได้ทำการกำหนดชื่อขององค์ประกอบแต่ละด้านโดยพิจารณาจากลักษณะที่ตัวบ่งชี้เหล่านั้นมุ่งชี้ร่วมกัน เรียงลำดับตามค่าผลรวมของน้ำหนักองค์ประกอบจากมากไปหาน้อย ดังตาราง 18

ตาราง 18 สรุปผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจของการพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

องค์ประกอบที่	ชื่อองค์ประกอบ	จำนวนข้อ
1	การตอบสนองต่อความสงสัยเคลือบแคลงใจ	10
2	การรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง	6
3	มีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์	11
4	การมีความยืดหยุ่นในการคิด	4
5	การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง	6
6	มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	7
7	การถามและตั้งข้อสงสัย	7
8	การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ	6
9	การมีความมุ่งมั่น	3
	รวม	60

จากตาราง 18 พบว่า ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ 60 ตัวบ่งชี้ สามารถสร้างเป็นโมเดลโครงสร้างตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA)

ในขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) เป็นการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องซองโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผู้วิจัย ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมช้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,241 คน โดยใช้แบบสอบถามตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ปรับปรุงแก้ไขจากผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ 60 ตัวบ่งชี้ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวบ่งชี้ ดังตาราง 19

ตาราง 19 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความโด่ง และค่าความเบ้ของตัวบ่งชี้

ตัวบ่งชี้	$\bar{x}$	S.D.	Kurtosis	Skewness
1. นักเรียนมีความรู้สึกว่าต้องเรียนรู้ตลอดเวลาให้ทันต่อยุคสมัย	3.53	.935	-.401	-.123
2. นักเรียนเข้าร่วมแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้	3.41	.927	-.307	-.099
3. นักเรียนชอบหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เสมอๆ	3.39	.919	-.433	-.060
4. นักเรียนบริหารจัดการทุกเรื่องในชีวิตได้ดีเพราะการคิดวิเคราะห์	3.52	.898	-.429	-.044
5. เมื่อพบสถานการณ์ใหม่ๆนักเรียนจะวิเคราะห์สถานการณ์นั้นๆก่อนเสมอ	3.47	.924	-.322	-.083
6. นักเรียนจะตั้งใจเรียนในสิ่งที่ยังไม่มีความรู้เสมอ	3.43	.943	-.356	-.089
7. นักเรียนมักคิดวิเคราะห์ทุกเรื่องที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน	3.57	.915	-.285	-.236
8. นักเรียนสนุกกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	3.37	.956	-.217	-.106
9. นักเรียนมักแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา	3.48	.963	-.487	-.066
10. นักเรียนมีความสุขทุกครั้งที่สามารถแก้ปัญหาได้	3.59	.969	-.586	-.112

ตาราง 19 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	$\bar{x}$	S.D.	Kurtosis	Skewness
องค์ประกอบที่ 2 การรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง				
11. นักเรียนมักพิจารณาความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ก่อนตัดสินใจ	3.59	.913	-.305	-.208
12. นักเรียนเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับเครื่องมือที่มี	3.58	.922	-.300	-.206
13. นักเรียนรู้ว่าทำได้ อะไรที่ทำไม่ได้ควรหยุดและคิดหาวิธีการใหม่	3.65	.946	-.373	-.278
14. นักเรียนมักประเมินสถานการณ์ก่อนลงมือปฏิบัติเสมอ	3.62	.961	-.458	-.224
15. นักเรียนยอมให้ครูทำโทษเมื่อทำผิด	3.68	.976	-.161	-.443
16. เมื่อนำเสนองานกลุ่มผิดพลาด นักเรียนจะขอโทษสมาชิกในกลุ่มและยอมรับผิด	3.64	.961	-.405	-.270
องค์ประกอบที่ 3 มีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์				
17. นักเรียนเคยใช้รูปเรขาคณิต ช่วยอธิบาย และหาคำตอบของปัญหา	3.22	.972	-.115	-.066
18. นักเรียนเลือกใช้ค่ากลางในการประมาณค่าข้อมูลทั้งหมดได้อย่างเหมาะสม	3.24	.972	-.367	-.054
19. นักเรียนคาดการณ์ได้ถูกต้อง เพราะมีความรู้เรื่องความน่าจะเป็น	3.25	.934	-.103	-.001
20. นักเรียนเคยใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติแก้ปัญหาในชีวิตจริง	3.51	.959	-.128	-.335
21. นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้การประมาณค่าของจำนวนจริง	3.42	.904	-.372	.059
22. นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้สมการและกราฟ	3.48	.922	-.335	-.121
23. นักเรียนใช้กรณีตัวอย่างหลายๆกรณี ช่วยหาคำตอบในการแก้ปัญหา	3.09	1.079	-.603	.041

ตาราง 19 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	$\bar{x}$	S.D.	Kurtosis	Skewness
24. แคลคูลัสเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การเขียนคำสั่งในโปรแกรม การคำนวณต่างๆที่ต้องการความแม่นยำมากๆ	3.15	.950	-.085	.077
25. ความรู้เรื่องลิมิตเป็นพื้นฐานเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น	3.48	.806	-.204	.015
26. แคลคูลัสช่วยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ เช่น หาความเร็ว ความเร่ง	3.19	.974	-.405	-.028
27. นักเรียนคิด ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้เร็วขึ้นเพราะมีความรู้ในวิชาแคลคูลัส	3.56	.820	-.231	-.007
องค์ประกอบที่ 4 การมีความยืดหยุ่นในการคิด				
28. นักเรียนจะสามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว	3.48	.941	-.407	-.100
29. เมื่อไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เตรียมไว้ นักเรียนก็สามารถหาวิธีแก้ปัญหาแบบใหม่ได้สำเร็จ	3.58	.919	-.427	-.120
30. นักเรียนพยายามคิดหาหลายๆวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุด	3.61	.881	-.194	-.210
31. นักเรียนคาดเดาผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นโดยใช้หลักฐาน เหตุผล ทางคณิตศาสตร์สนับสนุน	3.41	.894	-.161	.016
องค์ประกอบที่ 5 การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง				
32. นักเรียนวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาได้	3.50	.877	-.435	-.016
33. นักเรียนสามารถอธิบายความคิดของตนเองได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน	3.65	.979	-.237	-.376
34. ทุกสิ่งที่นักเรียนทำ จะมีคำอธิบายเสมอ	3.56	.895	-.219	-.107
35. นักเรียนใช้ความผิดพลาดในอดีตมาเป็นบทเรียนในการทำงาน	3.54	.871	-.128	-.088

ตาราง 19 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	$\bar{x}$	S.D.	Kurtosis	Skewness
36. นักเรียนจะจดจำแผนงานไว้ในความสมองแล้วคิดหาวิธีแก้ปัญหา	3.51	.864	-.414	-.001
37. นักเรียนเลือกวิชาที่ตนเองถนัดมากกว่าที่จะเลือกเรียนตามเพื่อน	3.72	.985	-.219	-.464
องค์ประกอบที่ 6 มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์				
38. นักเรียนใช้ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์บางทฤษฎีมาช่วยในการแก้ปัญหา	3.49	.920	-.453	-.038
39. วิธีแก้ปัญหาของนักเรียนมีลำดับขั้นตอนที่สามารถตรวจสอบได้	3.37	.936	-.377	.055
40. หากไม่เข้าใจทฤษฎีทางคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนอาจคิดวิธีแก้ปัญหานี้ไม่ได้	3.39	.936	-.514	.168
41. นักเรียนใช้ข้อมูลที่สามารถสังเกตได้หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ช่วยในการตัดสินใจ	3.53	.886	-.356	.052
42. นักเรียนเคยนำความรู้คณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆมาเชื่อมโยงกันเพื่อปัญหา	3.41	.889	-.231	-.003
43. การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนนำเสนอ	3.39	.937	-.374	-.060
44. นักเรียนนำการเหตุผลทางคณิตศาสตร์ช่วยแก้ปัญหา สถานการณ์ได้ดี	3.46	.989	-.532	-.118
องค์ประกอบที่ 7 การถามและตั้งข้อสงสัย				
45. เมื่อเกิดข้อสงสัยขณะเรียน นักเรียนจะถามคุณครูทันที	3.50	.992	-.577	-.140
46. เมื่อพบปัญหาขณะทำงาน นักเรียนจะสอบถามจนเข้าใจและสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง	3.61	.932	-.449	-.155
47. นักเรียนชอบคิดสูตรลัด เทคนิค วิธีการหาคำตอบที่รวดเร็วและแม่นยำ	3.37	.972	-.553	.051

ตาราง 19 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	$\bar{x}$	S.D.	Kurtosis	Skewness
48. นักเรียนจะตรวจคำตอบของตนเองว่าตรงกับเพื่อนๆหรือไม่ก่อนส่งงาน	3.57	.890	-.291	-.095
49. นักเรียนหาสาเหตุของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาได้	3.60	.944	-.556	-.150
50. นักเรียนซักถามครูจนเข้าใจภาระงานที่ได้รับมอบหมาย	3.63	1.020	-.661	-.268
51. นักเรียนมักถามเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียนไม่เข้าใจกับเพื่อน	3.54	.968	-.440	-.172
องค์ประกอบที่ 8 การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ				
52. เมื่อพบข้อบกพร่องของงาน นักเรียนก็จะพยายามแก้ไขจนกว่าจะสมบูรณ์	3.51	.902	-.178	-.116
53. นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้เสมอ	3.37	.880	.004	-.060
54. เมื่อทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ นักเรียนจะตรวจทานก่อนส่ง	3.60	.915	-.392	-.225
55. นักเรียนหาหลักฐานที่ถูกต้องมาสนับสนุนความคิดของตนเอง	3.53	.908	-.507	-.032
56. นักเรียนใช้การพิสูจน์ทั้งแบบอุปนัยและนิรนัยช่วยแก้ปัญหา	3.53	.919	-.226	-.216
57. นักเรียนพิสูจน์สิ่งที่พิสูจน์ได้ก่อนลงข้อสรุป	3.47	.888	-.167	-.192
องค์ประกอบที่ 9 การมีความมุ่งมั่น				
58. นักเรียนมักทำงานทุกอย่างด้วยตนเองจนกว่าจะสำเร็จ	3.63	.894	-.290	-.213
59. เมื่อนักเรียนสนใจสิ่งใด ก็จะพยายามมุ่งมั่นทำให้สำเร็จ	3.73	.890	-.254	-.384
60. นักเรียนคิดเสมอว่าจะต้องทำงานนั้นให้สำเร็จหากไม่เสร็จไม่เลิก	3.63	.931	-.428	-.196

จากตาราง 19 พบว่า ตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามครั้งนี้ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.19 ถึง 3.72 คือมีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.07 โดยตัวบ่งชี้ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ นักเรียนใช้ความผิดพลาดในอดีตมาเป็นบทเรียนในการทำงาน เท่ากับ 3.72 และตัวบ่งชี้ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ นักเรียนชอบหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เสมอๆ เท่ากับ 3.19 ตัวบ่งชี้ที่มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด คือ นักเรียนใช้กรณีตัวอย่างหลายๆกรณี ช่วยหาคำตอบในการแก้ปัญหา เท่ากับ 1.07 และตัวบ่งชี้ที่มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด คือ ความรู้เรื่องลิมิตเป็นพื้นฐานเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น เท่ากับ 0.80 ตัวบ่งชี้ส่วนใหญ่มีความเหมาะสมมากกับการเป็นตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ในด้านลักษณะการแจกแจงของตัวบ่งชี้ พบว่า ตัวบ่งชี้มีค่าความเบ้ (Skewness) เป็นลบแสดงว่ามีการแจกแจงในลักษณะเบ้ซ้าย แต่ส่วนใหญ่มีค่าเข้าใกล้ศูนย์แลเมื่อพิจารณาค่าความโด่ง (Kurtosis) ของตัวบ่งชี้ พบว่า มีค่าความโด่งเป็นลบ แสดงว่าข้อมูลของตัวบ่งชี้แต่ละตัวมีทั้งตัวบ่งชี้ที่มีการกระจายของข้อมูลมากและมีการกระจายของข้อมูลน้อย กล่าวคือ ตัวบ่งชี้ที่มีค่าความโด่งเป็นลบแสดงว่าข้อมูลมีการกระจายมาก

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับแรก

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำผลการวิเคราะห์ทั้ง 9 องค์ประกอบ ได้แก่ มีความสนใจใฝ่รู้ มีรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง มีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ การมีความยืดหยุ่นในการคิด มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การถามและตั้งข้อสงสัย การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ และการมีความมุ่งมั่น ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน แบ่งเป็น 9 โมเดล ดังนี้

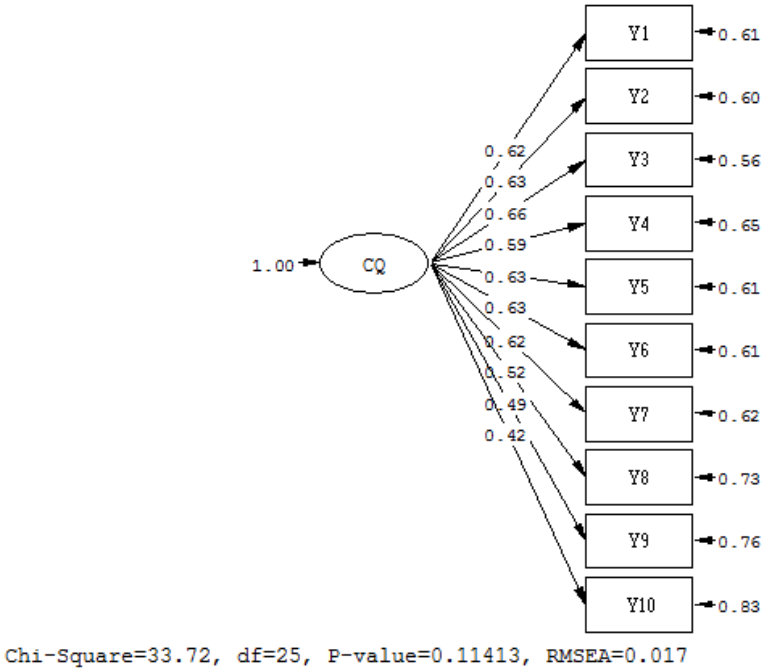
2.1 องค์ประกอบที่ 1 มีความสนใจใฝ่รู้ (Curiosity Quotient : CQ) ประกอบด้วย 10 ตัวบ่งชี้ย่อย ดังตาราง 20 และภาพประกอบ 4

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของมีความสนใจใฝ่รู้ (Curiosity Quotient : CQ)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y1	นักเรียนมีความรู้สึกว่าต้องเรียนรู้ตลอดเวลาให้ทันต่อยุคสมัย	0.582	-	-	0.623	0.170	0.388
Y2	นักเรียนเข้าร่วมแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้	0.586	0.034	17.365	0.633	0.168	0.400
Y3	นักเรียนชอบหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เสมอๆ	0.607	0.034	17.797	0.660	0.259	0.436
Y4	นักเรียนบริหารจัดการทุกเรื่องในชีวิตได้ดีเพราะการคิดวิเคราะห์	0.528	0.032	16.455	0.588	0.119	0.345
Y5	เมื่อพบสถานการณ์ใหม่ๆ นักเรียนจะวิเคราะห์สถานการณ์นั้นๆก่อนเสมอ	0.579	0.033	17.509	0.627	0.178	0.393
Y6	นักเรียนจะตั้งใจเรียนในสิ่งที่ยังไม่มีความรู้เสมอ	0.591	0.035	16.733	0.626	0.220	0.392
Y7	นักเรียนมักคิดวิเคราะห์ทุกเรื่องที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน	0.563	0.033	17.268	0.615	0.159	0.378
Y8	เรียนสนุกกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	0.497	0.033	14.861	0.520	0.087	0.270
Y9	นักเรียนมักแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา	0.468	0.032	14.483	0.487	0.040	0.237
Y10	นักเรียนมีความสุขทุกครั้งที่สามารถแก้ปัญหาได้	0.403	0.031	13.221	0.416	0.071	0.173

จากตาราง 20 พบว่า องค์ประกอบมีความสนใจใฝ่รู้ (Curiosity Quotient : CQ) มีจำนวนทั้งสิ้น 10 ตัวบ่งชี้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐาน เป็นบวกทุกตัวบ่งชี้ มีค่าตั้งแต่ 0.416 ถึง 0.660 มีนัยสำคัญทางสถิติ (t) ที่ระดับ .01 ทุกตัวบ่งชี้ มีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ ("R" ^"2") ตั้งแต่ 0.173 ถึง 0.436 และมีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบตั้งแต่ 0.040 ถึง 0.259 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบไม่มีตัวบ่งชี้ใดที่มีค่าเป็นศูนย์ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัด มีความสนใจใฝ่รู้ (Curiosity Quotient : CQ) พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ (χ^2) มีค่าเท่ากับ 33.72 ค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 0.11 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 25 ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดมีความสนใจใฝ่รู้ (Curiosity Quotient : CQ)

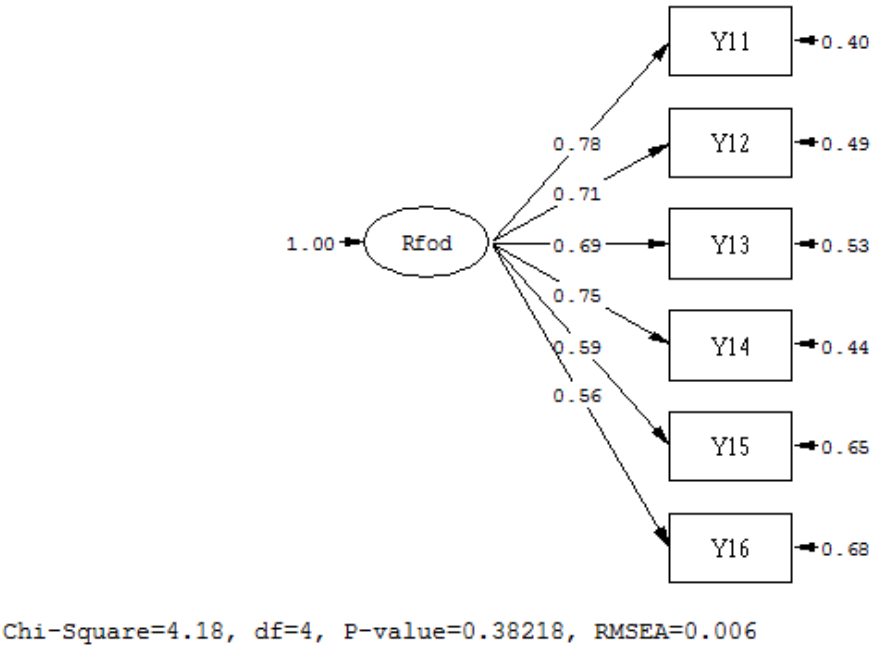
พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

2.2 องค์ประกอบการมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง (Tasking Responsible Risks : Rfod) ประกอบด้วย 6 ตัวบ่งชี้ย่อย ดังตาราง 21 และภาพประกอบ 5

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y11	นักเรียนมักพิจารณาความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ก่อนตัดสินใจ	0.709	-	-	0.777	0.393	0.604
Y12	นักเรียนเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับเครื่องมือที่มี	0.658	0.034	19.528	0.714	0.194	0.510
Y13	นักเรียนรู้ว่าทำได้อะไรที่ทำไม่ได้ควรหยุดและคิดหาวิธีการใหม่	0.651	0.033	19.538	0.688	0.130	0.474
Y14	นักเรียนมักประเมินสถานการณ์ก่อนลงมือปฏิบัติเสมอ	0.722	0.034	21.191	0.752	0.368	0.565
Y15	นักเรียนยอมให้ครูทำโทษเมื่อทำผิด	0.575	0.034	16.759	0.590	0.166	0.348
Y16	เมื่อนำเสนองานกลุ่มผิดพลาด นักเรียนจะขอโทษสมาชิกในกลุ่มและยอมรับผิด	0.542	0.031	17.272	0.564	0.052	0.318

จากตาราง 21 พบว่า องค์ประกอบด้านการมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง มีจำนวนทั้งสิ้น 6 ตัวบ่งชี้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเป็นบวกทุกตัวบ่งชี้ มีค่าตั้งแต่ 0.564 ถึง 0.777 มีนัยสำคัญทางสถิติ (t) ที่ระดับ .01 ทุกตัวบ่งชี้ มีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ ("R" ^"2") ตั้งแต่ 0.318 ถึง 0.604 และมีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบตั้งแต่ 0.052 ถึง 0.393 พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบไม่มีตัวบ่งชี้ใดที่มีค่าเป็นศูนย์ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดด้านการมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง (Responsibility for own decisions : Rfod) พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งพิจารณาจากค่าไค – สแควร์ (χ^2) มีค่าเท่ากับ 4.18 ค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 0.38 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 4 ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง (Responsibility for own decisions : Rfod)

2.3 องค์ประกอบมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ (Knowledge in mathematical content : Kmc) ประกอบด้วย 11 ตัวบ่งชี้ย่อย ดังตาราง 20 และภาพประกอบ 6

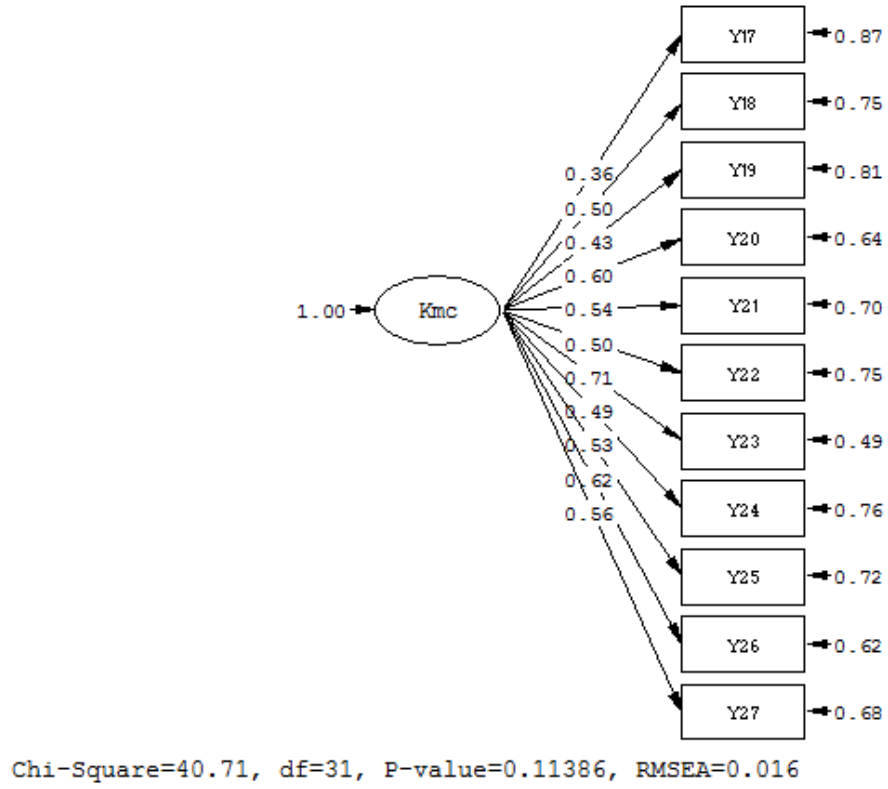
ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของมีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (Knowledge in mathematics content : Kmc)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y17	นักเรียนเคยใช้รูปเรขาคณิต ช่วยอธิบายและหาคำตอบของปัญหา	0.347	-	-	0.356	0.005	0.127
Y18	นักเรียนเลือกใช้ค่ากลางในการประมาณค่าข้อมูลทั้งหมดได้อย่างเหมาะสม	0.482	0.039	12.285	0.496	0.071	0.246
Y19	นักเรียนคาดการณ์ได้ถูกต้อง เพราะมีความรู้เรื่องความน่าจะเป็น	0.404	0.036	11.308	0.433	0.027	0.188
Y20	นักเรียนเคยใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติแก้ปัญหาในชีวิตจริง	0.575	0.052	10.974	0.600	0.194	0.360
Y21	นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้การประมาณค่าของจำนวนจริง	0.492	0.046	10.790	0.545	0.101	0.297
Y22	นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้สมการและกราฟ	0.461	0.047	9.723	0.501	0.233	0.251

ตาราง 22 (ต่อ)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y23	นักเรียนใช้กรณีตัวอย่างหลายๆกรณีช่วยหาคำตอบในการแก้ปัญหา	0.769	0.068	11.363	0.713	0.315	0.508
Y24	แคลคูลัสเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การเขียนคำสั่งในโปรแกรม การคำนวณต่างๆที่ต้องการความแม่นยำมากๆ	0.470	0.039	11.912	0.495	0.070	0.245
Y25	ความรู้เรื่องลิมิตเป็นพื้นฐานเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น	0.426	0.040	10.674	0.529	0.108	0.280
Y26	แคลคูลัสช่วยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ เช่น หาความเร็ว ความเร่ง	0.600	0.054	11.141	0.616	0.153	0.380
Y27	นักเรียนคิด ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้เร็วขึ้นเพราะมีความรู้ในวิชาแคลคูลัส	0.461	0.045	10.271	0.562	0.331	0.316

จากตาราง 22 พบว่า องค์ประกอบมีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (Knowledge in mathematics content : Kmc) มีจำนวนทั้งสิ้น 11 ตัวบ่งชี้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเป็นบวกทุกตัวบ่งชี้ มีค่าตั้งแต่ 0.356 ถึง 0.713 มีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) ตั้งแต่ 0.127 ถึง 0.508 และมีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบตั้งแต่ 0.005 ถึง 0.331 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบไม่มีตัวบ่งชี้ใดที่มีค่าเป็นศูนย์ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ (Knowledge in mathematical content) พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งพิจารณาจากค่าไคสแควร์ (χ^2) มีค่าเท่ากับ 40.71 ค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 0.11 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 31 ดังภาพประกอบ 6



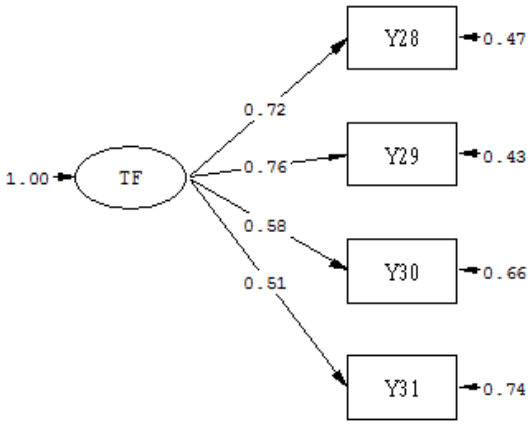
ภาพประกอบ 6 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ (Knowledge in mathematics content : Kmc)

2.4 องค์ประกอบการมีความยืดหยุ่นในการคิด (Thinking Flexibly : TF) ประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ย่อย ดังตาราง 23 และภาพประกอบ 7

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการมีความยืดหยุ่นในการคิด (Thinking Flexibly : TF)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y28	นักเรียนจะสามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว	0.680	-	-	0.725	0.369	0.526
Y29	เมื่อไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เตรียมไว้ นักเรียนก็สามารถหาวิธีแก้ปัญหาแบบใหม่ได้สำเร็จ	0.693	0.042	16.361	0.756	0.462	0.572
Y30	นักเรียนพยายามคิดหาหลายๆวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุด	0.502	0.032	15.879	0.585	0.248	0.342
Y31	นักเรียนคาดเดาผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นโดยใช้หลักฐาน เหตุผลทางคณิตศาสตร์สนับสนุน	0.435	0.028	15.324	0.505	0.150	0.255

จากตาราง 23 พบว่า องค์ประกอบการมีความยืดหยุ่นในการคิด (Thinking Flexibly : TF) มีจำนวนทั้งสิ้น 4 ตัวบ่งชี้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเป็นบวกทุกตัวบ่งชี้ มีค่าตั้งแต่ 0.505 ถึง 0.756 มีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) ตั้งแต่ 0.255 ถึง 0.572 และมีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบตั้งแต่ 0.150 ถึง 0.462 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบไม่มีตัวบ่งชี้ใดที่มีค่าเป็นศูนย์ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดการมีความยืดหยุ่นในการคิด (Thinking Flexibly) พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งพิจารณาจากค่าไคสแควร์ (χ^2) มีค่าเท่ากับ 1.17 ค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 0.28 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 1 ดังภาพประกอบ 7



Chi-Square=1.17, df=1, P-value=0.28039, RMSEA=0.012

ภาพประกอบ 7 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดการมีความยืดหยุ่นในการคิด (Thinking Flexibly : TF)

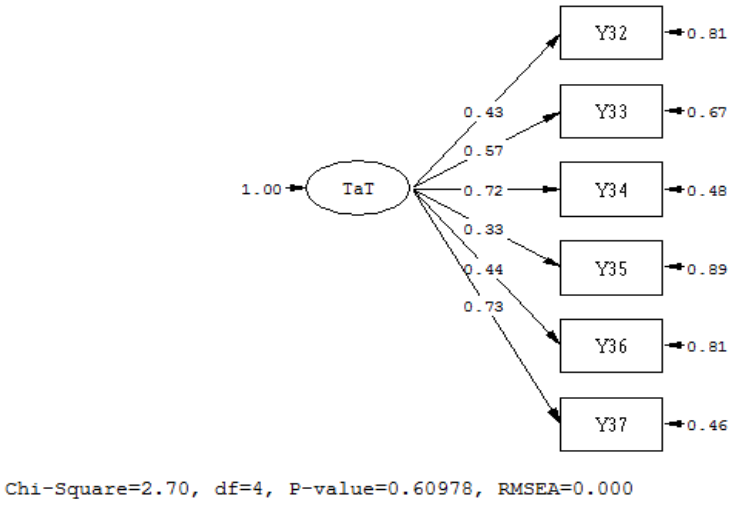
พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

2.5 การองค์ประกอบการย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน (Thinking about Thinking : TaT) ประกอบด้วย 6 ตัวบ่งชี้ย่อย ดังตาราง 24 และภาพประกอบ 8

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน (Thinking about Thinking : TaT)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y32	นักเรียนวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาได้	0.378	-	-	0.431	0.149	0.186
Y33	นักเรียนสามารถอธิบายความคิดของตนเองได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน	0563	0.051	11.137	0.575	0.173	0.330
Y34	ทุกสิ่งที่นักเรียนทำ จะมีคำอธิบายเสมอ	0.646	0.068	9.443	0.721	0.479	0.520
Y35	นักเรียนใช้ความผิดพลาดในอดีตมาเป็นบทเรียนในการทำงาน	0.289	0.028	10.358	0.332	0.015	0.110
Y36	นักเรียนจะจดจำแผนงานไว้ในความสมองแล้วคิดหาวิธีแก้ปัญหา	0.379	0.032	12.00	0.439	0.070	0.193
Y37	นักเรียนเลือกวิชาที่ตนเองถนัดมากกว่าที่จะเลือกเรียนตามเพื่อน	0.721	0.075	9.627	0.732	0.429	0.536

จากตาราง 24 พบว่า องค์ประกอบการย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน (Thinking about Thinking : TaT) มีจำนวนทั้งสิ้น 6 ตัวบ่งชี้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเป็นบวกทุกตัวบ่งชี้ มีค่าตั้งแต่ 0.332 ถึง 0.732 มีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) ตั้งแต่ 0.110 ถึง 0.536 และมีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบตั้งแต่ 0.015 ถึง 0.479 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบไม่มีตัวบ่งชี้ใดที่มีค่าเป็นศูนย์ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดการย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน (Thinking about Thinking) พบว่าโมเดล มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งพิจารณาจากค่าไคสแควร์ (χ^2) มีค่าเท่ากับ 2.70 ค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 0.61 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 4 ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 8 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดการย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน (Thinking about Thinking : TaT)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

2.6 องค์ประกอบมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical process skills : Mps) ประกอบด้วย 7 ตัวบ่งชี้ย่อย ดังตาราง 25 และภาพประกอบ 9

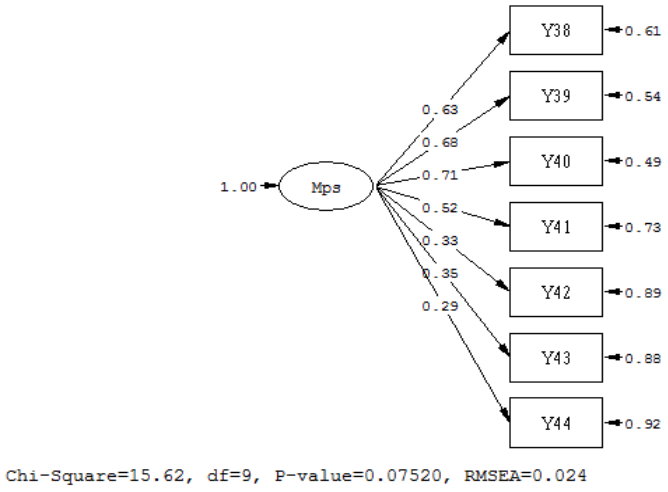
ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical process skills : Mps)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y38	นักเรียนใช้ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์บางทฤษฎีมาช่วยในการแก้ปัญหา	0.576	-	-	0.626	0.299	0.392
Y39	วิธีแก้ปัญหาของนักเรียนมีลำดับขั้นตอนที่สามารถตรวจสอบได้	0.636	0.039	16.176	0.679	0.346	0.461
Y40	หากไม่เข้าใจทฤษฎีทางคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนอาจคิดวิธีแก้ปัญหานี้ไม่ได้	0.668	0.042	16.00	0.713	0.360	0.509
Y41	นักเรียนใช้ข้อมูลที่สามารถสังเกตได้หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ช่วยในการตัดสินใจ	0.462	0.036	12.815	0.521	0.120	0.271
Y42	นักเรียนเคยนำความรู้คณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ มาเชื่อมโยงกันเพื่อปัญหา	0.292	0.033	8.845	0.327	0.096	0.107
Y43	การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนนำเสนอ	0.325	0.033	9.852	0.347	0.064	0.120

ตาราง 25 (ต่อ)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y44	นักเรียนนำการเหตุผลทางคณิตศาสตร์ช่วยแก้ปัญหา สถานการณ์ได้ดี	0.286	0.034	8.353	0.289	0.023	0.084

จากตาราง 25 พบว่า องค์ประกอบมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical process skills : Mps) มีจำนวนทั้งสิ้น 7 ตัวบ่งชี้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเป็นบวกทุกตัวบ่งชี้ มีค่าตั้งแต่ 0.289 ถึง 0.713 มีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) ตั้งแต่ 0.084 ถึง 0.509 และมีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบตั้งแต่ 0.064 ถึง 0.360 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบไม่มีตัวบ่งชี้ใดที่มีค่าเป็นศูนย์ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical process skills) พบว่าโมเดลความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งพิจารณาจากค่าไคสแควร์ (χ^2) มีค่าเท่ากับ 15.62 ค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 0.07 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 9 ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดมีทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์(Mathematical process skills : Mps)

2.7 องค์ประกอบการถามและตั้งข้อสงสัย (Questioning and Posing Ploblems : QaPP) ประกอบด้วย 7 ตัวบ่งชี้ย่อย ดังตาราง 26 และภาพประกอบ 10

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการถามและตั้งข้อสงสัย (Questioning and Posing Ploblems : QaPP)

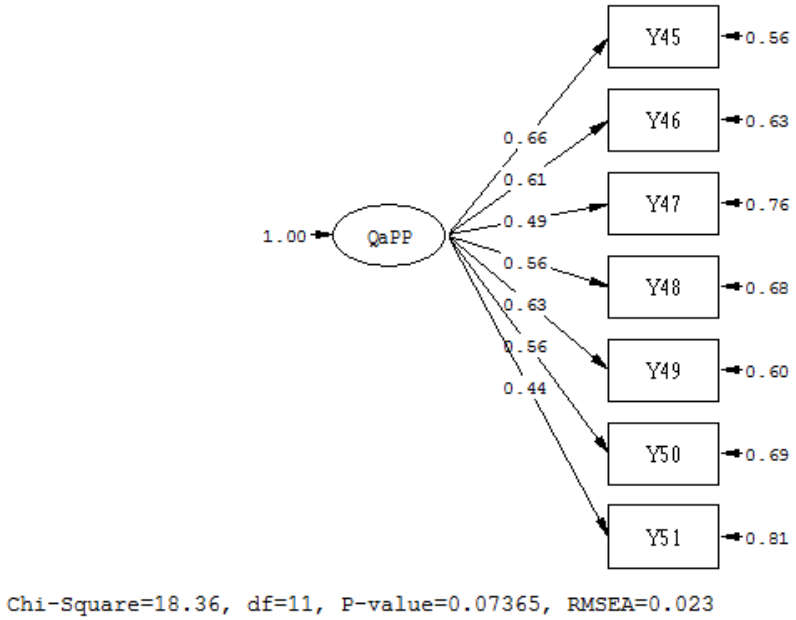
ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y45	เมื่อเกิดข้อสงสัยขณะเรียน นักเรียนจะถามคุณครูทันที	0.655	-	-	0.660	0.300	0.436
Y46	เมื่อพบปัญหาขณะทำงาน นักเรียนจะสอบถามจนเข้าใจและสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง	0.564	0.036	15.849	0.606	0.214	0.367
Y47	นักเรียนชอบคิดสูตรลัด เทคนิค วิธีการหาคำตอบที่รวดเร็วและแม่นยำ	0.481	0.036	13.488	0.494	0.131	0.244
Y48	นักเรียนจะตรวจคำตอบของตนเองว่าตรงกับเพื่อนๆหรือไม่ก่อนส่งงาน	0.501	0.036	13.807	0.563	0.223	0.317
Y49	นักเรียนหาสาเหตุของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาได้	0.599	0.037	16.376	0.634	0.217	0.402

ตาราง 26 (ต่อ)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y50	นักเรียนซักถามครูจนเข้าใจภาระงานที่ได้รับมอบหมาย	0.568	0.037	15.207	0.557	0.177	0.310
Y51	นักเรียนมักถามเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียนไม่เข้าใจกับเพื่อน	0.425	0.034	12.588	0.439	0.126	0.193

จากตาราง 26 พบว่า องค์ประกอบการถามและตั้งข้อสงสัย (Questioning and Posing Ploblems : QaPP) มีจำนวนทั้งสิ้น 7 ตัวบ่งชี้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเป็นบวกทุกตัวบ่งชี้ มีค่าตั้งแต่ 0.439 ถึง 0.660 มีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) ตั้งแต่ 0.193 ถึง 0.436 และมีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบตั้งแต่ 0.126 ถึง 0.300 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบไม่มีตัวบ่งชี้ใดที่มีค่าเป็นศูนย์ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดการถามและตั้งข้อสงสัย (Questioning and Posing Ploblems) พบว่าโมเดลความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งพิจารณาจากค่าไคสแควร์ (χ^2) มีค่าเท่ากับ 18.36 ค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 0.07 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 11 ดังภาพประกอบ 10

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว



ภาพประกอบ 10 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดการถามและตั้งข้อสงสัย (Questioning and Posing Ploblems : QaPP)

2.8 องค์ประกอบการพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ (Striving for Accuracy : SfA) ประกอบด้วย 6 ตัวบ่งชี้ย่อย ดังตาราง 27 และภาพประกอบ 11

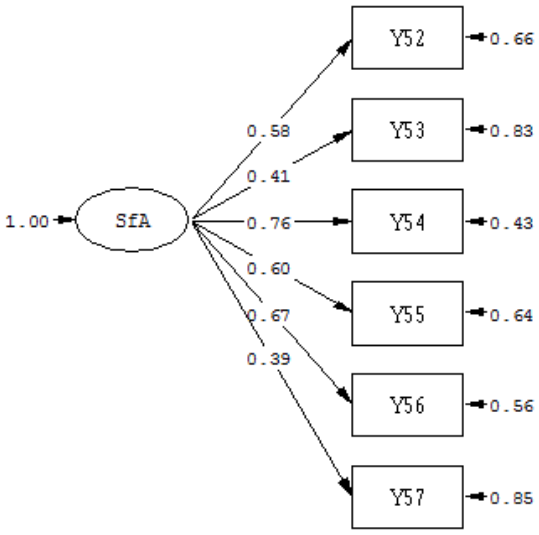
ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ (Questioning and Posing Ploblems : QaPP)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y52	เมื่อพบข้อบกพร่องของงาน นักเรียนก็จะพยายามแก้ไขจนกว่าจะสมบูรณ์	0.524	-	-	0.581	0.294	0.338
Y53	นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้เสมอ	0.358	0.037	9.730	0.407	0.139	0.166

ตาราง 27 (ต่อ)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y54	เมื่อทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จนักเรียนจะตรวจทานก่อนส่ง	0.693	0.054	12.873	0.758	0.492	0.574
Y55	นักเรียนหาหลักฐานที่ถูกต้องมาสนับสนุนความคิดของตนเอง	0.545	0.046	11.885	0.600	0.183	0.360
Y56	นักเรียนใช้การพิสูจน์ทั้งแบบอุปนัยและนิรนัยช่วยแก้ปัญหา	0.612	0.063	9.669	0.666	0.261	0.443
Y57	นักเรียนพิสูจน์สิ่งที่พิสูจน์ได้ก่อนลงข้อสรุป	0.348	0.036	9.668	0.392	-0.013	0.154

จากตาราง 27 พบว่า องค์ประกอบการพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำมีจำนวนทั้งสิ้น 6 ตัวบ่งชี้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเป็นบวกทุกตัวบ่งชี้ มีค่าตั้งแต่ 0.392 ถึง 0.798 มีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (χ^2) ตั้งแต่ 0.154 ถึง 0.574 และมีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบตั้งแต่ - 0.013 ถึง 0.492 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบไม่มีตัวบ่งชี้ใดที่มีค่าเป็นศูนย์ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดการพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ (Striving for Accuracy) พบว่าโมเดลความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งพิจารณาจากค่าไคสแควร์ (χ^2) มีค่าเท่ากับ 0.02 ค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 0.88 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 1 ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดการพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ (Questioning and Posing Ploblems : QaPP)

2.9 องค์ประกอบการมีความมุ่งมั่น (Persisting : Pst) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ย่อย ดังตาราง 28 และภาพประกอบ 12

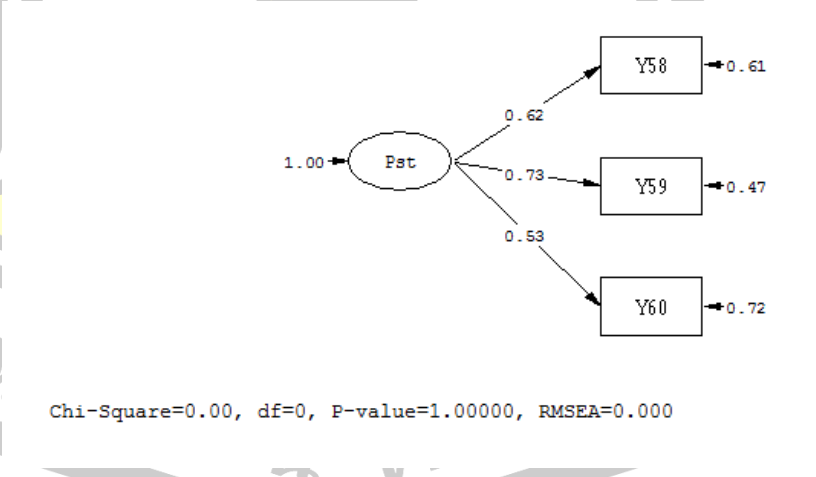
ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของการมีความมุ่งมั่น (Persisting : Pst)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y58	นักเรียนมักทำงานทุกอย่างด้วยตนเองจนกว่าจะสำเร็จ	0.555	-	-	0.621	0.356	0.385
Y59	เมื่อนักเรียนสนใจสิ่งใดก็จะพยายามมุ่งมั่นทำให้สำเร็จ	0.651	0.054	11.960	0.731	0.557	0.535

ตาราง 28 (ต่อ)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y60	นักเรียนคิดเสมอว่าจะต้องทำงานนั้นให้สำเร็จ หากไม่เสร็จไม่เลิก	0.496	0.039	12.700	0.533	0.252	0.284

จากตาราง 28 พบว่า องค์ประกอบการมีความมุ่งมั่น (Persisting : Pst) มีจำนวนทั้งสิ้น 3 ตัวบ่งชี้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเป็นบวกทุกตัวบ่งชี้ มีค่าตั้งแต่ 0.533 ถึง 0.731 มีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) ตั้งแต่ 0.284 ถึง 0.535 และมีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบตั้งแต่ 0.252 ถึง 0.557 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ ไม่มีตัวบ่งชี้ใดที่มีค่าเป็นศูนย์ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโมเดลการวัดการมีความมุ่งมั่น(Persisting) พบว่าโมเดลความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งพิจารณาจากค่าไคสแควร์ (χ^2) มีค่าเท่ากับ 0 ค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 1 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 0 ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเชิงยืนยันโมเดลการวัดการมีความมุ่งมั่น (Persisting : Pst)

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังตาราง 29

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
มีความสนใจใฝ่รู้ (Curiosity Quotient : CQ)		0.517	0.024	21.594	0.913	-	0.834
Y1	นักเรียนมีความรู้สึกว่าต้องเรียนรู้ตลอดเวลาให้ทันต่อยุคสมัย	1.000	-	-	0.611	0.070	0.373
Y2	นักเรียนเข้าร่วมแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้	0.959	0.055	17.502	0.585	0.055	0.342
Y3	นักเรียนชอบหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เสมอๆ	0.967	0.052	18.466	0.599	0.066	0.359
Y4	นักเรียนบริหารจัดการทุกเรื่องในชีวิตได้ดีเพราะการคิดวิเคราะห์	0.942	0.053	17.856	0.596	0.064	0.355
Y5	เมื่อพบสถานการณ์ใหม่ๆนักเรียนจะวิเคราะห์สถานการณ์นั้นๆก่อนเสมอ	1.021	0.055	18.457	0.624	0.069	0.390
Y6	นักเรียนจะตั้งใจเรียนในสิ่งที่ยังไม่มีความรู้เสมอ	1.013	0.056	18.017	0.610	0.086	0.372

ตาราง 29 (ต่อ)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y7	นักเรียนมักคิดวิเคราะห์ทุกเรื่องที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน	0.978	0.054	18.079	0.608	0.060	0.369
Y8	เรียนสนุกกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	0.905	0.056	16.276	0.535	0.030	0.286
Y9	นักเรียนมักแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา	0.969	0.057	17.044	0.565	0.053	0.320
Y10	นักเรียนมีความสุขทุกครั้งที่สามารถแก้ปัญหาได้	0.725	0.052	13.858	0.424	0.034	0.180
การมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง (Responsibility for own Decisions : Rfod)		0.457	0.021	21.328	0.733	-	0.537
Y11	นักเรียนมักพิจารณาความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ก่อนตัดสินใจ	1.000	-	-	0.688	0.066	0.474
Y12	นักเรียนเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับเครื่องมือที่มี	1.133	0.046	24.615	0.769	0.206	0.591
Y13	นักเรียนรู้ว่าทำได้อะไรที่ทำไม่ได้ควรหยุดและคิดหาวิธีการใหม่	1.155	0.046	24.993	0.763	0.173	0.583

ตาราง 29 (ต่อ)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y14	นักเรียนมักประเมินสถานการณ์ก่อนลงมือปฏิบัติเสมอ	1.034	0.048	21.720	0.669	0.087	0.448
Y15	นักเรียนยอมให้ครูทำโทษเมื่อทำผิด	1.022	0.047	21.585	0.659	0.152	0.435
Y16	เมื่อนำเสนองานกลุ่มผิดพลาด นักเรียนจะขอโทษสมาชิกในกลุ่มและยอมรับผิด	1.049	0.047	22.492	0.684	0.131	0.467
มีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (Knowledge in mathe ma -tics content : Kmc)		0.181	0.018	10.135	0.564	-	0.318
Y17	นักเรียนเคยใช้รูปเรขาคณิต ช่วยอธิบายและหาคำตอบของปัญหา	1.000	-	0.335	-	-0.008	0.112
Y18	นักเรียนเลือกใช้ค่ากลางในการประมาณค่าข้อมูลทั้งหมดได้อย่างเหมาะสม	1.502	0.125	0.503	12.008	0.026	0.253
Y19	นักเรียนคาดการณ์ได้ถูกต้อง เพราะมีความรู้เรื่องความน่าจะเป็น	1.236	0.113	10.970	0.432	0.020	0.187

ตาราง 29 (ต่อ)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y20	นักเรียนเคยใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติแก้ปัญหาในชีวิตจริง	1.429	0.143	9.965	0.489	0.050	0.239
Y21	นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้การประมาณค่าของจำนวนจริง	1.438	0.140	10.242	0.521	0.052	0.271
Y22	นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้สมการและกราฟ	1.124	0.117	9.595	0.393	0.038	0.154
Y23	นักเรียนใช้กรณีตัวอย่างหลายๆกรณีช่วยหาคำตอบในการแก้ปัญหา	1.765	0.168	10.486	0.546	0.051	0.298
Y24	แคลคูลัสเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การเขียนคำสั่งในโปรแกรม การคำนวณต่างๆที่ต้องการความแม่นยำมากๆ	1.730	0.149	11.578	0.601	0.121	0.361
Y25	ความรู้เรื่องลิมิตเป็นพื้นฐานเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น	1.439	0.135	10.653	0.578	0.079	0.334
Y26	แคลคูลัสช่วยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ เช่น หาความเร็ว ความเร่ง	1.446	0.143	10.099	0.490	0.036	0.240

ตาราง 29 (ต่อ)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y27	นักเรียนคิด ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้เร็วขึ้นเพราะมีความรู้ในวิชาแคลคูลัส	1.414	0.136	10.421	0.555	0.103	0.308
การมีความยืดหยุ่นในการคิด (Thinking Flexibly : TF)		0.472	0.024	19.677	0.778	-	0.606
Y28	นักเรียนจะสามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว	1.000	-	-	0.648	0.106	0.420
Y29	เมื่อไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เตรียมไว้ นักเรียนก็สามารถหาวิธีแก้ปัญหาแบบใหม่ได้สำเร็จ	1.014	0.046	22.273	0.671	0.151	0.450
Y30	นักเรียนพยายามคิดหาหลายๆวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุด	0.938	0.051	18.498	0.653	0.207	0.426
Y31	นักเรียนคาดเดาผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นโดยใช้หลักฐาน เหตุผลทางคณิตศาสตร์สนับสนุน	0.849	0.048	17.708	0.580	0.161	0.337

ตาราง 29 (ต่อ)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน (Thinking about Thinking : TaT)		0.369	0.024	15.367	0.907	-	0.823
Y32	นักเรียนวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาได้	1.000	-	-	0.465	0.023	0.216
Y33	นักเรียนสามารถอธิบายความคิดของตนเองได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน	1.153	0.095	12.128	0.486	0.051	0.236
Y34	ทุกสิ่งที่นักเรียนทำ จะมีคำอธิบายเสมอ	1.055	0.087	12.097	0.479	0.031	0.230
Y35	นักเรียนใช้ความผิดพลาดในอดีตมาเป็นบทเรียนในการทำงาน	1.170	0.078	15.015	0.546	0.079	0.299
Y36	นักเรียนจะจดจำแผนงานไว้ในความสมองแล้วคิดหาวิธีแก้ปัญหา	1.038	0.071	14.550	0.489	0.039	0.239
Y37	นักเรียนเลือกวิชาที่ตนเองถนัดมากกว่าที่จะเลือกเรียนตามเพื่อน	1.125	0.089	12.674	0.471	0.030	0.222

ตาราง 29 (ต่อ)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical process skills : Mps)		0.500	0.024	20.616	0.908	-	0.825
Y38	นักเรียนใช้ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์บางทฤษฎีมาช่วยในการแก้ปัญหา	1.000	-	-	0.602	0.119	0.363
Y39	วิธีแก้ปัญหาของนักเรียนมีลำดับขั้นตอนที่สามารถตรวจสอบได้	0.875	0.054	16.351	0.515	0.046	0.265
Y40	หากไม่เข้าใจทฤษฎีทางคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนอาจคิดวิธีแก้ปัญหานี้ไม่ได้	0.974	0.056	17.383	0.575	0.045	0.331
Y41	นักเรียนใช้ข้อมูลที่สามารถสังเกตได้หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ช่วยในการตัดสินใจ	0.883	0.057	15.398	0.547	0.095	0.299
Y42	นักเรียนเคยนำความรู้คณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆมาเชื่อมโยงกันเพื่อปัญหา	0.570	0.053	10.756	0.366	0.048	0.134
Y43	การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนนำเสนอ	0.695	0.055	12.685	0.416	0.055	0.173

ตาราง 29 (ต่อ)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y44	นักเรียนนำการเหตุผลทางคณิตศาสตร์ช่วยแก้ปัญหา สถานการณ์ได้ดี	0.637	0.057	11.234	0.360	0.028	0.130
การถามและตั้งข้อสงสัย (Questioning and Posing Pl oblems : QaPP)		0.558	0.026	21.316	0.923	-	0.853
Y45	เมื่อเกิดข้อสงสัยขณะเรียน นักเรียนจะถามคุณครูทันที	1.000	-	-	0.608	0.087	0.370
Y46	เมื่อพบปัญหาขณะทำงาน นักเรียนจะสอบถามจนเข้าใจและสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง	0.942	0.053	17.701	0.611	0.099	0.373
Y47	นักเรียนชอบคิดสูตรลัด เทคนิค วิธีการหาคำตอบที่รวดเร็วและแม่นยำ	0.906	0.055	16.587	0.562	0.093	0.316
Y48	นักเรียนจะตรวจคำตอบของตนเองว่าตรงกับเพื่อนๆหรือไม่ก่อนส่งงาน	0.799	0.052	15.417	0.541	0.078	0.293
Y49	นักเรียนหาสาเหตุของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาได้	0.830	0.049	17.040	0.534	0.011	0.285
Y50	นักเรียนซักถามครูจนเข้าใจภาระงานที่ได้รับมอบหมาย	0.991	0.058	17.026	0.585	0.090	0.342

ตาราง 29 (ต่อ)

ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
Y51	นักเรียนมักถามเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียนไม่เข้าใจกับเพื่อน	0.792	0.053	14.861	0.495	0.068	0.245
การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ (Striving for Accuracy : SfA)		0.476	0.024	19.647	0.918	-	0.842
Y52	เมื่อพบข้อบกพร่องของงาน นักเรียนก็จะพยายามแก้ไขจนกว่าจะสมบูรณ์	1.000	-	-	0.574	0.074	0.329
Y53	นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้เสมอ	0.773	0.055	13.998	0.462	0.038	0.214
Y54	เมื่อทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จนักเรียนจะตรวจทานก่อนส่ง	0.999	0.063	15.817	0.566	0.043	0.320
Y55	นักเรียนหาหลักฐานที่ถูกต้องมาสนับสนุนความคิดของตนเอง	0.938	0.062	15.214	0.538	0.045	0.290
Y56	นักเรียนใช้การพิสูจน์ทั้งแบบอุปนัยและนิรนัยช่วยแก้ปัญหา	1.023	0.062	16.494	0.579	0.085	0.335
Y57	นักเรียนพิสูจน์สิ่งที่พิสูจน์ได้ก่อนลงข้อสรุป	1.028	0.060	17.007	0.599	0.086	0.359

ตาราง 29 (ต่อ)

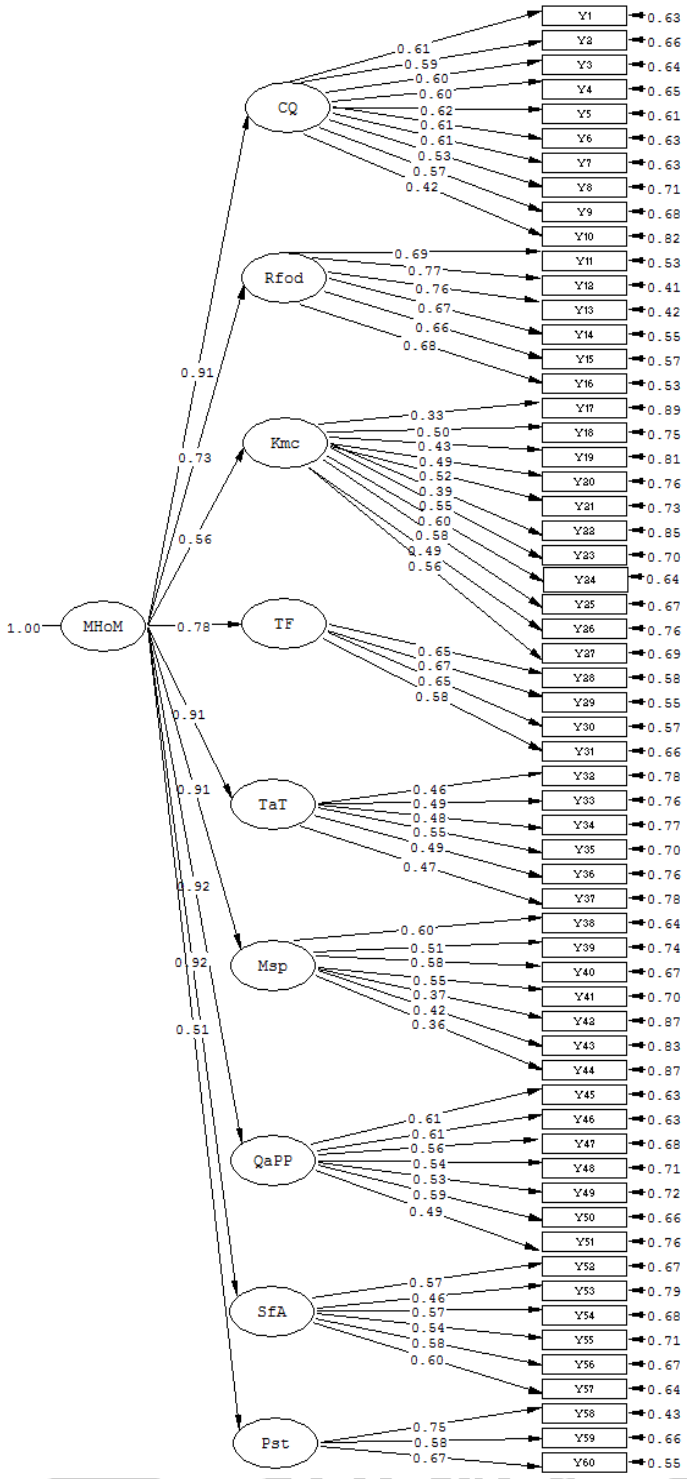
ตัวแปร	ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ			β	FS	R^2
		b	SE	t			
การมีความมุ่งมั่น (Persisting : Pst)		0.340	0.023	14.848	0.508	-	0.258
Y58	นักเรียนมักทำงานทุกอย่างด้วยตนเองจนกว่าจะสำเร็จ	1.000	-	-	0.754	0.406	0.568
Y59	เมื่อนักเรียนสนใจสิ่งใดก็จะพยายามมุ่งมั่นทำให้สำเร็จ	0.766	0.046	16.759	0.582	0.161	0.339
Y60	นักเรียนคิดเสมอว่าจะต้องทำงานนั้นให้สำเร็จ หากไม่เสร็จไม่เลิก	0.930	0.062	15.093	0.674	0.358	0.454
(χ^2)=1602.43, df=1531, p=0.0645, GFI=0.958, AGFI=0.950, CFI=0.999, SRMR=0.0356, RMSEA=0.00669							

หมายเหตุ: $|t|>1.96$ หมายถึง $p<.05$; $|t|>2.58$ หมายถึง $p<.01$;

จากตาราง 29 พบว่าผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐาน (β) ตั้งแต่ 0.335 ถึง 0.769 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า มีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) ตั้งแต่ 0.112 ถึง 0.591 และมีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบตั้งแต่ -0.008 ถึง 0.406 และผลการวิเคราะห์มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้ง 9 องค์ประกอบ มีค่าเป็นบวก มีค่าตั้งแต่ 0.508 ถึง 0.923 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01ทุกค่า โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ การถามและตั้งข้อสงสัย มีความสนใจใฝ่รู้ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ การมีความยืดหยุ่นในการคิด การมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิด

ของตน การมีความมุ่งมั่น และมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.923 , 0.918 , 0.913, 0.908 , 0.907 , 0.778 , 0.733 และ 0.564 ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ นั่นคือ องค์ประกอบการถามและตั้งข้อสงสัย มีความสำคัญมากที่สุด ขณะที่องค์ประกอบมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์น้อยที่สุด มีดัชนีวัดระดับความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ค่าไคสแควร์ (χ^2) = 1602.43 , df = 1531 , p = 0.0645 , GFI = 0.958 , AGFI = 0.950 , CFI = 0.999 , SRMR = 0.0356 , RMSEA = 0.00669 แสดงว่าโมเดลมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ดังภาพประกอบ 13

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



Chi-Square=1615.85, df=1531, P-value=0.06451, RMSEA=0.007

ภาพประกอบ 13 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองของโมเดลตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุปผล
6. อภิปรายผล
7. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อสร้างตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. แบบสอบถามการพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ
3. แบบสอบถามการพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ถึงผู้เชี่ยวชาญ 9 ท่าน และผู้อำนวยการโรงเรียนทั้ง 8 แห่ง เพื่อขอความร่วมมือและขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
2. ผู้วิจัยดำเนินการติดตามและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง
3. นำแบบสอบถามที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สมบูรณ์ มาลงรหัสเพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย มีขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อทราบลักษณะของกลุ่มตัวอย่างและการแจกแจงของตัวบ่งชี้ โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (¯("X")) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ("S.D.")
2. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ในการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบลักษณะความสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้ สำหรับใช้พิจารณาความเหมาะสมของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวบ่งชี้ โดยพิจารณาค่า KMO and Bartlett's Test
3. วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS
4. วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ LISREL 8.72

สรุปผล

ผลการพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ 60 ตัวบ่งชี้
2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่ามีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐาน (β) ตั้งแต่ 0.335 ถึง 0.769 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า มีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) ตั้งแต่ 0.112 ถึง 0.591 และมีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบตั้งแต่ -0.008 ถึง 0.406 และผลการวิเคราะห์มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้ง 9 องค์ประกอบ มีค่าเป็นบวก มีค่าตั้งแต่ 0.508 ถึง 0.923 มีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ การถามและตั้งข้อสงสัย การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ มีความสนใจใฝ่รู้ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การมีความยืดหยุ่นในการคิด การมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน การมีความมุ่งมั่น และมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.923, 0.918, 0.913, 0.908, 0.907, 0.778, 0.733 และ 0.564 ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ นั่นคือ องค์ประกอบการถามและตั้งข้อสงสัย มีความสำคัญมากที่สุด ขณะที่องค์ประกอบมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์น้อยที่สุด มีดัชนีวัดระดับความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ค่าไคสแควร์ (χ^2) = 1602.43, df = 1531, p = 0.0645, GFI = 0.958, AGFI = 0.950, CFI = 0.999, SRMR = 0.0356, RMSEA = 0.00669 แสดงว่าโมเดลมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

อภิปรายผล

ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และการวิเคราะห์ องค์ประกอบเชิงยืนยัน ทำให้ได้ตัวบ่งชี้ทั้ง 9 องค์ประกอบ 60 ตัวบ่งชี้ เรียงลำดับตามความเหมาะสมและความสำคัญขององค์ประกอบจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ถามและตั้งข้อสงสัย มีความสนใจใฝ่รู้ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ มีความยืดหยุ่นในการคิด มีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง ย้อนคิดเกี่ยวกับการคิดของตนเอง มีความมุ่งมั่น และมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยประเด็นสำคัญต่างๆ ในแต่ละองค์ประกอบ ผู้วิจัยนำเสนอตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบการถามและตั้งข้อสงสัย เป็นองค์ประกอบที่มีความเหมาะสมและมีความสำคัญเป็นอันดับแรกของจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ เนื่องมาจากการตั้งข้อสงสัยจนเกิดเป็นคำถามเป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนอยากจะค้นหาคำตอบดังเช่น เซอร์ไอแซก นิวตัน นักฟิสิกส์และนักคณิตศาสตร์ นักดาราศาสตร์ นักปรัชญา นักเล่นแร่แปรธาตุ และนักเทววิทยา ชาวอังกฤษที่คิดพบกฎแรงโน้มถ่วงจากเกตเห็นลูกแอปเปิลหล่นลงสู่พื้นดินจึงเกิดเป็นคำถามและตั้งข้อสงสัย สอดคล้องกับ อุษณีย์ โพธิสุข (2537 : 41-42) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ คือ ชอบตั้งคำถามที่เป็นเหตุผลต่อกัน เช่น ถ้า...แล้ว, ดังนั้น, เพราะว่า, ถ้าไม่..., แล้ว... สอดคล้องกับ วรรณี โสมประยูร (มปป : 129) ที่กล่าวถึงลักษณะพฤติกรรมของเด็กที่

เก่งคณิตศาสตร์ ว่ามีรูปแบบที่จะแตกต่างจากเด็กทั่วๆ ไป คือ ชอบซักถาม อยากรู้อยากเห็น แล้วใช้คำถามว่า “ทำไม” ตลอดเวลา อารี สัณหฉวี และอุษณีย์ โพธิสุข (มปป : 96-97) กล่าวว่าถึงลักษณะของผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ว่ามักจะชอบถามปัญหากับตัวเองอยู่เสมอ ทั้งที่บ้านและโรงเรียน เช่น สนามฟุตบอลจุคนได้กี่คน, เครื่องบิน บินได้เร็วเท่าไหร่, คนมีชีวิตอยู่นานกี่วินาที เป็นต้น ทั้งนี้ ศักดา บุญโต และคณะ (2548 : 56) ได้กล่าวถึงทักษะที่ต้องการสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสืบสวนสอบสวน ทักษะการให้เหตุผล ทักษะกระบวนการด้านข่าวสาร ทักษะการคิดสร้างสรรค์ และทักษะการประเมิน สำหรับทักษะการสืบสวน สอบสวน นั้น เป็นความสามารถที่จะถามคำถามที่ตรงประเด็นนั่นเอง

2. องค์ประกอบพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ Costa and Kallick. (2000 : 21-38) ได้อธิบายว่าการพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ คือ ลักษณะของบุคคลที่มีความพยายามในการหาวิธีการที่ใช้ตรวจสอบงานของตนอย่างแม่นยำ เขาจะฝึกให้ตนเองมีความซื่อสัตย์ในการตรวจสอบงาน และพร้อมที่จะแก้ไขข้อบกพร่องตลอดเวลาจนกว่าจะเสร็จ สอดคล้องกับอุษณีย์ โพธิสุข (2537 : 41-42) ที่กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ว่า สามารถหาคำตอบได้แนบเนียนกะทัดรัด สุโขทัยธรรมาธิราช (2526 : 448 ; อ้างอิงจาก ศักดา บุญโต และคณะ, 2544) กล่าวว่านักเรียนที่เก่งทางคณิตศาสตร์มีลักษณะที่สังเกตได้ คือ ชอบสำรวจตรวจสอบเนื้อหาในแต่ละข้ออย่างลึกซึ้ง

3. มีความสนใจใฝ่รู้ เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญ เป็นความอยากรู้อยากเห็นที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนในการที่จะค้นหาคำตอบของปัญหาตามที่ Costa and Kallick. (2000 : 21 – 38) ได้กล่าวว่าเป็นลักษณะของบุคคลที่สามารถมองเห็นปัญหาและพยายามจะแก้ไขได้ด้วยตนเองหรือนำเสนอให้ผู้อื่นรู้ด้วยพวกนี้จะมีความสุขในการค้นพบปัญหาและการแก้ปัญหาชอบการท้าทายและหาแนวทางการแก้ไขสิ่งต่างๆ เหล่านี้ด้วยตนเองและชอบที่จะเรียนรู้ตลอดเวลา สอดคล้องกับนิตยา ปภาพจน์ (2540 : 15-17) ที่ได้ทำการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์จากเยาวชนไทยที่เป็นตัวแทนไปแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532-2357 จำนวน 10 คน พบว่า เด็กมีลักษณะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆโดยใช้เวลาน้อยกว่าผู้อื่นเนื่องจากสามารถสังเกตเห็นหลักการในสิ่งนั้น จึงเข้าใจได้ลึกซึ้งกว่าอีกด้วย รวมทั้งมีความสามารถในการหาความรู้ด้วยตนเอง และมีแนวทางการคิดที่ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างจริงจัง สามารถสันนิษฐานสาเหตุของแรงจูงใจในการสร้างทฤษฎีต่างๆจึงรู้สึกเหมือนผู้สร้างทฤษฎีนั้นๆเองก่อให้เกิดความภูมิใจ ส่วน สุโขทัยธรรมาธิราช (2526 : 448 ; อ้างอิงจาก ศักดา บุญโต และคณะ, 2544) ได้กล่าวว่านักเรียนที่เก่งคณิตศาสตร์อาจมีลักษณะที่สังเกตได้คือมีความสนุกสนานในการเรียนรู้และชอบค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ มีความกระตือรือร้นและสนใจในสิ่งรอบตัวต่างๆ และวรรณี โสมประยูร (มปป : 129) ได้กล่าวถึงลักษณะพฤติกรรมของเด็กที่เก่ง

คณิตศาสตร์จะมีความคิดแปลกๆใหม่ๆ และมีความคิดที่สร้างสรรค์ สอดคล้องกับเอ็ดดี้ วู (บรรยาย วันที่ 18 มกราคม 2562 ณ ห้องประชุมรองศาสตราจารย์ ดร.นิดา สะเพียรชัย สสวท.) คุณลักษณะที่จะทำให้ประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์การความคิดสร้างสรรค์ (creativity) นั้นจะช่วยให้นักเรียนได้คิดหลายมุมเพื่อการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

4. องค์ประกอบมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดี วรันฐิยา ไชยลา (2550 : 89) ให้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรูทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ เพื่อตอบปัญหาของสถานการณทางคณิตศาสตร์ไดอย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว โดยใช้กระบวนการคิดที่มีวิจารณญาณ และมีความรอบคอบในการคิดหาข้อสรุป ซึ่งประกอบด้วยความสามารถ 4 ด้าน คือ

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.2 ความสามารถในการให้เหตุผล

4.3 ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

4.4 ความสามารถในการเชื่อมโยง

สอดคล้องกับอุษณีย์ โพธิสุข (2537 : 41-42) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ว่าสามารถจับความสำคัญของปัญหาได้ดี โยงกับเรื่องอื่นได้ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งในลักษณะมีรูปแบบตายตัวและไม่ตายตัว สามารถสรุปความคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว สามารถข้ามขั้นตอนในเชิงตรรกวิทยาได้อย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับไฮด์และเฮ้า (Heid, 1983 : 222 ; House, 1987 : 14-15) ได้สรุปว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง เด็กที่มีความสามารถในการคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล เข้าใจเรื่องนามธรรม คิดเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สามารถให้เหตุผลและแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างรวดเร็ว สามารถประยุกต์ใช้เหตุผลได้อย่างรวดเร็วราวกับว่ากระบวนการคิดเหล่านี้กำเนิดในตัวของพวกเขาแล้วตลอดเวลา พร้อมทั้งสามารถคิดและสรุปแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ได้รวดเร็ว มีการเพ่งมองความสนใจต่อความสัมพันธ์พื้นฐานและโครงสร้างคร่าวๆของปัญหามากกว่าจะเจาะลึกที่รายละเอียดส่วนย่อยมีความคิดประหยัดไม่เสียเวลา มีเหตุผลและตอบปัญหาได้ดี

5. องค์ประกอบมีความยืดหยุ่นในการคิด Costa and Kallick (2000 : 21 – 38) ได้อธิบายว่าการมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือซ่อมแซมเพื่อที่ทำให้คุณเก่งขึ้น คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะสามารถควบคุมสถานการณ์ได้ดีเพราะสามารถเปลี่ยนแปลงความคิดตามข้อมูลที่ได้รับเพิ่มเติม ดังนั้น คนเหล่านี้มักจะเข้าไปเกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่หลากหลาย ทำให้พวกเขามีความสามารถในการปรับเปลี่ยน สามารถคาดเดาถึงผลลัพธ์ที่เกิดตามมา

คนที่มีความยืดหยุ่นจะสามารถวิเคราะห์ และแก้ปัญหาด้วยมุมมองใหม่ เปลี่ยนแปลงความคิดได้ไว มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาของตนเอง สอดคล้องกับอุษณีย์ โพธิสุข (2537 : 41 – 42) ที่กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ว่า สามารถเปลี่ยนแนวคิดได้ในกรณีจำเป็น และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในสถานการณ์หรือโจทย์ใหม่ๆ และมีความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหา เด็กมักพูดว่า “รู้แล้วจะลองทำวิธีนี้” หรือ “ทำอย่างนั้นไม่ถูกเพราะ...” หรือ “ดูนี่ครับ ผมจะทำให้ดู” และเด็กที่เก่งคณิตศาสตร์มักจะใจกว้างในการที่จะยอมรับและเปลี่ยนความคิดถ้ามีหลักฐานมาสนับสนุนเพียงพอ ไฮด์และเฮ้า (Heid, 1983 : 222 ; House, 1987 : 14 – 15) ได้สรุปไว้ว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์เป็นผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่น มีความคิดประหยัดไม่เสียเวลา มีเหตุผลและตอบปัญหาได้ดี มักมีคำตอบเผื่อเลือกเอาไว้ด้วยในกรณีที่ยังไม่พอใจในผลเบื้องต้น สุโขทัยธรรมาธิราช (2526 : 448 ; อ้างอิงจาก ศักดา บุญโต และคณะ, 2544) กล่าวว่านักเรียนที่เก่งทางคณิตศาสตร์มีลักษณะที่สังเกตได้ คือ สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้หลายๆ วิธีที่คิดว่าดีที่สุด

6. องค์ประกอบมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง Costa and Kallick (2000 : 21-38) ได้อธิบายว่าการมีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง คือ ลักษณะของบุคคลที่ยอมที่จะเอาตัวเองเข้าไปอยู่ในสถานการณ์ที่ไม่ทราบว่าผลลัพธ์จะออกมาเป็นอย่างไร ยอมรับสภาพที่วุ่นวายสับสนหรือความทดถอยว่าเป็นสิ่งที่น่าสนใจ ท้าทายความสามารถ และความเจริญงอกงามของตนเอง คนที่ยืดหยุ่นจะไม่แสดงความมุทะลุหรือบุ่มบ่าม การเสี่ยงของพวกเขาเป็นการศึกษาเพราะคนที่ยืดหยุ่นจะรวบรวมเอาประสบการณ์ ความรู้เดิม คิดคำนึงถึงผลที่จะตามมา และรู้ว่าความพอเหมาะพอควรอยู่ที่ใดและรู้ว่าอะไรอันตรายเกินไป สอดคล้องกับวรรณี โสมประยูร (มปป : 129) ที่กล่าวว่าพฤติกรรมของเด็กที่เก่งคณิตศาสตร์ จะสามารถตัดสินใจได้รวดเร็วและยอมรับผลที่ตามมา

7. องค์ประกอบย้อนคิดเกี่ยวกับการคิดของตนเอง Costa and Kallick (2000 : 21-38) ได้อธิบายว่าการย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตน หรือเมตตาคอกนิชั่น (Metacognition) คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการสำรวจความคิดของตนเองทำให้ทราบว่าเรารู้อะไรแล้ว และยังไม่รู้อะไรบ้าง เป็นความสามารถของคนในการวางแผนเพื่อหาข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม รู้ตัวตลอดเวลาว่ากำลังทำอะไรอยู่ อยู่ในขั้นตอนใด และคอยประเมินตนเองตลอดเวลา องค์ประกอบหลักของการสำรวจความคิดของตนเอง คือ การวางแผนปฏิบัติ จดจำ แผนงานไว้ในสมองแล้วย้อนคิดและประเมินแผนงานนั้นเมื่องานเสร็จ สอดคล้องกับอุษณีย์ โพธิสุข (2537 : 41-42) ที่กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ว่า มักจะจดจำความสัมพันธ์ต่างๆของปัญหา และหลักการของคำตอบได้ดี นิตยา ปภาพจน์ (2540 : 15-17) ที่ได้ทำการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์จากเยาวชนไทยที่เป็นตัวแทนไป

แข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532-2357 จำนวน 10 คนพบว่าเด็กมีความสามารถในการรับรู้ความรู้ทีละส่วน เพื่อเข้าใจในหนังสือหรือผู้สอน ซึ่งเขียนหรือพูดไปเป็นลำดับเหตุผลได้

8. องค์ประกอบมีความมุ่งมั่น Costa and Kallick (2000 : 21-38) ได้อธิบายว่า การมีความมุ่งมั่น คือ ลักษณะของบุคคลที่มีการวิเคราะห์ปัญหาจัดสร้างระบบแบบแผนและกลยุทธ์ที่จะแก้ปัญหา ความรอบรู้พอที่จะปรับเปลี่ยนยุทธวิธีในการแก้ปัญหาและความสามารถวิธีที่ดีที่สุดเหมาะสมที่สุดมาใช้หรือใช้หลายๆวิธีในการแก้ปัญหา พวกเขามักจะเก็บข้อมูลหลักฐานของวิธีการที่จะแก้ปัญหาได้สำเร็จ และถ้าวิธีการใดวิธีการหนึ่งที่ไม่ประสบความสำเร็จก็จะทราบว่าเป็นเพราะเหตุใด และสามารถหยิบกลวิธีอื่นมาช่วยทันที พวกเขาจะมองออกว่าวิธีการใดไม่ขัดผลและต้องลองวิธีใหม่ ระบบวิธีการในการวิเคราะห์ปัญหาซึ่งเริ่มตั้งแต่ทราบว่าจะทำอย่างไร ควรมีขั้นตอนอย่างไร ต้องการข้อมูลอะไรบ้าง เพราะพวกเขามีความอดทนที่จะใช้เวลาในการแก้ปัญหาและไม่ตระหนกตกใจ เมื่อเกิดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาขึ้น สอดคล้องกับอารี สัณหฉวี และอุษณีย์ โพธิสุข (มปป : 96-97) ที่กล่าวถึงผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ว่ามีลักษณะที่มีความมุ่งมั่นในการที่จะหาคำตอบที่ง่ายและดีที่สุด เด็กที่เก่งคณิตศาสตร์มักจะทำงานคณิตศาสตร์โดยไม่เหนื่อย สุโขทัยธรรมาธิราช (2526 : 448) กล่าวว่านักเรียนที่เก่งทางคณิตศาสตร์มีลักษณะที่สังเกตได้ คือ สามารถทำงานที่ท้าทายได้เป็นระยะเวลายาวนานโดยไม่ต้องมีการพัก

9. องค์ประกอบและมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญเป็นอันดับสุดท้ายจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ถึงแม้ว่าจะไม่ใช่องค์ประกอบที่สำคัญเป็นอันดับแรกแต่ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ก็มีความสำคัญมากตามที่เกาส์ได้กล่าวว่าคณิตศาสตร์เป็นราชินีของวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่านักวิทยาศาสตร์หลายคนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้สร้างสรรค์ผลงานต่างๆมากมาย ผลงานที่สำคัญของเกาส์ เป็นผลงานเกี่ยวกับพีชคณิต การวิเคราะห์เรขาคณิต ตรีโกณมิติ ทฤษฎีจำนวน การวิเคราะห์เชิงตัวเลข ความน่าจะเป็นและสถิติ นอกจากนั้นในทางวิทยาศาสตร์เกาส์เป็นทั้งนักฟิสิกส์และนักดาราศาสตร์และที่สำคัญเป็นผู้คิดค้นกฎของเกาส์สำหรับสนามไฟฟ้า และกฎของเกาส์สำหรับสนามแม่เหล็ก ทั้งสองกฎเป็นกฎพื้นฐานในการประยุกต์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า นักฟิสิกส์ทุกคนจะต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดีจึงจะสามารถคิดค้นความรู้ต่างๆทางฟิสิกส์โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้ ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2555 : 5-6) ยังได้กล่าวว่าคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้การศึกษาการวิเคราะห์ผลการทดลองทางชีววิทยาและทางการแพทย์ ใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งในทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งสถาปนิกและวิศวกรจำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์มาช่วยในการออกแบบและคำนวณเกี่ยวกับโครงสร้างและชิ้นส่วนต่างๆในการทำงานได้ตามจุดประสงค์ที่กำหนด นอกจากนี้ในทางมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ยังใช้การวิเคราะห์ทาง

ระบบคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์มาตรวจสอบการใช้ภาษาในกรรมธรรมประกันภัย ใช้ทฤษฎีเกมมาวิเคราะห์ผลการการเจรจาทางการค้า นำมาเขียนภาพโดยใช้ความรู้ทางเรขาคณิตมาช่วยกำหนดรูปร่างและตำแหน่งของบุคคลหรือวัตถุในภาพ ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆทางมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ต้องการและใช้ในทางเศรษฐศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์ การลงทุน เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การที่จะให้นักเรียนมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาทุกฝ่าย ไม่ว่าจะเป็นผู้บริหารระดับประเทศ ผู้บริหารโรงเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองและชุมชน ควรให้ความสำคัญในการปลูกฝังผู้เรียนให้เกิดเป็นจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์โดยองค์ประกอบทั้ง 9 องค์ประกอบ ซึ่งได้แก่ ถามและตั้งข้อสงสัย พยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ มีความสนใจใฝ่รู้ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความยืดหยุ่นในการคิด มีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง ย้อนคิดเกี่ยวกับการคิดของตนเอง มีความมุ่งมั่น และมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ มาพิจารณาวางแผนการจัดการเรียนการสอน และสร้างแนวปฏิบัติร่วมกัน เพื่อสร้างจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน

1.2 การนำตัวบ่งชี้ที่ได้ไปใช้นั้น ควรพิจารณาถึงกลุ่มเป้าหมายที่จะนำไปใช้เป็นสำคัญ เนื่องจากธรรมชาติของเด็กแต่ละระดับชั้นไม่เหมือนกัน ตัวบ่งชี้ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ได้จากการพัฒนาตัวบ่งชี้จากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จึงเหมาะที่จะใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งในการนำไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นอื่นๆ ต้องพิจารณาให้รอบคอบถึงความเหมาะสมในแต่ละรายตัวบ่งชี้

1.3 จากผลการวิจัย องค์ประกอบที่มีความสำคัญ 2 อันดับแรก คือ องค์ประกอบด้านการถามและตั้งข้อสงสัย และองค์ประกอบมีความสนใจใฝ่รู้ ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากแรงขับภายในตัวของผู้เรียนเอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในการที่ผู้เรียนจะมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์นั้นต้องได้รับการปลูกฝังหรือกระตุ้นมาจากผู้ปกครอง คนรอบข้าง สิ่งแวดล้อมรอบตัวและพัฒนาการทางสมองของผู้เรียนเอง ดังนั้นผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครอง ครู ผู้บริหารโรงเรียน ควรให้การสนับสนุนและดูแลอย่างจริงจัง ผู้ปกครองให้ตระหนักถึงความสำคัญของการปลูกฝังให้บุตรหลานเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ตั้งแต่เยาว์วัย ส่วนครูและผู้บริหารโรงเรียนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และสิ่งแวดล้อม สถานการณ์ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ อยากเห็น และคิดหาวิธีแก้ปัญหา หาคำตอบด้วยตัวเอง ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จในการจัดการศึกษาในอนาคต

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 การพัฒนาตัวบ่งชี้ในครั้งนี้ได้มาจากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น ควรมีการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องด้านอื่นด้วย เช่น ผู้ปกครอง ชุมชน และรวมถึงตัวนักเรียนเอง เพื่อจะได้ข้อมูลในแนวกว้างและได้ข้อมูลที่เป็นจริงจากผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย

2.2 ควรมีการพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มประชากรอื่นๆ เช่น กลุ่มนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หรือนักเรียนในจังหวัดอื่นๆ เพราะความแตกต่างในด้านต่างๆ ของประชากร จะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงและชัดเจนมากขึ้น ส่งผล ให้ได้ตัวบ่งชี้ที่มีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมล ตราชู. (2553). *การพัฒนาตัวบ่งชี้พฤติกรรมภาวะผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารสถานศึกษาเทศบาล.* วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารจัดการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. (2546). *คู่มือดูแลสุขภาพจิตนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สำหรับครู.* พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://math.ipst.ac.th/wp-content/uploads/2015/PDF/Curriculum%202551.pdf [สืบค้นเมื่อ วันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2562].

ไกศิษฏ์ เปลรินทร์. (2552). *การพัฒนาตัวบ่งชี้ภาวะผู้นำทางวิชาการสำหรับผู้นำสำหรับผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

โคว์วีย์, สตีเฟน อาร์. (2548). *7 อุปนิสัยที่สำหรับผู้ทรงประสิทธิผลยิ่ง.* (สงกรานต์ จิตสุทธิภากร, ผู้แปล). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

จตุพล ยงศร. (2553). *การพัฒนาตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินคุณภาพการศึกษาภายในของโรงเรียนนายเรืออากาศ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

จิราภรณ์ คงคุ้ม. (2548). *การวิเคราะห์องค์ประกอบจิตนิสัยตามแนวทฤษฎีของคอสตาและคอลลิคสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2555). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูงและจิตนิสัยของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เชวงศักดิ์ พฤกษเทเวศ. (2553). การพัฒนาตัวบ่งชี้ภาวะผู้นำเชิงกลยุทธ์ของผู้บริหารสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา. *วารสารบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 6(1), 19-30.

นงลักษณ์ วิรัชชัย และสุวิมล ว่องวาณิช. (2541). *การวิเคราะห์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยของประเทศในเอเชีย*. กรุงเทพฯ: เซเว่น พริ้นติ้งกรุ๊ป.

นงลักษณ์ วิรัชชัย, ศจีมาศ ณ วิเชียร และพิสมัย อรทัย. (2551). *การวิจัยและพัฒนาตัวบ่งชี้คุณธรรมจริยธรรม*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาพลังแผ่นดินเชิงคุณธรรม (ศูนย์คุณธรรม).

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). *โมเดลลิสเรล: สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นวลลออ สุภาผล. (2527). *จิตวิทยาอปกติ*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจิตวิทยา คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

นิตยา ปภาพจน์. (2540). *การพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นหลักสูตร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นิวัฒน์ สุขประเสริฐ. (2553). *การพัฒนาตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินคุณภาพการศึกษาภายในของวิทยาลัยนาฏศิลป์ สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์.* วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บดินทร์ ธรรมสังวาลย์. (2553). *การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณภาพโรงเรียนวิถีพุทธ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทร-วิโรฒ ประสานมิตร.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

พงศธร มหาวิจิตร และสุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา. *วารสารปัญญาภิวัฒน์*, 10(1), 209-221.

พงศธร มหาวิจิตร. (2559). จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Habits of Mind). *วารสาร*สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 44(201), 20-23.

พบพร จิตรักษา. (2554). *การสร้างแบบวัดอุปนิสัยแห่งความสำเร็จ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เพชรัษฎ์ แก้วสุวรรณ. (2556). การพัฒนามาตรวัดจิตนิสัยสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารการวัดผลการศึกษา*, 30(87), 42-52.

ไพจิตร สะดวกการ. (2553). *จิตคณิตศาสตร์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: www.krupai.net/math/mathematical_mind.doc [สืบค้นเมื่อ วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2562].

ภัทรกุล จริยวิทยานนท์ และอินทิรา ศรีวัฒนะธรรมา. (2533). คณิตศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ. *วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 18(72), 10-13.

แม้นมาศ สีลสัตยกุล. (2545). การพัฒนาจิตนิสัย. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 17(2), 19-28.

วรรณี โสมประยูร. (2541). *การวิจัยและพัฒนารูปแบบการสอนและสื่อการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วรันฐิยา ไชยลา. (2550). *การศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และแบบการเรียนต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

วิทยา นาควัชระ. (2545). *คนนิสัยดี*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง.

วิภาวี ศิริลักษณ์. (2557). *การพัฒนาตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วู, เอ็ดดี้. (2562). *คุณลักษณะ 3 ประการที่จะทำให้ประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์*. [ออนไลน์]. ได้จาก: www.ipst.ac.th/index.php [สืบค้นเมื่อ วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2562].

ศักดา บุญโต และคณะ. (2548). *การพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.

ศักดิ์ชาย เพชรช่วย. (2541). *การพัฒนาตัวบ่งชี้รวมคุณภาพการศึกษาของคณะครุศาสตร์ในสถาบันราชภัฏ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการประเมิน*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์. (ม.ป.ป.). *คำบรรยายวิชาวิเคราะห์องค์ประกอบ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มิตรสยามการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร*. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2556*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualMathM4-M6.pdf [สืบค้นเมื่อ วันที่ 12 พฤศจิกายน 2560].

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2547). การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis: FA). *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 4(8), 15-21.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2552). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สมศักดิ์ นิลผาย. (2555). *การพัฒนาตัวบ่งชี้การบริหารงานวิชาการที่มีประสิทธิผลของผู้บริหารสถานศึกษาสังกัดเทศบาล*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการจัดการการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สายันต์ กลีบจอหอ. (2554). *การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านการอยู่อย่างพอเพียงของนักเรียนระดับประถมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). *ROADMAP จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียนเพื่อการขับเคลื่อนหลักสูตรการจัดการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2553). *แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับปรับปรุง (พ.ศ. 2552-2559): ฉบับสรุป*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://backoffice.onec.go.th/uploads/Book/699-file.pdf [สืบค้นเมื่อ วันที่ 12 พฤศจิกายน 2560].

สิริวรรณ นพตลุง. (2554). *การพัฒนาตัวบ่งชี้การส่งเสริมทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดบุรีรัมย์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุภมาศ อังศุโชติ. (2552). *สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์: เทคนิคการใช้โปรแกรม LISREL*. กรุงเทพฯ: เจริญดีมั่นคงการพิมพ์.

สุรางค์ โคว์ตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อังศรา ประเสริฐสิน. (2558). *การพัฒนารูปแบบการวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์กรมหาชน).

อารี รังสินันท์. (2529). *รวมบทบาทพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก*. กรุงเทพฯ: ธนะการพิมพ์.

อารี สัณหฉวี และอุษณีย์ โพธิสุข. (ม.ป.ป.). *เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของเด็กและเยาวชน.* กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

อุษณีย์ โพธิสุข. (2536). *108 กิจกรรมสร้างลูกให้เป็นเลิศ*. กรุงเทพฯ: ผู้จัดการ.

อุษณีย์ โพธิสุข. (2537). *การพัฒนาความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของเด็กและเยาวชน*. กรุงเทพฯ: ผู้จัดการ.

Al Cuoco, E., Goldenberg, Paul and Mark, June. (1996). Habits of mind: An organizing principle for a mathematics curriculum. *Journal of Mathematical Behavior*, 15(4), 375-402.

Al Cuoco, E., Goldenberg, Paul and Mark, June. (2010). Contemporary curriculum issues: Organizing a curriculum around mathematical habits of mind. *Mathematics Teacher*, 103(9), 682-688.

America Association Advancement of Science. (1989). *Project 2061: Science for all American*. Washington: America Association Advancement of Science.

American Association of Colleges for Teacher. (2012). *21st Century knowledge and skills in educator preparation.* [Online]. Available from: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519336.pdf [accessed 15 October 2018].

Burstein, L. Oakes and Guiton, G. (1992). Education Indicators. *Encyclopedia of Educational Research*, 2, 407.

Common Core State Standards Initiative. (2010). *Common Core State Standards in Mathematics*. [Online]. Available from: http://www.corestandards.org/Math/Practice [accessed 20 October 2018].

Costa, A. L. and Kallick, B. (2000). *Discoverring and Exploring Habits of mind*. Alexandia: Assosiation for A supervision and curriculum Development.

Costa, Arthur L. and Kallick, Bena. (2000). *Discovering and exploring habits of mind*. United States: Association for Supervision & Curriculum Development.

Covey, Stephen R. (2004). *The 7 Habits of Hightly Effective People*. New York: Simon and Schuster.

Covey, Stephen R. (2005). *Effective Zone Retrieved*. [Online]. Available from: http://www.Franklincovey.com/foryou/articles/seven.hlml [accessed 5 October 2018].

Driscoll, M. (1999). *Fostering algebraic thinking: A guide for teachers, Grades 6-10.* Portsmouth: Heinemann.

Driscoll, M. (2001). *The fostering algebraic thinking toolkit: Introduction and analyzing written student work*. Portsmouth: Heinemann.

Driscoll, M., Di Matteo, R. W., Nikula, J. E., and Egan, M. (2007). *Fostering Geometric Thinking: A Guide For Teachers Grades 5-10*. Portsmouth: Heinemann.

Dwirahayu, G., Kustiawati, D. and Bidari, I. (2017). *Corresponding Habits of Mind and Mathematical Ability*. [Online]. Available from: https://iopscience.iop. org/article/10.1088/1742-6596/895/1/012013 [accessed 30 October 2018].

Eroğlu, Deniz and Tanişli, Dilek. (2016). *Windows on students' algebra: Describing their habits of mind*. [Online]. Available from: https://hal. archives-ouvertes. fr/hal-01286964/file/CERME9.TWG03.20.posters. Eroglu.pdf [accessed 30 October 2018].

Fitz-Gibbon, Bernice. (1996). *Monitoring Education on Quality Indicators of Lifelong Learning*. London: Cassell.

Friesen, Sharon. (2013). *Numeracy and Beyond: Developing a Mathematical Habit of Mind in K-12*. [Online]. Available from: https://www.researchgate .net/publication/239572896 [accessed 5 October 2018].

George, J. M. and Jones, G. R. (2005). *Understanding and Managing Organizational Behavior*. 4th ed. Upper saddle River: Prentice Hall.

Goldenberg, E. P., Shteingold, N., and Feurzeig, N. (2003). Mathematical habits of mind form young children. In F. K. Lester and R. I. Charles (Eds.), *Teaching mathematics through problem solving: Prekindergarten-Grade 6* (pp. 15-29). Reston: National Council of Teachers of Mathematics.

Harel, G. (2008). *What is mathematics? A Pedagogical Answer to A Philosophical Question: Current Issues in the Philosophy of Mathematics From the Perspective of Mathematicians*. Washington: Mathematical American Association.

Heid, Kathleen M. (1983). Characterristics and Special needs of Gifted Student in Mathmetics. *Mathmetics Teacher*, 76, 221-226.

House, Peggy A. and Bruni, James V. (1987). *Providing Opportunities for the Mathmatically Gifted, K-12*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.

Hull, T., Balka, Don and Miles, R. H. (2012). Mathematical Thinking and Reasoning: Achieving the Process Standards. *Texas Mathematics Teacher*, 59(2), 15-18.

Johnstone, J. N. (1981). *Indicators of Education Systems*. London: The Ancher Press.

Jones, Gareth R. (2004). *Organizational Theory, Design, and Change*. 4th ed. Harlow, United Kingdom: Pearson Education Limited.

Joyce, B., Weil, M. and Calhoun, E. (2009). *Models of Teaching*. 8th ed. New York: Allyn & Bacon.

Levasseur, K., and Cuoco, A. (2003). Mathematical habits of mind. In Schoen, H. L. (Ed.). *Teaching Mathematics Through Problem Solving: Grade 6-12* (pp. 23-37). Reston: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).

Lim, K. (2013). *A Collection of Lists of Mathematical habits of Mind*. [Online]. Available from: http://math.utep.edu/Faculty/kienlim/HoM_Collection.pdf [accessed 15 October 2018].

Lim, K. H. and Selden, A. (2009). Mathematical Habits of Mind. In *Proceedings of the Thirty-First Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education.* Atlanta: Georgia State University.

Mark, J., Cuoco, A., Goldenberg, E. P., and Sarah, S. (2010). Contemporary Curriculum Issues: Developing Mathematical Habits of Mind. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 15(9), 505-509.

Maruyama, Geoffrey M. (1998). *Basics of structural Equation Modeling*. California: SAGE Publication Inc.

Marzano, R. J. (1992). *A Different Kind of Classroom: Teaching with Dimensions of Learning*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.

Mason, J. and Spence, M. (1999). Beyond Mere Knowledge of Mathematics: The Importance of Knowing to Act in the Moment. *Educational Studies in Mathematics*, 38, 135-161.

Massachusetts Department of Education. (1995). *Mathematics curriculum framework*. Malden: The Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education.

Meier, D. (1995). *The Power of Thrir Ideas: Lessons for America from a Small School in Harlem*. United State: Beacon Press.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics.* Reston: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009). *Focus in High School Mathematics: Reasoning and Sense Making*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).

Perkins, D. (1997). *Habits of mind*. [Online]. Available from: www.habits-of-mind.net [accessed 15 October 2018].

Rand Mathematics Study Panel. (2003). *Mathematical Proficiency for All Students: Toward a Strategic Research and Development Program in Mathematics Education*. Santa Monica: Rand education.

Resnick, Lauren B. (1999). Making American Smarter. *Education Week*, 18(40), 38-40.

Seaman, Carol E. and Szydlik, Jennifer Earles. (2007). Mathematical sophistication Among Preservice Elementary Teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10, 167-182.

Seeley, Cathy L. (2014). *Smarter Than We Think: More Messages About Math, Teaching and Learning in the 21st Century-A Resource for Teachers, Leaders, Policy Makers and Families*. Sausalito: Math Solutions.

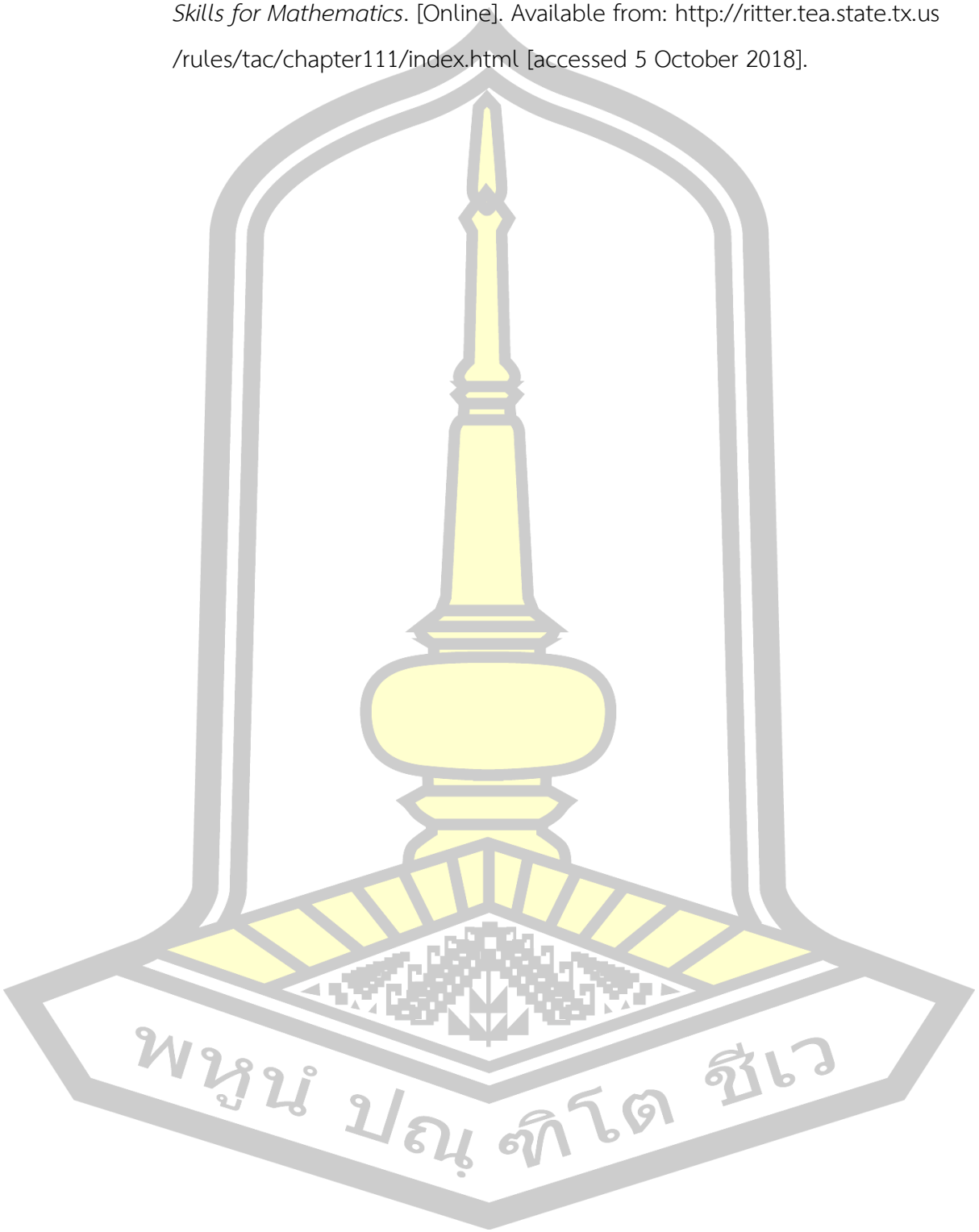
Singh, Pritam., Bhandakar, Asha and Rai, Snigdha. (2016). *The Leadership Odyssey*. New Delhi: SAGE Publications.

Sizer, Theodore R. (2002). *Habits of Mind*. [Online]. Available from: www.essentialschools.org/pub/ces_docs/about/phil/habits.html [accessed 5 October 2018].

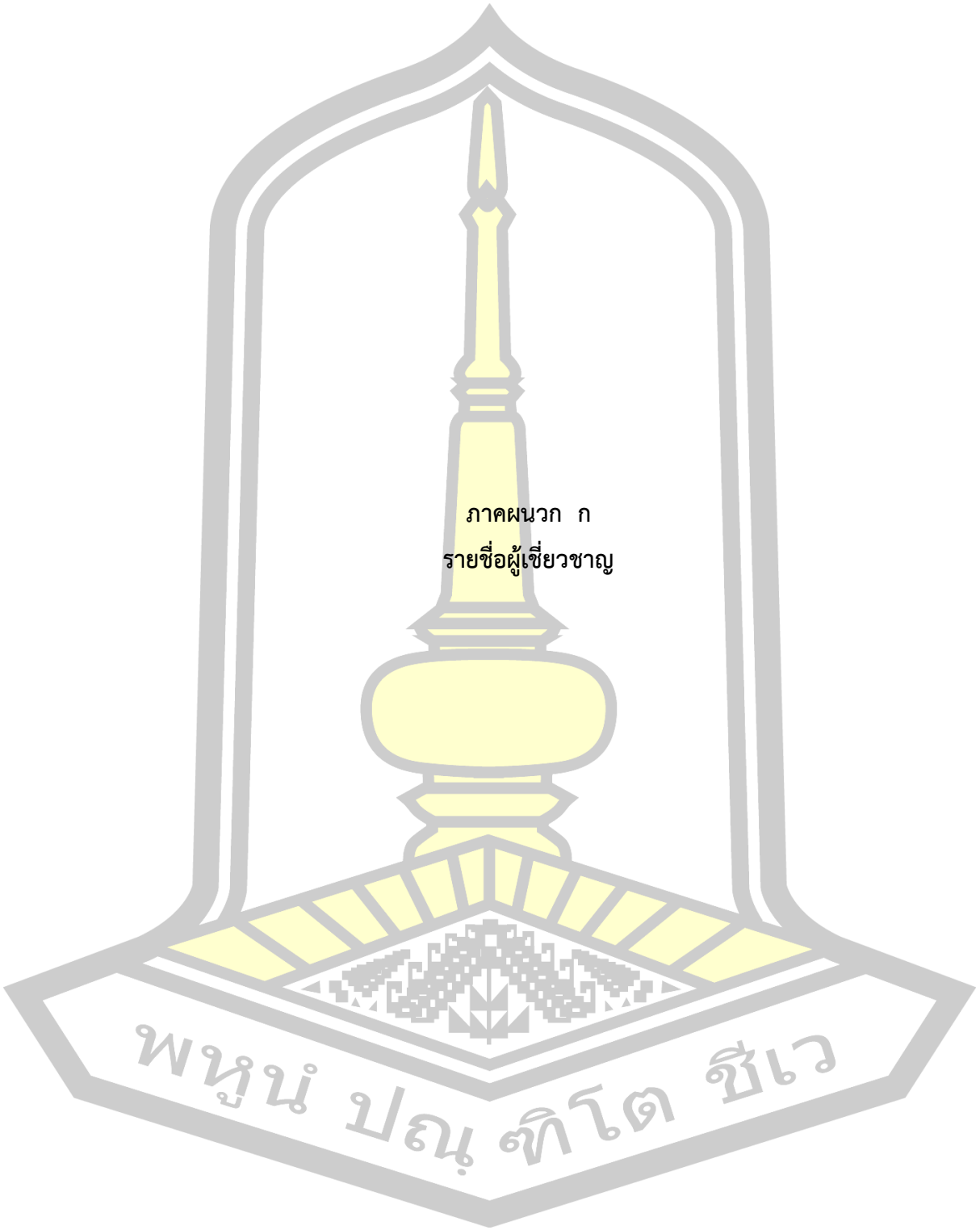
Stenberg, Karin. (2003). *Habit of Mind*. [Online]. Available from: www.pages.cpsc.ucalgary.ca/-becker/Main/Habits-of-Mind.html [accessed 20 October 2018].

Susanti, Ely Lia and Kusumah, Yaya Sukjaya. (2014). *Learning Material Based On Realistic Mathematics Education (Case Study In Enhancing Students' Mathematical Habits Of Mind).* [Online]. Available from: http://eprints.unsri.ac.id/5198/1/Ely_Susanti.pdf [accessed 15 October 2018].

Texas Education Agency. (2012). *19 TAC Chapter 111 Texas Essential Knowledge and Skills for Mathematics*. [Online]. Available from: http://ritter.tea.state.tx.us /rules/tac/chapter111/index.html [accessed 5 October 2018].



ภาคผนวก

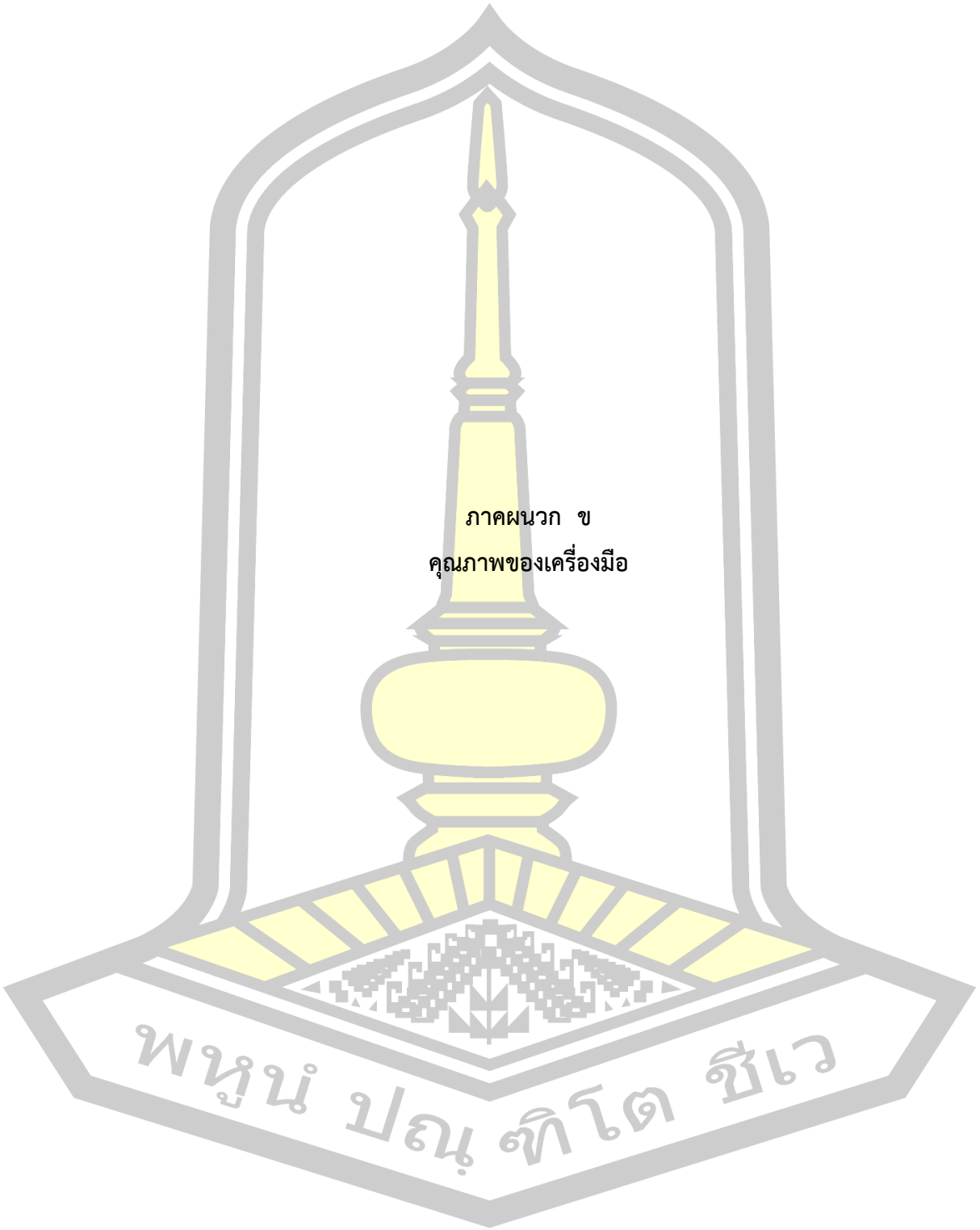


ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รองศาสตราจารย์ สมนึก ภัททิยธนี	อาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ ลิ้มอำไพ	อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำสุข นวพงษ์พิพัฒน์	อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
4. อาจารย์ ดร.พงศธร มหาวิจิตร	อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. อาจารย์ ดร.ศานิตย์ ศรีคุณ	อาจารย์สาขาหลักสูตร วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา
6. อาจารย์ ดร.ภัทริยา ลาสุนนท์	อาจารย์สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
7. ดร. สถิต ปัชชาเขียว	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีบุญเรืองวิทยาคาร จังหวัดหนองบัวลำภู
8. นางพรพรรณ ตรีชุย	ครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนสตรีราชินูทิศ จังหวัดหนองคาย
9. นายดำรงศักดิ์ ปัญญาทิพย์	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จังหวัดร้อยเอ็ด



ภาคผนวก ข

คุณภาพของเครื่องมือ

คุณภาพของเครื่องมือ

ตาราง 30 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC)

ข้อที่	IOC	Std. Deviation	แปลผล
n1	1.000	0.000	สอดคล้อง
n2	0.777	0.666	สอดคล้อง
n3	0.888	0.333	สอดคล้อง
n4	0.777	0.666	สอดคล้อง
n5	0.777	0.666	สอดคล้อง
n6	1.000	0.000	สอดคล้อง
n7	0.888	0.333	สอดคล้อง
n8	0.777	0.440	สอดคล้อง
n9	0.777	0.666	สอดคล้อง
n10	0.888	0.333	สอดคล้อง
n11	1.000	0.000	สอดคล้อง
n12	0.888	0.333	สอดคล้อง
n13	0.888	0.333	สอดคล้อง
n14	0.777	0.666	สอดคล้อง
n15	1.000	0.000	สอดคล้อง
n16	1.000	0.000	สอดคล้อง
n17	0.888	0.333	สอดคล้อง
n18	1.000	0.000	สอดคล้อง
n19	1.000	0.000	สอดคล้อง
n20	1.000	0.000	สอดคล้อง
n21	0.777	0.440	สอดคล้อง
n22	1.000	0.000	สอดคล้อง
n23	1.000	0.000	สอดคล้อง
n24	0.888	0.333	สอดคล้อง
n25	1.000	0.000	สอดคล้อง

ตาราง 30 (ต่อ)

ข้อที่	IOC	Std. Deviation	แปลผล
n26	0.888	0.333	สอดคล้อง
n27	0.777	0.666	สอดคล้อง
n28	1.000	0.000	สอดคล้อง
n29	0.333	0.707	ไม่สอดคล้อง
n30	1.000	0.000	สอดคล้อง
n31	1.000	0.000	สอดคล้อง
n32	0.777	0.666	สอดคล้อง
n33	1.000	0.000	สอดคล้อง
n34	1.000	0.000	สอดคล้อง
n35	0.888	0.333	สอดคล้อง
n36	1.000	0.000	สอดคล้อง
n37	1.000	0.000	สอดคล้อง
n38	1.000	0.000	สอดคล้อง
n39	1.000	0.000	สอดคล้อง
n40	0.777	0.440	สอดคล้อง
n41	0.222	0.833	ไม่สอดคล้อง
n42	0.888	0.333	สอดคล้อง
n43	1.000	0.000	สอดคล้อง
n44	0.888	0.333	สอดคล้อง
n45	1.000	0.000	สอดคล้อง
n46	0.777	0.440	สอดคล้อง
n47	0.777	0.666	สอดคล้อง
n48	1.000	0.000	สอดคล้อง
n49	1.000	0.000	สอดคล้อง
n50	0.777	0.440	สอดคล้อง

ตาราง 30 (ต่อ)

ข้อที่	IOC	Std. Deviation	แปลผล
n51	1.000	0.000	สอดคล้อง
n52	0.888	0.333	สอดคล้อง
n53	0.444	0.726	ไม่สอดคล้อง
n54	1.000	0.000	สอดคล้อง
n55	1.000	0.000	สอดคล้อง
n56	1.000	0.000	สอดคล้อง
n57	0.777	0.666	สอดคล้อง
n58	1.000	0.000	สอดคล้อง
n59	0.777	0.440	สอดคล้อง
n60	1.000	0.000	สอดคล้อง
n61	1.000	0.000	สอดคล้อง
n62	0.888	0.333	สอดคล้อง
n63	0.888	0.333	สอดคล้อง
n64	1.000	0.000	สอดคล้อง
n65	0.888	0.333	สอดคล้อง
n66	0.555	0.726	สอดคล้อง
n67	1.000	.000	สอดคล้อง
n68	1.000	0.000	สอดคล้อง
n69	1.000	0.000	สอดคล้อง
n70	0.777	0.440	สอดคล้อง
n71	1.000	0.000	สอดคล้อง
n72	0.888	0.333	สอดคล้อง
n73	1.000	0.000	สอดคล้อง
n74	0.888	0.333	สอดคล้อง
n75	0.888	0.333	สอดคล้อง

ตาราง 30 (ต่อ)

ข้อที่	IOC	Std. Deviation	แปลผล
n76	0.888	0.333	สอดคล้อง
n77	1.000	0.000	สอดคล้อง
n78	1.000	0.000	สอดคล้อง
n79	1.000	0.000	สอดคล้อง
n80	0.777	0.440	สอดคล้อง
n81	1.000	0.000	สอดคล้อง
n82	0.888	0.333	สอดคล้อง
n83	1.000	0.000	สอดคล้อง
n84	1.000	0.000	สอดคล้อง
n85	0.888	0.333	สอดคล้อง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คะแนนรายข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับของแบบสอบถาม (Item-total Correlation)

ข้อที่	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted	แปลผล
ข้อที่ 1	308.76	1301.533	0.367	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 2	308.70	1308.378	0.248	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 3	309.08	1300.687	0.305	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 4	308.80	1308.367	0.229	0.962	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 5	308.64	1315.174	0.124	0.962	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 6	309.46	1292.784	0.436	0.962	ใช้ได้
ข้อที่7	308.58	1312.575	0.173	0.962	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 8	308.78	1300.910	0.272	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 9	308.52	1299.969	0.341	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 10	309.08	1300.891	0.352	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 11	309.04	1282.978	0.522	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 12	309.36	1311.378	0.129	0.963	ใช้ได้
ข้อที่ 13	308.80	1291.878	0.457	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 14	308.86	1292.449	0.476	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 15	308.88	1303.822	0.254	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 16	309.30	1287.561	0.545	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 17	308.96	1290.692	0.538	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 18	308.84	1290.831	0.491	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 19	309.20	1288.286	0.496	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 20	309.10	1286.459	0.543	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 21	308.80	1319.510	0.050	0.963	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 22	308.62	1288.240	0.555	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 23	308.30	1297.888	0.447	0.962	ใช้ได้

ตาราง 31 (ต่อ)

ข้อที่	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted	แปลผล
ข้อที่ 24	308.66	1282.351	0.620	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 25	308.56	1295.843	0.499	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 26	308.96	1285.549	0.511	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 27	308.66	1286.351	0.558	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 28	308.26	1308.972	0.236	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 29	308.36	1304.766	0.283	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 30	308.80	1295.388	0.537	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 31	308.60	1283.388	0.683	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 32	308.78	1298.869	0.396	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 33	309.04	1292.733	0.515	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 34	309.12	1289.087	0.546	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 35	308.74	1303.053	0.269	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 36	308.72	1293.226	0.489	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 37	308.70	1286.214	0.563	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 38	308.78	1290.583	0.505	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 39	308.44	1285.680	0.611	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 40	308.72	1291.757	0.473	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 41	308.16	1299.974	0.479	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 42	308.78	1292.134	0.509	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 43	308.98	1282.142	0.596	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 44	308.78	1294.624	0.429	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 45	308.78	1294.624	0.429	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 46	308.86	1290.286	0.576	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 47	308.86	1301.307	0.380	0.962	ใช้ได้

ตาราง 31 (ต่อ)

ข้อที่	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted	แปลผล
ข้อที่ 48	308.92	1293.218	0.484	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 49	308.78	1291.930	0.483	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 50	308.64	1279.949	0.591	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 51	308.42	1287.391	0.576	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 52	308.70	1295.194	0.493	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 53	308.34	1294.147	0.448	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 54	308.58	1283.840	0.626	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 55	308.50	1301.480	0.341	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 56	309.16	1271.607	0.722	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 57	309.08	1281.626	0.601	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 58	308.76	1285.247	0.650	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 59	308.84	1284.872	0.556	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 60	308.78	1284.012	0.579	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 61	308.60	1290.816	0.492	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 62	309.04	1272.447	0.665	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 63	308.36	1289.500	0.541	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 64	308.68	1288.344	0.465	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 65	308.72	1284.573	0.556	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 66	309.12	1283.169	0.531	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 67	308.80	1285.510	0.615	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 68	308.40	1295.878	0.555	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 69	308.58	1291.759	0.512	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 70	308.60	1290.041	0.533	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 71	309.26	1277.421	0.609	0.961	ใช้ได้

ตาราง 31 (ต่อ)

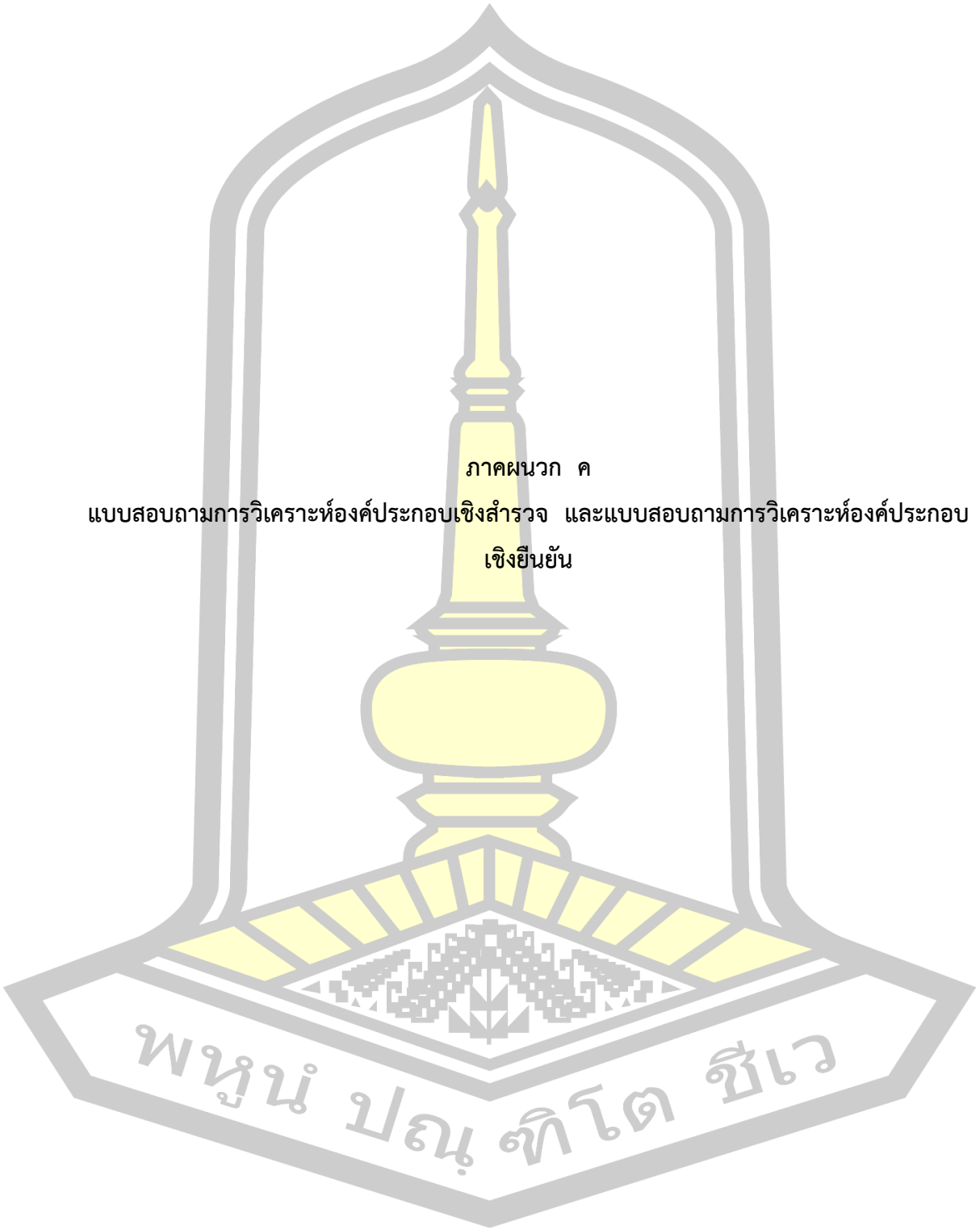
ข้อที่	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted	แปลผล
ข้อที่ 72	308.66	1284.147	0.592	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 73	308.82	1289.089	0.536	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 74	308.90	1280.296	0.589	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 75	308.28	1288.900	0.496	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 76	308.30	1290.745	0.577	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 77	308.56	1282.456	0.543	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 78	308.34	1289.372	0.510	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 79	308.52	1303.275	0.392	0.962	ใช้ได้
ข้อที่ 80	308.64	1286.317	0.597	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 81	308.64	1280.276	0.660	0.961	ใช้ได้
ข้อที่ 82	308.50	1282.541	0.649	0.961	ใช้ได้

ตาราง 32 ค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)

Reliability Statistics		แปลผล
Cronbach's Alpha	N of Items	
.962	82	มีความเชื่อมั่นสูงมาก

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และแบบสอบถามการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน



แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 8 องค์ประกอบ 77 ตัวบ่งชี้

3. ความคิดเห็นของท่านมีคุณค่า และมีความสำคัญต่องานวิจัยชิ้นนี้ ข้อมูลจากแบบสอบถามผู้วิจัยจะเก็บเป็นความลับและไม่มีผลกระทบใดๆต่อท่าน ซึ่งผู้วิจัยจะนำผลมาวิเคราะห์และนำเสนอผลในภาพรวมเท่านั้น

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างดี

นางวาสนา จันเสริม
นิสิตปริญญาโท สาขาวิจัยและประเมินผล รุ่น พ.29
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
โทร 0862433206

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่อง ☐ หน้าข้อความที่ตรงกับข้อมูลของท่าน

ตอนที่1 ข้อมูลส่วนตัว

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. ระดับชั้น ☐ ม. 4 ☐ ม.5 ☐ ม.6

ตอนที่ 2 ตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง โปรดพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าใช่ลักษณะของนักเรียนที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน แล้วทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อ	ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
มีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์						
1	นักเรียนใช้กรณีตัวอย่างหลายๆกรณี ช่วยหาคำตอบในการแก้ปัญหา					
2	นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้การประมาณค่าของจำนวนจริง					
3	นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้สมการและกราฟ					
4	นักเรียนเคยใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติแก้ปัญหาในชีวิตจริง					
5	นักเรียนเคยใช้รูปเรขาคณิต ช่วยอธิบาย และหาคำตอบของปัญหา					
6	นักเรียนใช้ความน่าจะเป็นช่วยตัดสินใจ แก้ปัญหา					
7	นักเรียนเลือกใช้ค่ากลางในการประมาณค่าข้อมูลทั้งหมดได้อย่างเหมาะสม					
8	นักเรียนคาดการณ์ได้ถูกต้อง เพราะมีความรู้เรื่องความน่าจะเป็น					
9	นักเรียนคิดว่าหากไม่มีความรู้เรื่องสถิติและความน่าจะเป็นอาจตัดสินใจผิดพลาด					

ข้อ	ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
10	แคลคูลัสช่วยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ เช่น หาความเร็ว ความเร่ง					
11	ความรู้เรื่องลิมิตเป็นพื้นฐานเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น					
12	แคลคูลัสเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การเขียนคำสั่งในโปรแกรม การคำนวณต่างๆที่ต้องการความแม่นยำมากๆ					
13	นักเรียนคิด ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้เร็วขึ้นเพราะมีความรู้ในวิชาแคลคูลัส					
14	การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนนำเสนอ					
15	นักเรียนเคยนำความรู้คณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆมาเชื่อมโยงกันเพื่อปัญหา					
16	นักเรียนนำการเหตุผลทางคณิตศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาสถานการณ์ได้ดี					
17	นักเรียนมักคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีที่สร้างสรรค์ แปลกใหม่					
มีความมุ่งมั่น						
18	นักเรียนมักทำงานทุกอย่างด้วยตนเองจนกว่าจะสำเร็จ					
19	เมื่อนักเรียนสนใจสิ่งใด ก็จะพยายามมุ่งมั่นทำให้สำเร็จ					

ข้อ	ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
20	นักเรียนคิดเสมอว่าจะต้องทำงานนั้นให้สำเร็จ หากไม่เสร็จไม่เลิก					
21	แม้จะไม่มีปัญหาในการทำงานแต่นักเรียนก็มักคิดหาวิธีการใหม่ที่ดีกว่าเดิมเสมอ					
22	นักเรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่ายที่ต้องเผชิญกับปัญหาที่เกิดจากการทำงานซ้ำแล้วซ้ำอีก					
23	เมื่อเกิดอุปสรรคขณะทำงานนักเรียนจะไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคเหล่านั้น					
มีความยืดหยุ่นในการคิด						
24	การรับฟังเหตุผลข้อโต้แย้งจากคนอื่นช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดี					
25	เมื่อมีคนบอกข้อเสียของงานนักเรียนก็จะยอมรับและแก้ไข					
26	นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา แล้วหาแนวทางแก้ไขได้อย่างหลากหลาย					
27	นักเรียนพยายามคิดหาหลายๆวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุด					
28	เมื่อไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เตรียมไว้นักเรียนก็สามารถหาวิธีแก้ปัญหาแบบใหม่ได้สำเร็จ					
29	นักเรียนจะสามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว					
30	นักเรียนคาดเดาผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นโดยใช้หลักฐานเหตุผล ทางคณิตศาสตร์สนับสนุน					
31	นักเรียนเชื่อว่าการคาดเดาเป็นสิ่งที่เหมาะสม หากมีเหตุผลเพียงพอ					

ข้อ	ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง						
32	นักเรียนสามารถอธิบายความคิดของตนเองได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน					
33	นักเรียนวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาได้					
34	ทุกสิ่งที่นักเรียนทำ จะมีคำอธิบายเสมอ					
35	นักเรียนเลือกวิชาที่ตนเองถนัดมากกว่าที่จะเลือกเรียนตามเพื่อน					
36	นักเรียนจะจดจำแผนงานไว้ในความสมองแล้วคิดหาวิธีแก้ปัญหา					
37	นักเรียนใช้ความผิดพลาดในอดีตมาเป็นบทเรียนในการทำงาน					
38	วิธีแก้ปัญหาของนักเรียนมีลำดับขั้นตอนที่สามารถตรวจสอบได้					
39	นักเรียนใช้ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์บางทฤษฎีมาช่วยในการแก้ปัญหา					
40	หากไม่เข้าใจทฤษฎีทางคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนอาจคิดวิธีแก้ปัญหานี้ไม่ได้					
พยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ						
41	นักเรียนใช้ข้อมูลที่สามารถสังเกตได้หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ช่วยในการตัดสินใจ					
42	นักเรียนพิสูจน์สิ่งที่พิสูจน์ได้ก่อนลงข้อสรุป					
43	นักเรียนใช้การพิสูจน์ทั้งแบบอุปนัยและนิรนัยช่วยแก้ปัญหา					
44	นักเรียนหาหลักฐานที่ถูกต้องมาสนับสนุนความคิดของตนเอง					

ข้อ	ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
45	เมื่อทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ นักเรียนจะตรวจทานก่อนส่ง					
46	เมื่อพบข้อบกพร่องของงาน นักเรียนก็จะพยายามแก้ไขจนกว่าจะสมบูรณ์					
47	นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้เสมอ					
48	นักเรียนจะตรวจคำตอบของตนเองว่าตรงกับเพื่อนๆ หรือไม่ก่อนส่งงาน					
ถามและตั้งข้อสงสัย						
49	เมื่อพบสิ่งที่ไม่เข้าใจหรือแปลกใหม่ นักเรียนจะซักถามจนเข้าใจ					
50	นักเรียนมักถามเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียนไม่เข้าใจกับเพื่อน					
51	เมื่อเกิดข้อสงสัยขณะเรียน นักเรียนจะถามคุณครูทันที					
52	นักเรียนซักถามครูจนเข้าใจภาระงานที่ได้รับมอบหมาย					
53	เมื่อพบปัญหาขณะทำงาน นักเรียนจะสอบถามจนเข้าใจและสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง					
มีความสนใจใฝ่รู้						
54	นักเรียนหาสาเหตุของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาได้					
55	นักเรียนตื่นเต้นกับการหาคำตอบของปัญหาใหม่					
56	นักเรียนคิดว่าทุกปัญหาต้องสามารถหาคำตอบ และแก้ปัญหาได้					

ข้อ	ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
57	นักเรียนมั่นใจว่าตนเองจะสามารถแก้ปัญหาทุกอย่างได้อย่างแน่นอน					
58	นักเรียนมีความสุขทุกครั้งที่สามารถแก้ปัญหาได้					
59	นักเรียนชอบคิดสูตรลัด เทคนิค วิธีการหาคำตอบที่รวดเร็วและแม่นยำ					
60	นักเรียนใช้ความรู้ที่มีมาช่วยแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้					
61	นักเรียนสนุกกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
62	นักเรียนมักแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา					
63	นักเรียนจะตั้งใจเรียนในสิ่งที่ยังไม่มีความรู้เสมอ					
64	นักเรียนมีความรู้สึกว่าต้องเรียนรู้ตลอดเวลาให้ทันต่อยุคสมัย					
65	นักเรียนเข้าร่วมแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้					
66	นักเรียนชอบหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เสมอๆ					
67	เมื่อพบสถานการณ์ใหม่ๆนักเรียนจะวิเคราะห์สถานการณ์นั้นๆก่อนเสมอ					
68	นักเรียนมักคิดวิเคราะห์ทุกเรื่องที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน					
69	นักเรียนบริหารจัดการทุกเรื่องในชีวิตได้ดีเพราะการคิดวิเคราะห์					
มีความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง						
70	เมื่อสิ่งที่คิดไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง นักเรียนก็พร้อมที่จะรับผิดชอบ					
71	นักเรียนเข้าใจและยอมรับผลจากการตัดสินใจของตนเอง					

ข้อ	ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
72	เมื่อนำเสนองานกลุ่มผิดพลาด นักเรียนจะขอโทษสมาชิกในกลุ่มและยอมรับผิด					
73	นักเรียนยอมให้ครูทำโทษเมื่อทำผิด					
74	นักเรียนมักพิจารณาความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ก่อนตัดสินใจ					
75	นักเรียนรู้ว่าทำได้ อะไรที่ทำไม่ได้ควรหยุดและคิดหาวิธีการใหม่					
76	นักเรียนเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับเครื่องมือที่มี					
77	นักเรียนมักประเมินสถานการณ์ก่อนลงมือปฏิบัติเสมอ					

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 9 องค์ประกอบ 60 ตัวบ่งชี้

3. ความคิดเห็นของท่านมีคุณค่า และมีความสำคัญต่องานวิจัยชิ้นนี้ ข้อมูลจากแบบสอบถามผู้วิจัยจะเก็บเป็นความลับและไม่มีผลกระทบใดๆต่อท่าน ซึ่งผู้วิจัยจะนำผลมาวิเคราะห์และนำเสนอผลในภาพรวมเท่านั้น

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างดี

นางวาสนา จันเสริม
นิสิตปริญญาโท สาขาวิจัยและประเมินผล รุ่น พ.29
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
โทร 0862433206

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่อง ☐ หน้าข้อความที่ตรงกับข้อมูลของท่าน

ตอนที่1 ข้อมูลส่วนตัว

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. ระดับชั้น ☐ ม. 4 ☐ ม.5 ☐ ม.6

ตอนที่ 2 ตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง โปรดพิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าใช่ลักษณะของนักเรียนที่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน แล้วทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อ	ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
มีความสนใจใฝ่รู้						
1	นักเรียนมีความรู้สึกว่าต้องเรียนรู้ตลอดเวลาให้ทันต่อยุคสมัย					
2	นักเรียนเข้าร่วมแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้					
3	นักเรียนชอบหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เสมอๆ					
4	นักเรียนบริหารจัดการทุกเรื่องในชีวิตได้ดีเพราะการคิดวิเคราะห์					
5	เมื่อพบสถานการณ์ใหม่ๆนักเรียนจะวิเคราะห์สถานการณ์นั้นๆก่อนเสมอ					
6	นักเรียนจะตั้งใจเรียนในสิ่งที่ยังไม่มีความรู้เสมอ					
7	นักเรียนมักคิดวิเคราะห์ทุกเรื่องที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน					
8	นักเรียนสนุกกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
9	นักเรียนมักแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา					
10	นักเรียนมีความสุขทุกครั้งที่สามารถแก้ปัญหาได้					

ข้อ	ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ความรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง						
11	นักเรียนมักพิจารณาความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ก่อนตัดสินใจ					
12	นักเรียนเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับเครื่องมือที่มี					
13	นักเรียนรู้ว่าทำได้ อะไรที่ทำไม่ได้ควรหยุดและคิดหาวิธีการใหม่					
14	นักเรียนมักประเมินสถานการณ์ก่อนลงมือปฏิบัติเสมอ					
15	นักเรียนยอมให้ครูทำโทษเมื่อทำผิด					
16	เมื่อนำเสนองานกลุ่มผิดพลาด นักเรียนจะขอโทษสมาชิกในกลุ่มและยอมรับผิด					
มีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์						
17	แคลคูลัสเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การเขียนคำสั่งในโปรแกรม การคำนวณต่างๆที่ต้องการความแม่นยำมากๆ					
18	ความรู้เรื่องลิมิตเป็นพื้นฐานเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น					
19	แคลคูลัสช่วยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ เช่น หาความเร็ว ความเร่ง					
20	นักเรียนเคยใช้รูปเรขาคณิต ช่วยอธิบาย และหาคำตอบของปัญหา					
21	นักเรียนเลือกใช้ค่ากลางในการประมาณค่าข้อมูลทั้งหมดได้อย่างเหมาะสม					
22	นักเรียนคาดการณ์ได้ถูกต้อง เพราะมีความรู้เรื่องความน่าจะเป็น					

ข้อ	ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
23	นักเรียนเคยใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติแก้ปัญหาในชีวิตจริง					
24	นักเรียนคิด ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้เร็วขึ้นเพราะมีความรู้ในวิชาแคลคูลัส					
25	นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้การประมาณค่าของจำนวนจริง					
26	นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยใช้สมการและกราฟ					
27	นักเรียนใช้กรณีตัวอย่างหลายๆกรณี ช่วยหาคำตอบในการแก้ปัญหา					
มีความยืดหยุ่นในการคิด						
28	นักเรียนจะสามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว					
29	เมื่อไม่สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เตรียมไว้ นักเรียนก็สามารถหาวิธีแก้ปัญหาแบบใหม่ได้สำเร็จ					
30	นักเรียนพยายามคิดหาหลายๆวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุด					
31	นักเรียนคาดเดาผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นโดยใช้หลักฐานเหตุผล ทางคณิตศาสตร์สนับสนุน					
การย้อนคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง						
32	นักเรียนวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาได้					
33	นักเรียนใช้ความผิดพลาดในอดีตมาเป็นบทเรียนในการทำงาน					
34	นักเรียนจะจดจำแผนงานไว้ในความสมองแล้วคิดหาวิธีแก้ปัญหา					
35	นักเรียนสามารถอธิบายความคิดของตนเองได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน					

ข้อ	ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
36	ทุกสิ่งที่นักเรียนทำ จะมีคำอธิบายเสมอ					
37	นักเรียนเลือกวิชาที่ตนเองถนัดมากกว่าที่จะเลือกเรียนตามเพื่อน					
มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์						
38	นักเรียนเคยนำความรู้คณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆมาเชื่อมโยงกันเพื่อปัญหา					
39	นักเรียนใช้ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์บางทฤษฎีมาช่วยในการแก้ปัญหา					
40	การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนนำเสนอ					
41	นักเรียนนำการเหตุผลทางคณิตศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาสถานการณ์ได้ดี					
42	วิธีแก้ปัญหาของนักเรียนมีลำดับขั้นตอนที่สามารถตรวจสอบได้					
43	หากไม่เข้าใจทฤษฎีทางคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนอาจคิดวิธีแก้ปัญหานี้ไม่ได้					
44	นักเรียนใช้ข้อมูลที่สามารถสังเกตได้หรือหลักฐานเชิงประจักษ์ช่วยในการตัดสินใจ					
การถามและตั้งข้อสงสัย						
45	เมื่อเกิดข้อสงสัยขณะเรียน นักเรียนจะถามคุณครูทันที					
46	เมื่อพบปัญหาขณะทำงาน นักเรียนจะสอบถามจนเข้าใจและสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง					
47	นักเรียนชอบคิดสูตรลัด เทคนิค วิธีการหาคำตอบที่รวดเร็วและแม่นยำ					

ข้อ	ตัวบ่งชี้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
48	นักเรียนหาสาเหตุของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาได้					
49	นักเรียนซักถามครูจนเข้าใจภาระงานที่ได้รับมอบหมาย					
50	นักเรียนมักถามเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียนไม่เข้าใจกับเพื่อน					
51	นักเรียนจะตรวจคำตอบของตนเองว่าตรงกับเพื่อนๆ หรือไม่ก่อนส่งงาน					
การพยายามให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ						
52	นักเรียนหาหลักฐานที่ถูกต้องมาสนับสนุนความคิดของตนเอง					
53	นักเรียนใช้การพิสูจน์ทั้งแบบอุปนัยและนิรนัยช่วยแก้ปัญหา					
54	เมื่อพบข้อบกพร่องของงาน นักเรียนก็จะพยายามแก้ไขจนกว่าจะสมบูรณ์					
55	นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้เสมอ					
56	เมื่อทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ นักเรียนจะตรวจทานก่อนส่ง					
57	นักเรียนพิสูจน์สิ่งที่พิสูจน์ได้ก่อนลงข้อสรุป					
มีความมุ่งมั่น						
58	นักเรียนมักทำงานทุกอย่างด้วยตนเองจนกว่าจะสำเร็จ					
59	เมื่อนักเรียนสนใจสิ่งใด ก็จะพยายามมุ่งมั่นทำให้สำเร็จ					
60	นักเรียนคิดเสมอว่าจะต้องทำงานนั้นให้สำเร็จ					

ภาคผนวก ง

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันของตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตาราง 33 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
Y1	1.000							
Y2	.302**	1.000						
Y3	.316**	.282**	1.000					
Y4	.248**	.353**	.453**	1.000				
Y5	.169**	.279**	.363**	.399**	1.000			
Y6	.141**	.119**	.200**	.147**	.290**	1.000		
Y7	.291**	.304**	.294**	.352**	.298**	.160**	1.000	
Y8	.147**	.251**	.184**	.198**	.316**	.290**	.284**	1.000
Y9	.199**	.227**	.261**	.283**	.304**	.204**	.283**	.203**
Y10	.227**	.210**	.291**	.311**	.264**	.123**	.216**	.186**
Y11	.268**	.282**	.272**	.332**	.258**	.091**	.274**	.181**
Y12	.217**	.206**	.229**	.242**	.174**	.158**	.198**	.233**
Y13	.271**	.235**	.277**	.360**	.224**	.137**	.239**	.220**
Y14	.221**	.227**	.289**	.269**	.269**	.262**	.215**	.197**
Y15	.198**	.186**	.300**	.202**	.204**	.262**	.184**	.210**
Y16	.206**	.248**	.280**	.299**	.235**	.329**	.271**	.222**
Y17	.198**	.236**	.258**	.296**	.293**	.293**	.233**	.183**
Y18	.173**	.149**	.138**	0.051	.124**	.141**	.145**	.147**
Y19	0.062	0.051	0.011	-0.044	.100**	.285**	0.061	.142**
Y20	.223**	.152**	.228**	.164**	.178**	.248**	.199**	.173**
Y21	.073*	.124**	.138**	.139**	.076*	.137**	.137**	0.064
Y22	.146**	.207**	.190**	.284**	.207**	.119**	.226**	.168**
Y23	.126**	.176**	0.044	.127**	.115**	0.063	.166**	.141**
Y24	.140**	.127**	0.055	0.024	.095**	.130**	.109**	.138**

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
Y25	.114**	.081*	-0.006	-0.007	0.038	.159**	.103**	.169**
Y26	.084*	.104**	.131**	.081*	.091**	.172**	.140**	.070*
Y27	.187**	0.061	.118**	0.054	.075*	.169**	.166**	.087*
Y28	.140**	.185**	.145**	.160**	.144**	0.054	.212**	.087*
Y29	.133**	.163**	.142**	.142**	.135**	.068*	.149**	.141**
Y30	.152**	.155**	.197**	.175**	.142**	.193**	.166**	.125**
Y31	.158**	.117**	.080*	0.049	.083*	.189**	.098**	.115**
Y32	.158**	.167**	.137**	.126**	.147**	.102**	.143**	.068*
Y33	.076*	.148**	.118**	.118**	.103**	.267**	.083*	.088*
Y34	.080*	.151**	.091**	.078*	.130**	.188**	.101**	.102**
Y35	0.045	.086*	0.005	-0.039	.106**	.186**	0.021	.103**
Y36	.091**	.116**	.089**	0.023	0.065	.129**	.084*	.102**
Y37	0.037	.096**	0.004	-0.050	0.060	.121**	-0.034	.095**
Y38	.156**	.162**	.172**	.126**	.109**	.080*	.134**	.076*
Y39	.188**	.222**	.191**	.238**	.120**	.070*	.210**	.118**
Y40	.205**	.195**	.218**	.209**	.187**	.099**	.162**	.159**
Y41	.174**	.209**	.149**	.203**	.136**	0.051	.188**	.126**
Y42	.207**	.198**	.182**	.135**	.161**	.143**	.196**	.124**
Y43	.215**	.261**	.203**	.237**	.211**	.188**	.228**	.196**
Y44	.155**	.185**	.088*	.079*	.159**	.161**	.099**	0.067
Y45	.102**	.146**	.088*	0.061	.112**	.098**	.077*	.105**
Y46	.088*	.123**	0.056	0.027	.109**	.135**	0.049	.100**
Y47	.134**	.119**	.112**	0.048	.134**	.163**	.114**	.107**
Y48	.102**	.151**	.126**	.080*	.144**	.183**	.116**	.131**
Y49	.149**	.157**	.103**	0.001	.121**	.074*	.097**	.081*
Y50	.168**	.100**	0.058	0.020	0.036	0.039	.087*	.101**

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
Y51	.125**	.145**	.120**	.147**	.137**	.140**	.139**	.098**
Y52	.135**	.158**	.106**	.106**	.117**	-0.009	.100**	.096**
Y53	.119**	.120**	.122**	.133**	.136**	.106**	.146**	0.052
Y54	.166**	.153**	.116**	.141**	.123**	0.040	.212**	.132**
Y55	.129**	.089**	.098**	-0.014	.083*	.146**	.082*	.085*
Y56	.154**	.115**	.096**	0.019	0.066	.105**	.133**	.115**
Y57	.145**	.124**	.091**	.090**	.108**	.104**	.134**	.076*
Y58	.086*	.114**	-0.019	-0.042	0.060	.138**	0.058	.069*
Y59	.103**	.181**	.144**	.166**	.104**	.137**	.186**	.098**
Y60	.096**	.086*	0.049	0.052	.074*	0.041	.109**	.078*
Y61	.119**	.129**	.127**	.146**	.071*	.112**	.133**	.099**
Y62	.207**	.242**	.135**	.175**	.136**	-0.010	.178**	.122**
Y63	.136**	.124**	0.029	-0.018	.072*	.088*	.116**	.179**
Y64	.140**	.125**	0.015	-0.019	0.041	.078*	.111**	.092**
Y65	.110**	.102**	0.038	-0.010	0.022	.131**	.100**	.141**
Y66	.137**	.152**	.186**	.108**	0.064	0.050	.100**	0.065
Y67	.165**	.176**	.172**	.097**	.079*	0.026	.139**	.131**
Y68	.194**	.096**	0.058	-0.024	0.020	0.036	0.060	.090**
Y69	.115**	.088*	0.020	0.027	0.001	0.059	.089**	.169**
Y70	.115**	.088*	0.044	-0.039	0.000	.125**	0.021	.094**
Y71	.089**	0.053	-0.033	-.094**	0.001	.181**	0.028	0.056
Y72	.142**	.120**	0.045	0.000	0.018	.069*	.081*	.106**
Y73	.098**	.144**	0.024	-0.040	-0.014	.075*	0.039	.124**
Y74	.128**	.147**	0.037	-0.014	-0.038	.114**	.110**	.095**
Y75	.133**	.160**	.107**	0.010	0.063	0.005	.134**	.084*
Y76	.156**	.169**	.116**	0.058	0.041	0.062	.160**	.127**
Y77	.117**	.135**	0.050	0.020	0.029	.101**	0.063	0.039

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16
Y9	1.000							
Y10	.290**	1.000						
Y11	.295**	.425**	1.000					
Y12	.235**	.335**	.423**	1.000				
Y13	.356**	.384**	.390**	.360**	1.000			
Y14	.333**	.281**	.288**	.269**	.379**	1.000		
Y15	.246**	.169**	.154**	.161**	.308**	.444**	1.000	
Y16	.322**	.257**	.272**	.213**	.289**	.410**	.438**	1.000
Y17	.270**	.245**	.240**	.206**	.304**	.322**	.349**	.444**
Y18	.223**	.148**	.127**	.081*	.214**	.206**	.183**	.157**
Y19	.125**	0.045	0.045	.095**	.094**	0.054	.163**	.151**
Y20	.186**	.194**	.110**	.143**	.185**	.212**	.198**	.341**
Y21	.202**	.127**	.136**	.118**	.166**	.188**	.188**	.191**
Y22	.192**	.223**	.170**	.108**	.260**	.235**	.201**	.304**
Y23	.157**	.160**	.180**	.077*	.221**	.229**	.185**	.177**
Y24	.135**	.097**	.109**	0.048	.076*	.218**	.151**	.157**
Y25	.175**	0.064	.124**	0.059	.159**	.174**	.126**	.120**
Y26	.153**	.145**	.139**	.096**	.145**	.197**	.103**	.164**
Y27	.220**	.130**	.129**	.093**	.176**	.159**	.166**	.149**
Y28	.204**	.131**	.209**	.089**	.219**	.156**	.143**	.153**
Y29	.191**	.126**	.112**	.080*	.252**	.165**	.127**	.109**
Y30	.263**	.198**	.171**	.153**	.230**	.208**	.184**	.239**
Y31	.229**	.133**	.137**	.133**	.166**	.148**	.150**	.171**
Y32	.238**	.149**	.129**	.083*	.143**	.211**	.151**	.189**
Y33	.189**	.132**	.109**	.069*	.130**	.158**	.163**	.159**

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16
Y34	.190**	.069*	.121**	.082*	.100**	.153**	.105**	.135**
Y35	.163**	.075*	.085*	0.062	.068*	.128**	.142**	.068*
Y36	.113**	0.035	.079*	.131**	.104**	.109**	.076*	.088*
Y37	.081*	0.021	0.058	0.019	0.049	.077*	.094**	.081*
Y38	.152**	.152**	.190**	.100**	.210**	.113**	.101**	.158**
Y39	.219**	.167**	.272**	.120**	.310**	.226**	.201**	.206**
Y40	.229**	.222**	.249**	.215**	.267**	.206**	.152**	.186**
Y41	.190**	.162**	.216**	.157**	.256**	.243**	.178**	.109**
Y42	.206**	.241**	.254**	.195**	.202**	.189**	.138**	.195**
Y43	.242**	.219**	.288**	.217**	.202**	.204**	.204**	.246**
Y44	.159**	.088*	.180**	.111**	.120**	.229**	.178**	.190**
Y45	.147**	.099**	.128**	.129**	.138**	.164**	.175**	.159**
Y46	.147**	.089**	0.013	.074*	.090**	.104**	.137**	.110**
Y47	.237**	.127**	.109**	.125**	.201**	.129**	.127**	.148**
Y48	.179**	.108**	.166**	.097**	.169**	.223**	.134**	.184**
Y49	.147**	.131**	.109**	.073*	.101**	.146**	.151**	.142**
Y50	.136**	.067*	.099**	0.049	.124**	.128**	.080*	.081*
Y51	.139**	.124**	.125**	.098**	.157**	.187**	.149**	.132**
Y52	.154**	.079*	.168**	.090**	.132**	.141**	.082*	.118**
Y53	.140**	.129**	.131**	0.052	.187**	.174**	.125**	.074*
Y54	.245**	.114**	.140**	.109**	.125**	.159**	.121**	.090**
Y55	.156**	.124**	.108**	.107**	.084*	.147**	.179**	.153**
Y56	.146**	.094**	.143**	.098**	0.045	.075*	.130**	.183**
Y57	.095**	.108**	.114**	0.045	.138**	.139**	.150**	.082*
Y58	.132**	.069*	.116**	0.063	0.067	.148**	.107**	.095**

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16
Y59	.181**	.136**	.179**	.128**	.191**	.180**	.189**	.174**
Y60	.125**	0.054	.146**	0.064	.118**	.167**	.120**	.090**
Y61	.187**	.143**	.163**	.088*	.175**	.230**	.129**	.213**
Y62	.174**	.095**	.149**	0.045	.191**	.129**	.158**	.122**
Y63	.100**	.091**	.116**	.069*	.094**	.154**	.078*	.089**
Y64	.150**	.089**	.074*	0.055	.129**	.177**	.085*	.110**
Y65	.152**	.124**	.111**	.082*	.130**	.189**	.136**	.141**
Y66	.179**	.203**	.157**	.115**	.227**	.168**	.170**	.138**
Y67	.230**	.125**	.152**	.078*	.225**	.233**	.191**	.143**
Y68	.164**	.102**	.079*	.095**	.135**	.119**	.102**	0.029
Y69	.108**	.090**	.102**	0.032	.108**	.083*	0.040	0.057
Y70	.136**	.078*	0.061	.100**	.074*	.179**	.129**	.178**
Y71	.084*	0.007	0.027	0.040	0.023	.083*	.091**	.119**
Y72	.108**	.083*	.114**	0.048	.090**	.156**	.145**	.127**
Y73	.126**	0.046	.110**	.094**	.098**	.100**	.082*	.119**
Y74	.115**	.072*	.120**	.136**	.100**	.145**	.158**	.134**
Y75	.156**	.118**	.154**	.116**	.133**	.186**	.143**	.083*
Y76	.147**	.115**	.108**	.076*	.133**	.179**	.150**	.074*
Y77	.163**	0.065	.129**	0.049	.092**	.154**	.094**	.079*

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21	Y22	Y23	Y24
Y17	1.000							
Y18	.332**	1.000						
Y19	.259**	.411**	1.000					
Y20	.288**	.307**	.368**	1.000				
Y21	.236**	.150**	.206**	.245**	1.000			
Y22	.323**	.158**	0.060	.271**	.427**	1.000		
Y23	.218**	.190**	.108**	.181**	.302**	.416**	1.000	
Y24	.168**	.219**	.204**	.200**	.176**	.241**	.381**	1.000
Y25	.116**	.189**	.202**	.126**	.147**	.147**	.327**	.471**
Y26	.259**	.189**	.145**	.222**	.211**	.235**	.205**	.299**
Y27	.202**	.244**	.234**	.273**	.289**	.168**	.237**	.291**
Y28	.251**	.208**	.096**	.217**	.319**	.305**	.279**	.229**
Y29	.148**	.179**	0.035	.176**	.260**	.187**	.258**	.152**
Y30	.218**	.214**	0.047	.176**	.219**	.245**	.214**	.168**
Y31	.158**	.153**	.136**	.173**	.169**	.144**	.205**	.206**
Y32	.221**	.209**	.131**	.220**	.182**	.187**	.227**	.185**
Y33	.213**	.189**	.195**	.253**	.183**	.186**	.175**	.156**
Y34	.223**	.202**	.183**	.257**	.193**	.155**	.171**	.206**
Y35	.152**	.163**	.246**	.123**	.206**	.114**	.166**	.168**
Y36	.116**	.133**	.182**	.175**	.204**	.188**	.203**	.107**
Y37	.133**	.169**	.297**	.133**	.207**	0.043	.159**	.163**
Y38	.145**	.144**	.153**	.172**	.176**	.145**	.140**	.114**
Y39	.215**	.151**	.072*	.141**	.227**	.241**	.250**	.157**
Y40	.200**	.163**	.068*	.156**	.141**	.197**	.221**	.181**
Y41	.154**	.164**	0.016	0.057	.156**	.189**	.241**	.157**

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21	Y22	Y23	Y24
Y42	.214**	.213**	.108**	.165**	.207**	.197**	.162**	.152**
Y43	.201**	.156**	.121**	.193**	.153**	.177**	.136**	.121**
Y44	.179**	.171**	.179**	.182**	.214**	.136**	.192**	.185**
Y45	.222**	.246**	.214**	.177**	.209**	.119**	.204**	.141**
Y46	.227**	.273**	.257**	.229**	.243**	.129**	.188**	.209**
Y47	.208**	.201**	.191**	.193**	.199**	.128**	.123**	.157**
Y48	.167**	.157**	.156**	.155**	.129**	0.052	.142**	.163**
Y49	.174**	.244**	.204**	.199**	.207**	.180**	.248**	.262**
Y50	.110**	.212**	.154**	.151**	.072*	0.050	.156**	.169**
Y51	.156**	.163**	.134**	.167**	.137**	.207**	.182**	.174**
Y52	.157**	.168**	.130**	.156**	.131**	.154**	.230**	.166**
Y53	.199**	.269**	.213**	.167**	.136**	.195**	.262**	.180**
Y54	.144**	.176**	.147**	.150**	.198**	.167**	.262**	.189**
Y55	.110**	.197**	.182**	.150**	.131**	.125**	.197**	.188**
Y56	.140**	.161**	.209**	.156**	.099**	.144**	.159**	.213**
Y57	.115**	.174**	.159**	.226**	.165**	.213**	.224**	.155**
Y58	.144**	.203**	.184**	.180**	.155**	.128**	.200**	.222**
Y59	.168**	.183**	.147**	.212**	.201**	.210**	.195**	.207**
Y60	.108**	.203**	.201**	.197**	.139**	.079*	.212**	.211**
Y61	.168**	.141**	.088*	.182**	.179**	.172**	.128**	.090**
Y62	.187**	.136**	0.062	.133**	.149**	.243**	.226**	.139**
Y63	.153**	.235**	.191**	.192**	.113**	.118**	.286**	.240**
Y64	.173**	.214**	.132**	.177**	.091**	.090**	.154**	.166**
Y65	.177**	.185**	.178**	.146**	.148**	.135**	.175**	.145**
Y66	.171**	.131**	.076*	.173**	.128**	.160**	.172**	.124**

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21	Y22	Y23	Y24
Y67	.148**	.198**	.115**	.173**	.186**	.183**	.208**	.219**
Y68	.143**	.162**	.148**	.163**	.152**	.088*	.202**	.226**
Y69	.118**	.182**	.163**	.168**	.109**	.166**	.197**	.224**
Y70	.162**	.250**	.241**	.168**	.125**	.095**	.112**	.235**
Y71	.125**	.223**	.288**	.151**	.092**	0.016	.096**	.227**
Y72	.140**	.184**	.206**	.157**	.156**	.108**	.166**	.200**
Y73	.117**	.218**	.213**	.158**	.096**	0.022	.085*	.180**
Y74	.152**	.178**	.155**	.140**	.149**	.089**	.132**	.184**
Y75	.104**	.150**	.116**	.133**	.171**	.091**	.213**	.133**
Y76	.145**	.188**	.128**	.193**	.180**	.191**	.233**	.200**
Y77	.098**	.149**	.138**	.128**	.159**	.119**	.214**	.230**

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y25	Y26	Y27	Y28	Y29	Y30	Y31	Y32
Y25	1.000							
Y26	.308**	1.000						
Y27	.242**	.488**	1.000					
Y28	.171**	.404**	.458**	1.000				
Y29	.133**	.339**	.435**	.584**	1.000			
Y30	.165**	.318**	.266**	.374**	.455**	1.000		
Y31	.178**	.224**	.304**	.266**	.333**	.449**	1.000	
Y32	.149**	.338**	.259**	.283**	.275**	.342**	.362**	1.000
Y33	.207**	.316**	.308**	.254**	.240**	.271**	.343**	.478**
Y34	.173**	.271**	.239**	.258**	.221**	.231**	.252**	.358**
Y35	.208**	.204**	.282**	.278**	.220**	.155**	.293**	.242**
Y36	.069*	.170**	.245**	.258**	.265**	.195**	.235**	.255**
Y37	.181**	.179**	.263**	.221**	.205**	.172**	.294**	.175**
Y38	.101**	.228**	.254**	.246**	.247**	.242**	.236**	.297**
Y39	.153**	.226**	.252**	.303**	.314**	.261**	.274**	.270**
Y40	.154**	.229**	.239**	.288**	.261**	.256**	.257**	.247**
Y41	.178**	.188**	.179**	.256**	.317**	.289**	.267**	.245**
Y42	.195**	.259**	.268**	.260**	.292**	.298**	.274**	.268**
Y43	.121**	.119**	.073*	.135**	.157**	.206**	.135**	.222**
Y44	.201**	.228**	.254**	.318**	.307**	.236**	.282**	.275**
Y45	.143**	.241**	.289**	.252**	.225**	.149**	.241**	.176**
Y46	.184**	.246**	.288**	.293**	.272**	.219**	.259**	.261**
Y47	.096**	.234**	.277**	.265**	.266**	.189**	.228**	.206**
Y48	.196**	.228**	.206**	.217**	.195**	.181**	.225**	.238**
Y49	.204**	.267**	.282**	.277**	.234**	.195**	.293**	.298**
Y50	.190**	.247**	.291**	.244**	.258**	.161**	.192**	.256**
Y51	.143**	.260**	.205**	.280**	.273**	.248**	.216**	.273**

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y25	Y26	Y27	Y28	Y29	Y30	Y31	Y32
Y52	.184**	.228**	.223**	.249**	.224**	.156**	.240**	.195**
Y53	.213**	.286**	.256**	.311**	.297**	.252**	.271**	.272**
Y54	.209**	.289**	.250**	.298**	.256**	.236**	.280**	.290**
Y55	.175**	.188**	.214**	.090**	.171**	.143**	.165**	.131**
Y56	.185**	.157**	.177**	.143**	0.061	0.064	.156**	.157**
Y57	.209**	.210**	.177**	.190**	.172**	.133**	.141**	.153**
Y58	.288**	.235**	.266**	.217**	.162**	.129**	.209**	.217**
Y59	.222**	.289**	.292**	.255**	.244**	.221**	.208**	.267**
Y60	.209**	.205**	.274**	.273**	.237**	.186**	.303**	.273**
Y61	.110**	.226**	.248**	.237**	.277**	.309**	.249**	.263**
Y62	.135**	.237**	.229**	.316**	.302**	.214**	.255**	.253**
Y63	.261**	.198**	.259**	.225**	.193**	.135**	.259**	.161**
Y64	.140**	.234**	.273**	.257**	.285**	.168**	.229**	.191**
Y65	.210**	.259**	.258**	.217**	.220**	.220**	.279**	.248**
Y66	.083*	.264**	.307**	.224**	.291**	.290**	.210**	.269**
Y67	.151**	.260**	.342**	.296**	.316**	.234**	.241**	.244**
Y68	.196**	.263**	.338**	.232**	.289**	.216**	.335**	.277**
Y69	.229**	.291**	.287**	.251**	.258**	.199**	.236**	.270**
Y70	.217**	.233**	.265**	.143**	.119**	.161**	.203**	.197**
Y71	.218**	.286**	.277**	.158**	.146**	.149**	.220**	.260**
Y72	.247**	.241**	.248**	.225**	.206**	.187**	.222**	.227**
Y73	.199**	.264**	.243**	.179**	.168**	.165**	.239**	.218**
Y74	.220**	.308**	.260**	.230**	.220**	.264**	.284**	.268**
Y75	.196**	.263**	.282**	.295**	.279**	.234**	.269**	.255**
Y76	.219**	.307**	.291**	.336**	.314**	.278**	.307**	.306**
Y77	.227**	.297**	.321**	.315**	.252**	.265**	.285**	.258**

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y33	Y34	Y35	Y36	Y37	Y38	Y39	Y40
Y33	1.000							
Y34	.476**	1.000						
Y35	.323**	.339**	1.000					
Y36	.217**	.305**	.437**	1.000				
Y37	.270**	.251**	.430**	.437**	1.000			
Y38	.245**	.228**	.233**	.360**	.407**	1.000		
Y39	.214**	.190**	.165**	.243**	.227**	.531**	1.000	
Y40	.231**	.268**	.166**	.179**	.159**	.379**	.490**	1.000
Y41	.186**	.164**	.155**	.202**	.129**	.288**	.436**	.447**
Y42	.288**	.282**	.230**	.198**	.204**	.330**	.330**	.392**
Y43	.198**	.160**	.106**	.158**	.076*	.238**	.242**	.203**
Y44	.276**	.272**	.276**	.245**	.244**	.222**	.226**	.183**
Y45	.262**	.249**	.297**	.291**	.347**	.313**	.261**	.166**
Y46	.245**	.271**	.327**	.290**	.307**	.316**	.243**	.170**
Y47	.177**	.241**	.328**	.299**	.237**	.293**	.266**	.196**
Y48	.183**	.255**	.216**	.189**	.217**	.203**	.209**	.215**
Y49	.260**	.323**	.296**	.213**	.289**	.278**	.277**	.218**
Y50	.217**	.216**	.247**	.232**	.297**	.298**	.254**	.198**
Y51	.223**	.197**	.228**	.206**	.207**	.246**	.289**	.236**
Y52	.175**	.217**	.213**	.223**	.221**	.295**	.318**	.305**
Y53	.255**	.265**	.219**	.234**	.274**	.232**	.273**	.222**
Y54	.272**	.259**	.221**	.206**	.147**	.259**	.274**	.201**
Y55	.177**	.213**	.196**	.129**	.192**	.208**	.197**	.171**
Y56	.124**	.185**	.164**	.129**	.176**	.093**	.086*	.102**
Y57	.157**	.184**	.123**	.191**	.166**	.171**	.220**	.124**

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y33	Y34	Y35	Y36	Y37	Y38	Y39	Y40
Y58	.208**	.278**	.339**	.225**	.258**	.153**	.139**	.202**
Y59	.247**	.300**	.247**	.297**	.220**	.253**	.269**	.282**
Y60	.232**	.268**	.238**	.252**	.309**	.286**	.288**	.303**
Y61	.243**	.243**	.163**	.245**	.293**	.294**	.318**	.271**
Y62	.201**	.234**	.212**	.268**	.228**	.264**	.295**	.294**
Y63	.186**	.244**	.259**	.260**	.276**	.227**	.248**	.263**
Y64	.185**	.265**	.230**	.277**	.305**	.264**	.263**	.264**
Y65	.266**	.235**	.229**	.207**	.262**	.217**	.264**	.279**
Y66	.227**	.222**	.153**	.237**	.217**	.326**	.345**	.306**
Y67	.227**	.259**	.243**	.249**	.254**	.307**	.352**	.306**
Y68	.248**	.267**	.257**	.237**	.279**	.326**	.311**	.305**
Y69	.233**	.278**	.206**	.220**	.230**	.292**	.303**	.292**
Y70	.242**	.281**	.246**	.205**	.286**	.226**	.207**	.221**
Y71	.227**	.213**	.285**	.241**	.286**	.264**	.172**	.159**
Y72	.178**	.193**	.240**	.277**	.295**	.308**	.240**	.244**
Y73	.216**	.199**	.251**	.230**	.314**	.238**	.192**	.175**
Y74	.240**	.254**	.231**	.266**	.287**	.284**	.266**	.234**
Y75	.188**	.227**	.226**	.230**	.251**	.239**	.299**	.268**
Y76	.254**	.251**	.263**	.247**	.245**	.223**	.283**	.256**
Y77	.235**	.235**	.286**	.229**	.261**	.207**	.245**	.215**

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y41	Y42	Y43	Y44	Y45	Y46	Y47	Y48
Y41	1.000							
Y42	.469**	1.000						
Y43	.265**	.458**	1.000					
Y44	.248**	.385**	.325**	1.000				
Y45	.154**	.234**	.214**	.403**	1.000			
Y46	.155**	.285**	.161**	.296**	.518**	1.000		
Y47	.183**	.289**	.184**	.267**	.379**	.495**	1.000	
Y48	.246**	.287**	.180**	.312**	.268**	.230**	.291**	1.000
Y49	.251**	.363**	.183**	.243**	.370**	.375**	.287**	.346**
Y50	.264**	.247**	.128**	.219**	.290**	.292**	.243**	.196**
Y51	.279**	.322**	.211**	.225**	.265**	.291**	.305**	.333**
Y52	.284**	.312**	.161**	.253**	.271**	.268**	.299**	.216**
Y53	.316**	.301**	.143**	.279**	.266**	.303**	.267**	.299**
Y54	.266**	.279**	.135**	.275**	.248**	.231**	.269**	.230**
Y55	.166**	.237**	.234**	.190**	.246**	.205**	.266**	.186**
Y56	.087*	.172**	.114**	.246**	.203**	.194**	.174**	.208**
Y57	.187**	.196**	.211**	.207**	.157**	.159**	.207**	.206**
Y58	.141**	.265**	.090**	.263**	.202**	.272**	.218**	.246**
Y59	.249**	.296**	.226**	.217**	.208**	.283**	.235**	.208**
Y60	.231**	.300**	.152**	.264**	.296**	.292**	.223**	.279**
Y61	.242**	.301**	.219**	.253**	.219**	.189**	.246**	.239**
Y62	.316**	.306**	.165**	.286**	.296**	.219**	.246**	.249**
Y63	.211**	.257**	.120**	.338**	.315**	.313**	.221**	.242**
Y64	.225**	.275**	.164**	.302**	.290**	.292**	.288**	.299**
Y65	.238**	.336**	.191**	.251**	.274**	.316**	.310**	.207**

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y41	Y42	Y43	Y44	Y45	Y46	Y47	Y48
Y66	.334**	.318**	.214**	.192**	.203**	.254**	.270**	.178**
Y67	.320**	.343**	.181**	.294**	.295**	.276**	.275**	.272**
Y68	.326**	.392**	.160**	.222**	.271**	.305**	.277**	.270**
Y69	.293**	.331**	.152**	.199**	.213**	.270**	.238**	.297**
Y70	.208**	.301**	.139**	.232**	.271**	.260**	.270**	.253**
Y71	.111**	.177**	.108**	.248**	.234**	.247**	.276**	.197**
Y72	.233**	.270**	.131**	.233**	.251**	.284**	.246**	.231**
Y73	.196**	.264**	.129**	.263**	.255**	.277**	.236**	.227**
Y74	.267**	.284**	.145**	.229**	.253**	.274**	.211**	.259**
Y75	.326**	.350**	.150**	.251**	.273**	.292**	.271**	.253**
Y76	.321**	.260**	.113**	.221**	.264**	.319**	.267**	.260**
Y77	.267**	.258**	.089**	.239**	.236**	.262**	.246**	.200**

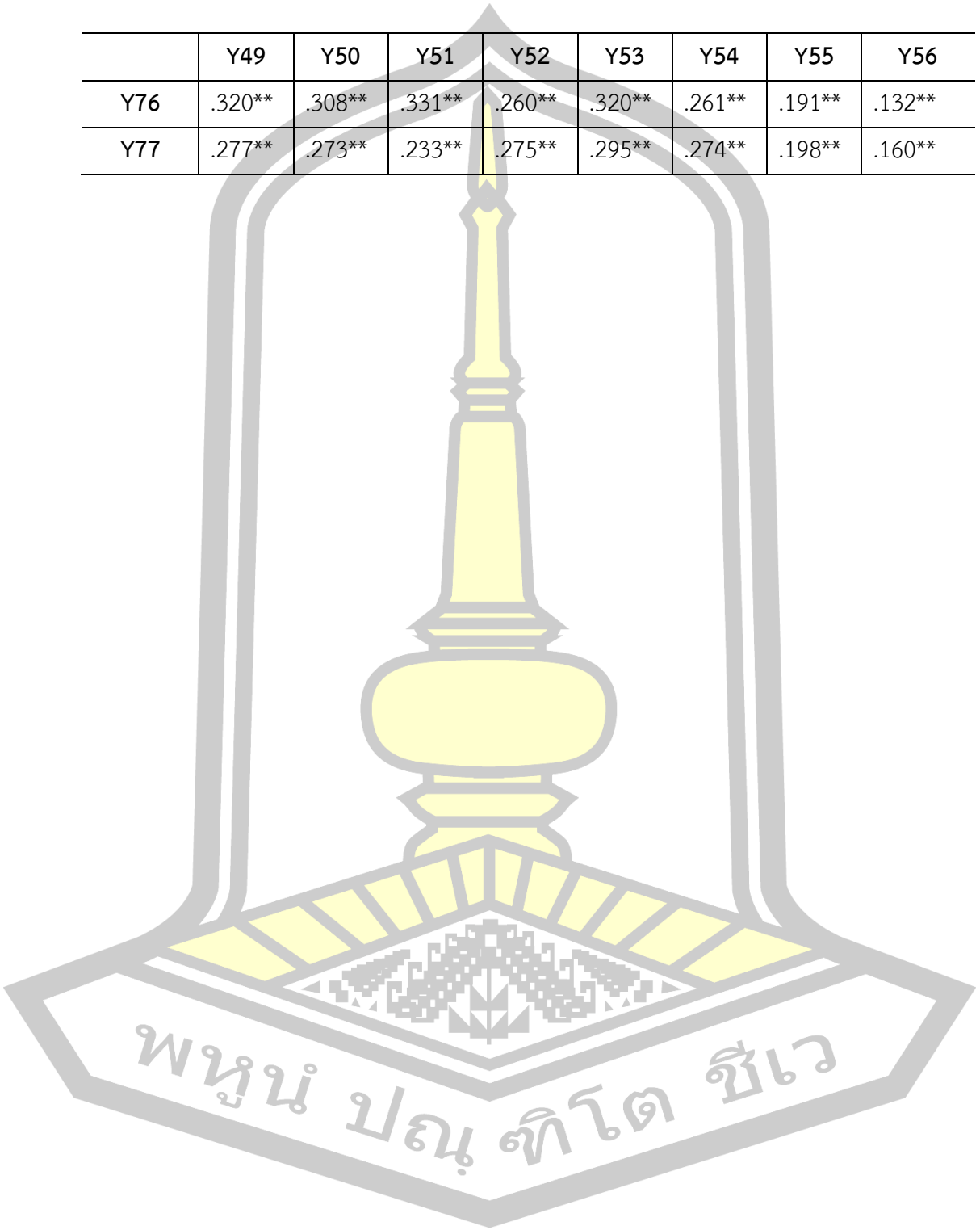
พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y49	Y50	Y51	Y52	Y53	Y54	Y55	Y56
Y49	1.000							
Y50	.398**	1.000						
Y51	.440**	.289**	1.000					
Y52	.335**	.404**	.359**	1.000				
Y53	.447**	.309**	.410**	.361**	1.000			
Y54	.302**	.323**	.235**	.458**	.286**	1.000		
Y55	.328**	.162**	.251**	.203**	.303**	.166**	1.000	
Y56	.179**	.196**	.116**	.206**	.180**	.302**	.319**	1.000
Y57	.223**	.130**	.238**	.213**	.283**	.166**	.407**	.287**
Y58	.268**	.248**	.247**	.254**	.304**	.278**	.188**	.309**
Y59	.328**	.227**	.342**	.288**	.351**	.263**	.221**	.137**
Y60	.314**	.378**	.272**	.334**	.302**	.272**	.116**	.217**
Y61	.288**	.253**	.301**	.232**	.287**	.219**	.178**	.123**
Y62	.335**	.212**	.287**	.308**	.316**	.299**	.176**	.153**
Y63	.308**	.292**	.298**	.338**	.331**	.307**	.205**	.209**
Y64	.315**	.306**	.283**	.243**	.312**	.258**	.251**	.177**
Y65	.326**	.346**	.307**	.237**	.296**	.270**	.224**	.211**
Y66	.281**	.259**	.282**	.248**	.262**	.263**	.262**	.130**
Y67	.326**	.344**	.271**	.285**	.261**	.266**	.216**	.141**
Y68	.373**	.334**	.266**	.349**	.320**	.290**	.260**	.203**
Y69	.332**	.339**	.273**	.356**	.302**	.292**	.183**	.159**
Y70	.332**	.299**	.189**	.235**	.283**	.215**	.271**	.242**
Y71	.260**	.330**	.194**	.241**	.219**	.223**	.227**	.195**
Y72	.309**	.336**	.300**	.307**	.279**	.246**	.217**	.228**
Y73	.272**	.330**	.249**	.272**	.249**	.233**	.176**	.202**
Y74	.312**	.330**	.303**	.252**	.293**	.257**	.198**	.153**
Y75	.341**	.295**	.259**	.292**	.303**	.256**	.199**	.148**

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y49	Y50	Y51	Y52	Y53	Y54	Y55	Y56
Y76	.320**	.308**	.331**	.260**	.320**	.261**	.191**	.132**
Y77	.277**	.273**	.233**	.275**	.295**	.274**	.198**	.160**



ตาราง 33 (ต่อ)

	Y57	Y58	Y59	Y60	Y61	Y62	Y63	Y64
Y57	1.000							
Y58	.193**	1.000						
Y59	.343**	.386**	1.000					
Y60	.174**	.347**	.419**	1.000				
Y61	.215**	.212**	.354**	.342**	1.000			
Y62	.213**	.210**	.332**	.322**	.420**	1.000		
Y63	.233**	.289**	.320**	.368**	.331**	.415**	1.000	
Y64	.223**	.325**	.297**	.342**	.344**	.363**	.384**	1.000
Y65	.154**	.288**	.285**	.334**	.351**	.271**	.440**	.406**
Y66	.211**	.220**	.326**	.270**	.410**	.305**	.241**	.435**
Y67	.195**	.259**	.297**	.331**	.315**	.288**	.386**	.370**
Y68	.180**	.290**	.255**	.379**	.291**	.322**	.357**	.400**
Y69	.235**	.270**	.286**	.307**	.328**	.332**	.354**	.362**
Y70	.154**	.280**	.216**	.307**	.264**	.240**	.367**	.368**
Y71	.202**	.292**	.177**	.271**	.273**	.185**	.315**	.336**
Y72	.247**	.264**	.276**	.332**	.256**	.282**	.357**	.346**
Y73	.182**	.271**	.275**	.345**	.225**	.237**	.311**	.345**
Y74	.198**	.246**	.258**	.271**	.287**	.236**	.320**	.313**
Y75	.157**	.252**	.275**	.319**	.284**	.265**	.356**	.313**
Y76	.225**	.222**	.325**	.315**	.248**	.288**	.363**	.296**
Y77	.152**	.236**	.251**	.270**	.252**	.218**	.321**	.257**

พุทธ ปณ ฑิโต ชิ.ง

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y65	Y66	Y67	Y68	Y69	Y70	Y71	Y72
Y65	1.000							
Y66	.400**	1.000						
Y67	.407**	.434**	1.000					
Y68	.346**	.418**	.402**	1.000				
Y69	.352**	.360**	.428**	.484**	1.000			
Y70	.339**	.344**	.297**	.440**	.424**	1.000		
Y71	.323**	.256**	.274**	.327**	.363**	.511**	1.000	
Y72	.348**	.291**	.309**	.319**	.363**	.465**	.498**	1.000
Y73	.324**	.266**	.273**	.351**	.329**	.439**	.465**	.533**
Y74	.359**	.313**	.286**	.355**	.324**	.412**	.403**	.471**
Y75	.336**	.319**	.391**	.360**	.293**	.339**	.329**	.389**
Y76	.289**	.292**	.316**	.375**	.345**	.311**	.293**	.414**
Y77	.280**	.263**	.324**	.305**	.281**	.317**	.336**	.387**

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 33 (ต่อ)

	Y73	Y74	Y75	Y76	Y77			
Y73	1.000							
Y74	.490**	1.000						
Y75	.418**	.541**	1.000					
Y76	.352**	.551**	.598**	1.000				
Y77	.360**	.472**	.544**	.566**	1.000			

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 34 ค่า KMO and Bartlett's Test

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.935
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	24480.049
	df	2926
	Sig.	.000

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างคำสั่งการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับแรก และตัวอย่างคำสั่งการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง

คำสั่งการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับแรก

```
Rfod  Model

DA  NI=6  NO=1241  MA=CM
LA
Y11  Y12  Y13  Y14  Y15  Y16
KM
1
.542  1
.534  .589  1
.444  .549  .520  1
.467  .332  .402  .349  1
.457  .407  .386  .403  .540  1

SD
.913  .922  .946  .961  .976  .961

MO  NY=6  NE=1  C
LY=FU,FI  TE=SY  ,FI
FR  LY(1,1)  LY(2,1)  LY(3,1)  LY(4,1)  LY(5,1)  LY(6,1)

FR  TE(1,1)  TE(2,2)  TE(3,3)  TE(4,4)  TE(5,5)  TE(6,6)


FR TE(16,15)
FR TE(15,12)


LE
Rfod
PD
OU  SE  TV  EF  SS  SC  MI  RS  FS  ND=3  AD=OFF
```

คำสั่งการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง

```
MHM  Model

DA  NI=60  NO=1241  MA=CM

LA

Y1   Y2   Y3   Y4   Y5   Y6   Y7   Y8   Y9   Y10 Y11  Y12  Y13  Y14
Y15  Y16  Y17  Y18  Y19  Y20

Y21  Y22  Y23  Y24  Y25  Y26  Y27  Y28  Y29  Y30 Y31  Y32  Y33  Y34
Y35  Y36  Y37  Y38  Y39  Y40

Y41  Y42  Y43  Y44  Y45  Y46  Y47  Y48  Y49  Y50 Y51  Y52  Y53  Y54
Y55  Y56  Y57  Y58  Y59  Y60


KM

1

.401  1

.407  .431  1

.363  .372  .372  1

.367  .387  .440  .430  1

.397  .454  .269  .370  .383  1

.395  .362  .405  .491  .412  .374  1

.333  .347  .428  .316  .310  .337  .290  1

.358  .289  .313  .353  .294  .428  .322  .410  1

.342  .290  .228  .261  .235  .287  .280  .215  .218  1

.327  .346  .324  .330  .300  .318  .376  .284  .249  .245  1

.281  .304  .300  .345  .323  .355  .385  .263  .307  .213  .542  1

.311  .342  .332  .307  .405  .357  .367  .296  .281  .236  .534
      .589  1

.246  .292  .275  .295  .322  .326  .319  .258  .229  .199  .444
      .549  .520  1

.340  .313  .265  .329  .307  .315  .369  .231  .243  .288  .467
      .332  .402  .349  1

.355  .357  .306  .382  .340  .364  .349  .270  .296  .277  .457
      .407  .386  .403  .540  1
```

.070 .080 .130 .044 .082 .084 .105 .102 .056 .062 .131
.070 .118 .060 .090 .061 1

.109 .133 .206 .140 .190 .131 .113 .171 .159 .133 .153
.131 .179 .150 .145 .144 .433 1

.097 .139 .221 .124 .149 .111 .124 .154 .111 .082
.087 .123 .133 .080 .066 .085 .368 .474 1

.060 .037 .094 .034 .100 .103 .026 .105 .146 .077 -.013
.063 .093 .042 .003 .037 .188 .274 .273 1

.116 .091 .130 .108 .153 .128 .061 .156 .203 .072 .114
.173 .142 .072 .048 .076 .183 .293 .248 .331 1

.096 .133 .081 .175 .120 .184 .105 .122 .147 .078 .099
.139

.093 .055 .127 .112 .211 .191 .189 .319 .299 1

.008 .018 .139 .060 .122 .026 .001 .153 .195 -.028 .007
.077

.039 .045 .002 .035 .247 .351 .323 .419 .372 .202 1

.141 .141 .244 .146 .246 .124 .158 .195 .208 .066 .137
.157 .171 .112 .131 .125 .394 .421 .389 .239 .271
.228 .372 1

.142 .110 .174 .125 .199 .141 .119 .127 .256 .128 .169
.171 .178 .133 .163 .138 .212 .303 .239 .298 .328
.242 .352 .264 1

.037 .073 .193 .070 .194 .065 .081 .124 .162 .012 .066
.125 .115 .062 .046 .066 .219 .284 .270 .386 .316
.212 .467 .290 .310 1

.156 .118 .146 .145 .185 .137 .217 .112 .236 .101 .151
.175 .151 .120 .121 .150 .198 .287 .229 .171 .294
.160 .217 .280 .343 .325 1

.269 .202 .283 .276 .310 .190 .277 .266 .306 .121 .209
.294 .267 .232 .151 .203 .092 .145 .140 .177 .176
.185 .159 .287 .189 .163 .162 1

.256 .200 .204 .250 .296 .220 .228 .226 .302 .165 .205
.322 .295 .297 .174 .224 .106 .244 .156 .171 .215
.123 .179 .255 .209 .167 .169 .588 1

.244 .249 .277 .261 .313 .246 .322 .229 .212 .228 .250
.280 .271 .306 .245 .253 .107 .158 .145 .092 .179
.131 .062 .207 .081 .128 .177 .428 .462 1

.163 .225 .297 .234 .236 .150 .193 .290 .219 .117 .242
.263 .221 .252 .149 .183 .163 .204 .211 .152 .193
.141 .189 .258 .175 .208 .154 .451 .387 .260 1

.169 .236 .203 .218 .187 .168 .218 .220 .175 .185 .213
.222 .169 .209 .177 .173 .073 .106 .125 .101 .105
.137 .087 .141 .143 .115 .082 .248 .272 .319 .264 1

.283 .241 .194 .198 .248 .261 .260 .281 .199 .238 .251
.224 .240 .249 .297 .284 .053 .081 .039 .080 -.018
.132 -.030 .090 .101 .013 .048 .203 .251 .277 .181
.252 1

.272 .205 .230 .217 .241 .250 .204 .240 .260 .192 .264
.232 .225 .239 .213 .277 .139 .105 .039 .101 .095
.117 .053 .136 .149 .100 .097 .289 .286 .243 .234
.211 .420 1

.186 .242 .263 .257 .225 .152 .254 .248 .236 .202 .249
.286 .247 .241 .189 .209 .116 .153 .175 .166 .165
.095 .119 .168 .161 .144 .167 .283 .290 .276 .339
.459 .170 .234 1

.251 .218 .224 .262 .233 .235 .230 .238 .202 .253 .228
.235 .211 .210 .167 .175 .088 .138 .071 .132 .114
.136 .077 .119 .152 .094 .090 .233 .263 .239 .263
.458 .256 .306 .356 1

.215 .226 .142 .197 .201 .254 .228 .170 .194 .303 .205
.227 .204 .274 .244 .229 .081 .104 .083 .135 .048
.135 -.016 .113 .084 .024 .081 .230 .295 .292 .174
.316 .414 .409 .257 .330 1

.227 .221 .339 .304 .349 .235 .344 .245 .311 .149 .264
.314 .333 .266 .217 .245 .176 .232 .178 .154 .211
.147 .223 .302 .243 .174 .202 .317 .270 .179 .283
.169 .142 .219 .245 .155 .159 1

.241 .267 .298 .277 .279 .246 .292 .253 .273 .163 .217
.235 .247 .181 .144 .213 .234 .261 .253 .204 .187
.167 .239 .311 .220 .245 .231 .287 .308 .236 .270
.246 .167 .187 .257 .261 .177 .424 1

.251 .238 .326 .300 .342 .228 .283 .308 .274 .101 .245
.255 .284 .226 .168 .230 .158 .286 .202 .134 .237
.129 .254 .349 .235 .202 .207 .325 .337 .264 .288
.209 .207 .252 .291 .194 .164 .441 .487 1

.244 .212 .309 .291 .308 .222 .322 .262 .231 .133 .281
.204 .226 .209 .215 .303 .134 .201 .198 .119 .173
.099 .141 .257 .180 .194 .192 .265 .246 .245 .260
.219 .360 .339 .294 .225 .220 .306 .379 .539 1

.143 .154 .150 .087 .158 .121 .069 .228 .134 .098 .159
.092 .119 .083 .149 .153 .229 .289 .257 .213 .277
.225 .277 .331 .247 .259 .225 .150 .195 .184 .255
.180 .115 .120 .203 .163 .109 .149 .209 .235 .171 1

.207 .186 .165 .100 .253 .157 .156 .243 .134 .150 .163
.178 .209 .161 .145 .190 .308 .315 .279 .266 .210
.205 .260 .415 .212 .269 .222 .199 .196 .211 .211
.168 .137 .138 .230 .164 .168 .255 .212 .250 .150
.435 1

.120	.141	.147	.069	.192	.089	.134	.157	.169	.122	.188
	.174	.190	.097	.126	.170	.178	.180	.168	.214	.198
	.217	.187	.332	.180	.285	.217	.154	.194	.225	.165
	.212	.132	.086	.211	.128	.164	.208	.167	.225	.115
	.462	.468	1							
.279	.310	.302	.283	.281	.312	.287	.300	.282	.242	.302
	.337	.261	.237	.258	.318	.116	.158	.142	.145	.164
	.113	.169	.190	.173	.128	.162	.278	.282	.230	.250
	.215	.204	.204	.280	.213	.233	.308	.235	.285	.261
	.164	.216	.178	1						
.333	.316	.273	.318	.282	.369	.331	.291	.321	.322	.298
	.328	.309	.304	.265	.296	.060	.164	.135	.156	.149
	.068	.157	.195	.139	.138	.131	.271	.279	.232	.244
	.209	.257	.238	.240	.246	.209	.303	.194	.239	.212
	.090	.170	.135	.391	1					
.295	.290	.340	.286	.299	.331	.258	.371	.329	.355	.255
	.329	.269	.259	.281	.307	.126	.180	.140	.120	.198
	.112	.196	.193	.196	.163	.098	.227	.232	.265	.209
	.232	.207	.284	.240	.283	.223	.256	.248	.249	.237
	.170	.186	.204	.346	.372	1				
.279	.292	.289	.294	.284	.323	.322	.228	.306	.270	.269
	.280	.265	.278	.241	.263	.107	.156	.133	.119	.202
	.120	.141	.138	.159	.127	.181	.240	.284	.250	.205
	.231	.135	.200	.267	.230	.208	.272	.185	.268	.265
	.087	.160	.136	.269	.331	.284	1			
.245	.257	.263	.349	.292	.366	.376	.242	.330	.255	.259
	.287	.293	.275	.282	.325	.093	.183	.103	.129	.112
	.094	.133	.159	.176	.122	.162	.220	.232	.207	.163
	.147	.198	.220	.189	.203	.204	.288	.273	.299	.284
	.120	.158	.108	.406	.394	.317	.457	1		
.322	.340	.257	.335	.344	.288	.342	.259	.228	.245	.318
	.314	.308	.279	.332	.350	.051	.123	.090	.059	.103
	.125	.057	.154	.118	.082	.190	.253	.237	.298	.161
	.207	.281	.219	.264	.201	.232	.285	.199	.256	.296
	.115	.175	.122	.362	.331	.240	.325	.385	1	
.314	.212	.182	.305	.281	.262	.276	.234	.262	.246	.263
	.266	.252	.200	.240	.240	.105	.186	.120	.124	.120
	.120	.094	.186	.149	.138	.118	.203	.215	.195	.193
	.146	.198	.194	.231	.243	.219	.251	.191	.214	.196
	.218	.224	.149	.316	.295	.206	.239	.238	.232	1
.325	.254	.210	.199	.289	.346	.239	.248	.300	.269	.243
	.215	.256	.220	.258	.243	.138	.206	.107	.153	.114
	.067	.100	.153	.204	.108	.174	.307	.320	.247	.248
	.258	.241	.256	.264	.263	.283	.277	.202	.223	.222
	.206	.243	.191	.242	.283	.227	.278	.274	.216	.329	1

.207 .209 .258 .190 .215 .136 .199 .239 .179 .126 .164
.130 .165 .101 .158 .173 .234 .289 .229 .202 .233
.196 .235 .245 .254 .203 .210 .180 .161 .110 .237
.210 .111 .180 .213 .186 .125 .299 .235 .276 .259
.256 .215 .212 .268 .168 .244 .164 .196 .164 .205
.337 1

.292 .322 .260 .286 .261 .310 .277 .209 .225 .263 .277
.321 .276 .256 .261 .282 .098 .046 .100 .124 .083
.125 .055 .126 .146 .087 .101 .272 .287 .281 .235
.226 .290 .293 .257 .279 .305 .181 .176 .238 .304
.153 .134 .156 .324 .297 .283 .228 .289 .290 .251
.299 .212 1

.299 .332 .284 .271 .268 .255 .271 .262 .264 .221 .225
.267 .280 .222 .241 .250 .135 .141 .128 .138 .125
.134 .068 .232 .143 .111 .139 .285 .279 .274 .222
.183 .220 .286 .219 .249 .314 .210 .197 .272 .268
.184 .151 .147 .342 .260 .244 .267 .301 .265 .324
.313 .246 .508 1

.303 .271 .204 .221 .296 .309 .278 .231 .295 .204 .264
.265 .277 .241 .269 .264 .147 .132 .095 .121 .095
.134 .074 .174 .148 .093 .116 .219 .258 .285 .165
.233 .348 .291 .159 .239 .301 .178 .163 .241 .289
.195 .188 .184 .269 .258 .204 .245 .247 .301 .273
.387 .270 .505 .399 1

.252 .351 .326 .352 .362 .278 .399 .290 .290 .265 .253
.251 .334 .250 .264 .278 .206 .269 .247 .158 .204
.135 .144 .247 .210 .203 .222 .268 .260 .255 .300
.234 .215 .185 .228 .265 .220 .468 .361 .323 .341
.222 .203 .146 .331 .289 .278 .290 .329 .249 .283
.373 .466 .296 .312 .262 1

.207 .179 .115 .182 .193 .236 .165 .150 .145 .190 .181
.183 .178 .146 .225 .199 .105 .130 .147 .128 .156
.151 .049 .232 .148 .137 .170 .194 .238 .268 .234
.219 .192 .126 .236 .197 .184 .189 .175 .155 .145
.217 .245 .243 .179 .262 .188 .173 .167 .215 .150
.185 .170 .260 .199 .246 .216 1

.152 .179 .071 .162 .106 .194 .143 .101 .080 .184 .155
.133 .129 .126 .219 .209 .088 .050 .040 .101 .058
.160 -.049 .109 .068 .011 .067 .087 .144 .264 .095
.254 .315 .191 .173 .222 .283 .024 .076 .068 .132
.194 .095 .222 .152 .208 .167 .136 .123 .164 .144
.185 .116 .248 .208 .223 .102 .454 1

.173 .154 .163 .165 .150 .188 .163 .174 .121 .179 .147
.195 .137 .112 .172 .163 .152 .112 .175 .154 .209
.197 .126 .182 .146 .200 .216 .190 .235 .303 .202
.288 .156 .181 .254 .291 .156 .065 .162 .149 .166
.353 .220 .215 .173 .163 .203 .143 .154 .162 .156
.186 .180 .237 .188 .183 .166 .331 .390 1

```
SD
.935  .927  .919  .898  .924  .943  .915  .956  .963  .969
.913  .922  .946  .961  .976  .961  .972  .972  .934  .959
.904  .922  1.079 .950  .806  .974  .820  .941  .919  .881
.894  .877  .979  .895  .871  .864  .985  .920  .936  .936
.886  .889  .937  .989  .992  .932  .972  .890  .944  1.020
.968  .902  .880  .915  .908  .919  .888  .894  .890  .931

MO  NY=60  NE=9  NK=1  C
LY=FU,FI  TE=SY  ,FI
FR  LY(2,1)  LY(3,1)  LY(4,1)  LY(5,1)
FR  LY(6,1)  LY(7,1)  LY(8,1)  LY(9,1)  LY(10,1)

FR  LY(12,2)  LY(13,2)  LY(14,2) LY(15,2)  LY(16,2)

FR  LY(18,3)  LY(19,3)  LY(20,3)  LY(21,3)  LY(22,3)
FR  LY(23,3)  LY(24,3)  LY(25,3)  LY(26,3)  LY(27,3)

FR  LY(29,4)  LY(30,4)  LY(31,4)

FR  LY(33,5)  LY(34,5)  LY(35,5)  LY(36,5)  LY(37,5)

FR  LY(39,6)  LY(40,6)  LY(41,6)
FR  LY(42,6)  LY(43,6)  LY(44,6)

FR  LY(46,7)  LY(47,7)  LY(48,7)
FR  LY(49,7)  LY(50,7)  LY(51,7)

FR  LY(53,8)  LY(54,8)  LY(55,8)  LY(56,8)  LY(57,8)
```

```
FR  LY(59,9)  LY(60,9)


FR  GA(1,1)  GA(2,1)  GA(3,1)  GA(4,1)  GA(5,1)  GA(6,1)  GA(7,1)
GA(8,1)  GA(9,1)


FR  TE(1,1)  TE(2,2)  TE(3,3)  TE(4,4)  TE(5,5)

FR  TE(6,6)  TE(7,7)  TE(8,8)  TE(9,9)  TE(10,10)

FR  TE(11,11)  TE(12,12)  TE(13,13)  TE(14,14)  TE(15,15)

FR  TE(16,16)  TE(17,17)  TE(18,18)  TE(19,19)  TE(20,20)

FR  TE(21,21)  TE(22,22)  TE(23,23)  TE(24,24)  TE(25,25)

FR  TE(26,26)  TE(27,27)  TE(28,28)  TE(29,29)  TE(30,30)

FR  TE(31,31)  TE(32,32)  TE(33,33)  TE(34,34)  TE(35,35)

FR  TE(36,36)  TE(37,37)  TE(38,38)  TE(39,39)  TE(40,40)

FR  TE(41,41)  TE(42,42)  TE(43,43)  TE(44,44)  TE(45,45)

FR  TE(46,46)  TE(47,47)  TE(48,48)  TE(49,49)  TE(50,50)

FR  TE(51,51)  TE(52,52)  TE(53,53)  TE(54,54)  TE(55,55)

FR  TE(56,56)  TE(57,57)  TE(58,58)  TE(59,59)  TE(60,60)


ST  1  LY(1,1)  LY(11,2)  LY(17,3)  LY(28,4)  LY(32,5)  LY(38,6)
LY(45,7)  LY(52,8)  LY(58,9)



VA=0.246  TE(44,42)

VA=0.071  TE(16,15)

VA=0.144  TE(57,53)

VA=0.260  TE(44,43)

VA=0.174  TE(43,42)

VA=0.153  TE(35,32)

VA=0.132  TE(57,38)

VA=0.175  TE(36,32)

VA=0.144  TE(60,42)

VA=0.207  TE(19,18)

VA=0.233  TE(18,17)
```

VA=0.158 TE(55,54)

VA=0.147 TE(56,54)

VA=0.181 TE(41,40)

VA=0.131 TE(49,48)

FR TE(41,33)

FR TE(6,3)

FR TE(35,33)

VA=0.187 TE(19,17)

VA=0.083 TE(7,4)

VA=0.158 TE(26,23)

VA=0.139 TE(24,17)

VA=0.127 TE(59,33)

FR TE(59,37)

VA=0.138 TE(47,10)

VA=-0.165 TE(15,12)

VA=0.113 TE(37,10)

VA=0.107 TE(47,8)

VA=-0.171 TE(60,58)

VA=-0.101 TE(27,20)

VA=-0.103 TE(27,23)

VA=-0.075 TE(24,20)

VA=-0.061 TE(59,43)

VA=-0.073 TE(54,18)

VA=-0.059 TE(29,3)

VA=-0.095 TE(31,30)

VA=0.061 TE(35,31)

VA=0.081 TE(41,34)

VA=0.125 TE(29,28)

VA=0.105 TE(9,8)

VA=-0.068 TE(38,30)

VA=0.059 TE(57,39)

VA=0.118 TE(44,26)

VA=0.065 TE(13,5)

VA=0.084 TE(6,2)

VA=0.079 TE(9,6)

FR TE(42,31)

VA=0.070 TE(29,18)

VA=0.092 TE(8,3)

VA=0.161 TE(40,39)

VA=-0.029 TE(41,38)

VA=0.206 TE(43,24)

VA=0.150 TE(43,17)

VA=0.134 TE(44,24)

VA=0.054 TE(32,30)

VA=-0.064 TE(51,3)

VA=-0.061 TE(57,56)

VA=0.058 TE(56,33)

VA=-0.080 TE(56,35)

VA=-0.065 TE(20,11)

VA=-0.088 TE(35,6)

VA=-0.085 TE(50,47)

VA=-0.071 TE(48,33)

VA=-0.060 TE(48,45)

VA=0.149 TE(37,34)

VA=0.136 TE(34,33)

VA=0.143 TE(37,33)

VA=0.073 TE(33,8)

VA=0.050 TE(27,7)

VA=-0.113 TE(16,12)

VA=-0.118 TE(16,13)

VA=0.072 TE(24,19)

VA=0.066 TE(24,18)

VA=0.065 TE(55,24)

VA=0.083 TE(46,10)

VA=-0.059 TE(30,25)

VA=0.062 TE(28,24)

VA=0.075 TE(52,51)

VA=0.073 TE(55,51)

VA=-0.068 TE(52,4)

VA=0.082 TE(57,7)

VA=-0.111 TE(23,10)

VA=-0.068 TE(42,7)

VA=-0.036 TE(23,22)

VA=-0.050 TE(31,1)

VA=-0.098 TE(15,13)

VA=0.106 TE(60,36)

FR TE(42,38)

FR TE(60,32)

VA=0.049 TE(53,38)

VA=-0.062 TE(53,30)

VA=-0.053 TE(38,2)

VA=-0.088 TE(60,38)

VA=-0.074 TE(59,38)

VA=0.091 TE(60,30)

VA=0.078 TE(59,30)

VA=-0.047 TE(57,34)

VA=-0.047 TE(60,18)

VA=0.073 TE(27,9)

VA=0.070 TE(25,9)

VA=0.033 TE(23,9)

VA=-0.068 TE(26,10)

VA=0.053 TE(15,7)

VA=-0.086 TE(33,21)

VA=0.066 TE(34,17)

VA=0.080 TE(42,24)

VA=0.067 TE(55,37)

VA=0.057 TE(37,14)

VA=-0.066 TE(27,22)

VA=0.045 TE(43,8)

FR TE(42,8)

FR TE(38,36)

FR TE(31,8)

VA=0.053 TE(51,42)

VA=-0.054 TE(58,34)

VA=0.052 TE(52,6)

VA=-0.059 TE(52,3)

VA=-0.044 TE(22,3)

VA=0.081 TE(49,7)

VA=0.045 TE(30,7)

FR TE(58,30)

VA=-0.054 TE(56,3)

VA=-0.076 TE(51,47)

VA=-0.057 TE(47,27)

VA=0.050 TE(47,12)

VA=0.058 TE(49,4)

VA=-0.068 TE(31,6)

VA=-0.089 TE(28,6)

VA=-0.056 TE(50,31)

VA=0.062 TE(22,6)

VA=0.078 TE(44,22)

VA=0.071 TE(22,4)

VA=0.082 TE(49,45)

VA=-0.061 TE(46,22)

VA=0.044 TE(53,52)

VA=-0.102 TE(15,14)

VA=0.052 TE(30,14)

VA=0.045 TE(48,21)

VA=0.111 TE(40,24)

VA=0.065 TE(41,24)

VA=0.051 TE(38,24)

VA=0.085 TE(39,24)

VA=0.047 TE(58,24)

VA=-0.053 TE(58,3)

VA=0.067 TE(39,17)

VA=-0.049 TE(50,3)

VA=0.073 TE(59,32)

VA=0.054 TE(59,36)

VA=0.072 TE(37,32)

VA=-0.040 TE(57,35)

VA=-0.067 TE(35,1)

VA=0.054 TE(40,23)

VA=0.046 TE(40,18)

VA=0.046 TE(53,23)

VA=0.044 TE(58,31)

VA=0.052 TE(5,4)

VA=0.060 TE(5,3)

VA=0.109 TE(43,18)

VA=0.101 TE(43,20)

VA=0.085 TE(43,19)

FR TE(42,12)

FR TE(44,20)

FR TE(29,11)

VA=0.064 TE(60,27)

VA=-0.061 TE(48,39)

FR TE(40,10)

FR TE(51,32)

FR TE(41,16)

FR TE(41,11)

VA=-0.083 TE(44,41)

FR TE(43,41)

VA=-0.058 TE(44,34)

VA=-0.071 TE(43,9)

VA=0.098 TE(43,26)

VA=0.044 TE(12,7)

VA=-0.044 TE(57,1)

VA=-0.062 TE(38,1)

VA=-0.070 TE(56,38)

VA=-0.044 TE(56,39)

VA=0.058 TE(28,22)

VA=0.052 TE(31,28)

FR TE(50,9)

VA=-0.065 TE(52,22)

VA=-0.050 TE(56,4)

VA=0.059 TE(48,10)

FR TE(46,30)

VA=-0.058 TE(56,47)

VA=-0.052 TE(56,31)

FR TE(55,2)

FR TE(20,15)

VA=0.062 TE(49,6)

VA=0.073 TE(50,49)

VA=-0.058 TE(52,45)

VA=0.052 TE(50,2)

VA=-0.047 TE(34,7)

VA=0.039 TE(57,13)

VA=0.061 TE(49,9)

VA=-0.042 TE(54,9)

VA=-0.060 TE(59,26)

VA=-0.057 TE(17,9)

VA=0.106 TE(26,20)

VA=0.113 TE(23,20)

VA=0.092 TE(22,20)

VA=0.035 TE(37,20)

VA=0.079 TE(43,22)

VA=0.084 TE(43,23)

FR TE(43,3)

VA=-0.085 TE(25,24)

VA=0.066 TE(22,17)

VA=0.056 TE(42,22)

VA=-0.046 TE(35,22)

VA=-0.049 TE(52,7)

VA=-0.051 TE(9,5)

VA=0.043 TE(31,3)

VA=-0.056 TE(52,47)

VA=0.043 TE(33,15)

VA=0.053 TE(10,1)

FR TE(49,46)

VA=0.045 TE(49,10)

VA=0.033 TE(40,21)

VA=-0.104 TE(59,23)

VA=-0.056 TE(26,1)

VA=-0.071 TE(23,1)

VA=0.035 TE(11,7)

VA=-0.051 TE(45,13)

FR TE(40,8)

VA=-0.056 TE(23,6)

VA=-0.069 TE(53,6)

VA=-0.064 TE(29,6)

VA=0.060 TE(57,2)

VA=-0.058 TE(53,9)

VA=-0.050 TE(38,33)

VA=0.037 TE(38,7)

VA=-0.039 TE(41,29)

VA=-0.046 TE(41,2)

VA=0.061 TE(60,21)

VA=0.044 TE(19,3)

VA=0.048 TE(39,19)

VA=0.045 TE(57,4)

VA=0.051 TE(39,36)

VA=0.043 TE(56,17)

VA=-0.040 TE(59,57)

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

VA=0.050 TE(39,32)

VA=0.052 TE(57,10)

VA=0.040 TE(21,9)

VA=0.036 TE(57,5)

VA=-0.068 TE(41,10)

VA=-0.058 TE(24,10)

VA=-0.076 TE(24,21)

VA=-0.071 TE(27,24)

VA=-0.068 TE(46,41)

VA=0.091 TE(39,38)

VA=0.049 TE(54,2)

VA=0.050 TE(3,2)

VA=0.036 TE(3,1)

VA=-0.067 TE(23,7)

VA=0.054 TE(59,42)

VA=0.060 TE(42,21)

VA=-0.028 TE(42,41)

VA=-0.056 TE(21,7)

VA=-0.036 TE(46,25)

VA=0.067 TE(42,23)

VA=-0.039 TE(53,14)

VA=-0.069 TE(58,23)

VA=-0.042 TE(30,23)

VA=-0.053 TE(28,10)

VA=-0.040 TE(56,28)

VA=0.056 TE(59,44)

VA=0.041 TE(49,18)

VA=-0.045 TE(46,42)

VA=0.041 TE(44,32)

VA=0.032 TE(54,12)

VA=-0.050 TE(16,14)

VA=0.046 TE(53,18)

VA=-0.058 TE(28,2)

VA=0.042 TE(41,19)

VA=-0.055 TE(29,2)

VA=0.040 TE(54,10)

VA=0.067 TE(37,36)

VA=-0.045 TE(38,6)

VA=0.040 TE(47,34)

VA=-0.059 TE(46,39)

VA=-0.033 TE(41,12)

VA=-0.051 TE(46,40)

VA=-0.041 TE(36,19)

VA=0.063 TE(36,35)

VA=0.046 TE(36,34)

VA=0.043 TE(51,4)

VA=0.044 TE(60,35)

VA=0.046 TE(53,17)

VA=-0.049 TE(21,15)

VA=0.037 TE(17,11)

VA=0.057 TE(55,45)

VA=0.046 TE(55,49)

VA=-0.037 TE(40,37)

FR TE(39,15)

VA=-0.049 TE(40,15)

VA=0.033 TE(41,26)

VA=0.037 TE(57,49)

VA=-0.046 TE(44,14)

VA=0.048 TE(22,21)

VA=0.041 TE(55,34)

VA=-0.040 TE(48,42)

VA=-0.045 TE(32,6)

VA=-0.045 TE(32,1)

VA=0.039 TE(37,29)

VA=0.047 TE(51,1)

VA=0.039 TE(48,29)

VA=-0.042 TE(48,24)

VA=-0.039 TE(54,48)

VA=-0.053 TE(26,24)

VA=0.049 TE(47,3)

VA=0.051 TE(47,9)

VA=0.043 TE(47,44)

VA=-0.039 TE(54,38)

VA=0.079 TE(41,39)

VA=0.056 TE(56,55)

VA=0.041 TE(56,52)

VA=0.043 TE(16,4)

VA=-0.049 TE(33,4)

VA=-0.054 TE(23,11)

VA=-0.043 TE(53,33)

VA=-0.047 TE(45,14)

VA=0.040 TE(57,26)

VA=-0.075 TE(33,23)

VA=-0.051 TE(33,26)

VA=-0.071 TE(37,23)

VA=-0.055 TE(37,26)

VA=-0.065 TE(43,4)

VA=-0.032 TE(52,12)

VA=0.057 TE(26,5)

VA=0.047 TE(26,3)

VA=-0.080 TE(44,4)

VA=-0.051 TE(44,6)

VA=-0.044 TE(44,1)

VA=-0.049 TE(42,4)

VA=0.038 TE(58,6)

VA=-0.045 TE(23,13)

VA=0.053 TE(60,26)

VA=0.050 TE(42,26)

VA=0.057 TE(40,38)

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

VA=-0.038 TE(45,30)

VA=-0.046 TE(23,15)

VA=0.037 TE(34,16)

FR TE(42,13)

FR TE(49,35)

FR TE(34,19)

FR TE(17,5)

FR TE(39,26)

FR TE(49,32)

FR TE(42,14)

FR TE(20,16)

FR TE(39,23)

FR TE(46,17)

FR TE(31,13)

FR TE(39,20)

FR TE(58,45)

FR TE(44,11)

FR TE(42,25)

FR TE(34,11)

FR TE(42,18)

FR TE(51,27)

FR TE(42,19)

FR TE(42,17)

FR TE(34,28)

FR TE(33,27)

FR TE(50,33)

FR TE(50,29)

FR TE(42,27)

FR TE(52,28)

FR TE(52,19)

FR TE(34,29)

FR TE(38,23)

FR TE(50,27)

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

FR TE(52,24)

FR TE(39,2)

FR TE(51,43)

FR TE(49,31)

FR TE(24,3)

FR TE(35,24)

FR TE(23,2)

FR TE(52,21)

FR TE(52,43)

FR TE(54,21)

FR TE(20,2)

FR TE(53,25)

FR TE(20,7)

FR TE(17,4)

FR TE(42,20)

FR TE(18,3)

FR TE(20,4)

FR TE(30,20)

FR TE(58,43)

FR TE(39,27)

FR TE(44,27)

FR TE(43,27)

FR TE(31,7)

FR TE(53,12)

FR TE(53,22)

FR TE(60,44)

FR TE(32,13)

FR TE(53,21)

FR TE(57,12)

FR TE(53,46)

FR TE(11,2)

FR TE(51,2)

FR TE(38,8)

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

FR TE(54,8)

FR TE(55,40)

FR TE(59,40)

FR TE(59,39)

FR TE(58,44)

FR TE(44,30)

FR TE(58,42)

FR TE(34,31)

FR TE(42,24)

FR TE(52,29)

FR TE(56,9)

FR TE(16,2)

FR TE(38,10)

FR TE(57,41)

FR TE(44,17)

FR TE(24,5)

FR TE(52,50)

FR TE(51,50)

FR TE(37,3)

FR TE(47,23)

FR TE(9,2)

FR TE(22,14)

FR TE(59,46)

FR TE(21,12)

FR TE(22,13)

FR TE(43,5)

FR TE(45,23)

FR TE(60,12)

FR TE(49,40)

FR TE(14,12)

FR TE(13,4)

FR TE(35,5)

FR TE(53,20)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

FR TE(57,19)

FR TE(32,5)

FR TE(57,52)

FR TE(57,44)

FR TE(57,50)

FR TE(53,19)

FR TE(53,50)

FR TE(53,26)

FR TE(60,19)

FR TE(36,16)

FR TE(38,13)

FR TE(56,46)

FR TE(38,28)

FR TE(58,46)

FR TE(60,54)

FR TE(36,10)

FR TE(59,3)

FR TE(47,36)

FR TE(36,15)

FR TE(59,5)

FR TE(59,28)

FR TE(55,11)

FR TE(49,39)

FR TE(33,1)

FR TE(54,39)

FR TE(48,7)

FR TE(33,30)

FR TE(21,20)

FR TE(7,3)

FR TE(37,30)

FR TE(23,21)

FR TE(14,5)

FR TE(51,10)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

FR TE(13,7)

FR TE(38,37)

FR TE(52,10)

FR TE(50,6)

FR TE(32,2)

FR TE(59,29)

FR TE(58,29)

FR TE(45,5)

FR TE(46,5)

FR TE(38,32)

FR TE(46,3)

FR TE(53,37)

FR TE(59,31)

FR TE(53,47)

LK

MHM

LE

Responding Responsibility MKnowledge Flexibly TaboutT Mskill QandPP Accuracy Persisting

PD

OU SE TV EF SS SC MI RS FS ND=3 AD=OFF

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางวาสนา จันเสริม
วันเกิด	วันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 5 หมู่ 10 ตำบลบ้านจาน อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ 31120
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู คศ. 3
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนพุทไธสง ตำบลพุทไธสง อำเภอพุทไธสง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 31120
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2538 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2542 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2546 ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พ.ศ. 2562 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว