การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

วิทยานิพนธ์

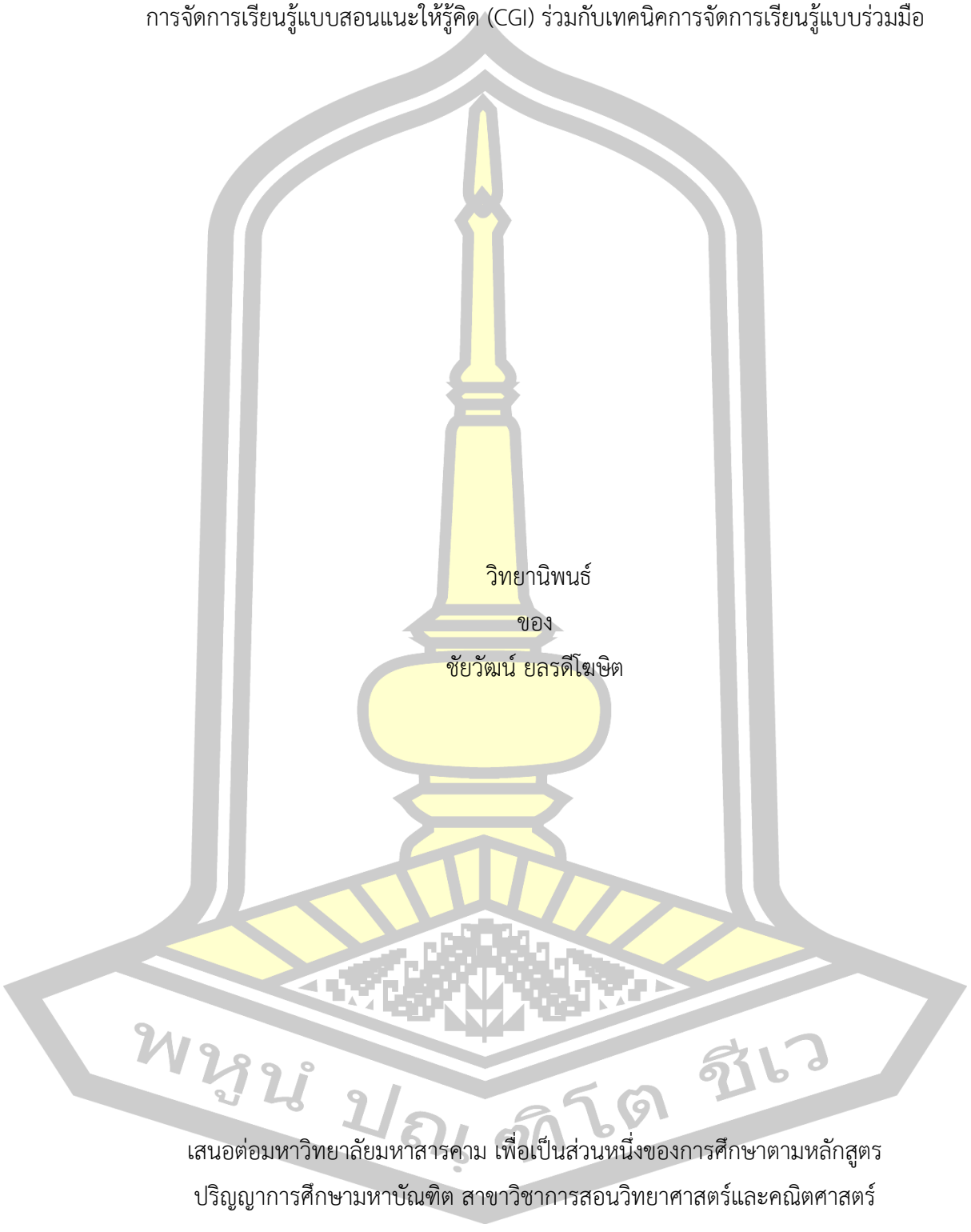
ของ

ชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
กรกฎาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ



วิทยานิพนธ์

ของ

ชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

กรกฎาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Mathematical Reasoning Ability in Matthayomsuksa 5 students using Cognitively Guided Instruction Process (CGI) with Cooperative Learning Technique

Chaiwat Yollradeecosit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

July 2019

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร. มนตรี วงษ์สะพาน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ.ดร. มนตรี ทองมูล)

.....กรรมการ
(ผศ.ดร. กัญญารัตน์ โคจร)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผศ.ดร. สมาน เอกพิมพ์)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

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

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

ชื่อเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ผู้วิจัย ชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. มนตรี ทองมูล

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย คือ 1) เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ให้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม และ 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 5 กลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 นักเรียนกลุ่มที่มีปัญหาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 26 คน ซึ่งได้มา จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 5) แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และ 4) แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง รูปแบบการวิจัย คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งประกอบด้วย 3 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 3 วงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 - 6 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 7 - 9 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการพรรณนาวิเคราะห์

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 59.38 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 68.75 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 74.28 ซึ่งนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และพบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 61.2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 70.8 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 75.8

คำสำคัญ : การให้เหตุผลแบบอุปนัย, การให้เหตุผลแบบนิรนัย

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

TITLE The Development of Mathematical Reasoning Ability in Matthayomsuksa 5 students using Cognitively Guided Instruction Process (CGI) with Cooperative Learning Technique

AUTHOR Chaiwat Yollradeecosit

ADVISORS Assistant Professor Montri Thongmoon , Ph.D.

DEGREE Master of Education **MAJOR** Teaching of Science and Mathematics

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2019

ABSTRACT

The proposes of this study were 1) to develop the students' mathematics reasoning ability in order to pass the criteria of 60 percent of the full score, and 2) to study the students' learning achievement. The target group was 26 students of matthayomsuksa 5 students in the academic year 2018 from Sarakhampittayakhom School, Muang, Mahasarakham.They were selected by using Purposive Sampling for 1 classroom. The research methodology is action research which consists of three spirals. The research instruments were: 1) 9 lesson plans of cognitively guided instruction process with cooperative learning technique, 2) Mathematics reasoning ability test, 3) the Mathematics achievement tests, 4) the interview form and 5) reasoning ability observation form. The data was analyzed by using mean, percentage, standard deviation and presenting qualitative data by analyzing descriptive data.

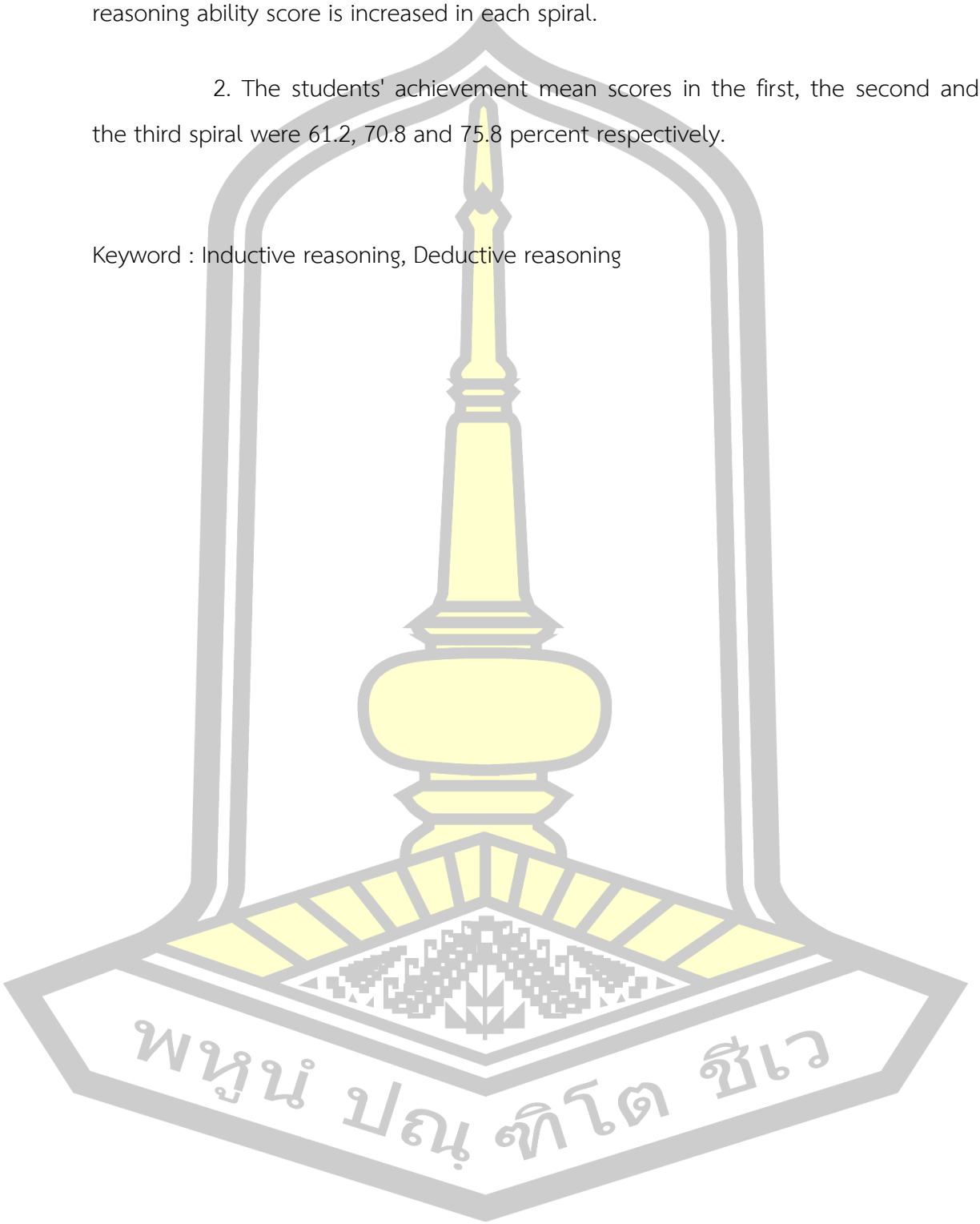
The results were as follows:

1. The mathematical reasoning ability score of matthayomsuksa 5 students by using the cognitively guided instruction process with cooperative learning technique is as follows: In the first, second, and third spirals, the averages are 59.38 percent, 68.75 percent, and 74.28 percent, respectively. In the third spiral, each of

the students' scores is higher than 60 percent of the full score. Moreover, the reasoning ability score is increased in each spiral.

2. The students' achievement mean scores in the first, the second and the third spiral were 61.2, 70.8 and 75.8 percent respectively.

Keyword : Inductive reasoning, Deductive reasoning



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์ กรรมการสอบ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำการวิจัย ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม คณะครูและนักเรียนโรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและคอยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้การทำการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่คอยให้การสนับสนุน คอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การทำการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษาในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) และขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือประสานงานในโครงการจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี และทำให้การดำเนินงานวิจัยเป็นไปด้วยความราบรื่น

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยในครั้งนี้นี้ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดามารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้ศึกษาค้นคว้าจนสามารถจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

ชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

บัญชีตาราง ..... ฏ

บัญชีภาพประกอบ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ ๑

ภูมิหลัง ๑

ความมุ่งหมายของการวิจัย ๔

ความสำคัญของการวิจัย ๔

ขอบเขตของการวิจัย ๔

นิยามศัพท์เฉพาะ ๕

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ๙

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ๙

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ๑๐

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ๑๔

การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ๑๘

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ๒๒

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด ๒๒

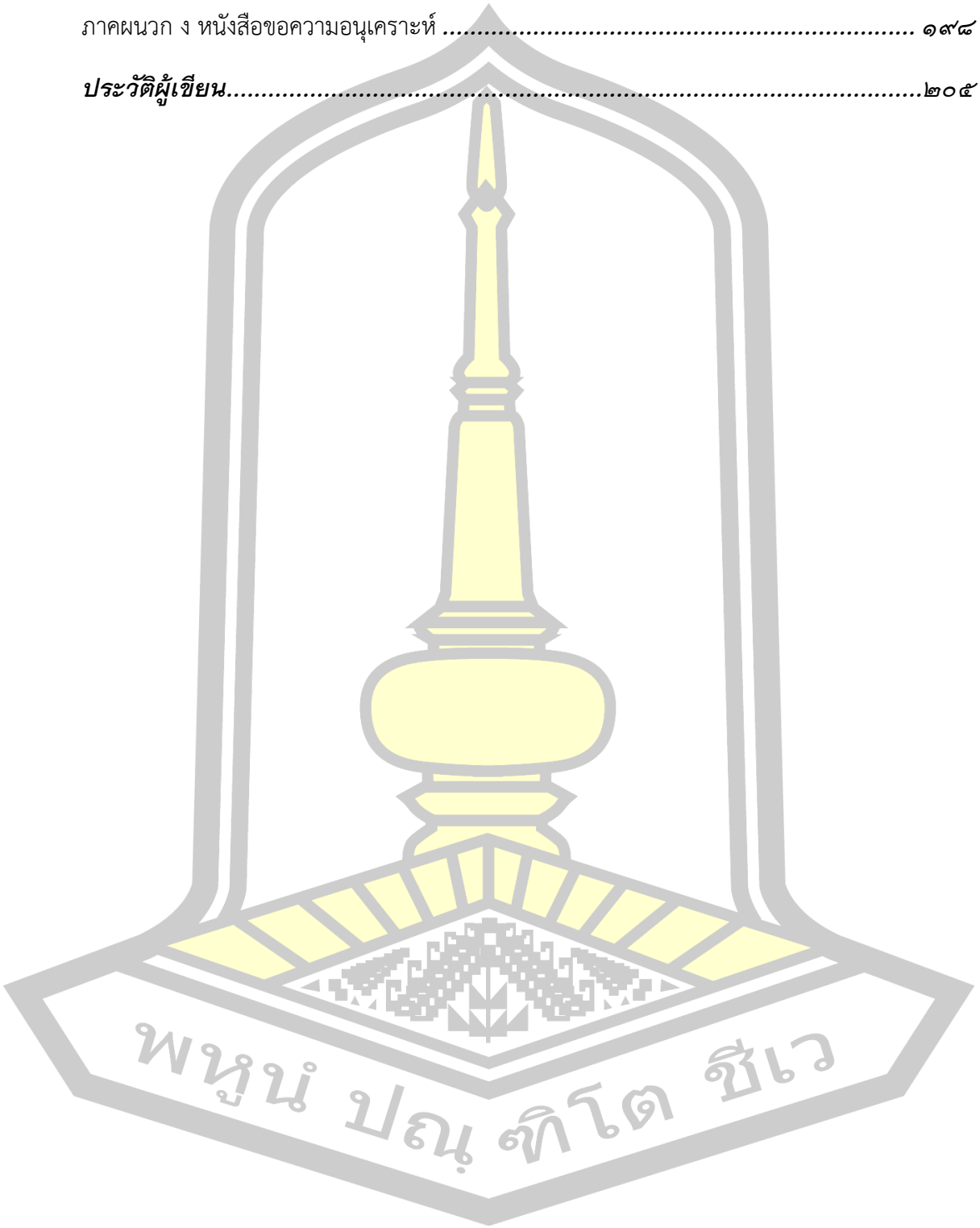
การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table) ๒๕

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ๒๘
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ๓๗
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ๔๒
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ๔๗
ขอบเขตการวิจัย ๔๗
รูปแบบการวิจัย ๔๙
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ๔๙
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ ๕๐
การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล ๖๐
การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ๖๔
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ๖๔
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ๗๓
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ๗๓
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ๗๓
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ๗๓
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ๗๙
ความมุ่งหมายของการวิจัย ๗๙
สรุปผล ๗๙
อภิปรายผล ๙๑
บรรณานุกรม ๑๐๐
ภาคผนวก ๑๐๘
ภาคผนวก ก ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ๑๐๙
ภาคผนวก ข การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ๑๘๙

ภาคผนวก ค ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... ๑๙๓

ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์ ๑๙๘

ประวัติผู้เขียน.....๒๐๕



บัญชีตาราง

หน้า

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแสดงวิธีทำ 35
ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 36
ตาราง 3 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ เบสท์ 41
ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 48
ตาราง 5 ประเด็นปรับแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการจากผู้เชี่ยวชาญ 51
ตาราง 6 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ 54
ตาราง 7 ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อบ่งชี้การมีความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 57
ตาราง 8 ประเด็นการสัมภาษณ์นักเรียนด้านการจัดการเรียนการสอน 57
ตาราง 9 กำหนดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการ 60
ตาราง 10 คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ 67
ตาราง 11 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย และนิรนัย ในวงจรปฏิบัติที่ 1 69
ตาราง 12 สรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พร้อมแนวทางการแก้ไข 74
ตาราง 13 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย และนิรนัย ในวงจรปฏิบัติที่ 2 75
ตาราง 14 สรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พร้อมแนวทางการแก้ไข 79
ตาราง 15 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย และนิรนัย ในวงจรปฏิบัติที่ 3 81
ตาราง 16 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ 85
ตาราง 17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับการประเมินในแต่ละวงจรปฏิบัติการ 86
ตาราง 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ 110
ตาราง 19 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 190

ตาราง 20 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 191
ตาราง 21 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 192
ตาราง 22 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 4 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 194
ตาราง 23 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 4 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 194
ตาราง 24 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 4 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 194
ตาราง 25 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 10 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 195
ตาราง 26 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 10 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 195
ตาราง 27 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 10 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 196
ตาราง 28 ผลการประเมินแบบสังเกตการณ์ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 196
ตาราง 29 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 7 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 196

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บัญชีภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ 1 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ KEMMIS & MCTAGGART 15
ภาพประกอบ 2 ลำดับขั้นตอนการคิด 28
ภาพประกอบ 3 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ 63
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างการตอบคำถาม แต่ไม่มีการแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการตอบคำถาม 71
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างการตอบคำถาม และการแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการตอบคำถาม 72
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนโดยให้เหตุผลประกอบบางส่วน เนื่องจากนักเรียนคิดว่าในบางบรรทัดมีความชัดเจนแล้ว 78
ภาพประกอบ 7 แบบฝึกหัดที่นักเรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน 2 วิธี และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหา 83
ภาพประกอบ 8 แนวโน้มของร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 88

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การให้เหตุผลเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ศาสตร์อื่น ๆ การแสดงเหตุผลมีค่ามากกว่าคำตอบที่ได้จาก การแสดงคำตอบ เพราะการให้เหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้จักคิด คิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับการที่นักเรียนได้คำตอบถูกต้องแต่ใช้เหตุผลผิดเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากเมื่อนักเรียนไม่ทราบว่าที่ผิดนั้น ผิดเพราะเหตุใด ดังนั้นสิ่งที่ดีกว่าการได้คำตอบถูกแต่เหตุผลผิด คือ การได้คำตอบที่ผิด แต่ความสามารถค้นพบทางอย่างเป็นเหตุผล อะไรผิด และผิดเพราะอะไร (อัมพร ม้าคนอง, 2553) ซึ่งการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไปมี 2 ลักษณะ คือ การคิดเชิงเหตุผลแบบอุปนัยและการคิดเชิงเหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงตรรกะในทางคณิตศาสตร์การให้เหตุผลมีความสำคัญมาก เนื่องจากใน กระบวนการให้เหตุผลผู้เรียนต้องใช้การคิดหลายลักษณะ เช่น การคิดวิเคราะห์สังเคราะห์คิดไตร่ตรอง คิดอย่างมี วิจารณญาณ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องซึ่งสอดคล้องกับ (O'Daffer, 1993) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูต้องใช้วิจารณญาณเลือก และจัดให้เหมาะสมกับทักษะที่ต้องการพัฒนา แบะเหมาะสมกับระดับความสามารถและความถนัดของนักเรียน อีกทั้งจะต้องสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่เชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ กระบวนการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้และคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังนั้นหลักการสำคัญของกระบวนการเรียนการสอน เป็นสิ่งที่ผู้สอนจำเป็นต้องตระหนักอยู่เสมอ เพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของความพยายามที่จะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการประเมินผลเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล (อัครยา สังขจันทร์, 2543)

คณิตศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้หนึ่งที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ได้ให้ความสำคัญในเรื่องของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับความรู้ด้านเนื้อหาสาระ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้นำด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น ทั้งด้านการทำงานอย่างเป็นระบบ และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) อีกทั้งคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นเครื่องมือช่วยฝึกการคิดของผู้เรียนได้เพราะโดยธรรมชาติของคณิตศาสตร์แล้วนั้นเป็นวิชาแห่งการคิด โดยจะคิดอย่าง

ยืดหยุน คิดเป็นขั้นตอนอย่างมีระบบ และเป็นเหตุเป็นผล นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยสร้างเสริมคุณลักษณะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต การสังเกต ความละเอียด การรูจักแกปัญหา ได้ใช้ความรู้ในด้านคณิตศาสตร์ตลอดเวลา คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือปลูกฝังให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต รูจักคิดอย่างมีเหตุผล มีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา และมีระเบียบวิธีในการคิด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ต้องอาศัยครูผู้รู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อจะได้ถ่ายทอดความรู้นั้นมาพัฒนาทักษะนักเรียนให้เป็นผู้รู้ทางคณิตศาสตร์อย่างทันสมัย เพื่อทันต่อวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัฒน์ นอกจากนี้การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จะต้องเป็นการจัดการศึกษาที่ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้สงบสุข มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญรุดหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้งการสอนคณิตศาสตร์ในยุคนี้จำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยความเข้าใจที่มีทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มากเพียงพอ และสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ครูผู้สอนต้องรู้จักดัดแปลงตัวอย่างกิจกรรม แบบฝึกหัด ตลอดจนการจัดการสื่ออุปกรณ์ประกอบการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจที่แท้จริง พร้อมทั้งสอนให้ผู้เรียน คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น เสียสละเพื่อส่วนรวม มีน้ำใจ และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (I.Dorn, Kanikeberg, & Burke, 2012)

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนส่วนใหญ่ยังคงเน้นเนื้อหา กฎ สูตร และหลักการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจำนวนมากเพื่อให้จำเนื้อหาเหล่านั้นให้ได้เท่านั้น ซึ่งเป็นการปิดกั้นไม่เปิดโอกาสให้เขาได้เรียนรู้อย่างแท้จริง (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2546) และในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นมีทักษะกระบวนการการแก้ปัญหาเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ และพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อซึ่งจำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้แก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูควรเพิ่มกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา และตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปในรูปแบบความคิดของตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) อีกทั้งกระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อเตรียมความพร้อมของกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะเปลี่ยนแปลงในอนาคต และมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ ด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และลึกซึ้ง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ซึ่งการเรียนคณิตศาสตร์ที่ลึกซึ้งต้องเข้าใจนิยาม ความหมาย และอ้างอิงหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

สภาพทั่วไปของโรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ซึ่งจากการสำรวจความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายโรงเรียนสารคามพิทยาคม โดยใช้แบบแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้คะแนน

เฉลี่ยเท่ากับ 9.53 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน จะเห็นได้ว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ซึ่งเกณฑ์นี้ได้สร้างจากเกณฑ์ขั้นต่ำที่โรงเรียนสารคามพิทยาคมกำหนด (ผู้เรียนต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ซึ่งโรงเรียนสารคามพิทยาคมอ้างอิงเกณฑ์จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557)) ประกอบกับผลคะแนนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย และเมื่อผู้วิจัยได้เข้าไปสัมภาษณ์ผู้เรียนโดยตรงจะเห็นว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน และสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ แต่เมื่อถามถึงหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ผู้เรียนไม่สามารถอ้างอิงหลักการที่ถูกต้องที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ จึงแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนขาดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งเมื่อผู้วิจัยได้สอนพบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นเช่นเดียวกับตอนสัมภาษณ์ กล่าวคือ ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาแต่ไม่สามารถอ้างอิงหลักการ และเหตุผลทางคณตศาสตร์ได้ นั่นแสดงว่า ผู้เรียนขาดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitive guided instruction: CGI) เป็นการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพสูงที่จะช่วยให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเรียนรู้อย่างเข้าใจเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ เพราะการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด เป็นนวัตกรรมที่มุ่งเน้นประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง อีกทั้งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูยึดความรู้พื้นฐานของนักเรียน ให้นักเรียนมีการพัฒนาตนเองโดยที่ครูจะใช้การสังเกต การใช้คำถามนำเพื่อแนะแนวทางให้นักเรียนคิดอย่างต่อเนื่อง จนนักเรียนเข้าใจในเนื้อหา (Carpenter, Megan, Linda, & Susan, 2000) ซึ่งขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้นั้นเริ่มจาก ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ ครูนำเสนอสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยครูใช้คำถามนำเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่หลักการ สูตร หรือบทนิยาม ขันที่ 2 วิเคราะห์สถานการณ์ นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อเชื่อมโยงหลักการ สูตร หรือบทนิยามไปสู่การหาคำตอบของสถานการณ์ดังกล่าว โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดหรือให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย ขั้นที่ 3 นำเสนอและอภิปราย นักเรียนนำเสนอวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์ และแนวทางการเชื่อมโยงคำตอบไปสู่สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบแนวทางการเชื่อมโยงของแต่ละกลุ่ม ซึ่งในการรายงานคำตอบของตนเองผู้เรียนจะต้องอธิบายเหตุผล หลักการที่ได้มาซึ่งการแก้ปัญหานั้น ๆ และขั้นที่ 4 เชื่อมโยงไปสู่ชีวิตประจำวัน นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันสรุปแนวทางการเชื่อมโยงจากสถานการณ์ไปสู่ชีวิตประจำวัน โดยครูใช้คำถามนำหรือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยง(Carpenter, Megan, Linda, & Susan, 2000) อีกทั้งการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitive guided instruction: CGI) มีเป้าหมายสำคัญประการหนึ่ง คือ การมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนใช้หลักการจัดการความรู้ที่เกิดจากกระบวนการคิดของผู้เรียนแต่ละ คนเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ และนำความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการแก้ปัญหามาประมวลผล แต่ผู้สอนต้องวินิจฉัยเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนว่าผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ และมีลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไร อีกทั้งในกระบวนการแก้ปัญหาผู้เรียนได้ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาถูกต้องหรือไม่ ทั้งนี้รูปแบบการสอนแนะให้รู้คิดถือเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนใช้เวลาส่วนใหญ่กับการคิดวิเคราะห์ และสรรหาวิธีการ

แก้ปัญหาด้วยรูปแบบที่หลากหลายเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Franke, M., & Weishaupt, 1998)

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลวิชาคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน จึงต้องการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ซึ่งจะเป็นแนวทางในการปรับปรุง และพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะสำคัญตามเจตนารมณ์ของหลักสูตรต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ให้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 5

ความสำคัญของการวิจัย

เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้สอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) นักเรียนกลุ่มที่มีปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 26 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. เนื้อหาที่วิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสารคามพิทยาคม พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ซึ่งเป็นเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม หน่วยที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้

4. ระยะเวลาในการดำเนินการค้นคว้า

ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (Cognitive Guided instruction: CGI) หมายถึง การการจัดการเรียนรู้โดยยึดความรู้พื้นฐานการคิดตามความเข้าใจของนักเรียน เน้นการสร้างความรู้และพัฒนาความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง โดยอาศัยการสังเกต การฟังการอธิบายแนวคิดในแก้แก้ปัญหาพร้อมเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้มีการแสดงแนวคิดของตนเอง ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูจะนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์และความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยคำถามที่ใช้ควรสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน และนักเรียนทำความเข้าใจปัญหาที่ครูกำหนดให้เบื้องต้น

2. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ โดยครูจะช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการแก้ปัญหา และในระหว่างนักเรียนแก้ปัญหาครูต้องอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการ

3. ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องรายงานถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล เพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียนและในระหว่างที่นักเรียนรายงานคำตอบนั้น ครูอาจใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา

4. ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ หลังจากที่นักเรียนรายงานคำตอบวิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว นักเรียนทั้งชั้นช่วยกันอภิปรายถึงคำตอบ และวิธีการที่แตกต่างโดยครูจะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม

2. เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การเรียนรู้แบบกลุ่มย่อย โดยสมาชิกภายในกลุ่มมีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายของกลุ่ม ในงานวิจัยนี้ใช้ 2 เทคนิคการจัดการเรียนรู้ คือเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด (Think – Pair - Share) และเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเขียนรอบวง (Round Table)

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think – Pair - Share) หมายถึง รูปแบบในการเรียนแบบร่วมมือโดยการจัดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียน 2 คน ที่จับคู่กันภายในกลุ่มโดยที่เริ่มจากครูเสนอสถานการณ์ปัญหา หรือโจทย์คำถามแล้วให้คิดหาคำตอบด้วยตนเองแล้วนำ คำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนเป็นคู่คิดช่วยแบ่งปันความคิดในประเด็นของปัญหาเพื่อหาข้อสรุป

2.2. การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table) เป็นการจัดกลุ่มอภิปรายในประเด็นที่ได้รับมอบหมายจากที่ประชุมใหญ่ หรือที่สมาชิกเลือกตามความสนใจ เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น ประสบการณ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกัน เพียงแต่การจัดกลุ่มจะอยู่ในลักษณะเป็นรูปวงกลม หรือไม่เป็นลักษณะวงกลมก็ได้ ซึ่งสมาชิกทุกคนสามารถมองเห็นกันได้ ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table) ดังนี้

1. แบ่งกลุ่มผู้เรียนกลุ่มละ 4 คน มีความสามารถคละกันทั้ง เก่ง อ่อน ปานกลาง

2. ผู้สอน และผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องที่จะศึกษาเรื่องที่อ่านหรือเรื่องที่เรียน
3. ผู้สอนแจกใบงาน หรือแบบฝึกให้แต่ละกลุ่ม
4. ผู้เรียนเขียนคำตอบแล้วส่งไปยังคนต่อไป ทางด้านใดด้านหนึ่ง
5. สมาชิกคนต่อไปทำแบบฝึก หรือตอบคำถามเพิ่มจำสำเร็จ

3. การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้เพื่อนคู่คิด หมายถึง การการจัดการเรียนรู้โดยยึดความรู้พื้นฐานการคิดตามความเข้าใจของนักเรียนและคู่ของตนเอง ซึ่งเกิดจากการจับคู่แบบคละความสามารถแบบ เก่ง - อ่อน เน้นการสร้างความรู้และพัฒนาความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองและจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับคู่ของตน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูจะนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์และความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยคำถามที่ใช้ควรสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน และนักเรียนทำความเข้าใจปัญหาที่ครูกำหนดให้เบื้องต้น

ขั้นนี้ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้เพื่อนคู่คิด โดยให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาที่ครูมอบให้เป็นรายบุคคล ก่อนเข้าร่วมกิจกรรมแบบคู่

2. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ โดยครูจะช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการแก้ปัญหา และในระหว่างนักเรียนแก้ปัญหาครูต้องอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการ

ขั้นนี้ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้เพื่อนคู่คิด โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมกับคู่ของตนโดยร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาที่ครูกำหนดให้

3. ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องรายงานถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล เพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียนและในระหว่างที่นักเรียนรายงานคำตอบนั้น ครูอาจใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา

ขั้นนี้ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้เพื่อนคู่คิด โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมกับคู่ของตนโดยร่วมกันรายงานถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาเพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียนและในระหว่างที่นักเรียนรายงานคำตอบนั้น

4. ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนรายงานคำตอบวิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว นักเรียนทั้งชั้นช่วยกันอภิปรายถึงคำตอบ และวิธีการที่แตกต่างโดยครูจะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม

ขั้นนี้ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้เพื่อนคู่คิด โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมกับคู่ของตนโดยร่วมกันอภิปรายถึงคำตอบและวิธีการที่แตกต่างพร้อมกับเพื่อนทั้งชั้นเรียน โดยครูจะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม

4. การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้เขียนรอบวง หมายถึง การการจัดการเรียนรู้โดยยึดความรู้พื้นฐานการคิดตามความเข้าใจของนักเรียนและกลุ่มของตนเอง ซึ่งเกิดจากการจัดกลุ่มแบบคละความสามารถแบบ เก่ง - ปานกลาง – อ่อน แบบ 1 : 2 : 1

เน้นการสร้างความรู้และพัฒนาความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองและจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับคู่ของตน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูจะนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์และความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยคำถามที่ใช้ควรสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน และนักเรียนทำความเข้าใจปัญหาที่ครูกำหนดให้เบื้องต้น

ขั้นนี้ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้เขียนรอบวง โดยให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาที่ครูมอบให้เป็นรายบุคคล ก่อนเข้าร่วมกิจกรรมแบบกลุ่ม

2. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ โดยครูจะช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการแก้ปัญหา และในระหว่างนักเรียนแก้ปัญหาครูต้องอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการ

ขั้นนี้ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้เขียนรอบวง โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมกับกลุ่มของตน โดยร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ และร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่มจากงานที่ครูมอบหมายให้ ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table) ดังนี้

1. แบ่งกลุ่มผู้เรียนกลุ่มละ 4 คน มีความสามารถคละกันทั้ง เก่ง ปานกลาง อ่อน
2. ผู้สอนแจกใบงาน หรือแบบฝึกให้แต่ละกลุ่ม
3. ผู้เรียนเขียนคำตอบแล้วส่งไปยังคนต่อไป ทางด้านใดด้านหนึ่ง
4. สมาชิกคนต่อไปทำแบบฝึก หรือตอบคำถามเพิ่มจำสำเร็จ

3. ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องรายงานถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล เพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียนและในระหว่างที่นักเรียนรายงานคำตอบนั้น ครูอาจใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา

ขั้นนี้ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้เขียนรอบวง โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมกับกลุ่มของตน โดยร่วมกันรายงานถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาต่อนักเรียนในชั้นเรียนและในระหว่างที่นักเรียนรายงานคำตอบนั้น

4. ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนรายงานคำตอบวิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว นักเรียนทั้งชั้นช่วยกันอภิปรายถึงคำตอบ และวิธีการที่แตกต่างโดยครูจะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม

ขั้นนี้ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้เขียนรอบวง โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมกับกลุ่มของตน โดยร่วมกันอภิปรายถึงคำตอบและวิธีการที่แตกต่างพร้อมกับเพื่อนทั้งชั้นเรียน

5. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายสาเหตุ เหตุผล หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ เพื่อยืนยันข้อสรุปว่าเป็นจริง หรือปรากฏการณ์ใหม่ซึ่งเรียกว่า ผลสรุป หรือ ผล (Conclusion) โดยความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) คือ การสร้างข้อสรุปที่เป็นกรณีทั่วไป โดยอาศัยประสบการณ์ ตัวอย่าง ข้อสังเกต การทดลองหลายๆ ครั้งแล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสรุปผล

การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) คือ นักเรียนสามารถนำเอาความรู้พื้นฐาน สิ่งที่เป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ ความเชื่อ ข้อตกลง กฎ ทฤษฎี บทนิยาม และสมบัติต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่รู้มาก่อน เพื่อหาเหตุที่นำไปสู่ข้อสรุป

ซึ่งผู้วิจัยประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบประเภทอัตนัย จำนวน 5 ข้อ และแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การคิดวิเคราะห์ การประมาณค่า และความคิดสร้างสรรค์ที่ได้จากการวัดโดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ หลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ประเมินโดยใช้สถิติเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งประกอบด้วย 8 ระดับ ได้แก่ ดีเยี่ยม, ดีมาก, ดี, ค่อนข้างดี, น่าพอใจ, พอใช้, ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ และต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
3. รูปแบบ/เทคนิค การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
    3.1 การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
    3.2 เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning)
        3.2.1 ความหมายของเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
        3.2.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think - Pair - Share)
        3.2.3 การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table)
4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2 หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

2.1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

2.3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

2.5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

3 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

3.1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

3.2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3.3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

3.4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

3.5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่

ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และ

เชื่อมโยง

คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำอธิบายรายวิชา วิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ได้ในเนื้อหาเกี่ยวกับ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่ n ในระบบจำนวนจริงและจำนวนจริงในรูปกรณฑ์ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลฟังก์ชันลอการิทึม การหาค่าลอการิทึม การเปลี่ยนฐานของลอการิทึม สมการเอกซ์โพเนนเชียล และสมการลอการิทึม การประยุกต์ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันตรีโกณมิติฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ ค่าของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ ฟังก์ชันตรีโกณมิติอื่น ๆ ฟังก์ชันตรีโกณมิติของมุม การใช้ตารางค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติ กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ ฟังก์ชันตรีโกณมิติของผลบวกและผลต่างของจำนวนจริงหรือมุม ตัวผกผันของฟังก์ชันตรีโกณมิติ เอกลักษณ์และสมการตรีโกณมิติ กฎของโคไซน์และไซน์ การหาระยะทางและความสูง โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ ที่ใกล้ตัวผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้รับไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้

ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ เห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ ละเอียดรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และเชื่อมั่นในตนเอง รวมทั้งได้ใช้ และยอมรับ เกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลายตามสภาพจริงของเนื้อหาและทักษะกระบวนการที่ต้องการวัด

คำอธิบายรายวิชา วิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2

เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะพื้นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ได้ในเนื้อหาเกี่ยวกับ จำนวนเชิงซ้อน การสร้างจำนวนเชิงซ้อน รากที่สองของจำนวนเชิงซ้อน กราฟและค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อน จำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน สมการพหุนาม เวกเตอร์ เวกเตอร์ในสามมิติ ระบบพิกัดฉากสามมิติ เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก ผลคูณเชิงสเกลาร์ ผลคูณเชิงเวกเตอร์ ทฤษฎีบททวินาม การจัดหมู่ โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ ที่ใกล้ตัวผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำประสบการณ์ด้านความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้รับไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ เห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ ละเอียดรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และเชื่อมั่นในตนเอง รวมทั้งได้ใช้ และยอมรับเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลายตามสภาพจริงของเนื้อหาและทักษะกระบวนการที่ต้องการวัด

2.1 สาระจำนวนและพีชคณิต

2.1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ผลการเรียนรู้

1. เข้าใจจำนวนเชิงซ้อนและใช้สมบัติของ จำนวนเชิงซ้อนในการแก้ปัญหา
2. หารากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อนเมื่อ n เป็นจำนวนนับที่มากกว่า 1

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

จำนวนเชิงซ้อน

- จำนวนเชิงซ้อน และสมบัติของจำนวนเชิงซ้อน
- จำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว
- รากที่ n ของจำนวนเชิงซ้อน เมื่อ n เป็นจำนวนนับที่มากกว่า 1

2.1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

ผลการเรียนรู้

1. เข้าใจฟังก์ชันตรีโกณมิติและลักษณะ กราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติ และนำไปใช้ ในการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

- ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
- ฟังก์ชันตรีโกณมิติผกผัน

2.1.3 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ผลการเรียนรู้

1. แก้สมการตรีโกณมิติ และนำไปใช้ ในการแก้ปัญหา
2. ใช้กฎของโคไซน์และกฎของไซน์ ในการแก้ปัญหา
3. เข้าใจความหมาย หาผลลัพธ์ของการบวก เมทริกซ์ การคูณเมทริกซ์กับจำนวนจริง การคูณระหว่างเมทริกซ์ และหาเมทริกซ์ สลับเปลี่ยน หาดีเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์ $n \times n$ เมื่อ n เป็นจำนวนนับที่ไม่เกินสาม
4. หาเมทริกซ์ผกผันของเมทริกซ์ 2×2
5. แก้ระบบสมการเชิงเส้นโดยใช้เมทริกซ์ผกผันและการดำเนินการตามแถว
6. แก้สมการพหุนามตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสี่ ที่มีสัมประสิทธิ์เป็นจำนวนเต็ม และนำไปใช้ ในการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

1. ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
   - เอกลักษณ์และสมการตรีโกณมิติ
   - กฎของโคไซน์และกฎของไซน์
2. เมทริกซ์
   - เมทริกซ์ และเมทริกซ์สลับเปลี่ยน
   - การบวกเมทริกซ์ การคูณเมทริกซ์กับจำนวนจริงการคูณระหว่างเมทริกซ์
   - ดีเทอร์มิแนนต์
   - เมทริกซ์ผกผัน
   - การแก้ระบบสมการเชิงเส้นโดยใช้เมทริก
3. จำนวนเชิงซ้อน
   - สมการพหุนามตัวแปรเดียว

2.2 สาระการวัดและเรขาคณิต

เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้

ผลการเรียนรู้

1. หาผลลัพธ์ของการบวก การลบเวกเตอร์ การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ หาผลคูณ เชิงสเกลาร์ และผลคูณเชิงเวกเตอร์
2. นำความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ในสามมิติไปใช้ ในการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

เวกเตอร์ในสามมิติ

- เวกเตอร์ นิเสธของเวกเตอร์
- การบวก การลบเวกเตอร์ การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์

- ผลคูณเชิงสเกลาร์ ผลคูณเชิงเวกเตอร์

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

1. หลักการนับเบื้องต้น
   - หลักการบวก และการคูณ
   - การเรียงสับเปลี่ยน
   - การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้น
   - การเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลมกรณีที่ สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด
   - การจัดหมู่กรณีที่สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด
   - ทฤษฎีบททวินามหลักการนับเบื้องต้น
2. ความน่าจะเป็น
   - การทดลองสุ่มและเหตุการณ์
   - ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

จากข้อความสำคัญข้างต้น ในการจัดการเรียนรู้ ที่มีสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งผู้วิจัยต้องเน้นพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1. ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

เคมมิส และแมคทากกาท (Kemmis, S & McTaggart, 1988) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่น ๆ ในเชิงเทคนิค แต่แตกต่างในด้านวิธีการ ซึ่งวิธีการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การทำงาน ที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบขดลวด (Spiral of Self-Reflecting) โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนการวางแผน (planning) การปฏิบัติ (action) การสังเกต (observing) และการสะท้อนกลับ (reflecting) เป็นการวิจัยที่จำเป็นต้อง อาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนา ปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการวิจัยประเภทหนึ่งซึ่งใช้กระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ โดยผู้วิจัยและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ มีการวิเคราะห์ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรปฏิบัติใน 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การลงมือ ปฏิบัติจริง การสังเกต และการสะท้อนผลของการปฏิบัติ การดำเนินการต่อเนื่องไปจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ปัญหาได้จริง หรือพัฒนาสถานการณ์ของสิ่งที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้อธิบายเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าเป็นการวิจัยที่เป็นประโยชน์สำหรับครูผู้สอน ครูทุกคนสมควรนำวิธีการวิจัยลักษณะนี้ไปแก้ปัญหาหรือพัฒนานักเรียน โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีลักษณะความสำคัญ ดังนี้

1. มุ่งแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานในหน้าที่ในชีวิตประจำวันของครูผู้วิจัย
2. มีการลงมือปฏิบัติหรือกระทำ ปรับปรุงให้ดีขึ้น ซึ่งอาจสามารถแก้ปัญหานั้นได้ตามแผนที่วางไว้

3. ผู้วิจัยอาจทำการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาของตนเองด้วยตนเองคนเดียว หรือทำวิจัยร่วมกันหลายคนก็ได้

4. เน้นการวิจัยเฉพาะที่ ไม่ได้มุ่งการนำผลการวิจัยมาใช้ในการสรุปอ้างอิง หรือสรุปครอบคลุม กล่าวคือ ผู้วิจัยลงมือดำเนินการเพื่อการแก้ปัญหา

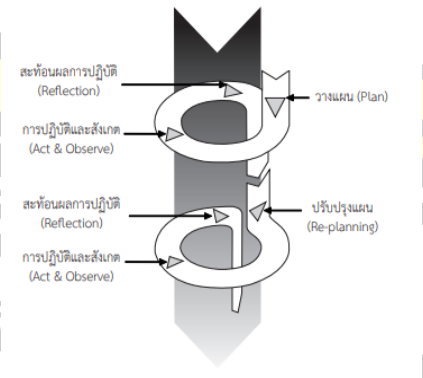
5. ในการดำเนินการวิจัย ครูผู้วิจัยอาจมีการเปลี่ยนแปลงในจุดมุ่งหมายและวิธีการเพื่อให้เกิดความเหมาะสมบรรลุเป้าหมายได้ดีขึ้น

องอาจ นัยพัฒน์ (2548) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่ทำโดยนักวิจัยและคณะบุคคลที่เป็นผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงาน องค์กร หรือชุมชน โดยมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อนำผลการศึกษาวิจัยที่ค้นพบหรือสรรค์สร้างขึ้นไปใช้ปรับปรุง แก้ปัญหา หรือพัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงานได้อย่างทันต่อเหตุการณ์ สอดคล้องกับสภาพ ปัญหาที่ต้องการแก้ไข รวมทั้งกลมกลืนกับโครงสร้างการบริหารงาน ตลอดจนบริบททาง ด้านสังคมและวัฒนธรรมและด้านอื่น ๆ ที่แวดล้อมหรือเกิดขึ้นในสถานที่เหล่านั้น

จากการศึกษา ผู้วิจัยสรุปความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ว่า เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้จากสถานการณ์จริงอย่างเป็นระบบ ด้วยกระบวนการ การวางแผน การรวบรวมข้อมูล และการประเมินผล เพื่อจะนำข้อมูลมาแก้ปัญหา ปรับปรุงและพัฒนาการปฏิบัติงานให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. กระบวนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

กระบวนการดำเนินงานการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1988) ประกอบด้วยกิจกรรมการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การวางแผนเพื่อไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น (planning) 2) ลงมือปฏิบัติการตามแผน (action) 3) สังเกตการณ์ (observation) และ 4) สะท้อนกลับ (reflection) กระบวนการ และผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน (re - planning) โดยดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ เป็นดังแสดงรายละเอียดตามภาพที่ 1



ภาพประกอบ 1 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาที่สำคัญที่ต้องการให้มีการแก้ไข ครูและผู้เกี่ยวข้อง อาจเป็นครูท่านอื่น ๆ ที่สอนร่วม นักเรียน ผู้ปกครอง และ/หรือผู้บริหารวางแผนกันสำรวจสภาพการณ์ของปัญหาว่ามีอย่างไร ปัญหาที่ต้องการแก้ไขคืออะไร ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับใครบ้าง เช่น ครูต้องเปลี่ยน

วิธีใช้คำถามในชั้นเรียน นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่ม เนื้อหาบางหัวข้อในแบบเรียนจะต้องตัดทอนหรือขยายความเพิ่มเติม ผู้บริหารจะต้องรับทราบการเปลี่ยนแปลงและให้การสนับสนุน เป็นต้น ในขั้นตอนของการวางแผน จะมีการปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้เกี่ยวข้อง การใช้แนวคิดวิเคราะห์สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจะช่วยให้มองเห็นสภาพการณ์ของปัญหาชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดในขั้นวางแผนงานมาดำเนินการลงมือปฏิบัติ มีการใช้การวิเคราะห์ประกอบไปด้วย โดยรับฟังจากผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ จากการลงมือปฏิบัติจะเป็นข้อมูลย้อนกลับว่าแผนที่วางไว้เหมาะสมหรือไม่ ปฏิบัติจริงได้มากน้อยเพียงใด และอาจมีอุปสรรคอื่น ๆ มาเกี่ยวข้องโดยไม่คาดคิด ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่น ถูกต่อต้านจากผู้บริหารหรือนักเรียน ฉะนั้น แผนงานที่กำหนดไว้อาจยืดหยุ่นได้ นั่นคือการปฏิบัติการโดยมีลักษณะเป็น Fluid and Dynamic โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจที่เหมาะสม และมุ่งต่อการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ขณะที่การวิจัยดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางไว้ เป็นเรื่องที่แน่นอนว่าสภาพจริงนั้นต้องมีความราบรื่น อุปสรรค และข้อขัดข้องบางประการ ฉะนั้น จึงจำเป็นต้องมีการสังเกตการณ์ควบคู่ไปด้วย ใช้การสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างระมัดระวังด้วยความใจกว้าง นั่นคือ เปิดใจรับฟังความเห็นจากผู้เกี่ยวข้อง พร้อมกับการจดบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งที่คาดหวังและไม่ได้คาดหวัง สิ่งที่ต้องการทำการสังเกต คือ กระบวนการของการปฏิบัติ (The Action Process) ผลของการปฏิบัติ (The Effect of Action) ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ดี และสภาพแวดล้อมและข้อจำกัดของการปฏิบัติการ (The Circumstances and Constraints) การสังเกตนี้รวมถึงการรวบรวมผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติทั้งโดยการเห็นด้วยตา การได้ฟัง และการใช้เครื่องมือแบบทดสอบวัดผลออกมาในเชิงตัวเลขหรือใช้แบบสำรวจ แบบสอบถามวัดสิ่งที่ต้องการทราบความเปลี่ยนแปลง

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect)

ขั้นสุดท้ายของวงจรการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการ ปัญหาหรือสิ่งที่จำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มที่เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคม สภาพแวดล้อมของโรงเรียนและของระบบการศึกษาที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการอภิปรายปัญหา การประเมินโดยกลุ่มจะทำให้เห็นแนวทางการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินการกิจกรรมและเป็นพื้นฐานข้อมูลที่นำไปสู่การปรับปรุงและการวางแผนต่อไป

องอาจ นัยพัฒน์ (2548) ได้กล่าวเกี่ยวกับรายละเอียดของขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการดังต่อไปนี้

1. การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ประกอบกับการระลึกถึงเหตุการณ์หรือเรื่องราวในอดีตที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่ ต้องการแก้ไขตามประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมของผู้วางแผน ภายใต้การไตร่ตรองถึง ปัจจัยสนับสนุนขัดขวางความสำเร็จในการแก้ไข ปัญหาการต่อต้าน รวมทั้งสภาวการณ์ เงื่อนไขอื่น ๆ ที่แวดล้อมปัญหาอยู่ใน

เวลานั้น โดยทั่วไปการวางแผนจะต้องคำนึงถึงความ ยืดหยุ่น ทั้งนี้เพื่อจะสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต

2. การปฏิบัติการ (Action) เป็นการลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้อย่างระมัดระวังและควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน อย่างไรก็ตามในความ เป็นจริง การปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้มีโอกาสแปรเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขและข้อจำกัด ของสภาวการณ์เวลานั้นได้ ด้วยเหตุนี้แผนปฏิบัติการที่ดีจะต้องมีลักษณะเป็นเพียงแผน ชั่วคราว ซึ่งเปิดช่องให้ผู้ปฏิบัติการสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไขและปัจจัยที่เป็นอยู่ ในขณะนั้น การปฏิบัติการที่ดีจะต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเป็นพลวัตรภายใต้การใช้ ดุลยพินิจในการตัดสินใจ

3. การสังเกตการณ์ (Observation)
เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ กระบวนการและผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานที่ได้ลงมือกระทำลงไป รวมทั้งสังเกตการณ์ ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ตลอดจนประเด็น ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติการตามแผนว่ามีสภาพหรือลักษณะเป็นอย่างไร การสังเกตการณ์ที่ดีจะต้องมีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างคร่าวๆ โดยจะต้องมีขอบเขตไม่แคบหรือจำกัดจนเกินไป เพื่อจะได้เป็นแนวทางสำหรับการสะท้อนกลับกระบวนการและ ผลการปฏิบัติที่จะเกิดขึ้นตามมา

4. การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นการให้ข้อมูลถึงการกระทำตามที่บันทึก ข้อมูลไว้จากการสังเกตในเชิงวิพากษ์กระบวนการและผลการปฏิบัติงานตามที่วางแผนไว้ ตลอดจนการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการพัฒนา รวมทั้ง ประเด็นปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ การสะท้อนกลับ โดยอาศัยกระบวนการกลุ่มในลักษณะวิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมินผลการปฏิบัติงาน ระหว่างบุคคลที่มีส่วนร่วมในการวิจัย จะเป็นวิธีการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานตามแนวทาง ดั้งเดิมไปเป็นการปฏิบัติงานตามวิธีการใหม่ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทบทวน และปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจรกระบวนการวิจัยในรอบหรือเกลียวต่อไป

จากการศึกษา ผู้วิจัยเกี่ยวกับการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ว่า เป็นการแก้ไขปัญหาการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นจริงภายในโรงเรียน โดยผู้วิจัยได้อ้างอิงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยของ เคมมิส และแมคทากกาท (Kemmis, S & McTaggart, 1988) ในการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งการดำเนินการวิจัยตามแบบของ Kemmis และ Mc Taggart (1988) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการวางแผนที่นำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยจะทำการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาเพื่อเสาะหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยทำการศึกษาตำรา ทฤษฎี แนวคิด เพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหา และสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหาที่พบ

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการพร้อมกับขั้นตอนการปฏิบัติ คือ ในระหว่างที่ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้นั้นผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นการสะท้อนผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสังเกตว่าได้ดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้หรือเข้าใจข้อด้อยและข้อแข็งของแผน เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงานเพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

1. ความหมายของการสอนแบบแนะให้รู้คิด

จากการศึกษามีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการสอนแบบแนะให้รู้คิดไว้ ดังนี้

คาร์เพนเทอร์ และคณะ (T. P. Carpenter, 2000) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบแนะให้รู้คิดว่า การสอนแนะให้รู้คิด หมายถึง การจัดการเรียนการสอนทีครูยึดความรู้พื้นฐานของนักเรียนให้นักเรียนมีการพัฒนาด้วยตนเอง โดยที่ครูจะใช้การสังเกต การใช้คำถามแล้วนำมาออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อหาวิธีที่สอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2552) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบแนะให้รู้คิดว่า การสอนแนะให้รู้คิด หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานการคิดตามความเข้าใจของนักเรียน แล้วนำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และเป็นการสอนที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยความเข้าใจภายในตัวนักเรียนบนความรู้และความเชื่อของตัวครูเองเพื่อหาวิธีการสอนที่สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน

จากการศึกษา ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายเกี่ยวกับการสอนแบบแนะให้รู้คิดได้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานความคิด ความเข้าใจของนักเรียน และการสร้างความรู้ และพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถด้วยตนเอง โดยครูใช้การสังเกต การซักถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และได้แสดงแนวคิดของตนเอง

2. หลักการของจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด

คาร์เพนเทอร์ และคณะ (T. P. et al. Carpenter, 1989 อ้างอิงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร 2552) ได้กล่าวถึงหลักการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดว่าเป็นนวัตกรรมที่มุ่งเน้นประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง สนับสนุนให้นักเรียนรู้จักแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง ฝึกให้นักเรียนคิดและสามารถคิดวิเคราะห์ให้เหตุผลได้ โดยครูมีหน้าที่ให้ความช่วยเหลือนักเรียนในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิด สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และเป็นวิธีการเรียนการสอนที่สนับสนุน และพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์โดยมีปัจจัยหลัก คือ 1) พัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 2) การจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนในการคิดทางคณิตศาสตร์ 3) ความรู้ของครูและความเชื่อของครูมีผลต่อกระบวนการเรียน 4) ความรู้ ความเชื่อ และการจัดการเรียนการสอนของครูได้รับอิทธิพลจากความเข้าใจในการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งการเรียนรู้ดังกล่าวจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงขั้นพื้นฐานในความเชื่อของครูและปฏิบัติการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้สะท้อนให้เห็นในการเรียนรู้ของนักเรียนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนการสอนควรพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน โดยเน้นที่ความสำคัญระหว่างทักษะและการแก้ปัญหา

2. การจัดการเรียนการสอนควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรม ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจ

3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงปัญหา มโนทัศน์ หรือทักษะกับความรู้ที่มีอยู่

4. การจัดการเรียนการสอนต้องอยู่บนพื้นฐานการรู้และความคิดของนักเรียน จึงต้องมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ ๆ โดยไม่ได้ประเมินเพียงว่านักเรียนแก้ปัญหานั้น ๆ ได้ แต่ประเมินด้วยว่านักเรียนมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร วิธีการประเมินการคิดของนักเรียนที่ได้ผลก็คือ การถามคำถามที่เหมาะสมและฟังคำตอบของนักเรียน

Franke, M., & Weishaupt (1998) การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง อาศัยความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนเป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะไม่มีรูปแบบหรือกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นขั้นตอนชัดเจน แต่เป็นความรู้ความเข้าใจที่ผู้สอนต้องวินิจฉัยเกี่ยวกับผู้เรียนทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนว่า ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาหรือมีความสนใจในขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างไร ผู้เรียนในห้องเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด จะใช้เวลาส่วนใหญ่ในการใช้วิธีการและรูปแบบที่หลากหลายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความแตกต่างกันได้ตามศักยภาพของตน รวมทั้งได้มีโอกาสพูดคุยและนำเสนอความคิดของตน ให้ความสำคัญการยอมรับจากเพื่อน ๆ และผู้สอน ในการนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการที่ผู้เรียนแต่ละคนใช้ในการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งสำคัญที่ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงคือ ผู้สอนจะไม่สอนวิธีการแก้ปัญหาใด ๆ แก่ผู้เรียน แต่จะสนับสนุนให้ผู้เรียนได้พิจารณาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ช่วยเหลือให้ผู้เรียนค้นพบข้อผิดพลาดของตนเอง

จากการศึกษา ผู้วิจัยสรุปเกี่ยวกับหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ได้ว่าเป็นการการจัดการเรียนรู้โดยยึดความรู้พื้นฐานการคิดตามความเข้าใจของนักเรียน เน้นการสร้างความรู้และพัฒนาความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง โดยอาศัยการสังเกต การฟังการอธิบายแนวคิดในแก้ปัญหาของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้มีการแสดงแนวคิดของตนเอง

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบแนะให้รู้คิด

การจัดการเรียนรู้แบบแนะให้รู้คิดเป็นการสอนที่มุ่งให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นหลัก ความรู้ของนักเรียนที่ได้มานั้นเป็นผลมาจากกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนเอง ดังนั้นขั้นตอนการสอนจึงให้ความสำคัญไปที่การแก้ปัญหาของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้มีเวลาคิดในการแก้ปัญหาให้มากที่สุดและให้นักเรียนคิดได้อย่างอิสระในการแก้ปัญหา รวมทั้งได้มีโอกาสแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเองด้วย และได้มีนักการศึกษาได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด ไว้ดังนี้

คาร์เพนเทอร์ และคณะ (T. P. et al. Carpenter, 1989 อ้างอิงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร 2552) และ ฮิลเบิร์ต และคณะ (Hiebert et al., 1997 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2552) ได้อธิบายถึงขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอนในกระบวนการจัดการเรียนการสอนการแนะให้รู้คิด ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูจะนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์และความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ถ้านักเรียนมีอุปสรรคในการแก้ปัญหา ครูมีหน้าที่แนะแนวทางสำหรับการแก้ปัญหาแก่นักเรียนเพิ่มเติม โดยใช้การแนะแนวทางให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ปัญหาที่ครูเลือกควรมีความสอดคล้องกับบริบทในชีวิตจริงของนักเรียน

2. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูจะช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการแก้ปัญหา ครูแนะนำโดยการใช้คำถามให้นักเรียนแปลความหมายของปัญหาทีมีความซับซ้อนให้เป็นเพียงปัญหาทีง่ายต่อการทำความเข้าใจแนะแนวทางการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงปัญหาที่ครูให้ไปสู่ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย หรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับปัญหานั้นมาแล้ว จนครูมีความแน่ใจว่านักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถแก้ปัญหานั้น ๆ ได้แล้ว ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการแก้ปัญหา โดยในระหว่างนักเรียนแก้ปัญหาครูต้องอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการ

3. ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ครูจะถามนักเรียนเป็นรายบุคคลถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผล เพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชันเรียนและในระหว่างที่นักเรียนรายงานคำตอบนั้น ครูอาจใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา

4. ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ หลังจากที่นักเรียนรายงานคำตอบวิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว นักเรียนทั้งชั้นช่วยกันอภิปรายถึงคำตอบและวิธีการที่แตกต่างโดยครูจะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสอนแนะให้รู้คิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้อ้างอิงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยของคาร์เพนเทอร์ และคณะ (T. P. Carpenter, Fennema, Franke, Levi, & Empson, 1999) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูจะนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์และความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยคำถามที่ใช้ควรสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน

2. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูจะช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการแก้ปัญหา โดยในระหว่างนักเรียนแก้ปัญหาครูต้องอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการ

3. ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยครูจะถามนักเรียนเป็นรายบุคคลถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผล เพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียนและในระหว่างที่นักเรียนรายงานคำตอบนั้น ครูอาจใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา

4. ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ หลังจากที่นักเรียนรายงานคำตอบวิธีการและเหตุผลของตนเองแล้ว นักเรียนทั้งชั้นช่วยกันอภิปรายถึงคำตอบและวิธีการที่แตกต่างโดยครูจะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม

4. บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด

Franke, M., & Weishaupt (1998) ได้เสนอบทบาทผู้สอนในชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิด มีดังนี้

1. ผู้สอนต้องวินิจฉัยเกี่ยวกับผู้เรียนทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนว่า ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหา หรือมีความสนใจในขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างไร

2. ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด แก้ปัญหา และแสดงเหตุผล ได้อย่างเต็มศักยภาพของตนเอง

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนพูดคุย และนำเสนอความคิดของตน ซึ่งมีความสำคัญต่อการยอมรับความคิดของผู้อื่น ทั้งจากเพื่อน และผู้สอน

4. ผู้สอนจะไม่สอนวิธีการแก้ปัญหาใด ๆ แก่ผู้เรียน แต่จะสนับสนุนให้ผู้เรียนได้พิจารณาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ช่วยเหลือให้ผู้เรียนค้นพบข้อผิดพลาดของตนเอง

คาร์เพนเทอร์ และคณะ (T. P. Carpenter, Fennema, Franke, Levi, & Empson, 1999 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2552) ได้เสนอบทบาทผู้สอนในชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิด มีดังนี้

1. ครูควรใช้คำถามหรือการชี้แนะในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมแล้วไม่สามารถแก้ปัญหาได้

2. ครูควรมีความกระตือรือร้นและครูควรมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในการทำความเข้าใจถึงความคิดของนักเรียนแต่ละคน

3. ครูควรเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวยต่อการแก้ปัญหาของนักเรียน

4. ครูควรสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้สึกดีในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถสื่อสารแนวคิดและเหตุผลได้อย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการพูด การเขียน หรือการวาดภาพ ซึ่งเป็นแนวทางที่ทำให้นักเรียนเข้าใจตนเองว่ากำลังคิดอะไรรวมทั้งครูสามารถประเมินความคิดและเหตุผลของนักเรียนได้ด้วย

5. ครูควรนำเสนอปัญหา สถานการณ์หรือกิจกรรมที่เหมาะสมกับนักเรียนทุกคนและพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

6. ครูควรจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง แทนที่เป็นแต่ผู้ถ่ายทอดความรู้

7. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม และมีการอภิปรายแนวคิดของคนเองกับผู้อื่น ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันในชั้นเรียน

8. ครูควรให้เวลาที่เหมาะสมแก่นักเรียนในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

9. ครูไม่ควรเตรียมแนวทางการสอนที่ชัดเจนตายตัว หรือใช้อุปกรณ์การเรียนการสอนที่เฉพาะเจาะจง แต่ครูควรเตรียมการสอนอย่างกว้าง ๆ และปรับกิจกรรมการเรียนการสอนตามความต้องการแนวคิดของนักเรียน

จากการศึกษาบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ครูควรใช้ปัญหาที่น่าสนใจ มีวิธีการคิดที่หลากหลายไม่ตายตัว และให้นักเรียนได้แก้ปัญหาได้ด้วยความคิด แนวคิดของตนเอง ครูควรใช้คำถามหรือคอยชี้แนะเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยและเมื่อนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ควรจะสร้างบรรยากาศและจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้สึกดีในการเรียน ครูควรส่งเสริมให้

ทำงานเป็นกลุ่มเพื่อให้เกิดการอภิปรายแนวคิดตนเองกับผู้อื่น ครูต้องเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ในการสอนที่หลากหลาย เพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ความหมายของเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

อาร์ท และนิวแมน (Artz, A. F. and Newman, 1990) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ เป็นการกำหนดกลุ่มผู้เรียนขนาดเล็กให้ทำงานร่วมกันเพื่อแก้ไขปัญหาให้บรรลุเป้าหมายกลุ่ม

เธาส์แซนด์ และคณะ (Thousand, S. J., Villa, R.A. and Nevin, 2002) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย เพื่อสนับสนุนและเปิด โอกาสให้ผู้เรียนภายในกลุ่มได้ทำกิจกรรมร่วมกัน ซึ่งแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยสมาชิกที่คละ ความสามารถทางการเรียน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันละกัน มีความรับผิดชอบ ร่วมกัน เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนภายในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542) กล่าวว่าการเรียนแบบร่วมมือเป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยผู้เรียน ที่มีความรู้ความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน โดยแต่ละคนต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้รวมทั้งการเป็นกำลงใจซึ่งกันและกัน คนที่เรียนเก่งจะต้องช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่าผู้เรียนแต่ละคนไม่เพียงแต่รับผิดชอบต่อการเรียน ของตนเองเท่านั้น หากแต่ต้องร่วมรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนในกลุ่มด้วย เพราะความสำเร็จ ของแต่ละบุคคลคือความสำเร็จของกลุ่ม

กิดานันท์ มลิทอง (2548) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนแบบร่วมกัน มีการแบ่งผู้เรียนออกในลักษณะกลุ่มร่วมมือเพื่อแบ่งงานกันทำตามคำสั่งของผู้สอน โดยใช้เทคนิคการทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุผลที่กำหนดไว้ โดยที่ผู้สอนไม่มีบทบาท หรือ ส่วนร่วมในการทำงานนั้น หากทำงานได้เร็วที่สุด และแต่ละคนทำงานน้อยที่สุดจะเป็นการดีอย่างยิ่ง

ทิศนา แขมมณี (2552) ได้ให้ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือว่าเป็นการเรียนรู้แบบกลุ่มย่อยประมาณ 3 - 6 คน โดยสมาชิกภายในกลุ่มมีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อเป้าหมายของกลุ่ม

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การเรียนรู้แบบกลุ่มย่อย โดยสมาชิกภายในกลุ่มมีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายของกลุ่ม

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด

1. ความหมายของเทคนิคเพื่อนคู่คิด

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

Slavin (1995) ได้กล่าวถึงเทคนิคการเรียนการสอนแบบเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ว่าเป็นเทคนิคที่เริ่มจากปัญหาหรือโจทย์คำถาม โดยสมาชิกแต่ละคนคิดหาคำตอบของแต่ละคู่มาอภิปรายพร้อมกัน เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนเองถูกต้องมากที่สุด จึงนำคำตอบที่ได้เล่าให้เพื่อนฟัง

Millis, Barbara J; & Cottell (1998) ได้กล่าวถึงเทคนิคการเรียนการสอนแบบเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ซึ่งกล่าวถึง เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดว่าในการเริ่มกิจกรรมการเรียนการอนแบบคู่คิดนั้น ครูตั้งคำถามที่ต้องใช้ความเข้าใจ มักเป็นคำถามแบบการสอบสวนให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง จากนั้นให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนอีกคนหนึ่งเพื่ออภิปรายการตอบคำถามเมื่อได้ข้อสรุปนักเรียนยกมือเสนอคำตอบต่อเพื่อนในชั้นเรียนและก่อนที่ครูจะให้นักเรียนคู่นั้นเสนอคำตอบควรรอเวลาให้นักเรียนคิดคำตอบให้ได้ก่อน เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสในการท่องจำกับคำตอบกับเพื่อนก่อนที่จะพูดในชั้นเรียนเพื่อเพิ่มพูนทักษะการสื่อสารทางวาจาและความมั่นใจ

(Edu., 2016) ได้กล่าวถึง เทคนิคเพื่อนคู่คิดว่าเป็นการให้นักเรียนแต่ละคนใช้ความคิดของตนเองหรือแก้โจทย์ปัญหาอย่างเงียบ ๆ จากนั้นจึงจับคู่และแบ่งปันความคิดหรือคำตอบของตนกับตนอยู่ใกล้ ๆ แต่ละคู่ควรจะเตรียมตัวนำเสนอความคิดหรือคำตอบของคู่ของตนให้กับเพื่อนทั้งชั้นเรียนได้รับฟัง อาจกล่าวได้ว่าอาจหมายถึงให้แต่ละทีมเรียนรู้จากเพื่อนร่วมทีมซึ่งกันและกัน

(สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545) ได้กล่าวถึง รูปแบบเทคนิคเพื่อนคู่คิดว่าเป็นรูปแบบของกิจกรรมของการเรียนการสอนที่จัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยเริ่มจากการจับคู่กันคิดแล้วนำความคิดของทั้งคู่มาอภิปรายในกลุ่มเพื่อให้ได้ความคิดของกลุ่มเป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาพฤติกรรมทางสังคมควบคู่กับความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด หมายถึงรูปแบบในการเรียนแบบร่วมมือโดยการจัดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียน 2 คนที่จับคู่กันภายในกลุ่มโดยที่เริ่มจากครูเสนอสถานการณ์ปัญหา หรือโจทย์คำถามแล้วให้คิดหาคำตอบด้วยตนเองแล้วนำคำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนเป็นคู่คิดช่วยแบ่งปันความคิดในประเด็นของปัญหาเพื่อหาข้อสรุป

2. ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด

ได้มีนักวิชาการกล่าวถึงเทคนิคของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดไว้ดังนี้

ลีแมน (Lyman, 1987) กล่าวว่า เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดจะมีขั้นตอนที่สำคัญอยู่ 3 ข้อ คือ

1. การคิดของนักเรียนมีเวลา 30 วินาที หรือมากกว่านั้นเพื่อที่จะคิดหาคำตอบที่เหมาะสมเวลาที่ใช้นี้รวมถึงการเขียนเพื่อจดบันทึกคำตอบ

2. การจับคู่หลังจากใช้เวลาคิดให้นักเรียนจับคู่เพื่อแบ่งปันคำตอบและความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

3. การแบ่งปันคำตอบของนักเรียนสามารถนำมาแบ่งปันภายในกลุ่มเดียวกันหรือทั้งชั้นเรียนในช่วงการอภิปรายเพื่อติดตามผล เทคนิคนี้ให้โอกาสแก่นักเรียนทุกคนที่จะแสดงออกถึงตนเองรวมถึงสะท้อนให้เห็นถึงคำตอบของตนเอง

Levin (2008) กล่าวว่า เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดจะมีขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

1. การคิด ครูกระตุ้นการคิดของนักเรียนโดยป้อนคำถามหรือสังเกตการณ์ นักเรียนควรให้เวลาคิดสักครู่เพื่อใช้ความคิดเกี่ยวกับคำถาม

2. การจับคู่ ใช้การจับคู่กันตามที่กำหนดให้ เช่น จับคู่กับเพื่อนที่นั่งใกล้ ๆกันหรือกับเพื่อนที่นั่งโต๊ะติดกัน นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับคำตอบที่แต่ละคนหามาได้ แล้วเปรียบเทียบความรู้ที่ได้มาจากความคิดของแต่ละคนหรือจากบันทึกสั้น ๆ ที่แต่ละคนบันทึกมา เพื่อที่จะพิจารณาว่าคำตอบฝ่ายไหนที่คิดว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด น่าเชื่อถือมากที่สุด และมีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์มากที่สุด

3. การแลกเปลี่ยนความรู้ หลังจากที่นักเรียนช่วยกันคิดภายในคู่ของตนเองครูจะเรียกนักเรียนแต่ละคู่ให้มาแลกเปลี่ยนความคิดในคู่ของตนกับนักเรียนทั้งห้องเรียน

จากขั้นตอนข้างต้นสรุปได้ว่าเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดจะมีขั้นตอน ดังนี้

1. การคิดโดยที่ครูกระตุ้นความคิดของนักเรียนโดยการถามคำถามและสังเกตนักเรียนว่าคิดอย่างไร

2. การจับคู่เป็นการจับคู่กับเพื่อนที่นั่งใกล้ๆกันหรือกับเพื่อนที่นั่งโต๊ะติดกันเพื่ออภิปรายปัญหา

3. การแลกเปลี่ยนความรู้ หลังจากที่นักเรียนช่วยกันคิดภายในคู่ของตนเองครูจะเรียกนักเรียนแต่ละคู่แลกเปลี่ยนความคิดกับนักเรียนทั้งห้องเรียน

3. ประโยชน์ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด

มีนักวิชาการกล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดดังนี้

(Lyman, 1987) ได้สรุปประโยชน์ของเทคนิคเพื่อนคู่คิด ดังนี้

1. เป็นเทคนิคที่นำไปใช้ได้เร็ว

2. เป็นเทคนิคที่ไม่ต้องใช้เวลาเตรียมการมาก

3. เป็นการโต้ตอบภายในตัวบุคคลกระตุ้นให้นักเรียนเป็นจำนวนมากมีความสนใจอย่างแท้จริงอยู่ในด้านความรู้

4. สามารถตั้งคำถามได้หลายแบบและหลายระดับ

5. ทำให้รวมความสนใจของนักเรียนทั้งชั้นเรียนและให้นักเรียนไม่กล้าแสดงออกสามารถตอบคำถามได้โดยไม่ต้องลุกขึ้นต่อหน้าเพื่อนร่วมชั้นเรียน

6. ครูสามารถเข้าใจนักเรียนด้วยการฟังนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ระหว่างการทำกิจกรรมและจากการรวบรวมคำตอบในตอนท้ายชั่วโมงเรียน

7. คู่สามารถทำกิจกรรมที่ใช้หลักแบบเพื่อนคู่คิดได้ 1 ครั้งหรือหลายๆครั้งในระยะเวลา 1 คาบเรียน

สมบัติ การจนารักษ์พงศ์ (2547) ได้สรุปประโยชน์ของเทคนิคเพื่อนคู่คิด ดังนี้

1. จะทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด และทักษะการสื่อสารให้คู่ของตนเข้าใจ

2. ฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น

3. ช่วยทำให้นักเรียนแต่ละคู่มีความสนิทสนมกันมากขึ้น

4. ช่วยให้นักเรียนเป็นคู่หูในการช่วยกันเรียนต่อไป

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปเกี่ยวกับประโยชน์ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดได้ดังนี้

1. เป็นวิธีที่นักเรียนทุกคนต้องทำกิจกรรมการเรียนอย่างจริงจังจึงมีความสนใจในเรื่องที่เรียนตลอดเวลา

2. นักเรียนจะเกิดความรู้และความเข้าใจในเรื่องที่เรียนอย่างเข้มข้นและมั่นคง เนื่องจากจะต้องเตรียม ตัวและศึกษาเรื่องเป็นอย่างดีเพื่อที่จะสามารถปฏิบัติบทบาทของผู้สอน คือ บรรยายอธิบายและถามคำถามต่อเพื่อนที่เป็นผู้เรียนได้

3. ช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนได้อย่างมาก เช่น ปัญหาช่องว่างระหว่างครูกับนักเรียนปัญหา

4. ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน

5. นักเรียนที่เรียนอ่อนได้มีโอกาสพัฒนาตนเองสามารถซักถามนักเรียนที่เรียนเก่งกว่าได้อย่างเต็มที่โดยไม่เกิดความอายและเกิดความมั่นใจว่าตนเองจะเข้าใจบทเรียนได้อย่างแน่นอน

6. นักเรียนผู้สอนสามารถตรวจสอบความรู้และมีโอกาสพัฒนาบุคลิกภาพด้านอื่น ส่วนนักเรียนผู้เรียนก็ได้รับประโยชน์โดยตรงจากนักเรียนผู้สอน

7. ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในหลายสถานะแทนที่นักเรียนจะเรียนรู้จากครูเพียงคนเดียว ก็ได้เรียนรู้จากเพื่อนด้วยกัน

8. ช่วยสร้างแรงจูงใจและทัศนะคติในการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่กังวลเรื่องบกพร่องของตนเมื่อประกอบกิจกรรมทางการเรียนเมื่อได้สนทนากับเพื่อนวัยเดียวกันอาจทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้มากขึ้นและกล้าซักถาม ในขณะเดียวกันนักเรียนผู้สอนจะรู้สึกภาคภูมิใจและรู้สึกว่าตัวเองได้รับความสำเร็จในการสอน นักเรียนจึงเกิดความสนใจที่จะเรียนมากขึ้นอันนำมาสู่ทัศนคติที่ดีในการเรียนที่สุด

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table)

1.ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table)

Kagan (1994) กล่าวว่า เทคนิคการเขียนรอบวง (Round table) เป็นเทคนิคที่ครูให้นักเรียนมีโอกาสเสนออะไรบางอย่างในชั้นเรียนทีละคนจนครบทุกคน เช่น แสดงความคิดเห็น แนะนำตนเอง และวิธีอื่น ๆ วิธีนี้มีประโยชน์ในการสร้างความเป็นกันเอง ความรักหมู่คณะ และสร้างทีมงาน (Team Building)

Slavin (1995) กล่าวว่า เทคนิคการเขียนรอบวง (Round table) เป็นเทคนิคที่เหมือนกับการพูดรอบวงแต่แตกต่างกันที่เน้นการเขียน การวาด โดยการผลัดกันเขียนลงในกระดาษที่ผู้สอนเตรียมไว้ทีละคนตามเวลาที่กำหนด

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2551) กล่าวว่า เทคนิคการเขียนรอบวง (Round table) เป็นเทคนิคที่เหมือนกับการพูดรอบวงแตกต่างกันที่เน้นการเขียนแทนการพูด เมื่อผู้สอนถามปัญหาหรือให้

นักศึกษาแสดงความคิดเห็น นักศึกษาจะผลัดกันเขียนลงในกระดาษที่เตรียมไว้ทีละคนตามเวลาที่กำหนด

ศิระ สัตยไพศาล (2556) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเขียนรอบวง (Round Table Group) เป็นการอภิปรายในประเด็นที่ได้รับมอบหมายจากที่ประชุมใหญ่ หรือสมาชิกเลือกตามความสนใจ เพื่อแลกเปลี่ยน ความรู้ ความคิดเห็น และประสบการณ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกันเพียงแต่การจัดกลุ่มจะอยู่ในลักษณะเป็นรูปวงกลมซึ่งสมาชิกทุกคนสามารถ มองเห็นกันได้อย่างไรก็ตามในปัจจุบันกลุ่มแบบนี้อาจไม่จำเป็นต้องจัดในรูปวงกลม สามารถจัดในลักษณะอื่นได้ เช่น จัดที่นั่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ก็เรียกว่า เป็นการประชุมโต๊ะกลม หากมีจุดประสงค์ตรงตามการเขียนแบบโต๊ะกลม

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง เป็นการจัดกลุ่มอภิปรายในประเด็นที่ได้รับมอบหมายจากที่ประชุมใหญ่ หรือที่สมาชิกเลือกตามความสนใจ เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น ประสบการณ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกัน เพียงแต่การจัดกลุ่มจะอยู่ในลักษณะเป็นรูปวงกลม หรือไม่เป็นลักษณะวงกลมก็ได้ ซึ่งสมาชิกทุกคนสามารถมองเห็นกันได้ วัตถุประสงค์

2. หลักการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table)

มีนักการศึกษามากมายได้ออกแบบหลักการจัดจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table) ดังนี้

Kagan (1990) ออกแบบเทคนิคการเขียนรอบวงซึ่งเป็นโครงสร้างแบบร่วมมือที่ใช้กระดาษ 1 แผ่น และปากกา 1 ด้าม โดยเริ่มต้นจากผู้สอนบอกปัญหา หรือแนวคิด แล้วให้ผู้เรียนคนแรกตอบคำถาม หรือตอบสนองต่อแนวคิดนั้นด้วยกันด้วยการเขียน แล้วส่งต่อให้สมาชิกในกลุ่มที่อยู่ทางซ้ายมือ

เทคนิคนี้ดัดแปลงให้สมาชิกทุกคนเขียนคำตอบหรือจนกว่าการคิดพร้อม ๆ กันทั้ง 4 คนต่างคนต่างเขียนในเวลาที่กำหนด (ใช้อุปกรณ์กระดาษ 4 แผ่น และปากกา 4 ด้าม ต่อกลุ่ม) เรียกเทคนิคนี้ว่า การเขียนพร้อมกันรอบวง (Simultaneous round table)

Russell (2011) อาการของการเขียนรอบวงว่าสามารถใช้การรวบรวมความคิดเพื่อผลิตคำตอบจำนวนมากตอบคำถามเพียงข้อเดียวหรือหลายข้อโดยมีหลักการสอดคล้องและสามารถใช้ร่วมกับการระดมสมองได้ดังนี้

1. ผู้สอนเป็นผู้นำเสนอ
2. กระดาษ 1 แผ่นและปากกา 1 ด้าม ต่อ 1 กลุ่ม
3. ผู้เรียนคนแรกเขียนคำตอบเพียงข้อเดียวและพูดออกมาดังๆ
4. ผู้เรียนคนแรกส่งกระดาษไปทางด้านซ้ายมือผู้เรียนคนที่ 2 เขียนคำตอบของตนเองแล้วพูดออกมาดัง ๆ
5. ผู้เรียนส่งกระดาษไปทางด้านซ้ายมือและทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งหมดเวลา
6. ผู้เรียนอาจบอกผ่านได้ตลอดเวลา
7. กิจกรรมหยุดลงเมื่อเวลา กิจกรรมหยุดลงเมื่อเวลาหมด

ประเด็นสำคัญอยู่ที่คำถามหรือปัญหาผู้เรียนพิจารณาควรเป็นคำถามที่มีคำตอบที่ถูกต้องหลากหลาย สัมพันธ์กับเนื้อหารายวิชา ผู้เรียนทุกคนสามารถคิดคำตอบได้โดยง่ายเมื่อเวลาสิ้นสุดผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียนอภิปราย หรือหาหนทางในการแก้ไขจากคำตอบที่ร่วมกันรวบรวม หรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับคำตอบของเพื่อนอีกกลุ่มหรือทั้งชั้นเรียนก็ย่อมได้

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การเขียนรอบวงเป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่ยึดหลักการว่า ผู้สอนหรือผู้เรียนเป็นผู้ระบุประเด็น หรือปัญหา แล้วกำหนดให้ผู้เรียนแต่ละคนเสนอความคิดหรือคำตอบของตนทีละครั้ง แล้วหมุนเวียนไปเรื่อย ๆ จนหมดเวลาผู้เรียนอาจบอกผ่านเพื่อให้ผู้เรียนคนต่อไปนำเสนอความคิด หรือคำตอบได้ โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมินความคิดของใคร เรียนรู้ที่จะยอมรับความคิดที่แตกต่างออกไป

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table)

Nampunch Warasuda(2015) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table) ดังนี้

1. แบ่งกลุ่มผู้เรียนกลุ่มละ 4 คน มีความสามารถคละกันทั้ง เก่ง อ่อน ปานกลาง
2. ผู้สอน และผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องที่จะศึกษาเรื่องที่อ่านหรือเรื่องที่เรียน
3. ผู้สอนแจกใบงาน หรือแบบฝึกให้แต่ละกลุ่ม
4. ผู้เรียนเขียนคำตอบแล้วส่งไปยังคนต่อไป ทางด้านใดด้านหนึ่ง
5. สมาชิกคนต่อไปทำแบบฝึก หรือตอบคำถามเพิ่ม

สมพงษ์ สิงหะพล (2542) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table) คือ ให้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่หรือกลุ่มย่อยในแต่ละกลุ่มทุกคนเขียนคำตอบลงในกระดาษส่งต่อไปเรื่อย ๆ จนครบทุกคน การเขียนตอบอาจให้ปรึกษากันหรือห้ามปรึกษากันก็ได้ จากนั้นตรวจคำตอบจากครูในแต่ละกลุ่มทุกคนเขียนคำตอบลงในกระดาษส่งต่อไปเรื่อย ๆ จนครบทุกคน การเขียนตอบอาจให้ปรึกษากันหรือห้ามปรึกษากันก็ได้ จากนั้นตรวจคำตอบจากครู

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2550) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table) ดังนี้

1. ตัวแทนกลุ่มรับประเด็นที่ศึกษาพร้อมอุปกรณ์การเขียนและแบบบันทึก
2. สมาชิกคนที่ 1 เขียนแสดงความคิดเห็นหรือคำตอบตามประเด็นที่ศึกษา
3. ส่งแบบบันทึกให้สมาชิกคนอื่นเขียนต่อจนครบทุกคนตามเวลาที่กำหนด
4. สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันสรุปเป็นความคิดเห็นของกลุ่ม
5. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานต่อชั้นเรียนหรือเรียกสมาชิกคนใดคนหนึ่งนำเสนอ

จากการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table) ดังนี้

1. แบ่งกลุ่มผู้เรียนกลุ่มละ 4 คน มีความสามารถคละกันทั้ง เก่ง อ่อน ปานกลาง
2. ผู้สอน และผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องที่จะศึกษาเรื่องที่อ่านหรือเรื่องที่เรียน
3. ผู้สอนแจกใบงาน หรือแบบฝึกให้แต่ละกลุ่ม
4. ผู้เรียนเขียนคำตอบแล้วส่งไปยังคนต่อไป ทางด้านใดด้านหนึ่ง

5. สมาชิกคนต่อไปทำแบบฝึก หรือตอบคำถามเพิ่มจำสำเร็จ

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไวดังนี้

Krulik, S. & Rudnick (1993) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถของนักเรียนที่ได้มาซึ่งข้อสรุปที่มาของความสมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนดให้ โดยนักเรียนต้องสร้างข้อคาดการณ์ หาข้อสรุปจากปัญหา แล้วแสดงเหตุผลอธิบายถึงข้อสรุปและยืนยันผลสรุปนั้น ซึ่งข้อสรุปนั้นคือ แนวคิดหรือความรู้ใหม่ที่ได้รับ โดยได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การคิดขั้นระลึกได้ (Recall) การคิดขั้นพื้นฐาน (Basic) การคิดขั้นวิจารณญาณ (Critical) และการคิดขั้นสร้างสรรค์ (Creative) ในส่วนการให้เหตุผลนั้น ครูลิคและรุดนิค มองว่าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดที่เหนือไปจากการคิดขั้นระลึกได้ ดังภาพประกอบ

ที่มา : Krulik และ Rudnick (1993)

ภาพประกอบ 2 ลำดับขั้นตอนการคิด

โดยการคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน และแต่ละขั้นตอนไม่ได้แยกขาดจากกัน จากแผนภาพ การให้เหตุผลจะรวมถึงการคิดขั้นพื้นฐาน การคิดขั้นวิเคราะห์ และการคิดขั้นสร้างสรรค์ โดยที่การคิดขั้นวิเคราะห์ และการคิดขั้นสร้างสรรค์ เรียกว่าเป็นการคิดระดับสูง (Higher-Order Thinking)

Wilson (1993) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่หลากหลายในการค้นหาความสัมพันธ์ การทำความเข้าใจ การอ้างสรุป และการตรวจสอบข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาหนึ่งๆ

Stiff และ Lee (1999) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ต้องตั้งอยู่ศูนย์กลางการเรียนรูของวิชาคณิตศาสตร์ และเนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็น

วิชาที่มีลักษณะเป็นธรรมการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่จะเข้าใจนามธรรมนั้น และการให้เหตุผลคือสิ่งที่ใช้คิดเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุประสงค์วิชาคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2546) ได้กล่าวถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นทักษะที่นักเรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เกิดความเชื่อมั่น ความสามารถด้านเหตุผลและการคิดการตัดสินใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และในชีวิตประจำวันจะช่วยให้นักเรียนมีสมรรถนะของการรับรู้ในคณิตศาสตร์ มีตรรกะในการคิดและสามารถอธิบายให้เหตุผลต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริง การพัฒนาความสามารถความสามารถในการให้เหตุผลขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางด้านเชาวน์ปัญญาและการใช้ภาษาของนักเรียนประกอบด้วย โดยระดับชั้น ม.4 - ม.6 ความสามารถในการให้เหตุผล หมายถึง การนำวิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาช่วยในการค้นหาความรู้และข้อสรุป และช่วยในการตัดสินใจในบางอย่าง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ให้ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์ในด้านที่ต้องใช้ความคิด ความมีเหตุผล และเป็นเครื่องมือพัฒนาความคิด ได้ฝึกสมอง การคิดอย่างมีเหตุผลนับเป็นปัจจัยสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ มีงานวิจัยจำนวนมากยืนยันว่าการสอนให้นักเรียน เรียนอย่างเข้าใจและมีเหตุผลเป็นสิ่งที่ดีกว่าการสอนแบบให้จดจำ ถึงแม้ว่าการจำจะช่วยในการหาคำตอบที่ถูกต้องได้รวดเร็วกว่า แต่ถ้านักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจ จะมีความสามารถในการปรับใช้กับสถานการณ์ใหม่ๆ และสามารถจำได้ดีกว่า นานกว่า เพราะนักเรียนรู้กระบวนการที่ได้หลักการมาเพื่อใช้สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ก็จะตระหนักว่าแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์นั้นมีความเกี่ยวข้องกัน

สุวดี โพธิสิตา (2552) ได้ให้ความหมายความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หมายถึง กระบวนการของเหตุและผล หรือกระบวนการการให้เหตุผลโดยทั่วๆ ไปเป็นการนำข้อความหรือปรากฏการณ์ที่เป็นเหตุ (Hypothesis) อาจมีหลายสาเหตุ หรือเหตุเดียวมาเป็นต้องอ้างสนับสนุนมาอธิบายความสัมพันธ์เพื่อให้เกิดข้อความใหม่ หรือปรากฏการณ์ใหม่ซึ่งเรียกว่า ผลสรุป หรือ ผล

ศศิธร แม้นสงวน (2556) ได้ให้ความหมายความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิดและสถานการณ์ ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงเพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริง หรือสถานการณ์ใหม่

เพชรสังข์ (2557) ได้ให้ความหมายความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยการวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ ตรึกตรองหาเหตุผล รวบรวมข้อเท็จจริง ข้อมูล ข้อความ แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

จากแนวคิดต่าง ๆ ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปความหมายของการให้เหตุผลได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายสาเหตุ เหตุผล หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ เพื่อยืนยันข้อสรุปว่าเป็นจริง หรือปรากฏการณ์ใหม่ซึ่งเรียกว่า ผลสรุป หรือ ผล (Conclusion)

2. การสอนคณิตศาสตร์กับการให้เหตุผล

พร้อมพรรณ อุดมสิน และ อัมพร ม้าคนอง (2547) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้กับการให้เหตุผลไว้ว่า การให้เหตุผลของนักเรียนมักเป็นไปตามสิ่งที่ตาเห็นและรับรู้ และมีการพัฒนาให้เป็นรูปธรรมมากขึ้นตามวัย โดยนักเรียนต้องเรียนรู้การให้เหตุผลเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นนัยทั่วไปของกรณีต่าง ๆ โดยใช้ตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง ผู้สอนจึงต้องยกตัวอย่างทั้งกรณีสนับสนุนและคัดค้าน เพื่อให้นักเรียนไม่สรุปเร็วเกินไป นักเรียนต้องเรียนรู้การพิจารณาสิ่งต่าง ๆ บนพื้นฐานข้อมูล การฝึกให้นักเรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรทำในขณะเรียนเนื้อหา และในขณะทำกิจกรรมมากกว่า จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการให้เหตุผล ผู้สอนไม่ควรคำนึงถึงคำตอบสุดท้ายที่ถูกเท่านั้น แต่ควรให้ความสำคัญกับเหตุผลว่านักเรียนทำไมจึงได้คำตอบเหล่านั้น และคำตอบเหล่านั้นน่าจะถูกหรือผิดเพราะเหตุใด ให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลจะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตนเอง และที่สำคัญ คือ นักเรียนจะได้ข้อสรุปและการตัดความถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547) ได้กล่าวถึงบทบาทครูในการพัฒนาด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ครูต้องสร้างบรรยากาศให้นักเรียนตระหนักในสิ่งต่อไปนี้

1.1 การเรียนคณิตศาสตร์ให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจ ก่อนอื่นครูต้องทำให้นักเรียนเกิดความคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สามารถเข้าใจได้ และต้องเรียนด้วยความเข้าใจ นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากและไม่รู้เรื่อง ไม่มีความสามารถเพียงพอที่จะเข้าใจได้ วิธีเรียนต้องใช้การจดจำวิธีการ จำสูตรเพื่อหาคำตอบ โดยไม่รู้ว่าทำไมจึงทำเช่นนั้น ความคิดเช่นนี้จึงทำให้เบื่อวิชาคณิตศาสตร์ แนวคิดเช่นนี้จึงสกัดกั้นการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุข ครูจึงมีบทบาทสำคัญในการสร้างบรรยากาศให้นักเรียนรู้สึกว่าวิชานี้ไม่ยาก

1.2 ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีเหตุผล นักเรียนต้องรู้ว่าทำไม เพราะอะไร และสามารถแสดงเหตุผลได้

1.3 ครูต้องทำให้นักเรียนรู้ว่าครูให้ความสำคัญต่อความเข้าใจและการให้เหตุผล โดยครูต้องประเมินสิ่งเหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ ที่สำคัญเมื่อนักเรียนสามารถให้เหตุผลที่ดี ครูควรเสริมแรง

2. ให้นักเรียนอธิบายแนวคิดและให้เหตุผลยืนยันแนวคิดนั้น ๆ การให้เหตุผลอาจทำด้วยวาจา ด้วยการเขียน โดยภาษาง่ายๆ หรือใช้อุปกรณ์แสดงให้เห็นว่าเป็นจริง

3. ควรถามบ่อย ๆ และใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง คำถามควรกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงเหตุผล เช่น

3.1 นักเรียนคิดว่าต่อไปจะเป็นอย่างไร เพราะอะไร

3.2 นักเรียนเชื่อหรือไม่ เพราะอะไร

3.3 นักเรียนคิดว่าวิธีไหนดีกว่า มีวิธีอื่นอีกหรือไม่

3.4 ทำไมถึงเป็นเช่นนี้

4. สนับสนุนให้นักเรียนสร้างข้อคาดเดาบนพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล

5. เปิดโอกาสให้ทดสอบและปรับแต่งข้อคาดเดาโดยอาศัยเหตุผล

6. ให้นักเรียนได้วิเคราะห์แบบรูป รวมทั้งให้สร้างรูปแบบเอง

7. ใช้วิธีแสดงสิ่งที่เป็นตัวอย่าง สิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างให้นักเรียนได้สรุปแนวคิดนั้นอย่างสมเหตุสมผล

8. ใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นได้เต็มที่

9. ให้มีการอธิบายหน้าชั้นเรียนเพื่อหากรณีทั่วไป

10. ท้าทายให้นักเรียนคิดและทำกิจกรรม

11. ให้ความสำคัญในการฟังความคิดเห็นของนักเรียน และให้นักเรียนได้ฝึกการรับฟังทำความเข้าใจเหตุผลของผู้อื่น และประเมินความน่าเชื่อถือได้หรือไม่

12. มีความยืดหยุ่น สามารถปรับแนวการอภิปรายให้เข้ากับวิธีคิดของนักเรียน

13. มีความอดทน ให้เวลา ให้โอกาสแก่นักเรียน

14. เน้นความเป็นเหตุเป็นผลมากกว่ากฎเกณฑ์ หรือการอาศัยคำที่เป็นกุญแจไปสู่การบอกวิธีการ เช่น “รวม” ให้ทำวิธีบวก

15. ครูควรใช้ภาษาที่รัดกุม เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ครูไม่ควรตำหนิเมื่อนักเรียนใช้ภาษาไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสม ครูไม่ควรติติง แต่ควรช่วยสรุปคำพูดอีกครั้ง

16. ครูควรใช้ภาษาทางตรรกศาสตร์ทั่วไป ให้นักเรียนคุ้นเคย

17. ครูจะต้องสร้างความเข้าใจว่า ครูให้ความสำคัญกับการให้เหตุผล ในการประเมินจะต้องมีคะแนนจากการประเมินการให้เหตุผลจากงานที่ให้ทำหรือจะต้องมีส่วนที่นักเรียนให้เหตุผล

จากการศึกษาการสอนคณิตศาสตร์กับการให้เหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสอนคณิตศาสตร์กับการให้เหตุผลนับว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมาก ผู้สอนไม่ควรเน้นเฉพาะกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน แต่ควรเน้นหลักการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนด้วย โดยสามารถสนับสนุนการให้เหตุผลของผู้เรียนได้หลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการเสริมแรง การใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการใช้เหตุผล รวมถึงการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน เป็นต้น

3. ลักษณะพฤติกรรมการให้เหตุผล

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555) ได้กล่าวว่า การให้เหตผุลทางคณิตศาสตร์ มีหลายลักษณะ ดังนี้

1. การให้เหตผุลเชิงสถิติ เป็นการให้เหตผุลของนักเรียนที่เกิดจากการเปิดโอกาส ให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดทางสถิติ และความสมเหตสุมผลของข้อมลูทางสถิติ

1.1 กรอบแนวคิดการให้เหตผุลทางสถิติ (Statistical reasoning framework) สร้างและพัฒนาโดยโจนส์และคณะ ซึ่งเป็นกรอบที่อธิบายลักษณะการให้เหตผุลของนักเรียน ประกอบด้วย โครงสร้างของกรอบแนวคิดและกลุ่ม/ระดับของการให้เหตผุล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1.1 โครงสร้างของกรอบแนวคิด ในกรอบแนวคิดนี้ประกอบด้วยโครงสร้าง 4 โครงสร้าง ได้แก่ การบรรยายข้อมลู การรวบรวมและการเปลี่ยนแปลงข้อมลู การนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์และการตีความหมายข้อมลู มีรายละเอียด ดังนี้

1.1.1.1 การบรรยายข้อมลู (Describing data) เป็นความสามารถใน การอ่านข้อมลูที่นำเสนอในตาราง กราฟ หรือแผนภาพ การตระหนักของกราฟ และการเชื่อมโยง ระหว่างข้อมลูดิบและข้อมลู

1.1.1.2 การรวบรวมและการเปลี่ยนแปลงข้อมลู (Organizing and reducing Data) เกี่ยวข้องกับการจัดกลุ่ม การจัดลำดับ การรวบรวมเพื่อให้เกิดผลสรุปของข้อมลู

1.1.1.3 การนำเสนอข้อมลู (Representation data) เกี่ยวข้องกับการแสดง ข้อมลูที่สามารถเห็นด้วยตา หรือการแสดงข้อมลูในลกัษณะของกราฟ

1.1.1.4 การวิเคราะห์และตีความหมายข้อมลู (analyzing and interpreting data) ประกอบด้วยการตระหนักถึงรูปแบบ และแนวโน้มของข้อมลู การอ้างอิง และการทำนาย จากข้อมลู

1.2 กลุ่ม/ ระดับการให้เหตผุล (Reasoning modes) จำแนกเป็น 4 กลุ่ม มีรายละเอียด ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีการให้เหตผุลที่ถูกจำกัดในวงแคบ และไม่มีการเปลี่ยนแปลง เป็นการให้เหตผุลที่มีลกัษณะเฉพาะ ที่ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กับข้อมลูที่ให้ และบ่อยครั้งเป็นความคิดความเชื่อ และประสบการณ์ของตัวนักเรียนเอง

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่เข้าใจประเด็นปัญหาทำให้ตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่ใช้ข้อมลูหรือลักษณะที่ตรงประเด็นเพียงลักษณะเดียวในการหาข้อสรุป ทำให้อาจได้ข้อสรุป ที่ไม่สมเหตสุมผลหรือไม่ถูกต้อง

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่นักเรียนสามารถใช้ข้อมลู หรือลักษณะที่ตรงประเด็นในการแก้ปัญหาทำให้ตอบคำถามได้ถูกต้อง และสามารถแก้ปัญหาตั้งแต่สองลักษณะขึ้นไป ทำให้ได้ข้อสรุปที่เกือบสมเหตสุมผล

กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มที่นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือลักษณะที่ตรงประเด็นทั้งหมดมาใช้แก้ปัญหา และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดได้อย่างสมเหตสุมผลและ สอดคล้องกันทั้งหมดจนทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ด้วยเหตุและผล

2. การให้เหตุผลเชิงตรรกะ เป็นการให้เหตผุลที่ใช้การคดิเชิงตรรกะ ประกอบ การให้เหตุผล แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการให้เหตผุลทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกบัการใช้ข้อมลูหรือข้อเท็จจริงย่อย โดยการสังเกตลักษณะร่วมที่สำคัญ เพื่อนำไปสู่การสร้าง หลักการใหม่ทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นการพิจารณาตัวอย่าง หลาย ๆ ตัวอย่าง แล้วใช้เหตุผลสรุป รูปทั่วไป หรือกฎเกณฑ์ทั่วไปของตัวอย่างเหล่านั้น

2.2 การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการให้เหตผุลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้หลักการ อนิยาม นิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบท หรือข้อสรุปทั่วไปที่สมเหตสุมผล เพื่อนำไปสู่ ข้อเท็จจริงย่อย อาจกล่าวได้ว่ฎ การให้เหตผุลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตผุลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลักในการหาข้อสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์นั้น

3 การให้เหตผุลเชิงตัวเลข เป็นการให้เหตผุลเกี่ยวกับตัวเลข แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.1 การระบุค่าของตัวแปร เป็นการให้เหตผุลเกี่ยวกับที่มาของค่าของตัวแปร จากปัญหาสัดส่วน

3.2 การเปรียบเทียบเชิงตัวเลข เป็นการให้เหตุผลจากการเปรียบเทียบอัตราส่วนหรือเศษส่วน

4. การให้เหตผุลเชิงปริภูมิ เป็นการให้เหตผุลเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ หรือความสัมพันธ์ ของสิ่งที่ปรากฏในมิติต่าง ๆ

5. การให้เหตผุลเชิงสัดส่วน เป็นการให้เหตผุลที่เกี่ยวข้องกบัการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ 2 ปริมาณ การเปรียบเทียบอัตราส่วน หรือการหาค่าที่หายไปจากสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน

6. การให้เหตผุลทางเรขาคณิต หรือระดับการคิดทางเรขาคณิต เป็นการให้เหตผุลเกี่ยวกับความสามารถในเนื้อหาเรขาคณิตของผู้เรียน ซึ่งพัฒนาโดยสองสามี ภรรยา ตระกลู แวน ฮีลี (van hiele) แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 0 ระดับการมองเห็นด้วยตาเปล่า (Visualization) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถมองเห็นลักษณะทางกายภาพโดยรวมของรูปเรขาคณิตต่าง ๆ เช่น เมื่อผู้เรียนเห็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแล้วสามารถบอกได้ว่านี่คือ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่ไม่สามารถบอกคุณสมบัติใด ๆ ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ระดับ 1 ระดับการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นระดับที่ผู้เรียนเริ่มตระหนักถึงลักษณะและ คุณสมบัติของรูปเรขาคณิตต่าง ๆ เช่น ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นรูปที่มีด้านทั้ง 4 ยาวเท่ากัน ด้านตรงข้ามขนานกัน และมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก แต่อย่างไรก็ตามผู้เรียน ยังไม่สามารถตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตต่าง ๆ เช่น ผู้เรียนไม่สามารถบอกได้ว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานประเภทหนึ่ง

ระดับ 2 ระดับการนิรนัยอย่างไม่เป็นทางการ (Informal deductive) เป็นระดับที่ผู้เรียน เริ่มเปรียบเทียบ และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของรูปเรขาคณิตต่าง ๆ เช่นผู้เรียนสามารถบอกได้ว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานประเภทหนึ่ง หรือรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปนู แต่อย่างไรก็ตามผู้เรียนยังไม่สามารถพิสูจน์ต่าง ๆ ทางเรขาคณิต

ระดับ 3 ระดับนิรนัย (Deductive) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถมองเห็นแนวทาง ที่หลากหลายในการพิสูจน์ และสามารถพิสูจน์ทฤษฎีบท กฎ สูตร ต่าง ๆ ทางเรขาคณิตได้ รวมทั้งเข้าใจถึงเงื่อนไขที่จำเป็น และเงื่อนไขที่เพียงพอต่อการพิสจูน์

ระดับ 4 ระดับการสร้างความรู้สึกเชิงลึก (Rigor) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจและ เปรียบเทียบเรขาคณิตในระบบต่าง ๆ เช่น เรขาคณิตในระบบยูคลิด (Euclidean) และเรขาคณิต นอกระบบยูคลิด (Non-Euclidean) รวมทั้งเข้าใจในความเป็นนามธรรมของเรขาคณิต

จากการศึกษาข้างต้นผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นย่อยที่ใช้ในการสังเกตุพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนไว้ 3 ประเด็น คือ 1. การแก้ปัญหา 2. การอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา และ 3. ความถูกต้องในการแก้ปัญหาประกอบกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากผู้วิจัยวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา

4. ประเภทของการให้เหตุผล

เลิศ สิทธิโกศล (2540) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยสรุปผลจากเหตุย่อย ๆ หลาย ๆ เหตุหรือความรูย่อย ๆ หลาย ๆ ความรู้ โดยที่แต่ละเหตุหรือความรูนั้นเป็นอิสระต่อกัน

2.การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผลโดยสรุปผลจากเหตุใหญ่หรือความรู้ใหญ่มาเป็นความรูย่อย (ผลสรุป) จะเห็นได้วาผลสรุปที่ได้จากการให้เหตุผลแบบนิรนัยนี้ถูกบังคับจากเหตุ หรือความรูเดิมที่ยอมรับกันมาแลวอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ดังนั้นผลสรุปที่ได้จึงอยู่ในวงจำกัดเฉพาะเหตุเท่านั้นจะสรุปผลกว้างกว่านี้ไม่ได้ การให้เหตุผลแบบนี้พบมากในวิชาคณิตศาสตร์โดยจะนำเอาอนิยามบทนิยามสัจพจน์ และหลักทางตรรกศาสตร์มาช่วยให้ได้ผลสรุปซึ่งถ้าหากสมเหตุสมผล (Valid) ก็จะเกิดเป็นกฎ (Law) หรือทฤษฎีบท (Theorem) ตามมา

ศรีสุรางค์ ทีนะกุล (2542) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) กล่าวว่า เมื่อเราได้สังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ และอาศัยข้อสังเกตเหล่านั้นเป็นพื้นฐานนำไปสู่ข้อสรุป เราถือได้ว่าการสรุปดังกล่าวเป็นการให้เหตุผลแบบอุปนัย อาจจะกล่าวว่าการค้นพบกฎเกณฑ์และคุณสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เป็นผลมาจากการเหตุผลแบบอุปนัย

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการที่เริ่มจากการมีข้อสมมุติฐานมาให้ก่อน แทนที่จะเริ่มจากประสบการณ์แล้วจึงหาข้อสรุป การพิสูจน์ให้เห็นจริงนั้นเป็นการให้เหตุผลแบบนิรนัย

สมวงษ์ แปลงประสพโชค (2544) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) กล่าวถึง การให้เหตุผลแบบอุปนัยว่า เป็นการให้เหตุผลโดยอ้างจากตัวอย่าง หรือประสบการณ์ย่อยหลาย ๆ ตัวอย่าง หลายแง่หลายมุมและสรุปเป็นความรู้

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) กล่าวถึง การให้เหตุผลแบบนิรนัยว่าเป็นการอ้างเหตุผลจากความรู้พื้นฐานชุดหนึ่งที่ยอมรับมาก่อน ความรู้พื้นฐานที่ต้องยอมรับมาใช้อ้างเหตุผล

ปิยะรัตน์ จาตุรันตบุตร (2547) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญมี 2 แบบ คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) หมายถึง การให้เหตุผลโดยอ้างจากตัวอย่าง ข้อมูล ความรู้ หรือประสบการณ์ย่อยหลาย ๆ ตัวอย่าง หลายแง่ หลายมุมและสรุปเป็นกรณีทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) หมายถึง กระบวนการที่เริ่มจากการมีข้อสมมุติฐาน กฎ นิยาม หลักทางตรรกศาสตร์มาให้ก่อน แทนที่จะเริ่มจากประสบการณ์แล้วจึงหาข้อสรุป การพิสูจน์ให้เห็นจริงนั้นเป็นการให้เหตุผลแบบนิรนัย

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยได้แบ่งประเภทความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ตาม ศรีสุรางค์ ทีนะกุล ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท และให้ความหมายไว้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) คือ การสร้างข้อสรุปที่เป็นกรณีทั่วไป โดยอาศัยประสบการณ์ ตัวอย่าง ข้อสังเกต การทดลองหลายๆ ครั้งแล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสรุปผล

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) คือ นักเรียนสามารถนำเอาความรู้พื้นฐาน สิ่งที่เป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ ความเชื่อ ข้อตกลง กฎ ทฤษฎี บทนิยาม และสมบัติต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่รู้มาก่อน เพื่อหาเหตุที่นำไปสู่ข้อสรุป

5. การวัดและการประเมินการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาได้มีนักการศึกษาได้ให้แนวทางการวัดและการประเมินการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2542) ได้กล่าวถึงเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า ควรใช้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิดที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็น หรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผล นอกจากจะพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลผู้ประเมินแล้ว ควรคำนึงถึงความสามารถในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้ด้วย

1. การใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการให้เหตุผล
2. การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์สร้างข้อคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้น
3. การประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์
4. การเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีที่หลากหลายในการให้เหตุผลหรือพิสูจน์ ในการประเมินควรจะคำนึงถึงจุดมุ่งหมายในการประเมินว่าเพื่ออะไร เช่น ประเมินเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผล การประเมินเพื่อจุดประสงค์นี้อาจใช้การให้คะแนนทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ซึ่งครูอาจใช้การประเมินแบบองค์รวม โดยใช้เกณฑ์ที่มีผู้พัฒนาไว้แล้วหรืออาจตั้งเกณฑ์ขึ้นมาเองจากประสบการณ์จริงที่พบได้จากนักเรียนประเมินความสามารถในการให้เหตุผล ใช้วิธีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) เพื่อมุ่งหวังที่จะขจัดปัญหาที่จะเกิดจากการให้คะแนน ป้องกันความลำเอียง และสร้างเสริมความเป็นธรรม ตลอดจนสร้างการประเมินไปสู่การพัฒนา

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแสดงวิธีทำ

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	ตอบได้ถูกต้องและสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งแสดงแนวคิดเชิงเปรียบเทียบได้
3	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน
2	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้เป็นบางส่วน แต่ไม่ชัดเจน
1	ตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้
0	คำตอบไม่ถูกต้องและไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้

เยาวดี วิบูลย์ศรี และคณะ (2531) ได้กล่าวถึงการประเมินผลของการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล โดยสามารถพิจารณาจากคุณลักษณะ 3 ประการ คือ

1. ความแม่นยำหรือความถูกต้องของเหตุผล รวมถึงการเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง และให้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยจะสังเกตได้จากการกำหนดแนวทางการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง มีความเป็นไปได้ หรือสังเกตจากสิ่งที่สังเคราะห์ขึ้น มีความเหมาะสมหรือไม่
หรือสังเกตจากวัตถุประสงค์ที่กำหนดว่า ได้มีการประเมินอย่างถูกต้องหรือไม่ เนื่องจากในการตรวจให้คะแนน เป็นการยากที่จะได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ หรือถูกต้องอย่างมีความเป็นปรนัย เพื่อการตัดสินใจ ความแม่นยำของผลการแก้ปัญหามักขึ้นอยู่กับความเห็นของผู้ให้คะแนน

2. ความสมบูรณ์และความสอดคล้องของคำตอบ หมายถึงสิ่งซึ่งผู้ตอบได้มาเป็นเหตุผลสนับสนุนนั้นมีความเหมาะสมกับปัญหาที่ต้องการแก้ไขมากน้อยเพียงใด ถ้าคำตอบที่ให้มานั้นไม่สมบูรณ์หรือไม่ครอบคลุมทั้งหมด น่าจะได้รับการตรวจพิจารณาโดยให้คะแนนน้อยกว่าผู้ตอบที่สามารถให้คำตอบได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้ ผู้ตรวจต้องมีแนวคำตอบที่สมบูรณ์เตรียมไว้ก่อนแล้ว เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการตรวจให้คะแนนตามความเหมาะสมต่อไป

3. ความคิดริเริ่มและความคิดสร้างสรรค์ของผู้ตอบที่แสดงออกในการแก้ปัญหา รวมทั้งข้อโต้แย้งที่นำมาใช้สนับสนุน ถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทดสอบซึ่งไม่มีรูปแบบโครงสร้างที่ชัดเจน เช่น แบบสอบที่อยู่ในประเภทความเรียง ดังนั้น ในการตรวจผู้ตรวจจึงต้องคำนึงถึงความสามารถในการคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ของผู้ตอบเพื่อพิจารณาให้คะแนนส่วนนี้ด้วย

จากการศึกษาข้องต้นเกี่ยวกับการวัดและการประเมินการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบวัดประเภทอัตนัย โดยใช้ผ่านปัญหา หรือสถานการณ์ที่สามารถคิดแก้ปัญหาได้หลายวิธี เพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงความสามารถในการให้เหตุผลได้ โดยผู้วิจัยอ้างอิงเกณฑ์การประเมินการจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) เนื่องจากเป็นเกณฑ์ที่ครอบคลุมและน่าเชื่อถือในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	ตอบได้ถูกต้องและสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งแสดงแนวคิดเชิงเปรียบเทียบได้
3	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน
2	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้เป็นบางส่วน แต่ไม่ชัดเจน
1	ตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้
0	คำตอบไม่ถูกต้องและไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิลสัน (Wilson, 1993) ได้นำเอาการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาตามแนวคิดของบลูม (Bloom) และคณะมาแบ่งพฤติกรรมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทางด้านพุทธ พิสัย (Cognitive Domain) ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้และความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) หมายถึง ความสามารถใน การคิดคำนวณ ได้แก่ ความรู้ ความจำแบบง่าย ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว พฤติกรรมระดับนี้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specifics) หมายถึง การถาม เพื่อจะวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปหรือแบบเดียวกับที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว นอกจากนี้ยังรวมถึงความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนต้องนำมาใช้เสมอ

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) หมายถึง ความสามารถบอกความหมายคำศัพท์ คำนิยามต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาแล้ว โดยไม่ตองอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใด

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry out Algorithms) หมายถึง ความสามารถนำสิงที่โจทย์กำหนดให้มาดำเนินการตามกระบวนการของการคิดคำนวณในแบบที่ได้เคยเรียนมาแล้ว ในขั้นนี้มิได้มุ่งหมายให้นักเรียนคิดหากระบวนการคิดคำนวณแบบใหม่ด้วยตนเอง

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้ การวัด พฤติกรรมด้านนี้ แบ่งเป็น 6 ขั้น คือ

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) หมายถึง ความสามารถในการสรุป ความหมายของสิ่งที่ได้เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาที่เรียนมาสัมพันธ์กัน โดยการนำมาสรุป ความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่งหรืออาจจะกล่าวได้ว่า มโนคติเป็นเซตของสิงที่เกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles, Rules and Generalization) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติกับตัวปัญหาซึ่งนักเรียนควรจะรู้หลังจากที่เรียนเรื่องนั้นจบไปแล้ว คำถามในระดับนี้บางครั้งอาจเป็นการวัดพฤติกรรมในขั้นการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นสวนประกอบย่อยของข้อความทางด้านคณิตศาสตร์ตามลักษณะที่มุ่งหวัง ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามเกี่ยวกับศัพท์ และนิยามในคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปสู่อีกแบบหนึ่ง (Ability of Transform Problem Elements Form One Mode to Another) หมายถึง

ความสามารถในการเปลี่ยนข้อความเป็นสัญลักษณ์หรือสมการ ในขั้นนี้มิได้รวมถึงการคิดคำนวณคำตอบจากสมการนั้น

2.5 ความสามารถในการดำเนินการตามเหตุผล (Ability of Follow a Line of Reasoning) คณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ในรูปการอนุมาน ดังนั้น การที่จะเข้าใจบทความหรือผลงานทางคณิตศาสตร์ จึงตองอาศัยความสามารถในการดำเนินตามแนวเหตุผลขณะที่อ่าน

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Mathematics Problem) หมายถึง ความสามารถในการอ่าน และตีความจากโจทย์ ความสามารถระดับนี้รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟ หรือข้อมูลทางสถิติตลอดจนการแปล สมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว ไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับนี้จะต้องไม่ใช่โจทย์ขอเดิมที่อยู่ในแบบฝึกหัด หรือเคยทำมาแล้ว การวัดพฤติกรรมในระดับนี้ แบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาธรรมดา (Ability to Solve Routine Problem) ปัญหาธรรมดา หมายถึง ปัญหาคล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน โดยที่นักเรียนจะต้อง จัดรูปของพฤติกรรมขั้นความเข้าใจและการใช้กระบวนการเพื่อที่จะแก้ปัญหา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Comparison) หมายถึง การถามที่คาดหวังให้นักเรียนนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวของต่าง ๆ เช่น มโนคติ กฎ ศัพท์ นิยามของข้อมูล 2 ชุด เพื่อคนพบความสัมพันธ์เปรียบเทียบ และนำมาสรุปในการตัดสินใจ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อสอบ (Ability to Analyze Data) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ จำแนกโจทย์ออกเป็นสวนย่อยว่ามีความจำเป็นหรือไม่ในการนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหา

4. การวิเคราะห์ (Analysis) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในด้านพุทธิพิสัย นักเรียนที่ตอบปัญหาที่วัดพฤติกรรมขั้นนี้ได้ ต้องมีความสามารถในระดับสูง จะเป็นการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้จักมาก่อน ไม่เคย ฝึกทำมาก่อนแต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่า โจทย์ปัญหานั้นจะอยู่นอกขอบขายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา ดังนั้นการแก้ปัญหานี้จึงครอบคลุม ความรู้ความสามารถในสามขั้นที่กล่าวมารวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่สามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแกโจทย์ปัญหานั้น ๆ ได้ พฤติกรรมในขั้นนี้แบ่งเป็น 5 ขั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา (Ability to Solve No Routine Problem) หมายถึง ความสามารถในการถ่ายโยงความรูทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วไปสู่เนื้อหาใหม่ ซึ่งนักเรียนจะต้องแยกปัญหาออกเป็นสวนย่อย ๆ สำรวจว่ารู้อะไรบ้างในแต่ละตอน รวมทั้งการเรียนรู้ สัญลักษณ์ใหม่เพื่อนำไปสู่คำตอบ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาสถานการณ์ด้วย จะน ากระบวนการคิดคำนวณมาใช้โดยตรงไม่ได้ ต้องพยายามหาวิธีการใหม่

4.2 ความสามารถในการคนหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่ หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเอง หรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) หมายถึง ความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเอง ไม่เหมือนกับความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้ โดยผู้ตอบจะต้องอาศัยนิยาม และทฤษฎีต่าง ๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ (Ability to Criticize Proofs) หมายถึง ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ การพิสูจน์เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่เป็นความสามารถที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่าการเขียนการพิสูจน์ เพราะจะต้องใช้เหตุผลวาการพิสูจน์นั้นถูกตองหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดบาง

4.5 ความสามารถในการสร้างและแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to Formulate And Validate Generalization) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์และการเขียนพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบข้อค าถามจะให้แสดงความสมเหตุสมผล

เวฮแมร์ (Wehmeier, 2000) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะและสมรรถภาพต่าง ๆ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรประกอบด้วยอย่างน้อย 3 ส่วน คือ ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพของด้านอื่น ๆ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง คุณลักษณะ รวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง

สมนึก ภัททิยธนี (2549) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การคิดวิเคราะห์ การประเมินค่า และความคิดสร้างสรรค์ ในการเรียนได้รับจากการเรียนการสอน ให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง

2. องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพรสคอตต์ (Prescott, 1961) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ เกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกายข้อบกพร่องทางร่างกาย และบุคลิกภาพ

2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ลูกด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว

3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน

4. องค์ประกอบทางการพัฒนาตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน

5. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

แคร์รอล (Carroll, 1963) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการนำเอาครู นักเรียน และหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลา และคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

แมดดอกซ์ (Maddox, 1965) ได้ทำการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญา และความสามารถทางสมองร้อยละ 50-60 ขึ้นอยู่กับความพยายาม และวิธีการเรียนที่มีประสิทธิภาพร้อยละ 30-40 และขึ้นอยู่กับโอกาสและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 10-15

บลูม (Bloom, 1976) ได้กล่าวว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. พฤติกรรมทางการด้านความรู้ความคิด หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยความถนัด และพื้นความรู้เดิมของผู้เรียน

2. คุณลักษณะทางจิตใจ หมายถึง สภาพการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ เจตคติต่อเนื้อหา สถาบัน และระบบการเรียนยอมรับความสามารถของตนเอง

3. คุณภาพการสอน หมายถึง ประสิทธิภาพที่ผู้เรียนจะได้รับผลสำเร็จในการเรียนรู้ ได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อบกพร่อง และการรู้ผลสะท้อนกลับถึงการกระทำของตนเองว่าถูกต้องหรือไม่

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผู้เรียน ได้แก่

ด้านผู้เรียน เช่น ร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และความสนใจ เป็นต้น

ด้านตัวครู เช่น คุณภาพของครู การสนของครู และการบริหารของผู้บริหาร เป็นต้น

ด้านสังคม เช่น สภาพเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัวของนักเรียน เป็นต้น

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การที่เราจะทราบได้ว่านักเรียนคนใดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับใด เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่นั้นจำเป็นที่ต้องมีเครื่องในการวัดซึ่งเครื่องที่มีความสำคัญที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถมากน้อยเพียงใด ดังเช่น การสอบวัดผลการเรียนการสอนในชั้นเรียนในปัจจุบัน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2544) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว ว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด อีกทั้งได้กล่าว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพด้านสมองมี 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher-made Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน ซึ่งใช้กันทั่วไปในโรงเรียนทำให้ครูสามารถวัดได้ตรงจุดมุ่งหมายเพราะผู้สอนเป็นผู้ออกข้อสอบเอง

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั่ว ๆ ไป เป็นแบบทดสอบที่ได้หาคุณภาพมาแล้ว มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ และมาตรฐานในการแปลความหมายของคะแนนซึ่งมีข้อดี คือ คุณภาพของแบบทดสอบเป็นที่น่าเชื่อถือได้ ทำให้สามารถนำไปเปรียบเทียบได้กว้างขวางกว่า

วิไล ทองแผ่น (2547) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนไว้ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถทางวิชาการของผู้เรียนที่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้

ธงชัย ช่อพฤกษา (2548) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดความรู้ ทักษะ และความสามรถทางวิชาการ ซึ่งเป็นพฤติกรรมหรือผลการ เรียนรู้ที่คาดหวังจะเกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนว่าบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ กำหนดไว้เพียงใด

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบทดสอบที่ใช้วัด ความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการในเรื่องต่าง ๆ ที่นักเรียนได้เรียนไปแล้วว่าเป็นไปตาม วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด ซึ่งมี 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง และ แบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวงจรปฏิบัติการละ 1 ชุด ชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 มีข้อคำถามจำนวนชุดละ 10 ข้อ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

4. ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เบสท์ (Best, 1981 อ้างอิงใน บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ได้สร้างเกณฑ์ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังตาราง 3

ตาราง 3 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ เบสท์

คะแนนเฉลี่ย	คะแนนที่ได้	การแปลความหมาย
80.01 – 100.00	5	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดีมาก
60.01 – 80.00	4	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี
40.01 – 60.00	3	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง
20.01 – 40.00	2	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับพอใช้
00.01 – 20.00	1	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับควรปรับปรุง

ที่มา : Best (1981) อ้างอิงใน บุญชม ศรีสะอาด (2545)

สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2547) ได้สร้างเกณฑ์ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

คะแนนร้อยละ 80 -100	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ดีเยี่ยม
คะแนนร้อยละ 76 - 79	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ดีมาก
คะแนนร้อยละ 70 - 75	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ดี
คะแนนร้อยละ 66 - 69	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ค่อนข้างดี
คะแนนร้อยละ 60 - 65	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน น่าพอใจ
คะแนนร้อยละ 55 - 59	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน พอใช้
คะแนนร้อยละ 50 - 54	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
คะแนนร้อยละ 0 - 49	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

จากการศึกษาผู้วิจัยใช้เกณฑ์การประเมินโดยการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์จากคะแนนสอบหลังเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ใช้สถิติเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้เกณฑ์การประเมินของสำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2547) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

คะแนนร้อยละ 80 -100	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ดีเยี่ยม
คะแนนร้อยละ 76 - 79	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ดีมาก
คะแนนร้อยละ 70 - 75	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ดี
คะแนนร้อยละ 66 - 69	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ค่อนข้างดี
คะแนนร้อยละ 60 - 65	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน น่าพอใจ
คะแนนร้อยละ 55 - 59	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน พอใช้
คะแนนร้อยละ 50 - 54	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
คะแนนร้อยละ 0 - 49	หมายถึง	ได้ระดับผลการเรียน ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

สุธารัตน์ สมรรถการ (2556) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิต (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 48 คนซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t-test for Dependent Samples และ t-test for One Sampling ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง วิธีเรียง

สับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 16.20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.00 3) ความสารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าก่อนได้รับกิจกรรมและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อำภารัตน์ ผลาวรรณ์ (2556) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ความตระหนักในการรู้คิดและความมีวินัยในตนเองของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องความน่าจะเป็น และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องความน่าจะเป็นกับเกณฑ์กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555โรงเรียนโยธินบำรุง จังหวัด นครศรีธรรมราช โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน30 คน เวลาที่ใช้ในการสอน 17 คาบ แบบแผนการการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One – Group Pretest – Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ t–test for Dependent Sample และค่าสถิติ t–test for One Sample ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และความมีวินัยในตนเองของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภัทรอร อริยธนพงศ์ (2559) ได้ทำการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction: CGI) กับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยใช้เวลาในการทำวิจัย จำนวน 14 ชั่วโมง จำแนกเป็นดำเนินการสอน 12 ชั่วโมง และเป็นการทดสอบ 2 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด จำนวน 5 แผน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.891 วิเคราะห์ผลด้วย สถิติ t-test แบบ one sample โดยผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

สุนีย์ ค่ำควร (2560) ได้ทำการวิจัยเพื่อ 1) เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test for One Sample) ผลการวิจัย พบว่า 1) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

คาร์เพนเทอร์ และคณะ (T. P. et al. Carpenter, 1989) ได้ศึกษาการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) กลุ่มตัวอย่างเป็นครูชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 คน ถูกเลือกอย่างสุ่มจากแต่ละชั้นเรียนเพื่อเป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิเคราะห์ผลจากแนวการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) และครูอีก 20 คนที่เหลือใช้การสอนแบบปกติ การประเมินผลวัดจากความสามารถในการคำนวณและการแก้ปัญหาผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เท่ากับ 8.6 คะแนนส่วนคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติเท่ากับ 7.8 คะแนน นักเรียนที่ได้รับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เท่ากับ 5.68 ส่วนคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติเท่ากับ 5.38

วิลเลสซีเนอร์ และเคปเนอร์ (Villasenor, A., & Kapner, 1993) ได้ทำการสำรวจการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ของโรงเรียนขนาดใหญ่ในแถบตะวันตกตอนกลาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน จำนวน 144 คน ในชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) และนักเรียนอีก 144 คน จากชั้นเรียนปกติเป็นกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินนักเรียน คือ แบบทดสอบวัดความสามารถทางเลขคณิต จากนั้นทำการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อประเมินขั้นตอนและยุทธวิธีที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา ทั้งปัญหาที่เป็นประเภทตัวเลข และเป็นโจทย์ปัญหาผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนในชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิด ได้คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทีมีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน คือ 9.41 ต่อ 3.18 คะแนน จากคะแนนเต็ม 14 คะแนน 2) นักเรียนในชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิด ได้คะแนนจากการสัมภาษณ์ถึงขั้นตอน และยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาเป็นโจทย์ปัญหาสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน คือ 5.44 คะแนนต่อ 2.93 คะแนนจากคะแนนเต็ม 6 คะแนน 3) นักเรียนในชั้นเรียนการสอนแนะให้รู้คิด ได้คะแนนจากการสัมภาษณ์ถึงขั้นตอนและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นตัวเลขสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน คือ 4.68 คะแนนต่อ 3.00 คะแนนจากคะแนนเต็ม 5 คะแนน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล การแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ของเขตการวิจัย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การจัดกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 60 จำนวน 26 คน จากการวิเคราะห์ผล คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาจากงานวิจัยของ ชลกานต์ ชมภู (ชลกานต์ ชมภู, 2559) ซึ่งได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม ซึ่งแบบทดสอบที่ใช้วัด คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล แบบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ แล้วนำคะแนนที่ได้คิดเป็นร้อยละแล้วเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ซึ่งเกณฑ์นี้ได้สร้างจากเกณฑ์ขั้นต่ำที่โรงเรียนสารคามพิทยาคมกำหนด (ผู้เรียนต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50) ประกอบกับผลคะแนนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/11

เลขที่	คะแนน (20)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60	เลขที่	คะแนน (20)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60
1ก	6	30	ไม่ผ่าน	1ข	6	30	ไม่ผ่าน
2ก	8	40	ไม่ผ่าน	2ข	8	40	ไม่ผ่าน
3ก	15	75	ผ่าน	3ข	8	40	ไม่ผ่าน
4ก	12	60	ผ่าน	4ข	13	65	ผ่าน
5ก	12	60	ผ่าน	5ข	8	40	ไม่ผ่าน
6ก	8	40	ไม่ผ่าน	6ข	14	70	ผ่าน
7ก	12	60	ผ่าน	7ข	13	65	ผ่าน
8ก	9	45	ไม่ผ่าน	8ข	12	60	ผ่าน
9ก	9	45	ไม่ผ่าน	9ข	12	60	ผ่าน
10ก	8	40	ไม่ผ่าน	10ข	14	70	ผ่าน
11ก	12	60	ผ่าน	11ข	14	70	ผ่าน
12ก	7	35	ไม่ผ่าน	12ข	8	40	ไม่ผ่าน
13ก	8	40	ไม่ผ่าน	13ข	12	60	ผ่าน
14ก	7	35	ไม่ผ่าน	14ข	13	65	ผ่าน
15ก	7	35	ไม่ผ่าน	15ข	12	60	ผ่าน
16ก	6	30	ไม่ผ่าน	16ข	12	60	ผ่าน
17ก	14	70	ผ่าน	17ข	7	35	ไม่ผ่าน
18ก	12	60	ผ่าน	18ข	13	65	ผ่าน
19ก	13	65	ผ่าน	19ข	7	35	ไม่ผ่าน
20ก	8	40	ไม่ผ่าน	20ข	12	60	ผ่าน
21ก	12	60	ผ่าน	21ข	12	60	ผ่าน
22ก	6	30	ไม่ผ่าน	22ข	6	30	ไม่ผ่าน
23ก	13	65	ผ่าน	23ข	7	35	ไม่ผ่าน
24ก	6	30	ไม่ผ่าน	24ข	13	65	ผ่าน
25ก	5	25	ไม่ผ่าน	25ข	7	35	ไม่ผ่าน
26ก	6	30	ไม่ผ่าน				

จากตาราง 4 พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 มีจำนวนทั้งสิ้น 26 คน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ เพื่อแก้ปัญหาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. เนื้อหาที่วิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสารคามพิทยาคม พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยที่ 2 เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้

4. ระยะเวลาในการดำเนินการค้นคว้า

ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยใช้ในกิจกรรมกาเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อแก้ปัญหาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการวางแผนที่นำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยทำการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียนเพื่อเสาะหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยทำการศึกษาตำรา ทฤษฎี แนวคิด เพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหา และสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กับขั้นตอนการปฏิบัติ คือ ในระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น รวมกับสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออก

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นการสะท้อนแนวคิด และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสังเกต ว่าดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้หรือเข้าใจจุดอ่อน และจุดแข็งของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงาน เพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ ดังนี้

1. ประเภทและลักษณะของเครื่องมือ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้

1.2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ซึ่งเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัยจำนวน 3 ชุด ชุดละ 4 ข้อ

1.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 ชุด ชุดละ 10 ข้อ เป็นประเภทปรนัย 4 ตัวเลือก

1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผล

1.3.1 แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง

1.3.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ที่จัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 พร้อมทั้งศึกษาหลักสูตรของ โรงเรียนสารคามพิทยาคม จุดมุ่งหมายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2. ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

3. ศึกษาเนื้อหาเรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ จากหนังสือที่เกี่ยวข้อง ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดการวัดและการประเมินผล วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาที่ดำเนินการสอน

4. ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามวงจรปฏิบัติการจำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหา และระยะเวลาที่กำหนด ดังตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ภาคผนวก ก: ตาราง 18)

5. หลังจากผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม เสร็จแล้ว นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม โดยมีประเด็นในการปรับแก้ คือ ความถูกต้องในการใช้คำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ ความถูกต้องของการเลือกใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และระดับความยาก - ง่ายของตัวอย่างที่ใช้

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

6.1 อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ค.ด. (วัดและประเมินผล) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

6.2 รศ.ดร.ประสาท เนืองเฉลิม กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) คณะ ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

6.3 นางยุพิน พลเรือง วท.ม. (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

6.4 นางสิริพร ภูหัวดอน ศษ.ม. (การบริการการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษกลุ่ม สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

6.5 นายสวัสดิ์ จันทมนตรี วท.ม. (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ และหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณมาจากแบบมาตราส่วน ประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ และพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก
คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี
คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้
คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ
คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีคุณภาพต่ำมากหรือควรปรับปรุง

ตาราง 5 ประเด็นปรับแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการจากผู้เชี่ยวชาญ

วงจรปฏิบัติการที่	ประเด็นปรับแก้
1	1. การจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด 2. จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับผลการจัดการเรียนรู้ 3. ปรับแก้ตัวอย่างที่ใช้ในขั้นเสนอปัญหาให้เหมาะสม 4. ปรับแก้เกณฑ์การประเมินผล
2	1. จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับผลการจัดการเรียนรู้ 2. ปรับแก้ตัวอย่างที่ใช้ในขั้นเสนอปัญหาให้เหมาะสม และครอบคลุม

ตาราง 5 ประเด็นปรับแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการจากผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการที่	ประเด็นปรับแก้
3	1. ปรับแก้ระดับความ ยาก – ง่าย ของข้อสอบเนื่องจากต้องดำเนินกิจกรรมแบบกลุ่ม จึงต้องดำเนินการให้เหมาะสมกับเวลา 2. ปรับแก้ตัวอย่างที่ใช้ในขั้นเสนอปัญหาให้เหมาะสม และครอบคลุม

นำผลการประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ไปเปรียบเทียบเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์ยอมรับแผนการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ซึ่งเมื่อนำผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาหาค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 4.47 (S.D. = 0.51) ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพดี ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาหาค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 4.54 (S.D. = 0.49) ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพดีมาก และผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาหาค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 4.48 (S.D. = 0.52) ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพดี

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้มาจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลกับ กลุ่มเป้าหมายต่อไป

2. การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นเรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบประเภทอัตนัยวงจรปฏิบัติการละ 1 ชุด โดย ชุดที่ 1 ชุดที่ 2 และชุดที่ 3 มีข้อคำถามจำนวนชุดละ 4 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา เนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ศึกษาการวัดความสามารถในการให้เหตุผลจากคู่มือการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)

3. วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดจำนวนแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การ เรียนรู้ที่ตั้งไว้ ตามวงจรปฏิบัติการ

4. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ และนำแบบทดสอบเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้อง

5. สร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

5.1 อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ค.ด. (วัดและประเมินผล) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

5.2 นางสุดารักษ์ นรินทร์รัมย์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

5.3 นางยุพิน พลเรือง วท.ม. (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

5.4 นางสิริพร ภูหัวดอน ศษ.ม. (การบริการการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่ม สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

5.5 นายสวัสดิ์ จันทมนตรี วท.ม. (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ และหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

6. นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้เกณฑ์ประเมินดังนี้

คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

7. นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยสมบัติมีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549) แล้วคัดเลือกข้อสอบ ที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 โดยพบว่า ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.80 – 1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ และได้มีการปรับแก้ความยาก - ง่าย ของข้อสอบให้มีความง่ายขึ้น เนื่องจากอาจเกิดการทำไม่ทันเวลาที่กำหนด อีกทั้งมีการปรับแก้เกี่ยวกับภาษา และเงื่อนไขของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง และครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

8. จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยจะทำการ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารและหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติสำหรับ แต่ละวงจรปฏิบัติการจำนวนวงจรละหนึ่งชุด โดยในแต่ละชุดประกอบด้วยคำถามจำนวน 10 ข้อ เป็นปรนัย 4 ตัวเลือก ข้อละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 10 คะแนน ตามจุดประสงค์การเรียนรู้

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

ตาราง 6 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ

วงจรปฏิบัติการที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรมการวัด												รวม	
		ความรู้ - ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การคิดวิเคราะห์		การประมาณค่า		การคิดสร้างสรรค์			
		สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้
1	1. สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวกของเวกเตอร์ได้	2	1	1	1	1	1							4	3
	2. สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการลบของเวกเตอร์ได้	2	1	1	1	1	1							4	3
	3. สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ได้	2	1	1	1	1	1	1	1					5	4
2	1. สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้	2	1			1	1							3	2
	2. สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้	2	1			2	2			1	1			5	4
	3. สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติได้	1	1			1	1	2	1	2	1			6	4

ตาราง 6 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรมการวัด												รวม	
		ความรู้ - ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การคิดวิเคราะห์		กระบวนการ		การคิดสร้างสรรค์			
		สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้
3	1. สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้	2	2					2	1					4	3
	2. สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้	2	1	1	1					1	1			4	3
	3. สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติได้					2	1	2	1	1	1			5	4
	รวม													40	30

3) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเวกเตอร์ในสามมิติเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมด้านภาษา โดยได้มีการปรับแก้ในส่วนของ ภาษาที่ใช้ในข้อสอบ เนื่องจากอาจจะเกิดการเข้าใจผิดและไม่เพียงพอในการหาคำตอบ อีกทั้งยังปรับแก้ความ ยาก - ง่าย ของข้อสอบให้ง่ายขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนทำทันเวลาที่กำหนด

4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ และแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

4.1 อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ค.ด. (วัดและประเมินผล) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

4.2 นางสุดารักษ์ นรินทร์รัมย์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4.3 นางยุพิน พลเรือง วท.ม. (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4.4 นางสิริพร ภูหัวดอน ศษ.ม. (การบริการการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่ม สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

4.5 นายสวัสดิ์ จันทมนตรี วท.ม. (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ และหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

5) นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ระหว่างข้อสอบแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความ สอดคล้องเฉลี่ยตั้งแต่ .50 - 1.00 ผลการพิจารณาพบว่าข้อสอบมีค่าความสอดคล้องกับนิยามเชิง ปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.94 ในวงจร ปฏิบัติการที่ 2 มีค่าความ สอดคล้องเท่ากับ 0.98 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1 ซึ่งจัดว่าเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงตามพฤติกรรมชี้วัด

6) ทำการพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขในเรื่องภาษาที่ใช้ในการเขียน และปรับแก้ความ ยาก - ง่าย ของข้อสอบเพื่อให้ทันเวลาที่กำหนด จากนั้นนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4. แบบสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง โดยนำแบบสัมภาษณ์นักเรียนไป ใช้กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการเรียนรู้ที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไร หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนในการ ดำเนินการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์จากหนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับ ความสามารถการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2. ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่มีลักษณะเป็นกึ่งโครงสร้าง ให้ครอบคลุมทุกข้อคำถามซึ่งเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตาราง 7 ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อบ่งชี้การมีความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	ประเด็น
ขั้นนำเสนอปัญหา	นักเรียนรู้สึกอย่างไรกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งนี้ เพราะอะไร
ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา	นักเรียนสามารถทำความเข้าใจ หรือวิเคราะห์ปัญหาได้หรือไม่
	ปัญหา หรืออุปสรรคในการทำความเข้าใจ หรือวิเคราะห์ปัญหาคืออะไร
ขั้นขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา	นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้หรือไม่
	นักเรียนสามารถรายงานคำตอบ และวิธีการแก้ปัญหา (พร้อมเหตุผล) ได้หรือไม่
ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้	นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายคำตอบ และวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหากับเพื่อนในชั้นเรียนหรือไม่

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในส่วนของการจัดการเรียนการสอน เรื่องวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยมีเรื่องและประเด็น ดังปรากฏในตาราง 10 เพื่อการปรับปรุงและพัฒนาในวงจรปฏิบัติต่อไป

ตาราง 8 ประเด็นการสัมภาษณ์นักเรียนด้านการจัดการเรียนการสอน

เรื่อง	ประเด็น
วิธีการจัดการเรียนรู้	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอน

ตาราง 8 ประเด็นการสัมภาษณ์นักเรียนด้านการจัดการเรียนการสอน (ต่อ)

เรื่อง	ประเด็น
ปัญหาและอุปสรรค	นักเรียนคิดว่าในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ มีปัญหาหรืออุปสรรคต่อ การเรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอื่น ๆ	นักเรียนอยากให้มีการเพิ่มหรือลดกิจกรรมใดบ้าง เพราะเหตุใด

3. นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อทำการตรวจสอบและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับประเด็นปัญหาเพื่อให้ครอบคลุมกับหลักการจัดการเรียนรู้ และเพิ่มประเด็นการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในส่วนของการจัดการเรียนการสอน เรื่อง วิธีการจัดการเรียนรู้

4. นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่ได้ทำปรับปรุงแก้ไขแล้วและแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบ ซึ่งประกอบด้วย

4.1 อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ค.ด. (วัดและประเมินผล) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

4.2 รศ.ดร.ประสาท เนืองเฉลิม กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) คณะ ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

4.3 นางยุพิน พลเรือง วท.ม. (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4.4 นางสิริพร ภูหัวดอน ศษ.ม. (การบริการการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษกลุ่ม สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

4.5 นายสวัสดิ์ จันทมนตรี วท.ม. (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ และหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

5. นำผลการประเมินที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) เปรียบเทียบ กับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 ผลการ พิจารณาพบว่าแบบ

สัมภาษณ์มีค่าความ สอดคล้องเท่ากับ 1.00 ซึ่งจัดว่าเป็นแบบสัมภาษณ์ที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงตามพฤติกรรมชี้วัด

6. ดำเนินการจัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์นักเรียน และนำเครื่องมือเครื่องมือไปใช้ใน การเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

5. การสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แบบสังเกตพฤติกรรมที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสังเกตประเภทที่มีโครงสร้าง และมีลักษณะเป็นแบบประมาณค่าโดยมีวิธีการสร้างแบบสังเกต ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา เกี่ยวกับความหมาย แนวคิด ทฤษฎี เพื่อนิยามพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สามารถสังเกตได้ โดยมีคำนิยาม ดังนี้

2. นำพฤติกรรม สถานการณ์มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดประเด็นย่อยที่จะสังเกต แล้วเรียงลำดับก่อน - หลัง เพื่อให้ง่ายต่อการสังเกต โดยประเด็นย่อยที่สังเกตได้แก่ 1. การแก้ปัญหา 2. การ อธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา และ 3. ความถูกต้องในการแก้ปัญหาประกอบการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ รวม 3 ประเด็น ประเด็นละ 3 คะแนน รวม 9 คะแนน

3. สร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบสังเกตพฤติกรรมตามคุณลักษณะของผู้เรียน โดยเกณฑ์ในการให้คะแนนลักษณะแบบสังเกตพฤติกรรมเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมี 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับความคิดเห็น
5	มากที่สุด
4	มาก
3	ปานกลาง
2	น้อย
1	น้อยที่สุด

4. นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับเกณฑ์ และภาษาที่ใช้ในแบบสังเกต

5. นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้องกับพฤติกรรมในการให้เหตุผล โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

5.1 อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ค.ด. (วัดและประเมินผล) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

5.2 นางสุดารักษ์ นรินทร์รัมย์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

5.3 นางยุพิน พลเรือง วท.ม. (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

5.4 นางสิริพร ภูหัวดอน ศษ.ม. (การบริการการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่ม สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

5.5 นายสวัสดิ์ จันทมนตรี วท.ม. (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ และหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

6. นำคะแนนประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรง แล้วคัดเลือกข้อสังเกตพฤติกรรมที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.00 ขึ้นไป พบว่า ค่าความเที่ยงตรงของแบบสังเกตพฤติกรรม มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.40 – 4.80 พร้อมทั้งปรับปรุงเกณฑ์การประเมินพฤติกรรม และลักษณะพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการให้เหตุผลให้มีความชัดเจนมากขึ้น โดยประเด็นที่ได้ปรับแก้เกี่ยวกับเกณฑ์การประเมิน คือ ควรมีการอธิบายลักษณะเกณฑ์การให้คะแนนในเชิงพฤติกรรมในแต่ละระดับ

7. จัดทำแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินตามขั้นตอนตามรูปแบบแนวคิดของ เคมมิส และแม็คแทกการ์ท (Kemmis, S & McTaggart, 1988) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยทำการดำเนินการทั้งสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 9 กำหนดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	เรื่อง	วันที่ใช้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1	การบวกเวกเตอร์	21 – 24 มกราคม 2562	1
	2	การลบเวกเตอร์		1
	3	การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์		1
2	4	เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ	4 – 7 กุมภาพันธ์ 2562	1
	5	ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ		1
	6	เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติ		1
3	7	เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ	18 – 21 กุมภาพันธ์ 2562	1
	8	ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ		1
	9	เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติ		1
รวม				9

รายละเอียดแต่ละวงรอบปฏิบัติการมีดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1. สำรวจและสังเกตปัญหาในชั้นเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และวิเคราะห์พฤติกรรมการให้เหตุผลของนักเรียนในชั้นเรียน

2. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม กำหนดเนื้อหาสาระที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดและสร้างเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย

3. ดำเนินการสร้างเครื่องมือซึ่งประกอบด้วย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) แบ่งออกเป็น 9 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลา 9 ชั่วโมง 3 วงจรปฏิบัติการ วงจรละ 3 แผนการจัดการเรียนรู้

3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ซึ่งเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัยจำนวน 3 ชุด ชุดละ 4 ข้อ

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 ชุด ชุดละ 10 ข้อ เป็นประเภทปรนัย 4 ตัวเลือก

3.4 แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง

3.5 แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเรียบร้อย เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อรับคำปรึกษาพร้อมแก้ไข

5. นำเครื่องมือเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความถูกต้องและความสอดคล้องของผลการเรียนรู้

6. ปรับปรุงเครื่องมือตามที่ผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาให้คำแนะนำ และจัดพิมพ์เครื่องมือต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การบวกเวกเตอร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การลบเวกเตอร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผล โดยสะท้อนผลแต่ละวงจรปฏิบัติการจากแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผล หลังจากการจัดการเรียนการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมจากแบบสังเกตพฤติกรรม แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ พร้อมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิเคราะห์จากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และบทสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1 ศึกษาหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์จากวงจรปฏิบัติการที่ 1

2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) และเพิ่มวิธีแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยเพิ่มเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดร่วมด้วย

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติ

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผล โดยสะท้อนผลแต่ละวงจรปฏิบัติการจากแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผลหลังจากการจัดการเรียนการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมจากแบบสังเกตพฤติกรรม แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ พร้อมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิเคราะห์จากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และบทสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3

วงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1 ศึกษาหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์จากวงจรปฏิบัติการที่ 2

2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

และเพิ่มวิธีแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยเพิ่มเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเขียนรอบวงร่วมด้วย

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเขียนรอบวงที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติ

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

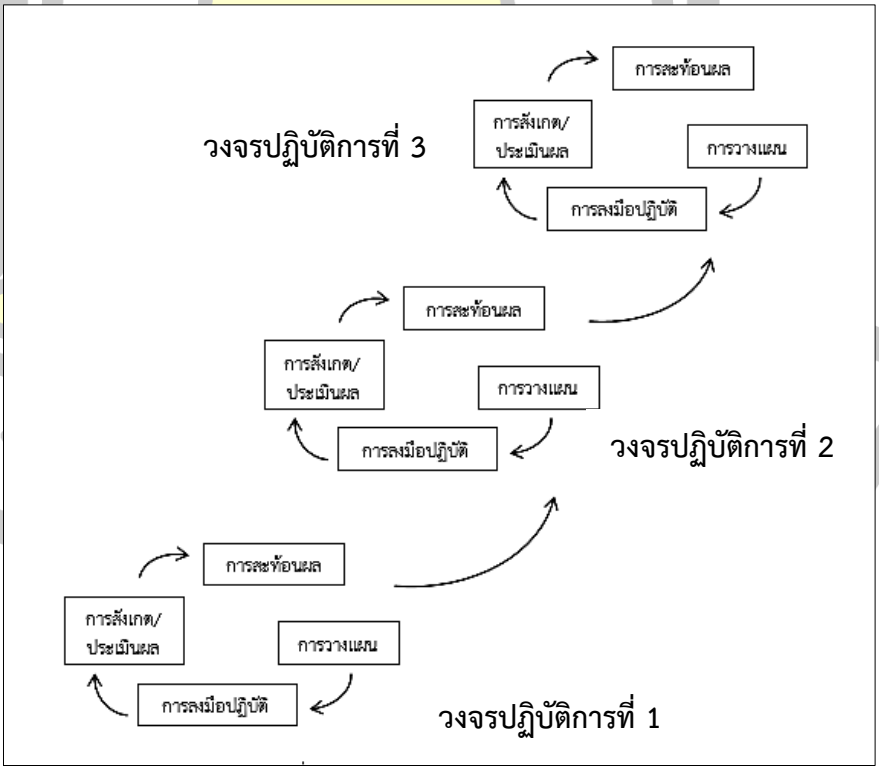
สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผล โดยสะท้อนผลแต่ละวงจรปฏิบัติการจากแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผลหลังจากการจัดการเรียนการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปเป็นภาพการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังภาพที่ 3

ภาพประกอบ 3 กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ



การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) มาวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งวิเคราะห์โดยสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$), ร้อยละ ($\%$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมจากแบบสังเกตพฤติกรรม บทสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการ มาวิเคราะห์ผล ตีความ และสรุปในรูปแบบของการบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษา และใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

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

เมื่อ IOC แทนดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทนผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ร้อยละ (percentage) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

n แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ $S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทน คะแนนแต่ละตัว

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

$\sum$ แทน ผลรวม

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ และความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงผลการวิเคราะห์ ข้อมูล ดังนี้

$\overline{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
$S.D.$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้รับการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม และผลการวิเคราะห์พฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบ สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ
2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการดำเนินการตามขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เป็นจำนวน 3วงจรปฏิบัติการ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้รับการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ปัญหาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 26 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบแบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ โดยนำคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาพิจารณาเทียบเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏ ดังตาราง 10

ตาราง 10 คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ

นักเรียนคนที่	คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์					
	วงจรปฏิบัติที่ 1		วงจรปฏิบัติที่ 2		วงจรปฏิบัติที่ 3	
	ร้อยละ	การประเมิน	ร้อยละ	การประเมิน	ร้อยละ	การประเมิน
1	62.5	ผ่าน	68.75	ผ่าน	87.5	ผ่าน
2	68.75	ผ่าน	62.5	ผ่าน	81.25	ผ่าน
3	68.75	ผ่าน	81.25	ผ่าน	93.75	ผ่าน
4	50	ไม่ผ่าน	62.5	ผ่าน	81.25	ผ่าน
5	43.75	ไม่ผ่าน	50	ไม่ผ่าน	75	ผ่าน
6	43.75	ไม่ผ่าน	62.5	ผ่าน	75	ผ่าน
7	37.5	ไม่ผ่าน	56.25	ไม่ผ่าน	68.75	ผ่าน
8	50	ไม่ผ่าน	62.5	ผ่าน	68.75	ผ่าน
9	50	ไม่ผ่าน	68.75	ผ่าน	62.5	ผ่าน
10	43.75	ไม่ผ่าน	56.25	ไม่ผ่าน	62.5	ผ่าน
11	75	ผ่าน	81.25	ผ่าน	62.5	ผ่าน
12	87.5	ผ่าน	87.5	ผ่าน	75	ผ่าน
13	62.5	ผ่าน	68.75	ผ่าน	75	ผ่าน
14	62.5	ผ่าน	68.75	ผ่าน	68.75	ผ่าน
15	43.75	ไม่ผ่าน	56.25	ไม่ผ่าน	62.5	ผ่าน
16	50	ไม่ผ่าน	62.5	ผ่าน	68.75	ผ่าน
17	50	ไม่ผ่าน	62.5	ผ่าน	81.25	ผ่าน
18	31.25	ไม่ผ่าน	50	ไม่ผ่าน	62.5	ผ่าน
19	31.25	ไม่ผ่าน	50	ไม่ผ่าน	68.75	ผ่าน
20	75	ผ่าน	87.5	ผ่าน	75	ผ่าน

ตาราง 10 คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์					
	วงจรปฏิบัติที่ 1		วงจรปฏิบัติที่ 2		วงจรปฏิบัติที่ 3	
	ร้อยละ	การประเมิน	ร้อยละ	การประเมิน	ร้อยละ	การประเมิน
21	75	ผ่าน	81.25	ผ่าน	75	ผ่าน
22	81.25	ผ่าน	81.25	ผ่าน	87.5	ผ่าน
23	56.25	ไม่ผ่าน	68.75	ผ่าน	62.5	ผ่าน
24	87.5	ผ่าน	87.5	ผ่าน	100	ผ่าน
25	87.5	ผ่าน	87.5	ผ่าน	75	ผ่าน
26	68.75	ผ่าน	75	ผ่าน	75	ผ่าน
$\overline{X}$	59.38	ไม่ผ่าน	68.75	ผ่าน	74.28	ผ่าน
S.D.	4.42	-	4.42	-	8.84	-

จากตาราง 10 พบว่า คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 59.38 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 68.75 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.28 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมี ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นเมื่อได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ และพบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มในวงจรปฏิบัติที่ 2 และ 3

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลรายงานในแต่ละวงจรปฏิบัติดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

จากตาราง 10 คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 59.38 โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 13 คน จากนักเรียนทั้งหมด 26 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเมื่อพิจารณาคะแนนการให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัย และนิรนัย ได้ข้อมูลดังนี้

ตาราง 11 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย และนิรนัย ในวงจรปฏิบัติที่ 1

นักเรียนคนที่	คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		รวม (16)	ร้อยละ	การประเมิน
	นิรนัย (8)	อุปนัย (8)			
1	6	4	10	62.5	ผ่าน
2	6	5	11	68.75	ผ่าน
3	6	5	11	68.75	ผ่าน
4	5	3	8	50	ไม่ผ่าน
5	4	3	7	43.75	ไม่ผ่าน
6	4	3	7	43.75	ไม่ผ่าน
7	5	1	6	37.5	ไม่ผ่าน
8	5	3	8	50	ไม่ผ่าน
9	5	3	8	50	ไม่ผ่าน
10	4	3	7	43.75	ไม่ผ่าน
11	7	5	12	75	ผ่าน
12	8	6	14	87.5	ผ่าน
13	6	4	10	62.5	ผ่าน
14	7	3	10	62.5	ผ่าน
15	4	3	7	43.75	ไม่ผ่าน
16	4	4	8	50	ไม่ผ่าน
17	5	3	8	50	ไม่ผ่าน
18	4	1	5	31.25	ไม่ผ่าน
19	4	1	5	31.25	ไม่ผ่าน
20	7	5	12	75	ผ่าน
21	7	5	12	75	ผ่าน
22	7	6	13	81.25	ผ่าน
23	6	3	9	56.25	ไม่ผ่าน
24	8	6	14	87.5	ผ่าน
25	8	6	14	87.5	ผ่าน
26	5	6	11	68.75	ผ่าน
$\overline{X}$	5.65	3.85	9.50	59.38	
S.D.	0.71	1.41	0.71	4.42	

จากตาราง 11 พบว่า คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย และอุปนัยในวงจรปฏิบัติที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.65 และ 3.85 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยมากกว่าแบบอุปนัย เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นชินกับการให้เหตุผลแบบนิรนัยมากกว่าแบบอุปนัย เพราะการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นลักษณะที่นักเรียนเคยพบเจอจากการสอนมาแล้ว และการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นการนำเอาความรู้พื้นฐาน บทนิยาม ทฤษฎีบท สมบัติต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่รู้มาก่อน เพื่อหาเหตุที่นำไปสู่ข้อสรุปส่งผลให้นักเรียนมีความสะดวกในการเลือกมาใช้ประกอบการให้เหตุผล

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ดังนี้

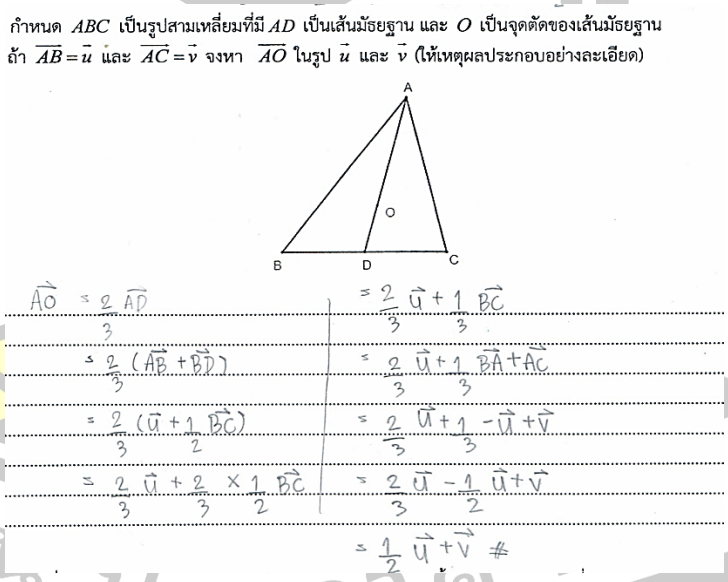
ผู้วิจัยได้วิเคราะห์พฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนราย 3 ชั่วโมงต่อ 1 ชุดแบบสังเกตพฤติกรรม เนื่องจากเนื้อหาใน 3 แผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน อีกทั้งเพื่อให้นักเรียนได้คุ้นชินกับรูปแบบการสอนที่ได้รับ ซึ่งเป็นเวลาที่เหมาะสมที่จะได้เห็นพฤติกรรมของนักเรียนชัดเจน เพื่อจะนำปัญหาที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขในชั่วโมงถัดไป

ผู้วิจัยได้ทำการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอนแนะให้รู้คิด เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง การบวกเวกเตอร์ การลบเวกเตอร์ และการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ ซึ่งหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในระว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำใบงานของกลุ่มเป้าหมายมาวิเคราะห์พฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

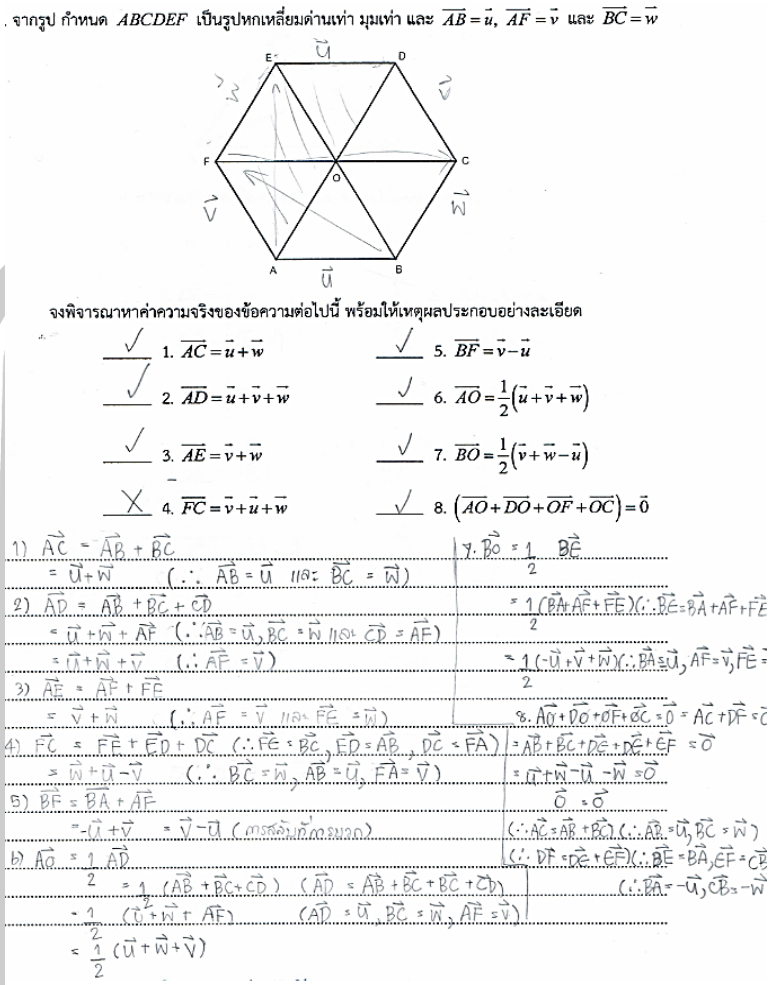
จากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยมีคะแนนเต็ม 9 คะแนนซึ่งได้จากการประเมิน 3 ส่วน ได้แก่ 1) การแก้ปัญหา 2) การอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา และ 3) ความถูกต้องของการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนบางส่วนสามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถบอกถึงเหตุผลของวิธีการ/หลักการ แก้ปัญหานั้น ๆ ได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ประเมินคะแนนพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผล พบว่า นักเรียน 26 คน ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เท่ากับ 5.78 ซึ่งเมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัยและอุปนัย จะได้ 3.24 และ 2.54 ตามลำดับ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบฝึกหัดที่มอบหมายให้นักเรียน โดยแบบฝึกหัดประกอบด้วยแบบฝึกหัดที่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งแบบอุปนัยและแบบนิรนัย แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยมากกว่าแบบอุปนัย

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การบวก การลบ การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ และบทนิยามพื้นฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับการดำเนินการของเวกเตอร์ โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับบทนิยาม ทฤษฎี

บท สมบัติต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องเวกเตอร์ กิจกรรมการเรียนการสอนได้เน้นความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งแบบอุปนัยและแบบนิรนัยเท่า ๆ กัน โดยได้มีการใช้ตัวอย่างที่สอดคล้องกับการให้เหตุผลทั้งสองแบบ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาตร์แบบนิรนัยมากกว่าอุปนัย เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นชินกับการให้เหตุผลแบบนิรนัยมากกว่าอุปนัย เพราะการให้เหตุผลแบบนิรนัยเพียงเลือกสมบัติ หรือทฤษฎีต่าง ๆ มาอ้างในการให้เหตุผลแต่การให้เหตุผลแบบอุปนัยผู้เรียนจะต้องอ้างเหตุผลจากการอ้างอิงตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างที่เป็นทำนองเดียวกัน ไปสู่การสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์สูตร หรือ ทฤษฎี ทั้งนี้ผู้เรียนยังไม่สามารถสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์สูตร หรือ ทฤษฎี จากตัวอย่างที่อยู่ในทำนองเดียวกันได้ อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดให้ได้เกี่ยวกับรูปแบบของหลักการบวก การลบเวกเตอร์ และสามารถตอบได้ว่าเวกเตอร์ลัพธ์ที่ให้มานี้เกิดจากเวกเตอร์ใดมาดำเนินการกัน โดยให้อธิบายผ่านภาพประกอบ และในเรื่องการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายหลักการต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้ ซึ่งความรู้ดังกล่าวผู้สอนได้ชี้ให้ผู้เรียนเห็นถึงหลักการต่าง ๆ ผ่านตัวอย่างที่ได้ยกขึ้นมาให้นักเรียน จากนั้นผู้สอนจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง จากการสังเกตพฤติกรรม และการตรวจแบบฝึกทักษะพบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ หรือแก้ปัญหาได้ แต่มีนักเรียนบางส่วนยังมีการดูทิศทางของเวกเตอร์ผิดซึ่งจะส่งผลให้หาเวกเตอร์ลัพธ์ผิดพลาด และยังไม่บอกถึงเหตุผลของการได้มาซึ่งคำตอบ หรือเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาในขั้นตอนต่าง ๆ มีเพียงแค่คำตอบเท่านั้น เช่น



ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างการตอบคำถาม แต่ไม่มีการแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการตอบคำถาม



ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างการตอบคำถาม และการแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการตอบคำถาม

การสัมภาษณ์ผู้เรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้เรียน และสรุปประเด็นได้ ดังนี้

1. ปัญหาในขั้นนำเสนอปัญหา จากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนสามารถ วิเคราะห์โจทย์ปัญหา และทำความเข้าใจปัญหาได้ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจปัญหาที่ครูมอบให้ ซึ่งเกิดจากปัญหาที่ครูมอบให้มีความซับซ้อน และยากเกินกว่าที่ผู้เรียนจะเข้าใจด้วยตนเองในช่วงเริ่มแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“โจทย์ที่ครูให้ผมว่ามันเข้าใจได้บางข้อครับ ในบางข้อผมก็ไม่เข้าใจครับเพราะมันมีซับซ้อน”

(นักเรียนคนที่ 7, 20 ธันวาคม 2561: สัมภาษณ์)

“ถ้าหนูเจอโจทย์ที่มีความแปลกใหม่ หรือซับซ้อน หนูไม่รู้ว่าจะทำอย่างไรค่ะ”

(นักเรียนคนที่ 19, 20 ธันวาคม 2561: สัมภาษณ์)

2. ปัญหาในขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา จากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนยังมีความสับสนในการเลือกบทนิยาม ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์มาใช้ประกอบการแก้ปัญหา

และยังมีนักเรียนบางคนไม่เห็นถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“หนูไม่รู้ว่าหนูต้องให้เหตุผลอย่างไรค่ะ และหนูไม่รู้ว่าจะใช้สมบัติข้อไหนมาอ้างอิง เพราะปกติที่หนูเคยเรียนมามีแค่การแสดงวิธีทำแล้วตอบเลยค่ะ ไม่มีการให้เหตุผลแบบนี้”

(นักเรียนคนที่ 12, 20 ธันวาคม 2561: สัมภาษณ์)

“ผมคิดว่าข้อนี้น่าจะใช้สมบัตินี้ได้ครับ เพราะผมดูจากภาพที่มีในหนังสือครับ”

(นักเรียนคนที่ 5, 20 ธันวาคม 2561: สัมภาษณ์)

3. ปัญหาในขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา จากการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนไม่มีความมั่นใจในการรายงานคำตอบของตนเอง เนื่องจากไม่มั่นใจในวิธีการ และการให้เหตุผลของตนเอง ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“หนูไม่มั่นใจตั้งแต่ตอนทำแบบฝึกหัดแล้วค่ะ พอครูให้รายงานคำตอบหน้าห้องหนูเลยไม่ค่อยอยากพูดเพราะกลัวผิดค่ะ”

(นักเรียนคนที่ 12, 20 ธันวาคม 2561: สัมภาษณ์)

4. ปัญหาในขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ จากการสัมภาษณ์พบว่าการรายอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนมีประโยชน์มากเนื่องจากได้เห็นวิธีการคิดที่หลากหลายของเพื่อนร่วมชั้นเรียน แต่ใช้เวลานาน ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“ผมว่าการตรวจสอบวิธีการกับเพื่อนทั้งชั้นเรียนมีประโยชน์มากครับ เพราะได้เห็นวิธีการคิดที่หลากหลาย แต่ใช้เวลานานไปครับ”

(นักเรียนคนที่ 7, 20 ธันวาคม 2561: สัมภาษณ์)

อีกทั้งผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจากการสัมภาษณ์สามารถสรุป ได้ว่านักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด อีกทั้งนักเรียนบางคนคิดว่าใช้เวลามากเกินไปในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“ผมคิดว่ามันไม่เหมือนกับที่ผมเคยเรียนมา มันเริ่มจากปัญหาให้ผมแก้ และผมต้องเรียนเอง”

(นักเรียนคนที่ 7, 20 ธันวาคม 2561: สัมภาษณ์)

“ปกติที่ผมเรียนมาคือ ครูจะสอนแล้วพาทำครับ พอผมเจอการสอนแบบนี้ผมเลยไม่ชินครับ”

(นักเรียนคนที่ 18, 20 ธันวาคม 2561: สัมภาษณ์)

“หนูคิดว่าเวลาที่ครูปล่อยให้คิดมันนานเกินไป เลยทำให้ได้ทำโจทย์น้อย”

(นักเรียนคนที่ 12, 20 ธันวาคม 2561: สัมภาษณ์)

หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้ว ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นปัญหาจากการสังเกตพฤติกรรม ร่วมกับการทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนของนักเรียน และแนวทางการแก้ไขมีรายละเอียดดังตาราง 12

ตาราง 12 สรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พร้อมแนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรม	แนวทางการแก้ไข
1. นักเรียนไม่เข้าใจถึงหลักการอ้างเหตุผลในทางคณิตศาสตร์	1. ครูควรอธิบายถึงหลักการการให้เหตุผลและความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พร้อมยกตัวอย่าง
2. นักเรียนยังแก้ปัญหาได้ไม่คล่อง	2. ครูควรยกตัวอย่างให้ครอบคลุมกับเนื้อหา
3. นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ในคาบนั้น ๆ มาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้	3. ครูควรยกตัวอย่างให้ครอบคลุม และมีการสรุปความรู้ หลักการแก้ปัญหาอีกครั้งก่อนที่จะทำแบบฝึกหัด หรือดำเนินการในขั้นตอนต่อไป
4. เมื่อเกิดข้อสงสัย นักเรียนไม่กล้าถามครู จึงส่งผลให้นักเรียนไม่มีความเข้าใจและไม่สามารถแก้ปัญหาได้	4. ครูควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น เพิ่มเทคนิคการจัดการเรียนรู้
5. นักเรียนไม่มีความมั่นใจในการแสดงเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา	5. ครูควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น เพิ่มเทคนิคการจัดการเรียนรู้ร่วมมือ เพื่อที่จะได้เกิดการอภิปรายและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาและให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหา
6. นักเรียนยังยึดติดกับการที่ครูจะต้องเป็นผู้ให้ความรู้ และพาแสดงการหาคำตอบทุกขั้นตอน ส่งผลให้นักเรียนไม่ยอมคิดเอง	6. ครูควรสร้างตัวอย่างที่น่าสนใจ เพื่อดึงดูดให้นักเรียนเกิดความสนใจและอยากที่จะเรียนรู้ หรือควรเริ่มจากข้อที่ง่ายเพื่อให้นักเรียนทำได้และเกิดกำลังใจในการเรียน

จากตาราง 12 พบว่า ปัญหาที่พบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ นักเรียนไม่กล้าแสดงออกเมื่อเกิดความไม่เข้าใจ ไม่กล้าถามครูผู้สอน ส่งผลให้นักเรียนไม่มีความมั่นใจในการแสดงเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงเพิ่มเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด (Think – Pair - Share) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความมั่นใจมากขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดได้ให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายร่วมกันทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการแสดงเหตุผลประกอบการแก้ปัญหามากขึ้น และยังส่งผลให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้คล่องมากขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2

ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่ได้จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4, 5 และ 6 ครูผู้สอนได้มีกิจกรรมให้นักเรียนเตรียมพร้อมต่อการเรียนโดยมีการเพิ่มเทคนิคการเรียนการสอนแบบเพื่อนคู่คิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดในทุกขั้นตอน โดยให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาเป็นรายบุคคลก่อน จากนั้นร่วมกันคิดและแก้ปัญหาพร้อมให้เหตุผลประกอบ และแสดงวิธีการคิดของคู่ของตนให้เพื่อนทั้งชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนทั้งชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความมั่นใจมากขึ้นทั้งด้านการคิด ความมั่นใจ และความกล้าแสดงออก มีการอธิบายถึงหลักการการให้เหตุผล และความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์พร้อมยกตัวอย่างที่ครอบคลุมและเน้นตัวอย่างที่ส่งเสริมการให้เหตุผลแบบอุปนัยมากยิ่งขึ้น และเพิ่มความสนใจในครูผู้สอนก่อนเริ่มการเรียนการสอน ยกตัวอย่างที่สามารถนำไปปรับใช้หรือต่อยอดในข้ออื่น ๆ ได้ มีรางวัลสำหรับผู้ที่ตอบคำถามได้คะแนนสูงที่สุด และมีการร่วมกันสรุปความรู้ที่เรียนพร้อมกับผู้เรียน โดยผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้นผู้เรียนผ่านคำถาม ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วย เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ และเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติ

จากตาราง 10 คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 68.75 โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 20 คน จากนักเรียนทั้งหมด 26 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 76.92 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเมื่อพิจารณาคะแนนการให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัย และนิรนัย ได้ข้อมูลดังนี้

ตาราง 13 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย และนิรนัย ในวงจรปฏิบัติที่ 2

นักเรียนคนที่	คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		รวม (16)	ร้อยละ	การประเมิน
	นิรนัย (8)	อุปนัย (8)			
1	6	5	11	68.75	ผ่าน
2	5	5	10	62.5	ผ่าน
3	7	6	13	81.25	ผ่าน
4	6	4	10	62.5	ผ่าน
5	4	4	8	50	ไม่ผ่าน
6	4	3	10	62.5	ผ่าน
7	5	4	9	56.25	ไม่ผ่าน
8	5	5	10	62.5	ผ่าน

ตาราง 13 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย และนิรนัย ในวงจรปฏิบัติที่ 2 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		รวม (16)	ร้อยละ	การประเมิน
	นิรนัย (8)	อุปนัย (8)			
9	6	5	11	68.75	ผ่าน
10	5	4	9	56.25	ไม่ผ่าน
11	7	6	13	81.25	ผ่าน
12	8	6	14	87.5	ผ่าน
13	6	5	11	68.75	ผ่าน
14	7	4	11	68.75	ผ่าน
15	5	4	9	56.25	ไม่ผ่าน
16	5	5	10	62.5	ผ่าน
17	6	4	10	62.5	ผ่าน
18	4	4	8	50	ไม่ผ่าน
19	5	3	8	50	ไม่ผ่าน
20	8	6	14	87.5	ผ่าน
21	7	6	13	81.25	ผ่าน
22	7	6	13	81.25	ผ่าน
23	6	5	11	68.75	ผ่าน
24	8	6	14	87.5	ผ่าน
25	7	7	14	87.5	ผ่าน
26	7	5	12	75	ผ่าน
$\overline{X}$	6	4.88	11	68.75	
S.D.	0.71	0.91	0.71	4.42	

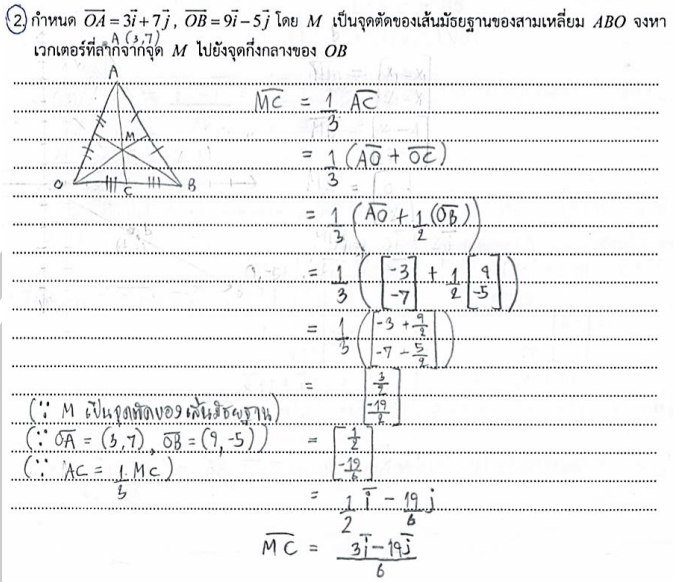
จากตาราง 13 พบว่า คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย และอุปนัยในวงจรปฏิบัติที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6 และ 4.88 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังคงมีความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยมากกว่าแบบอุปนัย แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัยเพิ่มขึ้นจากเดิม

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ดังนี้

จากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียน 26 คน ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เท่ากับ 6.60 จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ซึ่งเมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบบนิรนัยและอุปนัย จะได้ 3.67 และ 2.93 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังคงมีความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยมากกว่าแบบอุปนัย แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัยเพิ่มขึ้นจากเดิม เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นชินกับหลักการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัยมากยิ่งขึ้น สามารถมองภาพรวมของตัวอย่างแล้วนำมาสร้างเป็นหลักการเพื่อใช้ประกอบการให้เหตุผลได้

ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4, 5 และ 6 เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ และเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติ โดยผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างเรียงระดับความยากจากง่ายไปยาก และเน้นตัวอย่างที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัยมากยิ่งขึ้น อีกทั้งสร้างแผนภาพที่น่าสนใจเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลของนักเรียนนั้นเห็นได้ว่านักเรียนมีพฤติกรรมการให้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและแบบอุปนัยเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 อีกทั้งผู้วิจัยยังใช้คำถามที่มีลักษณะการแสดงวิธีทำได้หลายวิธีเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ศักยภาพการคิดของตนเองมากที่สุด ไม่ต้องกลัวว่าวิธีของตนเองจะผิด ทำให้ผู้เรียนมีความกล้าที่จะแสดงวิธีคิดของตนเองออกมาที่แตกต่างจากเพื่อนภายในห้อง แต่ยังพบนักเรียนบางส่วนยังไม่แสดงเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา และยังมีบางส่วนที่เว้นว่างไม่แสดงวิธีการแก้ปัญหา อีกทั้งยังมีส่วนน้อยที่ยังแก้ไขปัญหาไม่ได้เนื่องจากไม่สามารถนำความรู้ที่เรียนมาในคาบนั้น ๆ มาประยุกต์กับปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ ซึ่งเป็นผลมาจากนักเรียนคิดว่าในข้อนั้น ๆ หรือในบรรทัดนั้น ๆ เห็นได้ชัดเจนแล้วจึงไม่จำเป็นต้องแสดงเหตุผลประกอบ และเหตุที่ส่งผลให้นักเรียนยังไม่สามารถนำความรู้ที่เรียนมาในคาบนั้น ๆ มาประยุกต์กับปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้เป็นเพราะผู้สอนให้ตัวอย่างน้อยเกินไป ดังจะเห็นได้จากตัวอย่าง และบทสัมภาษณ์ ดังนี้

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว



ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างการตอบคำถามของนักเรียนโดยให้เหตุผลประกอบบางส่วน เนื่องจากนักเรียนคิดว่าในบางบรรทัดมีความชัดเจนแล้ว

การสัมภาษณ์ผู้เรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้เรียน และสรุปประเด็นได้ ดังนี้

1. ปัญหาในขั้นนำเสนอปัญหา จากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และทำความเข้าใจปัญหาได้ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจปัญหาที่ครูมอบให้ เนื่องจากเรื่องที่เรียนเป็นเรื่องที่มีความยาก และซับซ้อนมากขึ้นส่งผลให้ปัญหาจึงยาก และซับซ้อนมากขึ้นตามไปด้วย อีกทั้งผู้สอนได้ให้ตัวอย่างประกอบน้อยเกินไป ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“ผมว่าตัวอย่างที่อาจารย์ให้น้อยไปครับ ผมอยากได้ตัวอย่างมากขึ้นครับ”

(นักเรียนคนที่ 5, 10 มกราคม 2562: สัมภาษณ์)

“ผมคิดว่าเรื่องนี้เป็นเรื่องที่ยากครับ โจทย์ที่ครูให้มันยากและซับซ้อนมากครับ”

(นักเรียนคนที่ 10, 10 มกราคม 2562: สัมภาษณ์)

2. ปัญหาในขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา จากการสัมภาษณ์พบว่าพบว่านักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ แต่ไม่ให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหา เนื่องจากคิดว่าไม่จำเป็นต้องให้เหตุผลประกอบ ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“บางบรรทัดผมคิดว่ามันน่าจะเข้าใจแล้วครับ ผมเลยไม่เขียนเหตุผลประกอบ”

(นักเรียนคนที่ 15, 10 มกราคม 2562: สัมภาษณ์)

“ผมคิดว่าบางบรรทัดมันไม่ต้องเขียนเหตุผลก็ได้ครับ”

(นักเรียนคนที่ 19, 10 มกราคม 2562: สัมภาษณ์)

3. ปัญหาในขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา จากการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนมีความประหม่าเมื่อครูผู้สอนให้ออกไปนำเสนอแนวคิด และเหตุผลประกอบแนวคิดของตน และส่งผลให้อธิบายผิดบ้าง ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“หนูตื่นเต้นตลอดเลยเวลาออกไปนำเสนอหน้าห้องเรียน ทำให้หนูพูดผิด ๆ ถูก ๆ”

(นักเรียนคนที่ 11, 10 มกราคม 2562: สัมภาษณ์)

4. ปัญหาในขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ จากการสัมภาษณ์พบว่า มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สนใจเมื่อเกิดการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“ผมเห็นบางคนไม่สนใจเลยครับเวลาที่เราตรวจสอบร่วมกันทั้งชั้นเรียน เขาดูแต่คำตอบของตัวเองว่าถูกหรือไม่”

(นักเรียนคนที่ 19, 10 มกราคม 2562: สัมภาษณ์)

อีกทั้งผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจากการสัมภาษณ์สามารถสรุป ได้ว่านักเรียนบางคู่ไม่ได้ร่วมกันคิด นักเรียนที่อ่อนไม่กล้าถาม ไม่กล้าคุยกับนักเรียนที่เก่ง ทำให้การพูดคุยกันระหว่างเพื่อนคู่คิดมีน้อย ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“ผมไม่กล้าถามเพื่อนครับ ไม่อยากกวนเพื่อนตอนคิดครับ”

(นักเรียนคนที่ 15, 10 มกราคม 2562: สัมภาษณ์)

“เพื่อนเขาไม่ได้ถามหนูค่ะ หนูเลยคิดว่าเขาเข้าใจแล้วเลยไม่ได้คุยอะไรกัน”

(นักเรียนคนที่ 11, 10 มกราคม 2562: สัมภาษณ์)

หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4, 5 และ 6 ซึ่งได้มีการปรับแก้ไขจากปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แล้วผู้วิจัยได้สรุปประเด็นปัญหาจากการสังเกตพฤติกรรม ร่วมกับการทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนของนักเรียน และแนวทางการแก้ไขมีรายละเอียดดังตาราง 14

ตาราง 14 สรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พร้อมแนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรม	แนวทางการแก้ไข
1. เนื่องจากมีการทำกิจกรรมเป็นคู่แบบเพื่อนคู่คิดจึงทำให้ใช้เวลานานกว่าปกติ	1. ครูควรกระตุ้นผู้เรียนเกี่ยวกับเวลาในการทำงานไม่ให้เลยเวลาที่กำหนดไว้
2. ผู้เรียนบางคนไม่ช่วยเพื่อนคิดในการแก้ปัญหา หรือทำกิจกรรมร่วมกัน	2. ครูควรหากิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้ร่วมกันคิด เช่น การให้แสดงวิธีการคิดของตนเองเป็นรายบุคคล
3. นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ในคาบนั้น ๆ มาใช้ให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3. ใช้การอภิปราย ถาม - ตอบ ในแต่ละขั้นตอน ให้นักเรียนอธิบาย และเขียนเพิ่มเติม
4. นักเรียนไม่มีความมั่นใจในวิธีการแก้ปัญหา และการแสดงเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา	4. ครูควรให้นักเรียนได้มีการอภิปรายกันกับคู่ของตนเอง จากนั้นใช้การ ถาม – ตอบ ในแต่ละขั้นตอน ให้นักเรียนอธิบายและเขียนเพิ่มเติม

จากตาราง 14 พบว่า ปัญหาที่พบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ ผู้เรียนบางคนไม่ช่วยเพื่อนคิดในการแก้ปัญหา หรือทำกิจกรรมร่วมกัน ผู้วิจัยจึงได้ปรับเปลี่ยนเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด (Think – Pair - Share) เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเขียนรอบวง (Round Table) เนื่องจากเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเขียนรอบวงผู้เรียนจะต้องเขียนวิธีการพร้อมเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลและแก้ปัญหาต่อ ๆ กันจนครบทุกคนในกลุ่มทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่าผู้เรียนกลุ่มใด หรือบุคคลใดมีความไม่เข้าใจในเนื้อหา เพื่อแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนกลุ่มนั้น ๆ อีกทั้งได้พบปัญหาเกี่ยวกับคะแนนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย เนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ จึงมีการแก้ปัญหาโดยการแสดงตัวอย่างที่เน้นเกี่ยวกับการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัยมากยิ่งขึ้น โดยให้นักเรียนได้ฝึกมองภาพรวมของตัวอย่าง และสร้างหลักการ สมบัติ หรือสูตรทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง

วงจรปฏิบัติการที่ 3

ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่ได้จากวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาปรับแก้ไขในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7, 8 และ 9 ดังนี้ ครูผู้สอนได้มีกิจกรรมให้นักเรียนเตรียมพร้อมต่อการเรียนโดยมีปรับเปลี่ยนเทคนิคการเรียนการสอนจากเทคนิคเพื่อนคู่คิดเป็นเทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table) โดยจะมีการจัดกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน แบบคละความสามารถ เก่ง : ปานกลาง : อ่อน ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 และดำเนินการตามขั้นตอนของเทคนิคการเขียนรอบวง คือ นักเรียนแต่ละคนจะเขียนวิธีการได้มาซึ่งคำตอบ และเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา โดยเมื่อคนแรกเขียนเสร็จให้ส่งให้คนต่อไปทางด้านใดด้านหนึ่งของกลุ่ม อีกทั้งมีการจำกัดเวลาให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และมีกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มเติมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนทุกคนได้ร่วมกันคิดกับเพื่อนภายในกลุ่ม เช่น การสุ่มนักนักเรียนเป็นรายบุคคลเกี่ยวกับการแสดงวิธีแสดงวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง เป็นต้น นอกจากนี้ได้มีการแสดงตัวอย่างที่เน้นเกี่ยวกับการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัยมากยิ่งขึ้น โดยให้นักเรียนได้ฝึกมองภาพรวมของตัวอย่าง และสร้างหลักการ สมบัติ หรือสูตรทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วย เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ และเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติ

จากตาราง 10 คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.28 โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 26 คน จากนักเรียนทั้งหมด 26 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเมื่อพิจารณาคะแนนการให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัย และนิรนัย ได้ข้อมูลดังนี้

ตาราง 15 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย และนิรนัย ในวงจรปฏิบัติที่ 3

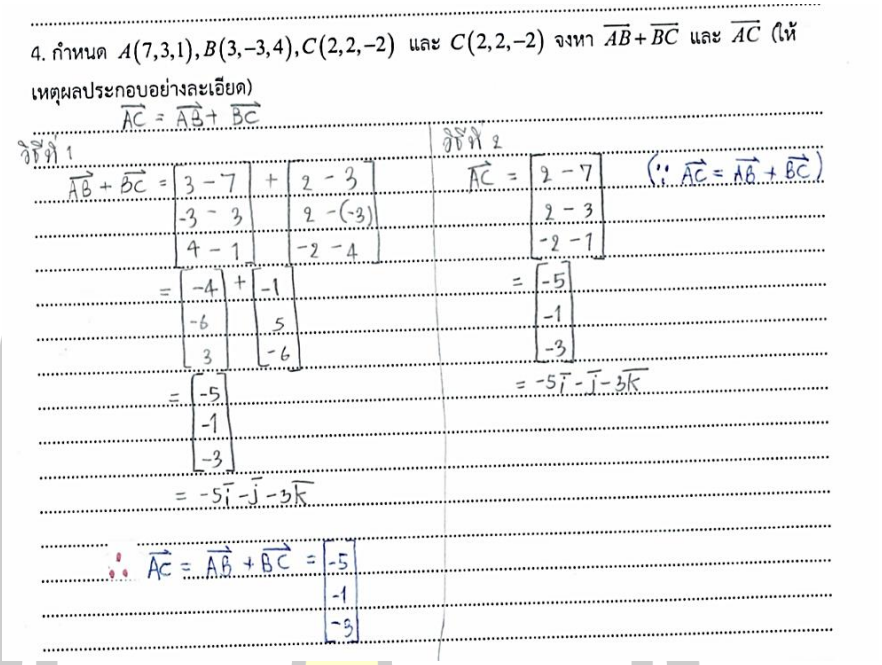
นักเรียนคนที่	คะแนนรวมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		รวม (16)	ร้อยละ	การประเมิน
	นิรนัย (8)	อุปนัย (8)			
1	8	6	14	87.5	ผ่าน
2	7	5	13	81.25	ผ่าน
3	8	7	15	93.75	ผ่าน
4	7	6	13	81.25	ผ่าน
5	7	5	12	75	ผ่าน
6	7	5	12	75	ผ่าน
7	6	5	11	68.75	ผ่าน
8	6	5	11	68.75	ผ่าน
9	6	4	10	62.5	ผ่าน
10	6	4	10	62.5	ผ่าน
11	6	4	10	62.5	ผ่าน
12	7	5	12	75	ผ่าน
13	6	6	12	75	ผ่าน
14	7	5	11	68.75	ผ่าน
15	5	5	10	62.5	ผ่าน
16	5	5	11	68.75	ผ่าน
17	6	5	13	81.25	ผ่าน
18	6	4	10	62.5	ผ่าน
19	6	5	11	68.75	ผ่าน
20	7	5	12	75	ผ่าน
21	7	5	12	75	ผ่าน
22	7	7	14	87.5	ผ่าน
23	6	4	10	62.5	ผ่าน
24	8	8	16	100	ผ่าน
25	7	5	12	75	ผ่าน
26	7	5	12	75	ผ่าน
$\overline{X}$	6.58	5.19	11.77	74.28	

จากตาราง 15 พบว่า คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบนิรนัย และอุปนัยในวงจรปฏิบัติที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.58 และ 5.19 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังคงมีความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยมากกว่าแบบอุปนัย แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งแบบนิรนัยและแบบอุปนัยเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังชี้ให้เห็นว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งแบบนิรนัยและแบบอุปนัยมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

จากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียน 26 คน ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เท่ากับ 7.49 จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ซึ่งเมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบบนิรนัยและอุปนัย จะได้ 4.05 และ 3.44 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังคงมีความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยมากกว่าแบบอุปนัย แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งสองแบบเพิ่มขึ้นจากเดิม

ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7, 8 และ 9 เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ และเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติ พบว่าสามารถอ้างอิงหลักการ บทนิยาม ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์มาอ้างอิงในการแก้ปัญหาได้ และถูกต้อง อีกทั้งยังสามารถแสดงวิธีคิดได้หลายวิธีในปัญหาข้อเดียวกัน และมีการกล้าแสดงออกในการแสดงวิธีคิดของตนเองมากขึ้น อีกทั้งเมื่อพบว่าวิธีของตนเองแตกต่างจากเพื่อนก็จะเสนอวิธีคิดของตนเอง จากนั้นเพื่อนทั้งห้องยังสามารถร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหา และเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ออกมาแสดงความคิดเห็นของตนได้อีกด้วย อีกทั้งยังเป็นการร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องอีกด้วย

โดยผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างเรียงระดับความยากจากง่ายไปยาก และสร้างแผนภาพที่น่าสนใจเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลของนักเรียนนั้นเห็นได้ว่านักเรียนมีพฤติกรรมการให้เหตุผลเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 อีกทั้งผู้วิจัยยังใช้คำถามที่มีลักษณะการแสดงวิธีทำได้หลายวิธีเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ศักยภาพการคิดของตนเองมากที่สุด ไม่ต้องกลัวว่าวิธีของตนเองจะผิด ทำให้ผู้เรียนมีความกล้าที่จะแสดงวิธีคิดของตนเองออกมาที่แตกต่างจากเพื่อนภายในห้อง และยังพบว่านักเรียนก็สามารถนำเอาทฤษฎีบท และบทนิยามอื่น ๆ ไม่ว่าจะที่ได้เรียนมาในชั่วโมงก่อน ๆ หรือชั่วโมงนั้น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา และให้เหตุผลได้ มีการคิดและสามารถอธิบายการแก้ปัญหาได้มากยิ่งขึ้น



ภาพประกอบ 7 แบบฝึกหัดที่นักเรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน 2 วิธี และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหา

การสัมภาษณ์ผู้เรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้เรียน และสรุปประเด็นได้ ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอปัญหา จากการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ดีขึ้น แต่ยังพบนักเรียนส่วนน้อยที่ยังพบปัญหาเกี่ยวกับการตีความจากปัญหาที่ครูมอบให้ แต่ในท้ายที่สุดนักเรียนเหล่านั้นก็สามารถทำความเข้าใจ และตีความปัญหาได้ ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“หนูใช้เวลาในการทำความเข้าใจกับปัญหานานไปหน่อยค่ะ แต่สุดท้ายหนูก็ทำได้นะคะ”

(นักเรียนคนที่ 2, 21 กุมภาพันธ์ 2562: สัมภาษณ์)

“ผมตีความจากโจทย์เอามาสร้างเป็นสมการไม่เป็นครับ แต่โจทย์ข้ออื่นผมเข้าใจและทำได้นะครับ”

(นักเรียนคนที่ 15, 21 กุมภาพันธ์ 2562: สัมภาษณ์)

2. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา จากการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนมีความมั่นใจในการให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนมากขึ้น จะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“หนูคิดว่าหนูมีความเข้าใจในการเลือกสมบัติต่าง ๆ มาใช้ในการให้เหตุผลคล่องขึ้นค่ะ”

(นักเรียนคนที่ 2, 21 กุมภาพันธ์ 2562: สัมภาษณ์)

“การให้เหตุผลประกอบการแห้ปัญหาหนูว่าหนูเข้าใจ และทำได้ดีขึ้นกว่าแต่ก่อนนะคะ รู้สึกมีความมั่นใจมากขึ้นค่ะ”

(นักเรียนคนที่ 4, 21 กุมภาพันธ์ 2562: สัมภาษณ์)

3. ปัญหาในขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา จากการสัมภาษณ์พบว่ายังพบปัญหาคล้ายเดิมคือ มีความประหม่าในการออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“หนูตื่นเต้นมากค่ะครู ตอนที่ออกไปปพูดหน้าชั้นเรียน”

(นักเรียนคนที่ 24, 21 กุมภาพันธ์ 2562: สัมภาษณ์)

4. ปัญหาในขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ จากการสัมภาษณ์พบว่า มีความวุ่นวายเกิดขึ้น เนื่องจากมีการจัดกิจกรรมกลุ่มทำให้เวลาเกิดการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนมีการปรึกษากันของหลายกลุ่มและมีเสียงรบกวนกลุ่มใกล้เคียง ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“หนูว่าตอนสุดท้ายเพื่อนในกลุ่มได้ร่วมกันคิดก็จริงค่ะ แต่มีหลายกลุ่มเลยทำให้เสียงดังกลบกันไปมาเลยฟังไม่ค่อยรู้เรื่อง”

(นักเรียนคนที่ 25, 21 กุมภาพันธ์ 2562: สัมภาษณ์)

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจากการสัมภาษณ์สามารถสรุป ได้ว่านักเรียนมีความกดดันเล็กน้อย แต่มีความสนุกสนานในการทำกิจกรรมกลุ่มมากขึ้น มีการตั้งใจในการเรียนมากขึ้นเนื่องจากกลัวทำคะแนนได้ไม่ดี ซึ่งจะเห็นได้จากคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“หนูตื่นเต้น และกดดันนิดหน่อยค่ะ เพราะกลัวทำคะแนนให้กลุ่มได้ไม่ดี”

(นักเรียนคนที่ 24, 21 กุมภาพันธ์ 2562: สัมภาษณ์)

“หนูว่าแบบนี้สนุกดีค่ะ ได้คิดร่วมกันกับเพื่อน ๆ เพื่อนทุกคนได้คิดและตั้งใจทำ”

(นักเรียนคนที่ 25, 21 กุมภาพันธ์ 2562: สัมภาษณ์)

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด จำนวน 9 แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบกับพฤติกรรมการให้เหตุผลของนักเรียนมีมากขึ้นจากการสังเกตท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยจึงใช้เครื่องมือวิจัย คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มาทดสอบกับนักเรียน โดยได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 12

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้ปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงและแก้ไขจากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน แบบฝึกทักษะ การทำงานของนักเรียน และคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยได้สรุปการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังตาราง 16

ตาราง 16 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน - ขั้นนำเสนอปัญหา	เริ่มต้นด้วยการใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน	- เพิ่มเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด - เพิ่มกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน - มีการตกลงเงื่อนไขเกี่ยวกับการทำกิจกรรมเป็นคู่ - ใช้คำถามที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	- เพิ่มเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเขียนรอบวง - เพิ่มกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน - มีการตกลงเงื่อนไขเกี่ยวกับการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม - ใช้คำถามที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน
2. ขั้นสอน - ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและปัญหา - ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา	ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อตอบปัญหาที่ได้รับ	- ให้ตัวอย่างที่ครอบคลุมกับเนื้อหาที่เรียน และสามารถปรับใช้กับปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ - มีการกำหนดเวลาที่สมควรกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ - มีการอภิปรายกันกับคู่ของตนเองจากนั้นช่วยกันรายงานการแสดงวิธีแก้ปัญหาพร้อมเหตุผลประกอบ	- มีการอภิปรายกันภายในกลุ่มของผู้เรียนจากนั้นใช้การสุ่ม ถาม – ตอบ ในแต่ละขั้นการแสดงวิธีแก้ปัญหาพร้อมเหตุผลประกอบ
3. ขั้นสรุป - ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้	ผู้เรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายถึงคำตอบและวิธีการที่แตกต่างโดยครู จะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม	- มีการสรุปความรู้จากที่เรียนในคาบนั้น ๆ ก่อนทำแบบฝึกหัด - ผู้เรียนและคู่ของตนร่วมกันอภิปรายถึงคำตอบกับเพื่อนทั้งชั้นเรียน และวิธีการที่แตกต่างโดยครู จะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม	- มีการสรุปความรู้จากที่เรียนในคาบนั้น ๆ ก่อนทำแบบฝึกหัด - ผู้เรียนและกลุ่มของตนร่วมกันอภิปรายถึงคำตอบกับเพื่อนทั้งชั้นเรียน และวิธีการที่แตกต่างโดยครู จะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม

หมายเหตุ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2 และ 3
วงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4, 5 และ 6
วงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7, 8 และ 9

3. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดของแต่ละวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปวัดกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 26 คน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด ผลปรากฏดังตาราง 17

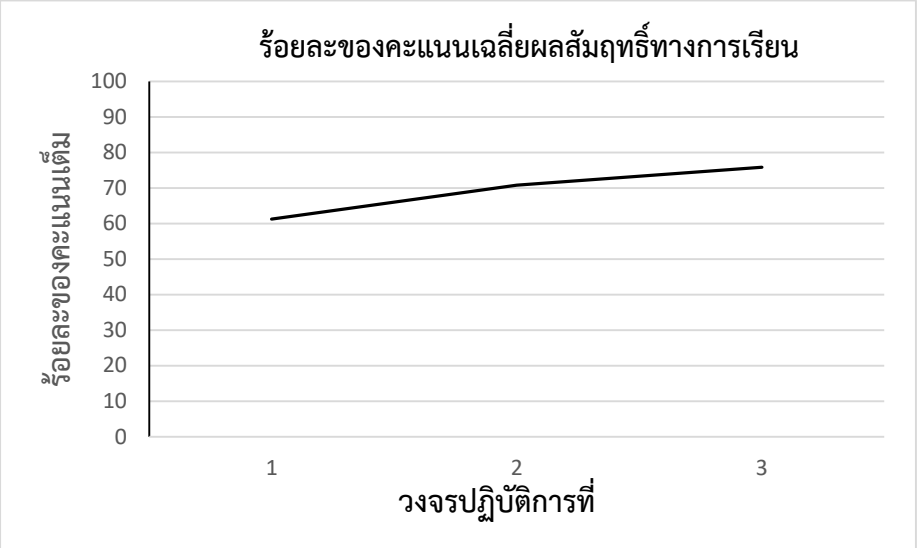
ตาราง 17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับการประเมินในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ที่นักเรียน	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน	ร้อยละ	ระดับการประเมิน	คะแนน	ร้อยละ	ระดับการประเมิน	คะแนน	ร้อยละ	ระดับการประเมิน
1	6	60	น่าพอใจ	8	80	ดีเยี่ยม	8	80	ดีเยี่ยม
2	6	60	น่าพอใจ	8	80	ดีเยี่ยม	8	80	ดีเยี่ยม
3	7	70	ดี	9	90	ดีเยี่ยม	9	90	ดีเยี่ยม
4	5	50	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	6	60	น่าพอใจ	7	70	ดี
5	5	50	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	5	50	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	7	70	ดี
6	5	50	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	7	70	ดี	8	80	ดีเยี่ยม
7	4	40	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	5	50	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	7	70	ดี
8	6	60	น่าพอใจ	6	60	น่าพอใจ	6	60	น่าพอใจ
9	6	60	น่าพอใจ	6	60	น่าพอใจ	6	60	น่าพอใจ
10	5	50	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	5	50	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	7	70	ดี

ตาราง 17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับการประเมินในแต่ละวงจรปฏิบัติการ (ต่อ)

นักเรียนคนที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน	ร้อยละ	ระดับการประเมิน	คะแนน	ร้อยละ	ระดับการประเมิน	คะแนน	ร้อยละ	ระดับการประเมิน
11	6	60	น่าพอใจ	8	80	ดีเยี่ยม	8	80	ดีเยี่ยม
12	8	80	ดีเยี่ยม	9	90	ดีเยี่ยม	8	80	ดีเยี่ยม
13	6	60	น่าพอใจ	7	70	ดี	7	70	ดี
14	6	60	ดีเยี่ยม	7	70	ดี	7	70	ดี
15	5	50	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	6	60	น่าพอใจ	7	70	ดี
16	6	60	น่าพอใจ	7	70	ดี	8	80	ดีเยี่ยม
17	5	50	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	8	80	ดีเยี่ยม	9	90	ดีเยี่ยม
18	4	40	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	6	60	น่าพอใจ	7	70	ดี
19	4	40	ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	5	50	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	6	60	น่าพอใจ
20	8	80	ดีเยี่ยม	8	80	ดีเยี่ยม	7	70	ดี
21	7	70	ดี	7	70	ดี	7	70	ดี
22	8	80	ดีเยี่ยม	8	80	ดีเยี่ยม	8	80	ดีเยี่ยม
23	6	60	น่าพอใจ	6	60	น่าพอใจ	7	70	ดี
24	9	90	ดีเยี่ยม	10	100	ดีเยี่ยม	10	100	ดีเยี่ยม
25	9	90	ดีเยี่ยม	9	90	ดีเยี่ยม	9	90	ดีเยี่ยม
26	7	70	ดี	8	80	ดีเยี่ยม	9	90	ดีเยี่ยม
$\overline{X}$	6.12	61.20		7.08	70.80		7.58	75.80	
S.D.	0.71			1.41			1.03		

ภาพประกอบ 8 แนวโน้มของร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์



จากตาราง 17 พบว่าผลการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เท่ากับ 6.12 คิดเป็นร้อยละ 61.20 ของคะแนนเต็ม คะแนนเฉลี่ยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เท่ากับ 7.08 คิดเป็นร้อยละ 70.80 ของคะแนนเต็ม และคะแนนเฉลี่ยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เท่ากับ 7.58 คิดเป็นร้อยละ 75.80 ของคะแนนเต็ม และนอกจากนั้นยังพบว่าในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีนักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดังนี้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดีเยี่ยม จำนวน 6 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดี จำนวน 3 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับน่าพอใจ จำนวน 8 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 6 คน และนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 3 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 ดีเยี่ยม จำนวน 11 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดี จำนวน 5 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับน่าพอใจ จำนวน 6 คน และนักเรียนที่อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 4 คน และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดีเยี่ยม จำนวน 12 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดี จำนวน 11 คน และนักเรียนที่อยู่ในระดับน่าพอใจ จำนวน 3 คน และจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าตั้งแต่วงจรปฏิบัติการ ที่ 1 ถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น คือ คะแนนรวมร้อยละ 61.20, 70.80 และ 75.80 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 8 ซึ่งเกิดจากในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นั้นเป็นเรื่องใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียน และเป็นความรู้ใหม่ที่ไม่ได้เชื่อมโยงจากความรู้เดิมจึงยังไม่เกิดความคุ้นชิน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นั้นมีเนื้อหาคล้ายคลึงกัน และสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีมาได้ นั่นคือเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เร็ว และมีความคุ้นชินกับปัญหาในลักลักษณะดังกล่าว จึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากบทสัมภาษณ์นักเรียน ดังต่อไปนี้

“หนูว่าเรื่องหลัง ๆ พวกเวกเตอร์สอง และสามมิติคล้าย ๆ กับเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ที่เรียนตอน ม.4 ค่ะ เลยเข้าใจง่ายกว่าช่วงแรก ๆ”
(นักเรียนคนที่ 11, 10 มกราคม 2562: สัมภาษณ์)

“ตอนแรกผมคิดว่าคล้ายกับในฟิสิกส์ แต่หลังจากการบวกการลบเวกเตอร์แล้ว เนื้อหามีรายละเอียดที่ค่อนข้างเยอะกว่า และโจทย์ที่ให้ไม่เหมือนกับในวิชาฟิสิกส์ครับ”
(นักเรียนคนที่ 15, 10 มกราคม 2562: สัมภาษณ์)

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการสรุปผล และอภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้สอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ให้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 5

สรุปผล

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 59.38 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 68.75 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 74.28 ซึ่งนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และพบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ อีกทั้งเมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งแบบนิรนัยและแบบอุปนัย พบว่าคะแนนเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 61.2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 70.8 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 75.8

อภิปรายผล

ผลการศึกษาการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากการวิจัยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งได้ทำการพัฒนาเป็นจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่านักเรียนคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ นักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูจะนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์และความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยคำถามที่ใช้ควรสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน และนักเรียนทำความเข้าใจปัญหาที่ครูกำหนดให้เบื้องต้น 2. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ โดยครูจะช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการแก้ปัญหา และในระหว่างนักเรียนแก้ปัญหาครูต้องอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการ 3. ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยนักเรียนจะต้องรายงานถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล เพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียนและในระหว่างที่นักเรียนรายงานคำตอบนั้น ครูอาจใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา และ 4. ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนรายงานคำตอบวิธีการ และเหตุผลของตนเองแล้ว นักเรียนทั้งชั้นช่วยกันอภิปรายถึงคำตอบ และวิธีการที่แตกต่าง โดยครูจะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถาม (T. P. Carpenter et al., 1999 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2552) ทั้งนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดเพียงอย่างเดียว และได้เพิ่มเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเข้ามาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นั่นคือ เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด และเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเขียนรอบวง ซึ่งเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดเป็นรูปแบบในการเรียนแบบร่วมมือโดยการจัดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียน 2 คน ที่จับคู่กันภายในกลุ่มโดยที่เริ่มจากครูเสนอสถานการณ์ปัญหา หรือโจทย์คำถามแล้วให้คิดหาคำตอบด้วยตนเองแล้วนำคำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนเป็นคู่คิดช่วยแบ่งปันความคิดในประเด็นของปัญหาเพื่อหาข้อสรุป (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545) และเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเขียนรอบวง เป็นการจัดกลุ่มอภิปรายในประเด็นที่ได้รับมอบหมายจากครูเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็น ประสบการณ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกัน เพียงแต่การจัดกลุ่มจะอยู่ในลักษณะเป็นรูปวงกลม หรือไม่เป็นลักษณะวงกลมก็ได้ ซึ่งสมาชิกทุกคนสามารถมองเห็นกันได้ จากนั้นทำกิจกรรมกลุ่มโดยให้นักเรียนเขียนลงในแบบฝึกหัดที่ครูมอบให้ โดยนักเรียนต้องทำแบบฝึกหัดคนละ 1 ข้อ เมื่อคนแรกทำเสร็จแล้วให้ส่งต่อไปยังคนที่สองเพื่อทำแบบฝึกหัดในข้อต่อไป และทำแบบนี้เรื่อย ๆ จนครบสมาชิกทุกคน (Nampunch Warasuda, 2015) จากการจัดการเรียนรู้ทั้งสามวงจรปฏิบัติการ

พบว่าการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดเพียงอย่างเดียวยังไม่สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดได้ เนื่องจากนักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ไม่ได้อภิปรายผลกับบุคคลอื่น จึงส่งผลให้ในปัญหาที่มีความซับซ้อนนักเรียนบางคนไม่สามารถเข้าใจปัญหาได้ และนำไปสู่การที่ไม่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหาอีกด้วย จากนั้นเมื่อผู้วิจัยได้เพิ่มเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ พบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น เนื่องจากนักเรียนได้เกิดการอภิปรายร่วมกับเพื่อนทั้งแบบคู่ และแบบกลุ่มทำให้สามารถเข้าใจปัญหาที่ครูมอบให้มากขึ้น อีกทั้งมีความมั่นใจในการเลือกใช้เหตุผลในการให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหา และยังสามารถเลือกสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ประกอบการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องด้วย

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ของทั้งหมด โดยนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเป็นร้อยละ 59.38 ซึ่งจะเห็นว่าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อาจเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ยังไม่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มากพอ โดยในขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา ผู้วิจัยได้ใช้คำถามที่ไม่ได้เรียงลำดับความยากง่ายของปัญหา แต่เน้นความหลากหลายของแนวการคิด ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถ วิเคราะห์โจทย์ปัญหา และทำความเข้าใจปัญหาได้ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจปัญหาที่ครูมอบให้ ซึ่งเกิดจากปัญหาที่ครูมอบให้มีความซับซ้อน และยากเกินกว่าที่ผู้เรียนจะเข้าใจด้วยตนเองในช่วงเริ่มแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ให้อิสระในการคิดกับผู้เรียนอย่างเต็มที่ โดยผู้วิจัยเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในด้านการเรียน ซึ่งพบว่า นักเรียนยังมีความสับสนในการเลือกบทนิยาม ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์มาใช้ประกอบการแก้ปัญหา และยังมีนักเรียนบางคนไม่เห็นถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนรายงานถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลเพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนไม่มีความมั่นใจในการรายงานคำตอบของตนเอง เนื่องจากไม่มั่นใจในวิธีการ และการให้เหตุผลของตนเอง และขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งชั้นช่วยกันอภิปรายถึงคำตอบ และวิธีการที่แตกต่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถามพบว่า การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนมีประโยชน์มากเนื่องจากได้เห็นวิธีการคิดที่หลากหลาย แต่ใช้เวลาค่อนข้างนาน อีกทั้งผลการวิเคราะห์จากแบบฝึกหัดประกอบด้วยปัญหาที่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งแบบนิรนัยและแบบอุปนัยได้ พบว่านักเรียนยังไม่สามารถมองภาพรวมของตัวอย่างเพื่อสรุปเป็นหลักการ สมบัติ หรือสูตรทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาได้ดี ในทางกลับกันนักเรียนสามารถเลือกสมบัติ ทฤษฎีบท หรือบทนิยามทางคณิตศาสตร์มาใช้อ้างอิงในการให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาได้ดี แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยมากกว่าแบบอุปนัย ซึ่งหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดพบว่าการจัดการเรียนรู้ไม่ได้ส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่าที่ควร ทั้งนี้เหตุผลเกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสอนที่แนะให้รู้คิดเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างหลากหลายด้วยตนเองและเป็นกลุ่ม ซึ่งผู้เรียนต้องนำเสนอ

แนวคิดและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับ เพื่อนและผู้สอนอย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาความเข้าใจความคิดและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยเหตุนี้การเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดขึ้นจากการเผชิญปัญหาทางคณิตศาสตร์ในลักษณะต่าง ๆ และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมด้วยการซักถามและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (T. P. et al. Carpenter, 1989) ซึ่งจะเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยยังขาดการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมด้วยการซักถาม จึงส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความไม่มั่นใจในวิธีการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาของตนเอง

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้เพิ่มเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเข้ามาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นั่นคือ การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด และใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด โดยให้นักเรียนจับคู่กันทำงาน การจับคู่เป็นแบบนักเรียนที่เก่งจับคู่กับนักเรียนที่อ่อน เพื่อให้นักเรียนได้มีการคิดด้วยตนเองก่อนจากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายกับเพื่อนที่เป็นคู่ของตนเอง เพื่อให้เกิดการระดมความคิดในการแก้ปัญหา และพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545) ซึ่งมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 76.92 ของทั้งหมด โดยนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเป็นร้อยละ 68.75 ซึ่งยังมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้อยู่ โดยปัญหาที่พบทั้งจากการสัมภาษณ์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนที่มีคะแนนยังไม่ผ่านเกณฑ์จะมีปัญหาในขั้นนำเสนอปัญหา และขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา ผู้วิจัยได้ปรับแก้จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยการใช้ปัญหาที่เรียงลำดับความยาก – ง่าย และยกตัวอย่างที่ครอบคลุมและเน้นตัวอย่างที่ส่งเสริมการให้เหตุผลแบบอุปนัยมากยิ่งขึ้น จากนั้นให้ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาก่อนที่จะเข้าทำกิจกรรมกับคู่ของตน พบว่า นักเรียนสามารถ วิเคราะห์โจทย์ปัญหา และทำความเข้าใจปัญหาได้ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจปัญหาที่ครูมอบให้ เนื่องจากเนื้อหาที่เรียนมีความยาก และซับซ้อนมากขึ้นส่งผลให้ปัญหาจึงยากและซับซ้อนมากขึ้นตามไปด้วย ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดกับคู่ของตนเกี่ยวกับปัญหาที่ได้รับ พบว่า นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ แต่ไม่ให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหา เนื่องจากนักเรียนคิดว่าในขั้นตอนนั้น ๆ มีความชัดเจนแล้วจึงไม่จำเป็นต้องให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคู่รายงานถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาเพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนมีความประหม่าในการนำเสนอหน้าชั้นเรียนจึงส่งผลให้อธิบายผิดบ้าง และขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคู่ในชั้นเรียนช่วยกันอภิปรายถึงคำตอบ และวิธีการที่แตกต่าง พบว่า มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สนใจเมื่อเกิดการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน จากการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลพบว่า จากการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด โดยนักเรียนได้มีการคิดด้วยตนเองจากนั้นมีการร่วมกันอภิปรายกับคู่ของตนส่งผลให้ในขั้นนำเสนอปัญหานักเรียนสามารถมองภาพรวมของปัญหาที่ครูมอบให้ได้ดีขึ้น และในขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหาพบว่านักเรียนสามารถเลือกสมบัติ ทฤษฎีบท หรือบทนิยามทางคณิตศาสตร์มาใช้อ้างอิงในการให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งแบบนิรนัยและแบบอุปนัยเพิ่มขึ้นจากเดิม แต่ยังคงมีความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยมากกว่า

แบบอุปนัย เนื่องจากเนื้อหาในส่วนของเวกเตอร์ในระนาบสองมิตินั้นค่อนข้างมีความซับซ้อนจึงส่งผลให้ค่อนข้างยากในการมองภาพรวมของตัวอย่างแล้วสร้างเป็นหลักการเพื่อใช้ประกอบการให้เหตุผลนั้น อีกทั้งในขั้นขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา และขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ยังพบว่านักเรียนมีความมั่นใจในการแสดงเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นด้วยเนื่องจากได้ผ่านการอภิปรายร่วมกับคู่ของตนแล้ว ถึงแม้ว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะเพิ่มขึ้น แต่พบว่ายังไม่ผ่านเกณฑ์ความมุ่งหมายของการวิจัยที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเกิดจากเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดนั้น เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้กับผู้เรียน ซึ่งอาจเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้ และให้นักเรียนแต่ละคนคิดคำตอบของตนเองก่อน แล้วจับคู่กับเพื่อนอภิปรายหาคำตอบ เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องจึงนำคำตอบไปอภิปรายให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง (สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2554) และการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดยังเน้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการอธิบายขั้นตอนวิธีการที่ผู้เรียนนำมาใช้ และนำเสนอวิธีการ แก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์และตรวจสอบความถูกต้อง (Hiebert, J., T. Carpenter, E. Fennema, K. Fusin, D. Wearne, H. Murray, A. Olivier, 1997) แต่พบว่านักเรียนบางส่วนยังขาดการให้ความร่วมมือทางด้านการคิด และความร่วมมือในชั้นเรียน กล่าวคือนักเรียนบางส่วนไม่ได้คิดหาวิธีการแก้ปัญหาและเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลก่อนการอภิปรายร่วมกับเพื่อน อีกทั้งยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สนใจเมื่อเกิดการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้ปรับเปลี่ยนเทคนิคการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด และใช้เทคนิคการเขียนรอบวงแทนเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เนื่องจากพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 คือ ผู้เรียนบางคนไม่ช่วยเพื่อนคิดในการแก้ปัญหา หรือทำกิจกรรมร่วมกัน เนื่องจากผู้เรียนที่อ่อนกว่ามีความเกรงใจผู้เรียนที่เก่ง และไม่กล้ารบกวนเวลาคิด ทำให้ผิดจากหลักการของเพื่อนคู่คิดที่ว่าผู้เรียนต้องคิดด้วยตนเองก่อนจากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายกับคู่ของตน ผู้วิจัยจึงปรับเปลี่ยนเทคนิคการจัดการเรียนรู้เป็นแบบเทคนิคการเขียนรอบวง ซึ่งข้อดีของเทคนิคการเขียนรอบวง คือ ผู้เรียนแต่ละคนจะมีความกระตือรือร้นมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนจะต้องแสดงวิธีการคิด วิธีการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาด้วยตนเองจากนั้นส่งต่อให้เพื่อนในกลุ่มทำข้อต่อไปจนครบตามจำนวนข้อจากแบบฝึกที่ครูมอบหมายให้ (Nampunch Warasuda, 2015) ซึ่งนักเรียนทุกคนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่ตั้งไว้ และคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเป็นร้อยละ 74.28 โดยขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา ผู้วิจัยได้มีการแสดงตัวอย่างที่เน้นเกี่ยวกับการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัยมากยิ่งขึ้น โดยให้นักเรียนได้ฝึกมองภาพรวมของตัวอย่าง และสร้างหลักการ สมบัติ หรือสูตรทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ดีขึ้น แต่ยังพบนักเรียนส่วนน้อยที่ยังใช้เวลาค่อนข้างนานในการทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดกับกลุ่มของตนเกี่ยวกับปัญหาที่ได้รับ จากนั้นดำเนินการตามขั้นตอนของเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบรอบวงพบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากหลักการของการเขียนรอบวงที่ว่านักเรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองจากนั้นส่งต่อให้เพื่อนในกลุ่มทำให้นักเรียนมีความกดดันมากยิ่งขึ้น เพราะเกรงว่าตนเองจะทำข้อนั้น ๆ ไม่ได้และส่งผลให้เป็นการเสียเวลากับสมาชิกอื่นในกลุ่มในการทำแบบฝึกหัด และยังพบว่า

นักเรียนมีความมั่นใจในการให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนมากขึ้น อีกทั้งผู้สอนได้สร้างกติกาเกี่ยวกับการทำแบบฝึกหัด คือจะมีการเรียงลำดับคะแนนรวมของแต่ละกลุ่มเพื่อหากลุ่มที่ได้ลำดับที่ 1 และมีการมอบของรางวัลให้ ซึ่งเป็นการเสริมแรงทางบวกให้ผู้เรียนได้มีความกระตือรือร้นในการทำแบบฝึกหัดมากยิ่งขึ้น และสามารถลดปัญหาการไม่ให้ความร่วมมือกับสมาชิกในกลุ่มอีกด้วย ขั้นที่ 3 ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาเพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียน พบว่ายังพบปัญหาคล้ายเดิมคือ มีความประหม่าในการออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน แต่น้อยลงเนื่องจากนักเรียนมีความมั่นใจในการคิดของตนมากขึ้น เพราะนักเรียนได้ผ่านการอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนภายในกลุ่มแล้ว ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มในชั้นเรียนช่วยกันอภิปรายถึงคำตอบ และวิธีการที่แตกต่าง พบว่า มีความวุ่นวายเกิดขึ้น เนื่องจากมีการจัดกิจกรรมกลุ่มทำให้เมื่อเกิดการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนย่อมมีการปรึกษากันของหลายกลุ่มและมีเสียงรบกวนกลุ่มใกล้เคียง นอกจากนี้เมื่อท้ายวงจรปฏิบัติของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเขียนรอบวงส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างหลักการสมบัติ หรือสูตรทางคณิตศาสตร์จากตัวอย่างที่ครูมอบให้เพื่อใช้ในการให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น กล่าวคือนักเรียนสามารถสร้างหลักการต่าง ๆ ได้มากขึ้น และมีความถูกต้องเมื่อเทียบกับหลักการที่ผู้สอนต้องการสื่อ ทั้งนี้เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบเขียนรอบวงทำให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกับสมาชิกภายในกลุ่มทำให้เกิดการอภิปรายร่วมกันในประเด็นที่ได้รับมอบหมาย เพื่อแลกเปลี่ยน ความรู้ ความคิดเห็น และประสบการณ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกันเพียงแต่การจัดกลุ่มจะอยู่ในลักษณะที่สมาชิกทุกคนสามารถมองเห็นกันได้ (ศิระ สัตยไพศาล, 2556) และยังส่งเสริมความมั่นใจมากยิ่งขึ้นด้วย อีกทั้งมีความถูกต้องในการเลือกสมบัติ ทฤษฎีบท หรือบทนิยามทางคณิตศาสตร์มาใช้อ้างอิงในการให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากได้ผ่านการอภิปรายกับเพื่อนภายในกลุ่มแล้ว ซึ่งผู้วิจัยได้ให้อิสระในการคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างเต็มที่ โดยผู้วิจัยเป็นเพียงผู้ที่คอยอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนเท่านั้น (Hiebert, J., T. Carpenter, E. Fennema, K. Fusin, D. Wearne, H. Murray, A. Olivier, 1997) และจากผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและแบบอุปนัยดีขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 ในขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหานักเรียนยังมีความรู้สึกกดดันในการแก้ปัญหาและให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาจากการทำกิจกรรมแบบเขียนรอบวง เนื่องจากกลัวว่าคะแนนของกลุ่มตนเองจะไม่ดี อีกทั้งมีความวุ่นวายในขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ แต่พบว่านักเรียนมีความหลากหลายในการแก้ปัญหาและให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนาให้นักเรียนสืบค้นหาความรู้เกิดการเรียนรู้ รวมทั้งหาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีหน้าที่เพียงคอยแนะนำ และจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมแก่การเรียนรู้ โดยในขั้นตอนของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภัทรอร อริยธนพงศ์ (2559) ได้ทำการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด

(Cognitively Guided Instruction: CGI) โดยผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของธัญญา แนวดง (2561) ได้ทำการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยได้ทำการศึกษาเป็นจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด วงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเขียนรอบวงแทนเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด ซึ่งพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยมีคะแนนเฉลี่ยในวงจรปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3 คือ 61.2, 70.8 และ 75.8 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติการได้ผลดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเริ่มจาก ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ผู้วิจัยนำเสนอปัญหาจากให้สอดคล้องกับวัตุประสงค์ซึ่งจะเน้นเกี่ยวกับความหลากหลายของวิธีการคิด และให้เหตุผลประกอบ พบว่า นักเรียนมีปัญหาในการทำความเข้าใจปัญหาเนื่องจากปัญหามีความซับซ้อนและเป็นเนื้อใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยพบ และเป็นความรู้ใหม่ที่ไม่ได้เชื่อมโยงจากความรู้เดิมจึงยังไม่คุ้นชินกับเนื้อหา จึงส่งผลให้ในขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และแสดงเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาได้ยังไม่ดีเท่าที่ควร มีการแก้ปัญหาผิดบ้าง และเลือกเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาที่ผิดในบางขั้นตอน เนื่องจากนักเรียนยังเข้าใจปัญหาได้ไม่ดีพอ ซึ่งเกิดจากปัญหามีความซับซ้อน ขั้นที่ 3 ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนรายงานถึงวิธีการที่พวกเขาใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาเพื่อนำเสนอต่อนักเรียนในชั้นเรียน พบว่าผู้เรียนขาดความมั่นใจในการนำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอน/วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นผลมาจากขั้นที่ 1 และ 2 นั่นคือนักเรียนยังเข้าใจปัญหาได้ไม่ดีพอจึงส่งผลให้นักเรียนไม่มั่นใจในการรายงานวิธีการแก้ปัญหาและเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาของตน และในขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ พบว่าวิธีการต่าง ๆ ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาค่อนข้างมีความคล้ายคลึงกันส่วนมาก จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีปัญหาในด้านการเข้าใจปัญหาที่ครูมอบให้ จึงส่งผลให้นักเรียนมีการแก้ปัญหาผิดในบางส่วน อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนยังใช้เวลาค่อนข้างมาก ทั้งนี้อาจเกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง อาศัยความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนเป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะไม่มีรูปแบบหรือกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นขั้นตอนชัดเจน แต่เป็นความรู้ความเข้าใจที่ผู้สอนต้องวินิจฉัยเกี่ยวกับผู้เรียนทางคณิตศาสตร์ของ

ผู้เรียนว่า ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหา หรือมีความสนใจในขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างไร ผู้เรียนในห้องเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด จะใช้เวลาส่วนใหญ่ในการใช้วิธีการและรูปแบบที่หลากหลายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความแตกต่างกันได้ตามศักยภาพของตน (Franke, M., & Weishaupt, 1998) และจากการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลพบว่า มีนักเรียนอยู่ในระดับการประเมินดังนี้ นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดีเยี่ยม จำนวน 6 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดี จำนวน 3 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับน่าพอใจ จำนวน 8 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 6 คน และนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 3 คน

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด และใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด เพื่อให้นักเรียนได้มีการคิดด้วยตนเองก่อนจากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายกับเพื่อนที่เป็นคู่ของตนเอง เพื่อให้เกิดการระดมความคิดในการแก้ปัญหา และพัฒนาทั้งความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยในขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา ผู้วิจัยได้ใช้ปัญหาที่มีการเรียงลำดับความยาก - ง่าย พบว่า นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้ดีขึ้น แต่พบส่วนน้อยที่ยังไม่เข้าใจปัญหา เนื่องจากปัญหาที่อยู่ในระดับที่ยากนักเรียนที่อยู่ในระดับอ่อนจะไม่สามารถทำความเข้าใจด้วยตนเองได้ แต่นักเรียนเก่งสามารถทำความเข้าใจปัญหาที่ยากได้ ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนเข้าร่วมทำกิจกรรมกับคู่ของตน พบว่านักเรียนที่อ่อนไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นในการแก้ปัญหาได้อย่างไร แต่เมื่อได้ร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนที่เก่งจึงสามารถเริ่มแก้ปัญหาได้ และอาจเป็นเพราะตัวอย่างที่ผู้วิจัยให้น้อยเกินไป ส่งผลให้ไม่ครอบคลุม ในขั้นที่ 3 ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนมีความมั่นใจในการนำเสนอมากขึ้นเนื่องจากผ่านการอภิปรายกับเพื่อนที่เป็นคู่ของตน และในขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ พบว่า วิธีการต่าง ๆ ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหามีความหลากหลายมากขึ้น และส่งผลให้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความหลากหลายตามไปด้วย เนื่องจากมีการแชร์วิธีการต่าง ๆ กับเพื่อนที่เป็นคู่ของตน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีพัฒนาการในการแก้ปัญหาและให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น กล่าวคือนักเรียนสามารถสร้างหลักการต่าง ๆ ได้มากขึ้นและมีความถูกต้องเมื่อเทียบกับหลักการที่ผู้สอนต้องการสื่อ และนักเรียนมีความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นของตน ทั้งนี้เกิดจากนักเรียนได้มีการคิดและอภิปรายร่วมกับเพื่อนที่เป็นคู่ของตนเกี่ยวกับปัญหาที่ได้รับ ได้ฝึกทักษะการคิด และทักษะการสื่อสารให้คู่ของตนเข้าใจส่งผลให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น (สมบัติ การจนารักษ์พงศ์, 2547) อีกทั้งนักเรียนยังได้คิดแก้ปัญหาและให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาตามศักยภาพของตนเอง (Franke, M., & Weishaupt, 1998) อีกด้วย และจากการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลพบว่า มีนักเรียนอยู่ในระดับการประเมินดังนี้ นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดีเยี่ยม จำนวน 11 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดี จำนวน 5 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับน่าพอใจ จำนวน 6 คน และนักเรียนที่อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ จำนวน 4 คน

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด และใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเขียนรอบวงแทนเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด โดยนักเรียนทำกิจกรรมแบบกลุ่มแบบคละความสามารถ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นด้วย โดยในขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนทำ

ความเข้าใจปัญหาเป็นกลุ่ม ซึ่งได้จากการจัดกลุ่มแบบคละความสามารถ พบว่านักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้รวดเร็วเนื่องจากได้ร่วมกันระดมความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาพร้อมให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม จากนั้นทำกิจกรรมโดยใช้หลักการของเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเขียนรอบวง พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน และในการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น เนื่องจากผู้วิจัยได้สร้างกติกาการแข่งขันกับกลุ่มอื่นไว้ ว่ากลุ่มใดทำคะแนนเป็นอันดับ 1 จะได้รางวัล จึงเกิดความกดดันมากยิ่งขึ้น ขั้นที่ 3 ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนมีความมั่นใจในการนำเสนอมากขึ้นเนื่องจากผ่านการอภิปรายกับเพื่อนภายในกลุ่มของตนแล้ว และในขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ พบว่าวิธีการต่าง ๆ ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหามีความหลากหลายมากขึ้น และส่งผลให้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความหลากหลายตามไปด้วย อีกทั้งใน 1 กลุ่มยังมีการแสดงวิธีการที่มากกว่า 1 วิธีการเพื่อนแก้ปัญหาอีกด้วย จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น กล่าวคือ สามารถทำความเข้าใจปัญหาได้รวดเร็ว แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาครบทุกขั้นตอนการแก้ปัญหาและถูกต้องอีกด้วย ทั้งนี้เกิดจากการที่นักเรียนได้ผ่านการอภิปรายแบบกลุ่ม และใช้คำถามที่มีคำตอบที่ถูกต้องหลากหลาย สัมพันธ์กับเนื้อหารายวิชา ผู้เรียนทุกคนสามารถคิดคำตอบได้โดยง่าย เมื่อเวลาสิ้นสุดผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียนอภิปราย หรือหาหนทางในการแก้ไขจากคำตอบที่ร่วมกันรวบรวม หรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับคำตอบของเพื่อนอีกกลุ่มหรือทั้งชั้นเรียนก็ย่อมได้ (Russell, 2011) อีกทั้งได้มีการนำเสนอแนวคิดและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเพื่อนและผู้สอนอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาความเข้าใจ ความคิดและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยเหตุนี้การเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดขึ้นจากการเผชิญปัญหาทางคณิตศาสตร์ในลักษณะต่าง ๆ และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมด้วยการซักถามและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (T. P. et al. Carpenter, 1989) และจากการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลพบว่า มีนักเรียนอยู่ในระดับการประเมินดังนี้ดีเยี่ยม จำนวน 12 คน นักเรียนที่อยู่ในระดับการประเมินดี จำนวน 11 คน และนักเรียนที่อยู่ในระดับน่าพอใจ จำนวน 3 คน ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดจะเป็นไปตามขั้นตอนอย่างละเอียด จะต้องใช้เวลาในการดำเนินแต่ละขั้นให้เหมาะสมทำให้นักเรียนมีเวลาในการคิด และทำความเข้าใจมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นการให้เหตุผลเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ศาสตร์อื่น ๆ การแสดงเหตุผลมีค่ามากกว่าคำตอบที่ได้จากการแสดงคำตอบ เพราะการให้เหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้จักคิด คิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับการที่นักเรียนได้คำตอบถูกต้องแต่ใช้เหตุผลผิดเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากเมื่อนักเรียนไม่ทราบว่าที่ผิดนั้น ผิดเพราะเหตุใด ดังนั้น สิ่งที่ดีกว่าการได้คำตอบถูกแต่เหตุผลผิด คือ การได้คำตอบที่ผิด แต่ความสามารถค้นพบทางอย่างเป็นเหตุผล อะไรผิดและผิดเพราะอะไร (อัมพร ม้าคนอง, 2553) และการแก้โจทย์ปัญหาเป็นจุดประสงค์หลักของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาเป็นทักษะกระบวนการที่เป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (National Council of Teacher of Mathematics (NCTM), 1980) ซึ่งหนึ่งในนั้นเป็นการหาคำตอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้นการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จึงต้องอาศัยทักษะ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอำภารัตน์ ผลาวรรณ์ (2556) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ความตระหนักในการรู้คิดและความมีวินัยในตนเองของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องความน่าจะเป็น และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องความน่าจะเป็นกับเกณฑ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และความมีวินัยในตนเองของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด (CGI) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนิดา ทาระเนตร์ (2560) ได้ทำการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น โดยการจัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการกลุ่ม เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดเป็นส่วนหนึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการกลุ่มร้อยละ 100 ของนักเรียนทั้งหมดผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนสอบ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผู้สอนควรเข้าใจหลักการสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้โดยที่จุดเริ่มต้นเกิดจากปัญหาที่ผู้สอนมอบให้ผู้เรียน

1.2 โจทย์ปัญหาที่นำมาให้ผู้เรียนควรมีความครอบคลุม และเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน ควรมีการไล่ระดับความยากง่าย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้

1.3 ผู้สอนควรคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของห้องเรียนเพื่อให้เหมาะแก่การเรียนรู้ เช่น มีการ แทรกความรู้อื่น ๆ เพื่อไม่ให้เนื้อหาน่าเบื่อจนเกินไป

1.4 ในการที่ให้นักเรียนแสดงเหตุผล ครูผู้สอนควรมีเทคนิคในการถามคำถามเพื่อให้ นักเรียนอธิบายได้สมบูรณ์และถูกต้อง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ พัฒนาความสามารถหรือทักษะในด้านอื่น ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2.2 ควรศึกษาในรูปแบบการวิจัยนี้กับเรื่อง หรือหัวข้ออื่น ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ว่าวิธีการนี้ สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ครอบคลุมในทุกเรื่องหรือไม่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2542). *การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษากรมวิชาการ.

กรมวิชาการ. (2546). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545*. กรุงเทพฯ: องคการรับสงสินค้าและพัสดุภัณฑ (ร.ส.พ.).

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กิดานันท์ มลิทอง. (2548). *ไอซีทีเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

ขอบใจ สาสิทธิ์. (2545). *ผลของการเรียนการสอนโดยเน้นการคิดแบบฮิวริสติกสที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชนิดา ทาระเนตร์. (2560). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยการจัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการกลุ่มสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาจังหวัดน่าน*. วิทยานิพนธ์, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยบูรพา.

ชลกานต์ ชมภู. (2559). *ผลของการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา.

ชำนาญ โพธิคลัง. (2547). *การพัฒนาคุณภาพการศึกษาโดยใช้กิจกรรมเพื่อนคู่คิดในโรงเรียนสุวรรณภูมิพิทยไพศาล จังหวัดร้อยเอ็ด*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

ทิศนา แขมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจดักระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 9)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทองปาน บุญกุศล ทวีศักดิ์จินดานุรักษ์ และคณะ. (2555). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนต่อความสามารถในการถ่ายโยงความรู้และความสามารถในการปฏิบัติงานของนักศึกษาพยาบาล The Effectiveness of Instructional Model to Enhance the Knowledge Transfer and Task ability of Nursing Students*. *13*(2), 28–37.

ธัญญา แนวดง. (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. *20*(1), 29-41.

ธงชัย ช่อพฤกษา. (2548). *การบริการหลักสูตรของสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2551). *การออกแบบการจัดการเรียนแบบใฝ่รู้. เอกสารประกอบการอบรมการทำวิจัยในชั้นเรียน*. นครสวรรค์.

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

ปิยะรัตน์ จาตุรันตบุตร. (2547). *หลักการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรรณพิลาส พลเสน. (2556). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการให้เหตุผลเรื่องความน่าจะเป็นและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TAI ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2544). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้: ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

พีชาณิกา เพชรสังข์. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, *9*(3), 16–30.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (สำนักทดสอบทางการศึกษาจิตวิทยา, Ed.). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

พร้อมพรรณ อุดมสิน และ อัมพร ม้าคนอง. (2547). *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัท บพิธการพิมพ์ จำกัด.

ภัทรอร อริยธนพงศ์. (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. มหาวิทยาลัยบูรพา.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2546). *เอกสารประกอบการอบรมครู*. ขอนแก่น.

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *17*(มิถุนายน-กันยายน), 11–15.

เยาวดี วิบูลย์ศรี และคณะ. (2531). *การประเมินผลกระทบของโครงการวิจัยด้านสังคมศาสตร์ที่ได้รับความช่วยเหลือจาก IDRC. รายงานผลการประเมิน*. กรุงเทพฯ: กรมวิเทศสหการ สำนักนายกรัฐมนตรี.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

เลิศ สิทธิโกศล. (2540). *คณิตศาสตร์พื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สกายบุก.

วัชรพล วิบูลยศริน. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานตามแนวการสื่อสารแบบมีส่วนร่วมโดยใช้เทคนิคการเขียนรอบวงสื่อสังคมเพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการเขียนวิพากษ์เชิงสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: แอล ที เพรส.

วารี ธนะคำ. (2553). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนแบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2551). *นวัตกรรม แนวคิดแบบ Backward Design*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วิไล ทองแผ่น. (2547). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. ลพบุรี: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏเทพสตรี.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2552). การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction: CGI) : รูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์*, *21*(1), 1–12.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: จรัลสนิทวงศ์สนิทวงศ์การพิมพ์.

ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ศรีสุรางค์ ทีนะกุล. (2542). *การคิดและตัดสินใจ*. กรุงเทพฯ: เธิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.

ศิระ สัตยไพศาล. (2556). *ผลของการใช้เทคนิคการอภิปรายกลุ่มย่อยที่มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนในรายวิชา IMG462 สัมมนาการจัดการอุตสาหกรรม สาขาวิชาการจัดการ อุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจ*. ชลบุรี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลและประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). *การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: เอส พี เอน การพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สมเดช บุญประจักรษ์. (2544). แนวคิดในการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์. *วารสารคณิตศาสตร์*, *44*(506–508), 33–38.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ประสานการพิมพ์.

สมบัติ การจนารักษ์พงศ์. (2547). *29 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย: การเรียนแบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ธารอักษร.

สมพงษ์ สิงหะพล. (2542). เทคนิคการสอนของการเรียนแบบร่วมมือ. *วารสารสีมาจารย์*, *13*(7), 41–44.

สมวงษ์ แปลงประสพโชค. (2544). *การให้เหตุผล*. กรุงเทพฯ: Learn and Play MATHGROUP.

สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2547). *แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2554). *พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

สุนีย์ ค่ำควร และคณะ. (2560). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่มีต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุธารัตน์ สมรรถการ. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. มหาวิทยาลัยศรีนครินวิโรฒ.

สุวดี โพธิสิตา. (2552). *การคิดและการตัดสินใจ*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาระบบความคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2550). *19 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

องอาจ นัยพัฒน์. (2548). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สามลดา.

อธิปัตย์ คลี่สุนธร. (2546). ว่าด้วยคณิตศาสตร์ข้อคิดเพื่อพิจารณา. *วารสารวิชาการ*, *6*(4), 7–8.

อัครยา สังขจันทร์. (2543). *การสอนเพื่อพัฒนาการใช้เหตุผล: คู่มือการเรียนการสอนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ คณะกรรมการส่งเสริมการเรียนการสอนเน้นการพัฒนาความคิดวิเคราะห์วิจารณ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำภารัตน์ ผลาวรรณ์. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง ความน่าจะเป็น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิดและความมีวินัยในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. มหาวิทยาลัยศรีนครินวิโรฒ.

Artz, A. F. and Newman, C. M. (1990). Cooperative Learning. *The Mathematics Teacher*, *83*(6), 448–449.

Bloom, B. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Carpenter, T. P. (2000). *R Esearch R Eport National Center for Improving Student Learning Cognitively Guided Instruction :* (003).

Carpenter, T. P. et al. (1989). Using knowledge of children' s mathematics thinking in classroom teaching: An experimental study. *American Educational Research Journal*, *26*(4), 499–531.

Carpenter, T. P., Fennema, E., Franke, M. L., Levi, L., & Empson, S. B. (1999). Children's Mathematics: Cognitively Guided Instruction. *Psychological Review*, *92*, 112. Retrieved from http://www.amazon.com/dp/0325001375

Carroll, J. B. (1963). A Model of School Learning. *Teacher College Record*, *64*(May), 723–733.

Edu., N. S. W. (2016). Think-Pair Share. Retrieved October 24, 2018, from http://www.cap.nsw.edu.au/QI/TOOLS/stuv/ ThinkPairShare.htm.

Franke, M., & Weishaupt, L. (1998). Using children's thinking to teach mathematics. Retrieved January 10, 2019, from http://www.gseis.ucla.edu/research/uesc.html

Hiebert, J., T. Carpenter, E. Fennema, K. Fusin, D. Wearne, H. Murray, A. Olivier, and P. H. (1997). *Making Sense: Teaching and Learning Mathematics with Understanding*. Portsmouth: Heinemann.

I.Dorn, R., Kanikeberg, K., & Burke, A. (2012). *21 st Century Skills*.

Kagan, S. (1990). *Cooperative learning resources for teachers*. San Juan Capistrano: Resources for Teachers.

Kagan, S. (1994). *Cooperative learning*. New York: Resources for Teachers.

Kemmis, S & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planer* (3rd ed.). Victoria: Deakin University.

Krulik, S. & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem Solving*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.

Levin, R. (2008). NInside Jennifer's 1st Grade Classroom: Think - Pair - Share. Retrieved December 25, 2018, from http://clte.asu.ddu/active/usingtps.pdf.

Levin, T. (1979). Instruction Which Enable Students to Develop Higher Mental Process. *Evaluation in Evaluation*, *1*(3), 174–220.

Lipman, J., and Coman, F. (1980). Affective pathways and representation in Mathematical problem sloving. Retrieved November 20, 2018, from http://www.rsourcedbs.com/getdb_detail.asp

Lyman, F. (1987). Think - Pair - share: An Expanding Teaching Technique. *MAA-CIE Cooperative News*, *1*, 1–2.

Maddox, H. (1965). *How to Study*. London: The English Language Book Society.

Mansi, K. E. (2004). Reasoning and Geometric Proof in Mathematics Education: A Review of the Literature. *Masters Abstracts International*, *42*(4), 1111.

Millis, Barbara J; & Cottell, P. G. (1998). *Cooperative Learning for Higher Education Faculty*. U.S.A.: Phoenix; Oryx Press.

Moradpour, S. (2016). Investigating the Relationship between Emotional and Social Intelligence with Mathematical Performance. *International Journal of Mental Health and Addiction*, *15*(5), 1044–1046.

National Council of Teacher of Mathematics (NCTM). (1980). *An agenda for action recommendation for school mathematics: Dale seymour*.

O'Daffer, p. G. I. (1993). *B.A. Critical Thinking, Mathematical Reasoning and Proof. In Research Ideas for the Classroom, High school Mathematics*. New York: Macmillan Publishing Company.

Prescott, D. A. (1961). *Report of Conference on Child Study, Education Bulletin*.

Russell, M. C. (2011). *Differentiated instruction: Meeting the need of each student*. Chicago: Chicago Public School.

Slavin, R. E. (1995). *Cooperative Learning: Theory Research and Practice*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

Stiff, Lee, V. (1999). *Developing Mathematical Reasoningin Grede K1.* Virginia: NationalCouncil of Teacher of Mathematical.

Thousand, S. J., Villa, R.A. and Nevin, A. I. (2002). *Creative and Collaborative Learning* (2nd ed.). Baltimore: Paul Brooke.

Villasenor, A., & Kapner, S. H. (1993). Arithmetic from a problem-solving perspective: An urban implementation. *Journal for Research in Mathematics Education*, *24*(1), 62–69.

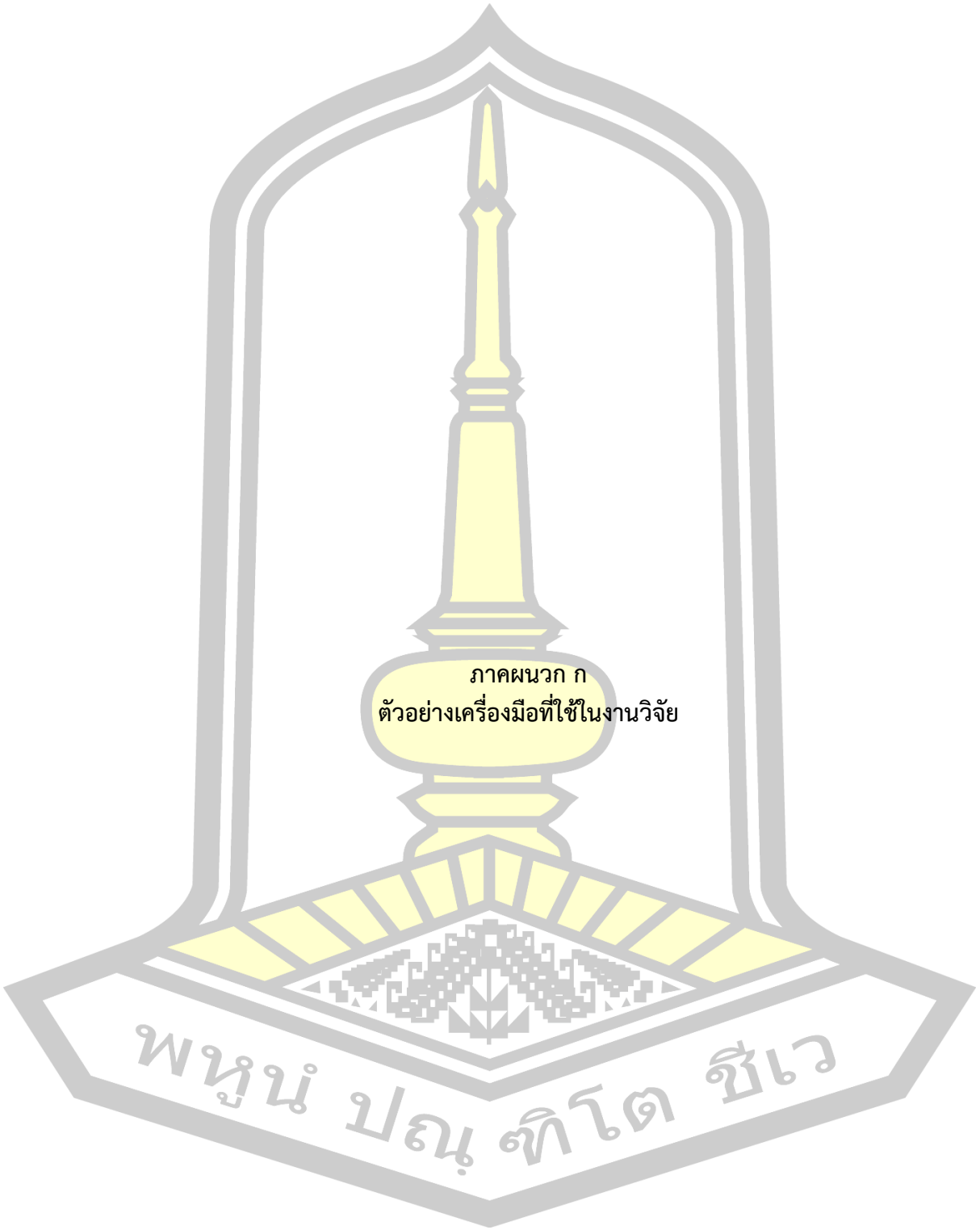
Warasuda, N. (2015). Round table technique. Retrieved January 2, 2019, from https://prezi.com/w6vyih-wq9kj/round-table/.

Wehmeier, S. (2000). *Oxford Advanced Learner's Dictionary*. New York: Oxford University.

Wilson, K. (1993). *Thinking about the Ethics of Fieldwork* (F. in C. Developing, Ed.). Colo: Lynne Rienner.

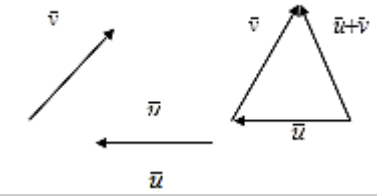
Wilson, P. S. (1993). Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics. Retrieved April 1, 2018, from http://www.project2061.org/publications/rsl/online/%0A RESEARCH/BOOKS/BK03.HTM%0A

ภาคผนวก

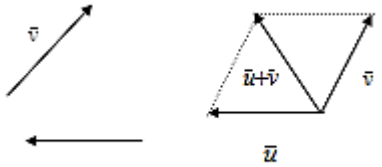


ภาคผนวก ก
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

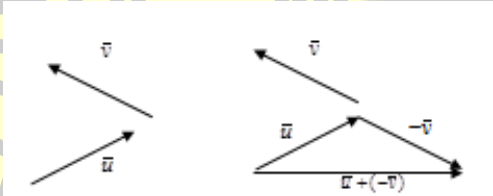
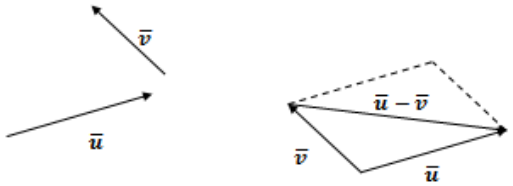
ตาราง 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วงรอบที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1	การบวกเวกเตอร์	**การบวกเวกเตอร์** บทนิยาม ให้ $\bar{\mathbf{u}}$ และ $\bar{\mathbf{v}}$ เป็นเวกเตอร์ใด ๆ เลื่อน $\bar{\mathbf{v}}$ ให้จุดเริ่มต้นของ $\bar{\mathbf{v}}$ อยู่ที่จุดสิ้นสุดของ $\bar{\mathbf{u}}$ ผลบวกของ $\bar{\mathbf{u}}$ และ $\bar{\mathbf{v}}$ เขียนแทนด้วย “$\bar{\mathbf{u}}+\bar{\mathbf{v}}$” คือ เวกเตอร์ที่มีจุดเริ่มต้นที่จุดเริ่มต้นของ $\bar{\mathbf{u}}$ และจุดสิ้นสุดอยู่ที่จุดสิ้นสุดของ $\bar{\mathbf{v}}$ การบวกเวกเตอร์มี 2 วิธี ดังนี้ **1.** บวกเวกเตอร์โดยให้จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์หนึ่งอยู่ที่จุดสิ้นสุดของอีกเวกเตอร์หนึ่ง (หางต่อหัว)  **2.** บวกเวกเตอร์โดยให้จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ทั้งสองอยู่ที่จุดเดียวกัน แล้วสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ผลลัพธ์คือเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ลากจากจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ทั้งสอง	บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้	1) นักเรียนสามารถอธิบายความแตกต่างของการบวกเวกเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ 2) นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการหาผลลัพธ์ของการบวกเวกเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ 3) นักเรียนมีความมุ่งมั่น ตั้งใจในการเรียน	1

ตาราง 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1	การบวกเวกเตอร์	 **สมบัติของการบวกเวกเตอร์** **ให้** $\bar{u}$, $\bar{v}$ **และ** $\bar{w}$ เป็นเวกเตอร์ใดๆ ในระนาบแล้ว 1. $\bar{u}+\bar{v}$ เป็นเวกเตอร์ในระนาบ **(สมบัติปิด)** 2. $\bar{u}+\bar{v}=\bar{v}+\bar{u}$ **(สมบัติการสลับที่)** 3. $(\bar{u}+\bar{v})+\bar{w}=\bar{u}+(\bar{v}+\bar{w})$ **(สมบัติการเปลี่ยนหมู่)** 4. $\bar{0}+\bar{u}=\bar{u}+\bar{0}=\bar{u}$ **(เอกลักษณ์การบวก)** 5. $\bar{u}+(-\bar{u})=(-\bar{u})+\bar{u}=\bar{0}$ **(อินเวอร์สการบวก)** 6. **ถ้า** $\bar{u}=\bar{v}$ แล้วจะได้ $\bar{u}+\bar{w}=\bar{v}+\bar{w}$ 7. **ถ้า** $\bar{u}+\bar{w}=\bar{v}+\bar{w}$ แล้วจะได้ $\bar{u}=\bar{v}$			1

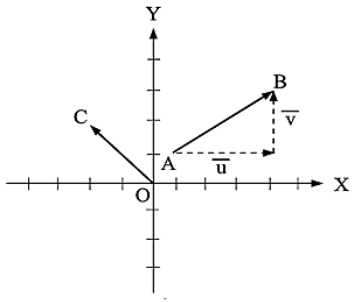
ตาราง 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	2	การลบเวกเตอร์	**การลบเวกเตอร์** **บทนิยาม การลบเวกเตอร์** ให้ $\bar{u}$ และ $\bar{v}$ เป็นเวกเตอร์ใด ๆ **ผลลบ** ของ $\bar{u}$ ด้วย $\bar{v}$ หมายถึง ผลบวกของ $\bar{u}$ และนิเสธของ $\bar{v}$ เขียนแทนด้วย $\bar{u}-\bar{v}$ นั้นคือ $\bar{u}-\bar{v}=\bar{u}+(-\bar{v})$  ใช้กฎของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน  	บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้	1) นักเรียนสามารถอธิบายความแตกต่างของการลบเวกเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ 2) นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการหาผลลัพธ์ของการลบเวกเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ 3) นักเรียนมีความมุ่งมั่น ตั้งใจในการเรียน	

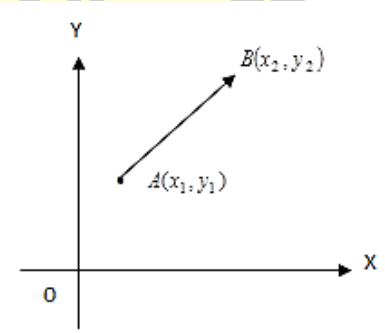
ตาราง 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	3	การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์	<u>บทนิยาม</u> ให้ a เป็นสเกลาร์ และ $\bar{u}$ เป็นเวกเตอร์ ผลคูณของเวกเตอร์ u ด้วยสเกลาร์ a เป็นเวกเตอร์ เขียนแทนด้วย $a\bar{u}$ โดยที่ 1. ถ้า a = 0 แล้ว $a\bar{u} = \bar{0}$ 2. ถ้า a > 0 แล้ว $a\bar{u}$ จะมีขนาดเท่ากับ $\|a\|\bar{u}\|$ และมีทิศทางเดียวกับ $\bar{u}$ 3. ถ้า a < 0 แล้ว $a\bar{u}$ จะมีขนาดเท่ากับ $\|a\|\bar{u}\|$ แต่มีทิศทางตรงข้ามกับ $\bar{u}$ **สมบัติของการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์** กำหนด a, b เป็นสเกลาร์ $\bar{u}, \bar{v}$ เป็นเวกเตอร์ในระนาบ 1. a เป็นเวกเตอร์ในระนาบ 2. (ab) $\bar{u}$ = a(b$\bar{u}$) = b(a$\bar{u}$) 3. a($\bar{u} + \bar{v}$) = a$\bar{u}$ + a$\bar{v}$ 4. (a + b) $\bar{u}$ = a$\bar{u}$ + b$\bar{u}$ 5. 1$\bar{u}$ = $\bar{u}$ 6. (-1) $\bar{u}$ = -$\bar{u}$	บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้	1) นักเรียนสามารถบรรยายลักษณะของเวกเตอร์ที่กำหนดให้ได้ 2) นักเรียนสามารถอ้างอิงสมบัติของการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ประกอบการหาคำตอบที่กำหนดให้ได้ 3) นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	1

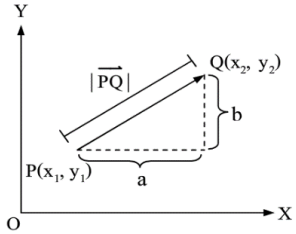
ตาราง 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	4	เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ	**เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ**  จากรูป $\overrightarrow{AB}$ เป็นผลบวกของ $\bar{u}$ และ $\bar{v}$ โดยที่ $\bar{u}$ มีขนาด 3 หน่วย ทิศทางขนานกับแกน X ไปทางขวา และ $\bar{v}$ มีขนาด 2 หน่วย ทิศทางขนานกับแกน Y ไปข้างบน ในกรณีนี้อาจเขียนแทนด้วย $\overrightarrow{AB}$ ด้วย $\begin{bmatrix}3\\2\end{bmatrix}$ หรือ [3, 2] ส่วน $\overrightarrow{OC}$ เป็นเวกเตอร์ที่มีจุดเริ่มต้นที่จุด O (0, 0) ซึ่งเป็นจุดกำเนิด (origin) และ $\overrightarrow{OC}$ เขียนแทนด้วย $\begin{bmatrix}-2\\2\end{bmatrix}$ ถ้ากำหนด $\overrightarrow{AB}$ มีจุดเริ่มต้นที่ $A(x_1, y_2)$ และสิ้นสุดที่	บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้	1) นักเรียนสามารถอธิบายหลักการเขียนรูปแสดงเวกเตอร์ที่กำหนดให้ 2) นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการหาเวกเตอร์จากพิกัดที่กำหนดให้ได้ 3) นักเรียนมีความมุ่งมั่น ตั้งใจในการเรียน	1

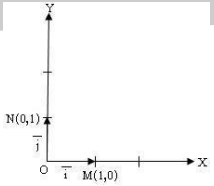
ตาราง 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	4	เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ	$B(x_2, y_2)$ จะเขียนแทน $\overrightarrow{AB}$ ด้วย $\begin{bmatrix} x_2 - x_1 \\ y_2 - y_1 \end{bmatrix}$ ถ้า $x_2 - x_1 = a$ และ $y_2 - y_1 = b$ แล้วจะเขียนแทน $\overrightarrow{AB}$ ด้วย $\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ 	บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้		

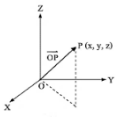
ตาราง 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	5	ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ	ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าขนาดของเวกเตอร์ใด ๆ หมายถึงความยาวของส่วนของเส้นตรงที่ระบุทิศทางที่แทนเวกเตอร์นั้น ถ้า $\overrightarrow{PQ}$ เป็นเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ P มีพิกัดเป็น (x_1, y_1) และ Q มีพิกัดเป็น (x_2, y_2) ดังรูป จะได้ $\overrightarrow{PQ} = \begin{bmatrix} x_2 - x_1 \\ y_2 - y_1 \end{bmatrix}$ และ $\left\|\overrightarrow{PQ}\right\| = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$ ถ้าให้ $(x_2 - x_1) = a$ และ $(y_2 - y_1) = b$ แล้ว จะได้ $\overrightarrow{PQ} = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ และขนาดของเวกเตอร์ $\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ เท่ากับ $\sqrt{a^2 + b^2}$ หน่วย 	บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้	1) นักเรียนสามารถนำความรู้ เกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้ไปใช้ใน การแก้ปัญหาได้ 2) นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการคำนวณหาขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้ 3) นักเรียนมีความมุ่งมั่น ตั้งใจในการเรียน	1

ตาราง 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	6	เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติ	**เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติ** **<u>บทนิยาม</u>** เวกเตอร์ที่มีขนาดหนึ่งหน่วยเรียกว่าเวกเตอร์หนึ่งหน่วย (unit vector) เนื่องจากเวกเตอร์ $\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ ใดๆ จะมีขนาดเท่ากับ $\sqrt{a^2+b^2}$ ดังนั้นเวกเตอร์ที่มีขนาดหนึ่งหน่วยและมีทิศทางเดียวกับ $\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ ใด ๆ ที่ไม่ใช่เวกเตอร์ศูนย์ คือ $\frac{1}{\sqrt{a^2+b^2}}\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในสองมิติที่สำคัญคือ $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ และ $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ เพื่อความสะดวกจึงแทน $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ ด้วย $\bar{i}$ และแทน $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ ด้วย $\bar{j}$ ดังรูป  	บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้	1) นักเรียนสามารถสร้าง เวกเตอร์ที่มีขนาดและทิศทางตามที่กำหนด ในระบบพิกัดฉาก สองมิติได้ 2) นักเรียนสามารถอ้างอิงนิยามเวกเตอร์ที่มีขนาดหนึ่งหน่วยในการคำนวณหาเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสองมิติได้ 3) นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	1

ตาราง 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	7	เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ	**เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ** จากที่กล่าวมาแล้วว่าเวกเตอร์ในสองมิติ กำหนดได้ในรูป $\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ ต่อไปจะขยายแนวคิดของเวกเตอร์ในสองมิติ เป็นเวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้ระบบพิกัดฉากสามมิติ **บทนิยาม** กำหนด x , y , z เป็นจำนวนจริง เรียก $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ ว่าเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ หรือเวกเตอร์ในสามมิติ หรือเรียกสั้น ๆ ว่า เวกเตอร์ ในทางเรขาคณิตแทนเวกเตอร์ $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ ด้วยส่วนของเส้นตรงที่กำหนดทิศทางซึ่งมีจุดเริ่มต้นที่จุดกำเนิด O และมีจุดสิ้นสุดที่ P(x, y, z) 	บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพและในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้	1) นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบ พิกัดฉากสามมิติไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ 2) นักเรียนให้เหตุผลเกี่ยวกับการเขียนเวกเตอร์ที่กำหนดให้ลงในระบบพิกัดฉากได้พร้อมอ้างอิงสมบัติของเวกเตอร์ในการแก้ปัญหาที่กำหนดให้ได้ 3) นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	1

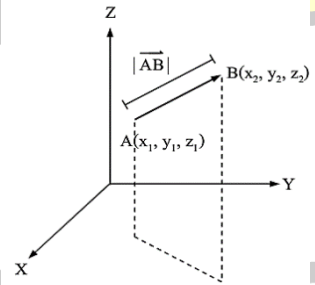
ตาราง 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

<table>
<tr><th>วงรอบที่</th><th>แผนที่</th><th>สาระการเรียนรู้</th><th>สาระสำคัญ</th><th>ผลการเรียนรู้</th><th>จุดประสงค์การเรียนรู้</th><th>เวลา (ชั่วโมง)</th></tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>7</td>
<td>เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ</td>
<td>
<u>บทนิยาม</u> เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติและสามมิติ
<table>
<tr><th>บทนิยาม</th><th>เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ</th><th>เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ</th></tr>
<tr><td>การเท่ากัน</td><td>$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix}$ ก็ต่อเมื่อ $a = c$ และ $b = d$</td><td>$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix}$ ก็ต่อเมื่อ $a = d$, $b = e$ และ $c = f$</td></tr>
<tr><td>การบวกเวกเตอร์</td><td>$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+c \\ b+d \end{bmatrix}$</td><td>$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+d \\ b+e \\ c+f \end{bmatrix}$</td></tr>
</table>
</td>
<td>บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</table>

ตาราง 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ			ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	7	เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ	เวกเตอร์ศูนย์	เวกเตอร์ศูนย์ คือ $\begin{bmatrix}0\\0\end{bmatrix}$	เวกเตอร์ศูนย์ คือ $\begin{bmatrix}0\\0\\0\end{bmatrix}$	บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้		
			นิเสธของเวกเตอร์	นิเสธของ $\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}$ คือ $-\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}$ หรือ $\begin{bmatrix}-a\\-b\end{bmatrix}$	นิเสธของ $\begin{bmatrix}a\\b\\c\end{bmatrix}$ คือ $-\begin{bmatrix}a\\b\\c\end{bmatrix}$ หรือ $\begin{bmatrix}-a\\-b\\-c\end{bmatrix}$			
			การลบเวกเตอร์	$\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}c\\d\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}a-c\\b-d\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix}a\\b\\c\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}d\\e\\f\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}a-d\\b-e\\c-f\end{bmatrix}$			
			การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์	$\alpha\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\alpha a\\\alpha b\end{bmatrix}$ เมื่อ α เป็นจำนวนจริงใด ๆ	$\alpha\begin{bmatrix}a\\b\\c\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\alpha a\\\alpha b\\\alpha c\end{bmatrix}$ เมื่อ α เป็นจำนวนจริงใด ๆ			

ตาราง 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	8	ขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ	ถ้า $\overrightarrow{AB}$ เป็นเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ A มีพิกัดเป็น (x_1, y_1, z_1) และ B มีพิกัดเป็น (x_2, y_2, z_2) ดังรูป จะได้ $\overrightarrow{AB} = \begin{bmatrix} x_2 - x_1 \\ y_2 - y_1 \\ z_2 - z_1 \end{bmatrix}$ และ $\left\|\overrightarrow{AB}\right\| = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$ 	บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพและในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้	1) นักเรียนสามารถนำความรู้ เกี่ยวกับขนาดของเวกเตอร์ใน ระบบพิกัดฉากสามมิติได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ 2) นักเรียนสามารถคำนวณหาขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้โดยอ้างจากนิยามขนาดของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ 3) นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจในการเรียน	1

ตาราง 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบที่	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	9	เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติ	**เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติ** เวกเตอร์ $\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$ มีขนาดเท่ากับ $\sqrt{a^2+b^2+c}$ เวกเตอร์ที่มีขนาดหนึ่งหน่วยและมีทิศทางเดียวกับเวกเตอร์ $\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$ ใด ๆ ที่ไม่ใช่เวกเตอร์ศูนย์คือ $\frac{1}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$ **เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในสามมิติที่สำคัญคือ** $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ และ $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ เพื่อความสะดวกจึงเขียนแทน $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ ด้วย $\bar{i}$, $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ ด้วย $\bar{j}$ และ $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ ด้วย $\bar{k}$	บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้	1) นักเรียนสามารถสร้าง เวกเตอร์ที่มีขนาดและทิศทางตามที่กำหนด ในระบบพิกัดฉาก สามมิติได้ 2) นักเรียนสามารถอ้างอิงนิยามเวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติเพื่อคำนวณหา เวกเตอร์หนึ่งหน่วยในระบบพิกัดฉากสามมิติได้ 3) นักเรียนมีความมุ่งมั่น ตั้งใจในการเรียน	1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

โรงเรียนสารคามพิทยาคม **กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์**

วิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัส ค 32204 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 **เรื่อง การลบเวกเตอร์**

---

1. ผลการเรียนรู้

บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

- นักเรียนสามารถบอกอธิบายความแตกต่างของการลบเวกเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

- นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการหาผลลัพธ์ของการลบเวกเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

- นักเรียนมีความรับผิดชอบ
- นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน

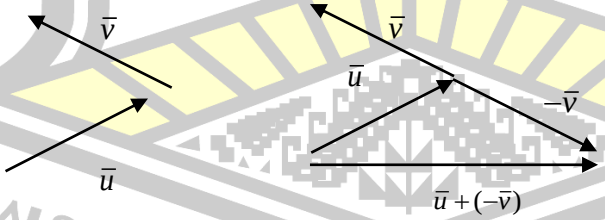
3. สาระสำคัญ

การลบเวกเตอร์

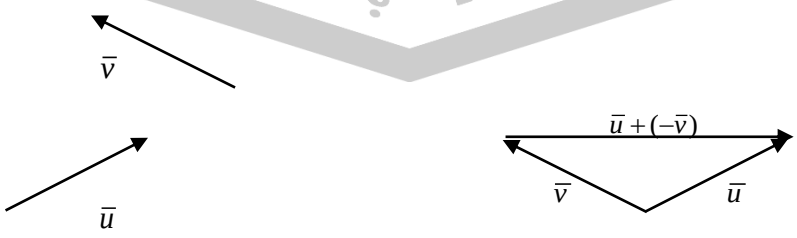
บทนิยาม การลบเวกเตอร์

ให้ $\bar{u}$ และ $\bar{v}$ เป็นเวกเตอร์ใด ๆ **ผลลบ** ของ $\bar{u}$ ด้วย $\bar{v}$ หมายถึง ผลบวกของ $\bar{u}$ และนิเสธของ $\bar{v}$ เขียนแทนด้วย $\bar{u}-\bar{v}$ นั้นคือ $\bar{u}-\bar{v}=\bar{u}+(-\bar{v})$

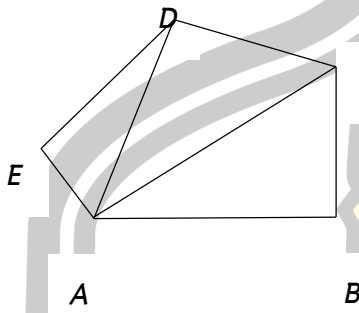
1. นิเสธ โดยการหานิเสธของเวกเตอร์ตัวลบมารวมกับเวกเตอร์ตัวตั้งตามนิยาม



2.ผลลบของเวกเตอร์ 2 ตัว เกิดจากการนำหาของเวกเตอร์ทั้งสองมาต่อกันหลังจากนั้นหาผลลบจากเส้นที่เชื่อมระหว่างหัวของเวกเตอร์โดยหัวของเวกเตอร์ลัพธ์ไปทางเวกเตอร์ตัวตั้ง (หางต่อหาง)



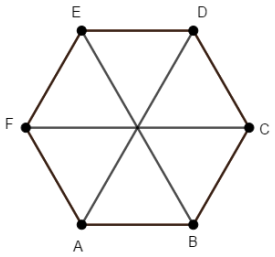
ตัวอย่างการลบเวกเตอร์ จากรูปที่กำหนดให้ จงหาผลลบในแต่ละข้อต่อไปนี้



1. $\overrightarrow{AC} - \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{BC}$
2. $\overrightarrow{AD} - \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{BD}$
3. $\overrightarrow{AE} - \overrightarrow{AC} = \overrightarrow{CE}$

ตัวอย่าง จากรูป กำหนดให้ ABCDEF เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า จงหา

1) $\overrightarrow{OA} - \overrightarrow{OB}$
2) $\overrightarrow{OA} - \overrightarrow{OC}$
3) $(\overrightarrow{AO} - \overrightarrow{AB}) + (\overrightarrow{FO} - \overrightarrow{FE})$
4) $(\overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OD}) + (\overrightarrow{OE} - \overrightarrow{OA})$



4. สาระการเรียนรู้

การลบเวกเตอร์

ถ้า $\vec{u}$ และ $\vec{v}$ เป็นเวกเตอร์ใด ๆ $\vec{u}-\vec{v}$ หมายถึง ผลบวกของ $\vec{u}$ และ นิเสธของ $\vec{v}$ นั่นคือ $\vec{u}-\vec{v}=\vec{u}+\left(-\vec{v}\right)$

5. กิจกรรมการเรียนรู้

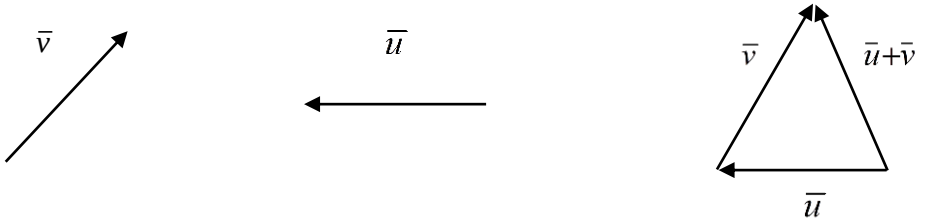
ขั้นนำเสนอปัญหา

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมโดยครูตั้งคำถาม ซึ่งเกี่ยวกับการบวกเวกเตอร์ ดังนี้

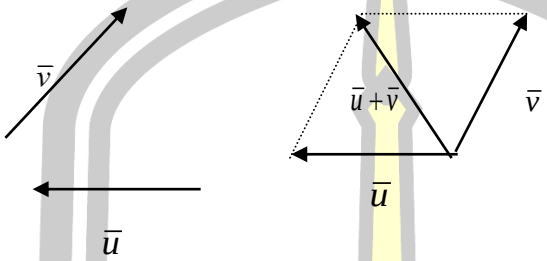
<u>คำถาม</u> : การบวกเวกเตอร์มีกี่แบบ แบบใดบ้าง

<u>แนวคำตอบ</u> : การบวกเวกเตอร์ มี 2 แบบ

แบบที่ 1 บวกโดยให้จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์หนึ่งอยู่ที่จุดสิ้นสุดของอีกเวกเตอร์หนึ่ง (หางต่อหัว)



แบบที่ 2 บวกเวกเตอร์โดยให้จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ทั้งสองอยู่ที่จุดเดียวกัน แล้วสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ผลลัพธ์คือเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ลากจากจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ทั้งสอง (หางต่อหาง)



2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้

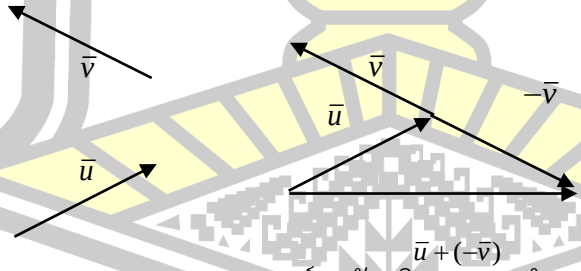
<u>คำถาม</u> : โดยปกติแล้วที่เราเรียนในชั้นประถมศึกษาเราจะเรียน เรื่อง การบวก – การลบ จำนวนต่าง ๆ และจากคาบที่แล้วเราเรียน เรื่อง การบวกเวกเตอร์มาแล้ว นักเรียนคิดว่าการลบเวกเตอร์มีหรือไม่

3. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการลบเวกเตอร์ในลักษณะต่าง ๆ จากแหล่งต่าง ๆ เช่น หนังสือ, อินเทอร์เน็ต และสื่อต่าง ๆ เป็นต้น

บทนิยาม การลบเวกเตอร์

ให้ $\bar{u}$ และ $\bar{v}$ เป็นเวกเตอร์ใด ๆ ผลลบ ของ $\bar{u}$ ด้วย $\bar{v}$ หมายถึง ผลบวกของ $\bar{u}$ และนิเสธของ $\bar{v}$ เขียนแทนด้วย $\bar{u}-\bar{v}$ นั้นคือ $\bar{u}-\bar{v}=\bar{u}+(-\bar{v})$

1. นิเสธ โดยการหานิเสธของเวกเตอร์ตัวลบมารวมกับเวกเตอร์ตัวตั้งตามนิยาม

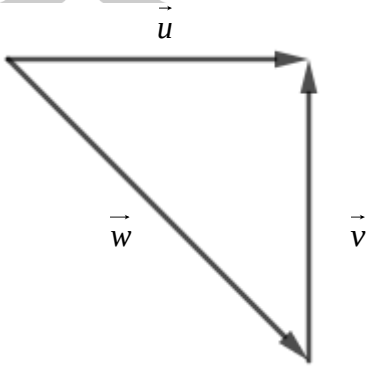


2. ผลลบของเวกเตอร์ 2 ตัว เกิดจากการนำหาของเวกเตอร์ทั้งสองมาต่อกันหลังจากนั้นหาผลลบจาก เส้นที่เชื่อมระหว่างหัวของเวกเตอร์โดยหัวของเวกเตอร์ลัพธ์ไปทางเวกเตอร์ตัวตั้ง (หางต่อหาง)

4. ครูให้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการลบเวกเตอร์ โดยให้นักเรียนทำลงในสมุด ดังนี้

โจทย์ : จากรูป จงเติมผลลัพธ์ที่ทำให้สมการเป็นจริง

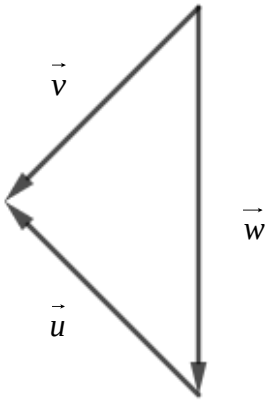
1.



$\vec{w} =$ .....

แนวคำตอบ : $\vec{w} = \vec{u} - \vec{v}$

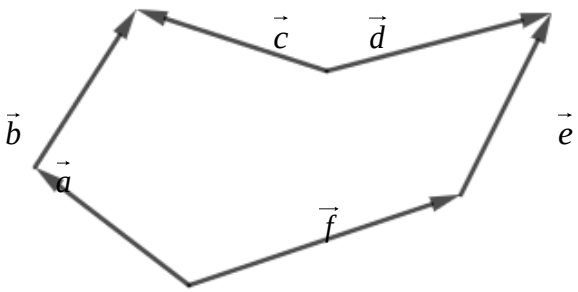
2.



$\vec{w} =$ .....

แนวคำตอบ : $\vec{w} = \vec{v} - \vec{u}$

3.



$\vec{f} =$ .....

แนวคำตอบ : $\vec{f} = \vec{a} + \vec{b} - \vec{c} + \vec{d} - \vec{e}$

ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา

5. นักเรียนวิเคราะห์ และดำเนินการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการลบเวกเตอร์ที่ครูกำหนดให้ข้างต้น โดยใช้ความรู้จากที่ตนเองได้ศึกษามา โดยครูเป็นผู้คอยช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างอิสระ และในระหว่างการแก้ปัญหา ครูต้องอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการ โดยนักเรียนต้องบันทึกวิธีการแก้ปัญหา และเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาลงในสมุดของตนเอง

ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา

6. นักเรียนรายงานวิธีการแก้ปัญหา และเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาของตนเองเป็นรายบุคคลหน้าชั้นเรียน ครูใช้คำถามเพื่อเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิด และเหตุผลของตนเองออกมา

ตัวอย่างคำถาม :

- นิเสธของเวกเตอร์ คืออะไร (นิเสธของเวกเตอร์ $\vec{u}$ คือ เวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับขนาดของ $\vec{u}$ แต่มีทิศทางตรงข้ามกับทิศของ $\vec{u}$ เขียนแทนด้วย $-\vec{u}$)

- การลบเวกเตอร์สามารถทำได้กี่รูปแบบ แบบใดบ้าง (2 รูปแบบ : 1. นิเสธ โดยการหานิเสธของเวกเตอร์ตัวลบมารวมกับเวกเตอร์ตัวตั้งตามนิยาม 2. ผลลบของเวกเตอร์ 2 ตัว เกิดจากการนำหาของเวกเตอร์ทั้งสองมาต่อกันหลังจากนั้นหาผลลบจาก เส้นที่เชื่อมระหว่างหัวของเวกเตอร์โดยหัวของเวกเตอร์ลัพธ์ไปทางเวกเตอร์ตัวตั้ง (หางต่อหาง))

ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้

7. นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการ และเหตุผลที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันของแต่ละคน โดยครูจะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมา

ตัวอย่างคำถาม :

- ทำไมวิธีการแก้ปัญหามีความแตกต่างกัน ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าเหมือนกัน

- เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาถูกต้องหรือไม่ ใช้บทนิยามหรือทฤษฎีบทใด

8. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง การลบเวกเตอร์

9. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ ว่านักเรียนตอบถูกแล้วหรือยัง ถ้าคำตอบยังไม่ตรงกัน ครูจะเฉลยคำตอบที่ถูกอีกครั้ง

7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

7.1 ใบงานที่ 2 การลบเวกเตอร์

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (สสวท.)

8.2 คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551)

8.4 ฐานข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถบอกอธิบายความแตกต่างของการลบเวกเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้	- การตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง การบวกเวกเตอร์	ใบงานที่ 2 เรื่อง การบวกเวกเตอร์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ด้านทักษะกระบวนการ (P) นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการหาผลลัพธ์ของการลบเวกเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้	- การตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง การบวกเวกเตอร์	แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ (A) นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจในการเรียน	- การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ดีขึ้นไป

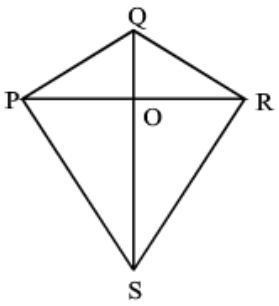
พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค32204 ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	ใบงานที่ 2 การลบเวกเตอร์	จำนวน 1.5 หน่วยการเรียน จำนวนชั่วโมง 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 3 ชั่วโมง/สัปดาห์

ชื่อ.....ห้อง.....เลขที่.....

คำชี้แจง : จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1. $PQRS$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวมีเส้นทแยงมุมตัดกันที่จุด O จงหา (พร้อมให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหา เช่น บทนิยาม หรือทฤษฎีบท)

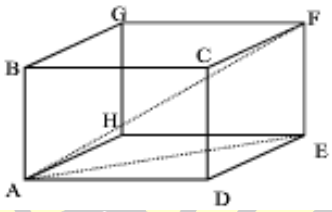


1) $\overrightarrow{PQ} + (\overrightarrow{QS} - \overrightarrow{PS})$ .....
.....

2) $(\overrightarrow{QR} - \overrightarrow{SR}) - \overrightarrow{PS}$.....
.....

3) $(\overrightarrow{PQ} - \overrightarrow{RQ}) + \overrightarrow{RS}$.....
.....

2. กำหนด $ABCDEFGH$ เป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จงหา (พร้อมให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหา เช่น บทนิยาม หรือทฤษฎีบท)



1) $\overrightarrow{AD} - \overrightarrow{HA} - \overrightarrow{HE} - \overrightarrow{BG}$.....
.....
.....
.....
.....

2) $\overrightarrow{DC} - \overrightarrow{GF} - \overrightarrow{AB}$.....
.....
.....
.....

4. ให้นักเรียนอธิบายการลบเวกเตอร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

บันทึกข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสิริพร ภูหัวดอน)

ครูพี่เลี้ยงวิชาเฉพาะ

วันที่.....เดือน.....ปี.....

บันทึกข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสวัสดิ์ จันทมนตรี)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

คณิตศาสตร์

วันที่.....เดือน.....ปี.....

บันทึกข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางวาทินี ทองอาสน์)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหาร

วิชาการ

วันที่.....เดือน.....ปี.....

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บันทึกผลหลังการเรียนรู้

1. ผลการจักการเรียนการสอน

1.1 การประเมินความรู้

.....

.....

.....

.....

1.2 การประเมินด้านทักษะ/กระบวนการ

.....

.....

.....

.....

1.3 การประเมินด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

3.ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต)

ผู้สอน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (K)

รายการประเมิน	**ระดับคะแนน**		
	2	**1**	**0**
นักเรียนสามารถบอกอธิบายความแตกต่างของการบวกเวกเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้	นักเรียนสามารถอธิบายการลบเวกเตอร์ ได้ถูกต้องทั้ง 2 รูปแบบ และสามารถบอกความแตกต่างระหว่างการลบเวกเตอร์ทั้ง 2 รูปแบบ ได้	นักเรียนสามารถอธิบายการลบเวกเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้บางส่วน และสามารถบอกความแตกต่างระหว่างการลบเวกเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับการลบเวกเตอร์ได้

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน : ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สังเกตพฤติกรรมวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ชั้น ..... จำนวน .....

คำชี้แจง ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

ที่	ชื่อ – สกุล	พฤติกรรมที่แสดงออก												หมายเหตุ			(9)
		การแก้ปัญหา				การอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา				เหตุผลความเข้าใจในการให้							
		3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	1	2	3	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(นายชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต)

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การแก้ปัญหา

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
3	มีการใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผล ในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
2	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหา สำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้ วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
1	มีร่องรอยการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0	ไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

เกณฑ์การอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา

คะแนน	การอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา
3	มีการอ้างอิง สามารถนำทฤษฎีบท บทนิยามต่าง ๆ มาอธิบายเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลได้
2	มีการอ้างอิงทฤษฎีบท บทนิยามต่าง ๆ ได้ถูกต้องแต่ยังมีข้อผิดพลาดมากกว่าร้อยละ 20 และมีการเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
1	มีความพยายามเสนอเหตุผล แนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0	ไม่มีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการให้เหตุผล

เกณฑ์ความถูกต้องในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหา

คะแนน	การอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา
3	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ที่	ชื่อ – สกุล	รายการประเมิน								รวม
		ความรับผิดชอบ				ความกระตือรือร้น				
		3	2	1	0	3	2	1	0	

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ .....

ผู้ประเมิน

(นายชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ด้านความรับผิดชอบ

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 (ดีมาก)	ส่งงานก่อนหรือตรงเวลานัดหมาย
2 (ดี)	ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่มีการติดต่อชี้แจงครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้
1 (พอใช้)	ส่งงานช้ากว่ากำหนด
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่ส่งงานเลย

ด้านความกระตือรือร้น

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 (ดีมาก)	ลงมือปฏิบัติงานทันทีที่ได้รับมอบหมาย และปฏิบัติด้วยตนเอง
2 (ดี)	ลงมือปฏิบัติงานค่อนข้างช้า แต่มีเหตุผลที่รับฟังได้
1 (พอใช้)	ลงมือปฏิบัติงานช้ามาก ต้องมีคนคอยกระตุ้นหรือแนะนำ
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่ปฏิบัติงานเลย

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

โรงเรียนสารคามพิทยาคม **กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**
วิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัส ค 32204 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 **เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ**

---

1. ผลการเรียนรู้

บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

- นักเรียนสามารถอธิบายหลักการเขียนรูปแสดงเวกเตอร์ที่กำหนดให้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

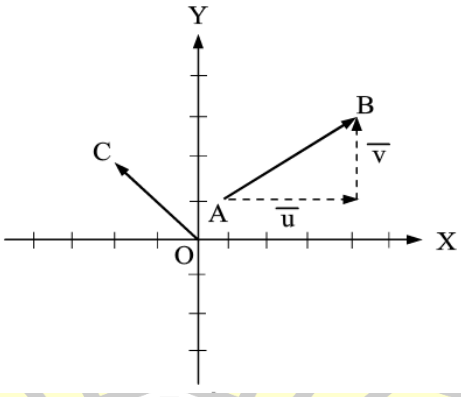
- นักเรียนสามารถให้เหตุผล เกี่ยวกับการหา เวกเตอร์จากพิกัดที่กำหนดให้ได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

- นักเรียนมีความรับผิดชอบ
- นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน

3. สาระสำคัญ

เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ



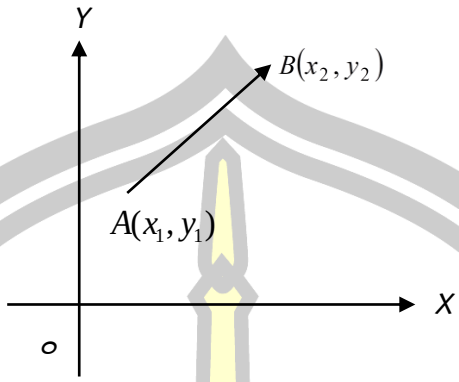
จากรูป $\overrightarrow{AB}$ เป็นผลบวกของ $\bar{u}$ และ $\bar{v}$ โดยที่ $\bar{u}$ มีขนาด 3 หน่วย ทิศทางขนานกับแกน X ไปทางขวา และ $\bar{v}$ มีขนาด 2 หน่วย ทิศทางขนานกับแกน Y ไปข้างบน

ในกรณีนี้อาจเขียนแทนด้วย $\overrightarrow{AB}$ ด้วย $\begin{bmatrix}3\\2\end{bmatrix}$ หรือ [3, 2]

ส่วน $\overrightarrow{OC}$ เป็นเวกเตอร์ที่มีจุดเริ่มต้นที่จุด O (0, 0) ซึ่งเป็นจุดกำเนิด (origin)

และ $\overrightarrow{OC}$ เขียนแทนด้วย $\begin{bmatrix}-2\\2\end{bmatrix}$

ถ้ากำหนด $\overrightarrow{AB}$ มีจุดเริ่มต้นที่ $A(x_1, y_2)$ และสิ้นสุดที่ $B(x_2, y_2)$ จะเขียนแทน $\overrightarrow{AB}$ ด้วย $\begin{bmatrix}x_2-x_1\\y_2-y_1\end{bmatrix}$ ถ้า $x_2-x_1=a$ และ $y_2-y_1=b$ แล้วจะเขียนแทน $\overrightarrow{AB}$ ด้วย $\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}$



สมบัติของเวกเตอร์

1) การเท่ากันของเวกเตอร์

$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix}$ ก็ต่อเมื่อ $a = c$ และ $b = d$

2) การบวกเวกเตอร์

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+c \\ b+d \end{bmatrix}$$

3) เวกเตอร์ศูนย์

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

4) การลบเวกเตอร์

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a-c \\ b-d \end{bmatrix}$$

5) นิเสธของเวกเตอร์

นิเสธของ $\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ คือ $-\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ หรือ $\begin{bmatrix} -a \\ -b \end{bmatrix}$

6) การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ เมื่อ α เป็นจำนวนจริงใด ๆ

$$\alpha\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha a \\ \alpha b \end{bmatrix}$$

4. สาระการเรียนรู้

เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ

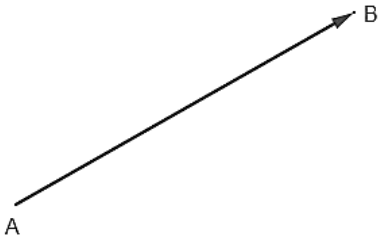
พหน ปรญ ฑโต ชีเว

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเสนอปัญหา

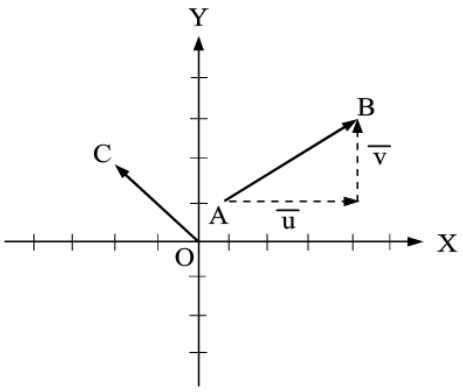
1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการเขียนเวกเตอร์โดยครูให้นักเรียนออกมาเขียนเวกเตอร์ และสัญลักษณ์แทนเวกเตอร์

แนวคำตอบ :



จากรูป เวกเตอร์ A ไป B อ่านว่า เวกเตอร์เอบี เขียนแทนด้วย $\overrightarrow{AB}$

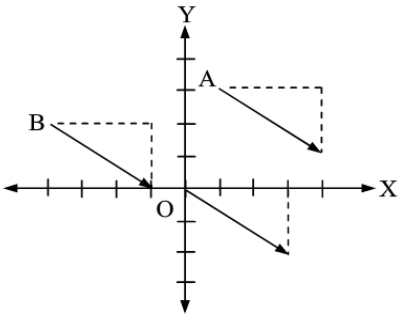
2. ครูยกตัวอย่าง โดยกำหนดให้ $\bar{u}$ และ $\bar{v}$ โดยที่ $\bar{u}$ มีขนาด 3 หน่วย ทิศทางขนานกับแกน X ไปทางขวา และ $\bar{v}$ มีขนาด 2 หน่วย ทิศทางขนานกับแกน Y ไปข้างบน จากนั้นให้นักเรียนหาผลบวกของสองเวกเตอร์ดังกล่าว



3. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้

คำถาม : ข้อที่ 1 : จงเขียนรูปแสดงเวกเตอร์ $\begin{bmatrix}3\\-2\end{bmatrix}$ โดยมีจุดเริ่มต้นที่ $O(0,0)$, $A(1,3)$ และ $B(-4,2)$

แนวการตอบ :



ข้อที่ 2 : กำหนดให้ $\bar{u}=\begin{bmatrix}4\\-1\end{bmatrix}$, $\bar{v}=\begin{bmatrix}2\\7\end{bmatrix}$ จงหา $\bar{u}+\bar{v}$, $\bar{u}-\bar{v}$, $3\bar{u}$, $2\bar{u}+3\bar{v}$

<u>แนวการตอบ</u> :

1) จงหา $\bar{u}+\bar{v}$

วิธีทำ $\bar{u}+\bar{v}=\begin{bmatrix}4+2\\-1+7\end{bmatrix}$

$\bar{u}+\bar{v}=\begin{bmatrix}6\\6\end{bmatrix}$

2) จงหา $\bar{u}-\bar{v}$

วิธีทำ $\bar{u}-\bar{v}=\begin{bmatrix}4-2\\-1-7\end{bmatrix}$

$\bar{u}-\bar{v}=\begin{bmatrix}2\\-8\end{bmatrix}$

3) จงหา $3\bar{u}$

วิธีทำ $3\bar{u}=3\begin{bmatrix}4\\-1\end{bmatrix}$

$3\bar{u}=\begin{bmatrix}12\\-3\end{bmatrix}$

4) จงหา $2\bar{u}+3\bar{v}$

วิธีทำ $2\bar{u}+3\bar{v}=2\begin{bmatrix}4\\-1\end{bmatrix}+3\begin{bmatrix}2\\7\end{bmatrix}$

$2\bar{u}+3\bar{v}=\begin{bmatrix}8\\-2\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}6\\21\end{bmatrix}$

$2\bar{u}+3\bar{v}=\begin{bmatrix}8+6\\-2+21\end{bmatrix}$

$2\bar{u}+3\bar{v}=\begin{bmatrix}14\\19\end{bmatrix}$

4. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนโดยให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน

5. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติจากแหล่งต่าง ๆ เช่น หนังสือ, อินเทอร์เน็ต และสื่อต่าง ๆ เป็นต้น โดยให้นักเรียนร่วมกันศึกษากับเพื่อนที่เป็นคู่ของตน

เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ

จากรูป $\overrightarrow{AB}$ เป็นผลบวกของ $\bar{u}$ และ $\bar{v}$ โดยที่ $\bar{u}$ มีขนาด 3 หน่วย ทิศทางขนานกับแกน X ไปทางขวา และ $\bar{v}$ มีขนาด 2 หน่วย ทิศทางขนานกับแกน Y ไปข้างบน

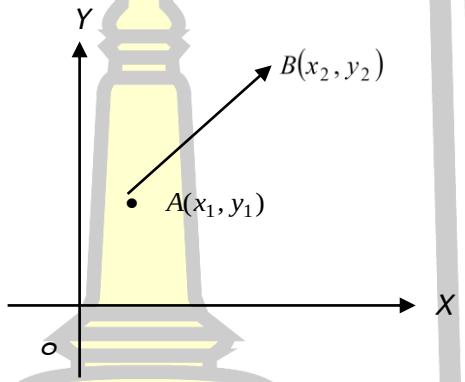
ในกรณีนี้อาจเขียนแทนด้วย $\overrightarrow{AB}$ ด้วย $\begin{bmatrix}3\\2\end{bmatrix}$ หรือ [3, 2]

ส่วน $\overrightarrow{OC}$ เป็นเวกเตอร์ที่มีจุดเริ่มต้นที่จุด O (0, 0) ซึ่งเป็นจุดกำเนิด (origin)

และ $\overrightarrow{OC}$ เขียนแทนด้วย $\begin{bmatrix}-2\\2\end{bmatrix}$

ถ้ากำหนด $\overrightarrow{AB}$ มีจุดเริ่มต้นที่ $A(x_1, y_2)$ และสิ้นสุดที่ $B(x_2, y_2)$ จะเขียนแทน $\overrightarrow{AB}$ ด้วย

$\begin{bmatrix}x_2 - x_1\\y_2 - y_1\end{bmatrix}$ ถ้า $x_2 - x_1 = a$ และ $y_2 - y_1 = b$ แล้วจะเขียนแทน $\overrightarrow{AB}$ ด้วย $\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}$



สมบัติของเวกเตอร์

1) การเท่ากันของเวกเตอร์

$\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}c\\d\end{bmatrix}$ ก็ต่อเมื่อ $a = c$ และ $b = d$

2) การบวกเวกเตอร์

$$\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}c\\d\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}a+c\\b+d\end{bmatrix}$$

3) เวกเตอร์ศูนย์

$$\begin{bmatrix}0\\0\end{bmatrix}$$

4) การลบเวกเตอร์

$$\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}c\\d\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}a-c\\b-d\end{bmatrix}$$

5) นิเสธของเวกเตอร์

นิเสธของ $\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}$ คือ $-\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}$ หรือ $\begin{bmatrix}-a\\-b\end{bmatrix}$

พหุน ณ ทิโต ชีเว

6) การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ เมื่อ α เป็นจำนวนจริงใด ๆ

$$\alpha\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha a \\ \alpha b \end{bmatrix}$$

ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา

5. นักเรียนร่วมกันกับคู่ของตนวิเคราะห์ และดำเนินการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติที่ครูกำหนดให้ข้างต้น โดยใช้ความรู้จากที่ตนเองได้ศึกษามา โดยครูเป็นผู้คอยช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างอิสระ และในระหว่างการแก้ปัญหา ครูต้องอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการ โดยนักเรียนต้องบันทึกวิธีการแก้ปัญหา และเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาลงในสมุดของตนเอง

ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา

6. นักเรียนรายงานวิธีการแก้ปัญหา และเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาของตนเองเป็นรายบุคคลหน้าชั้นเรียน ครูใช้คำถามเพื่อเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิด และเหตุผลของตนเองออกมา

ตัวอย่างคำถาม :

- เหตุใดเวกเตอร์ $\begin{bmatrix} 3 \\ -2 \end{bmatrix}$ โดยมีจุดเริ่มต้นที่ $O(0,0)$, $A(1,3)$ และ $B(-4,2)$ จึงมีลักษณะเป็นเช่นนี้

ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้

7. นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการ และเหตุผลที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันของแต่ละคน โดยครูจะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมา

ตัวอย่างคำถาม :

- ทำไมวิธีการแก้ปัญหามีความแตกต่างกัน ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าเหมือนกัน

- เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาถูกต้องหรือไม่ ใช้บทนิยามหรือทฤษฎีบทใด

8. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 4 เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ

9. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ ว่านักเรียนตอบถูกแล้วหรือยัง ถ้าคำตอบยังไม่ตรงกัน ครูจะเฉลยคำตอบที่ถูกอีกครั้ง

7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

7.1 ใบงานที่ 4 เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (สสวท.)

8.2 คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551)

8.4 ฐานข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถอธิบายหลักการเขียนรูปแสดงเวกเตอร์ที่กำหนดให้	- การตรวจใบงานที่ 4 เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ	ใบงานที่ 4 เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ด้านทักษะกระบวนการ (P) นักเรียนสามารถให้เหตุผล เกี่ยวกับการหา เวกเตอร์จากพิกัดที่กำหนดให้ได้	- การตรวจใบงานที่ 4 เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ	แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ (A) - นักเรียนมีความรับผิดชอบ - นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	- การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค32204 ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	**ใบงานที่ 4** **เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ**	จำนวน 1.5 หน่วยการเรียน จำนวนชั่วโมง 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 3 ชั่วโมง/สัปดาห์

ชื่อ.....ห้อง.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1. จงหาจุด $\overrightarrow{PQ}$ เมื่อกำหนดจุด P และ Q ดังต่อไปนี้

1) P (2, 4) และ Q (4 ,7) 2) P (-4, -3) และ Q (-1 ,2)

2. กำหนดให้ $\bar{u}=\begin{bmatrix}-7\\18\end{bmatrix}$, $\bar{v}=\begin{bmatrix}-6\\-8\end{bmatrix}$ และ $\bar{w}=\begin{bmatrix}5\\6\end{bmatrix}$ จงหา

1) $2\bar{u}-3\bar{v}-2\bar{w}$ 2) $-4\bar{u}+3\bar{v}-\bar{w}$

3. จงอธิบายหลักการวาดเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติ พร้อมยกตัวอย่าง

บันทึกข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสิริพร ภูหัวดอน)

ครูพี่เลี้ยงวิชาเฉพาะ

วันที่.....เดือน.....ปี.....

บันทึกข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสวัสดิ์ จันทมนตรี)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วันที่.....เดือน.....ปี.....

บันทึกข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางวาทินี ทองอาสน์)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่.....เดือน.....ปี.....

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บันทึกผลหลังการทำกิจกรรม

1. ผลการจักการเรียนการสอน

1.1 การประเมินความรู้

.....

.....

.....

.....

1.2 การประเมินด้านทักษะ/กระบวนการ

.....

.....

.....

.....

1.3 การประเมินด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

3.ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต)

ผู้สอน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (K)

รายการประเมิน	**ระดับคะแนน**		
	2	**1**	**0**
นักเรียนสามารถอธิบายหลักการเขียนรูปแสดงเวกเตอร์ที่กำหนดให้	สามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้ถูกต้องทั้งหมด	สามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้ถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติได้

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน : ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สังเกตพฤติกรรมวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ชั้น ..... จำนวน .....

คำชี้แจง ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

ที่	ชื่อ – สกุล	พฤติกรรมที่แสดงออก												คะแนนข้อที่			รวมคะแนน (9)
		การแก้ปัญหา				การอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา				ความถูกต้องในการให้เหตุผล							
		3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	1	2	3	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

ผู้ประเมิน

(นายชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต)

พหุน ปญ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การแก้ปัญหา

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
3	มีการใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผล ในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
2	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหา สำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้ วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
1	มีร่องรอยการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0	ไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

เกณฑ์การอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา

คะแนน	การอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา
3	มีการอ้างอิง สามารถนำทฤษฎีบท บทนิยามต่าง ๆ มาอธิบายเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลได้
2	มีการอ้างอิงทฤษฎีบท บทนิยามต่าง ๆ ได้ถูกต้องแต่ยังมีข้อผิดพลาดมากกว่าร้อยละ 20 และมีการเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
1	มีความพยายามเสนอเหตุผล แนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0	ไม่มีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการให้เหตุผล

เกณฑ์ความถูกต้องในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหา

คะแนน	การอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา
3	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ที่	ชื่อ – สกุล	รายการประเมิน								รวม
		ความรับผิดชอบ				ความกระตือรือร้น				
		3	2	1	0	3	2	1	0	

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

ผู้ประเมิน

(นายชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต)

เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ด้านความรับผิดชอบ

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 (ดีมาก)	ส่งงานก่อนหรือตรงเวลานัดหมาย
2 (ดี)	ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่มีการติดต่อชี้แจงครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้
1 (พอใช้)	ส่งงานช้ากว่ากำหนด
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่ส่งงานเลย

ด้านความกระตือรือร้น

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 (ดีมาก)	ลงมือปฏิบัติงานทันทีที่ได้รับมอบหมาย และปฏิบัติด้วยตนเอง
2 (ดี)	ลงมือปฏิบัติงานค่อนข้างช้า แต่มีเหตุผลที่รับฟังได้
1 (พอใช้)	ลงมือปฏิบัติงานช้ามาก ต้องมีคนคอยกระตุ้นหรือแนะนำ
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่ปฏิบัติงานเลย

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

โรงเรียนสารคามพิทยาคม **กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**
วิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัส ค 32204 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 **เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ**

---

1. ผลการเรียนรู้

บวก ลบ เวกเตอร์ในเชิงรูปภาพ และในเชิงเวกเตอร์มุมฉากได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

- นักเรียนสามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

- นักเรียนให้เหตุผลเกี่ยวกับการเขียนเวกเตอร์ที่กำหนดให้ลงในระบบพิกัดฉากได้พร้อมอ้างอิงสมบัติของเวกเตอร์ในการแก้ปัญหาที่กำหนดให้ได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

- นักเรียนมีความรับผิดชอบ
- นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน

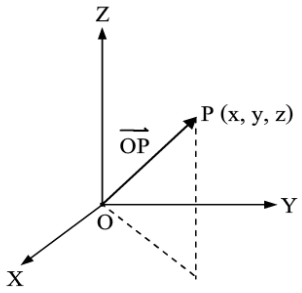
3. สาระสำคัญ

เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ

จากที่กล่าวมาแล้วว่าเวกเตอร์ในสองมิติ กำหนดได้ในรูป $\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ ต่อไปจะขยายแนวคิดของเวกเตอร์ในสองมิติ เป็นเวกเตอร์ในสามมิติ โดยใช้ระบบพิกัดฉากสามมิติ

บทนิยาม กำหนด x , y , z เป็นจำนวนจริง เรียก $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ ว่าเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติหรือเวกเตอร์ในสามมิติ หรือเรียกสั้น ๆ ว่า เวกเตอร์

ในทางเรขาคณิตแทนเวกเตอร์ $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ ด้วยส่วนของเส้นตรงที่กำหนดทิศทางซึ่งมีจุดเริ่มต้นที่จุดกำเนิด O และมีจุดสิ้นสุดที่ P(x, y, z)



สมบัติของเวกเตอร์

1) การเท่ากันของเวกเตอร์

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix} \text{ ก็ต่อเมื่อ } a = d, b = e \text{ และ } c = f$$

2) การบวกเวกเตอร์

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+d \\ b+e \\ c+f \end{bmatrix}$$

3) เวกเตอร์ศูนย์

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

4) การลบเวกเตอร์

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a-d \\ b-e \\ c-f \end{bmatrix}$$

5) นิเสธของเวกเตอร์

นิเสธของ $\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$ คือ $-\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$ หรือ $\begin{bmatrix} -a \\ -b \\ -c \end{bmatrix}$

6) การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ เมื่อ α เป็นจำนวนจริงใด ๆ

$$\alpha \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha a \\ \alpha b \\ \alpha c \end{bmatrix}$$

4. สาระการเรียนรู้

เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ

พรชัย ปณฑิโต ชีเว

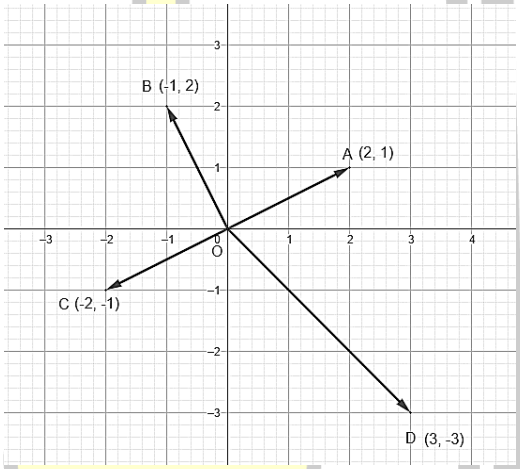
5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเสนอปัญหา

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการเขียนเวกเตอร์โดยครูให้นักเรียนออกมาเขียนเวกเตอร์ และสัญลักษณ์แทนเวกเตอร์

<u>คำถาม</u> : จงเขียน $\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OB}, \overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OD}$ โดยที่จุดเริ่มต้นอยู่ที่จุด $O(0,0)$ และ $\overrightarrow{OA}$ เขียนแทนด้วย $\begin{bmatrix}2\\1\end{bmatrix}$, $\overrightarrow{OB}$ เขียนแทนด้วย $\begin{bmatrix}-1\\2\end{bmatrix}$, $\overrightarrow{OC}$ เขียนแทนด้วย $\begin{bmatrix}-2\\-1\end{bmatrix}$ และ $\overrightarrow{OD}$ เขียนแทนด้วย $\begin{bmatrix}3\\-3\end{bmatrix}$

<u>แนวคำตอบ</u> :

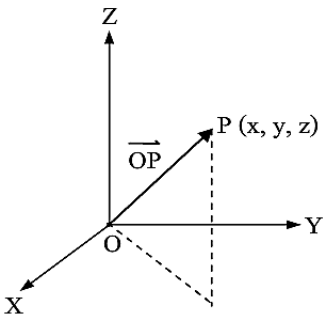


จากรูป สามารถอธิบายได้ว่า

- $\overrightarrow{OA}$ เป็นผลบวกของเวกเตอร์ขนาด 2 หน่วย ไปตามแกน x ทางบวก กับเวกเตอร์ที่มีขนาด 1 หน่วย ไปตามแกน y ทางบวก
- $\overrightarrow{OB}$ เป็นผลบวกของเวกเตอร์ขนาด 1 หน่วย ไปตามแกน x ทางลบ กับเวกเตอร์ที่มีขนาด 2 หน่วย ไปตามแกน y ทางบวก
- $\overrightarrow{OC}$ เป็นผลบวกของเวกเตอร์ขนาด 2 หน่วย ไปตามแกน x ทางลบ กับเวกเตอร์ที่มีขนาด 1 หน่วย ไปตามแกน y ทางลบ
- $\overrightarrow{OD}$ เป็นผลบวกของเวกเตอร์ขนาด 3 หน่วย ไปตามแกน x ทางบวก กับ

เวกเตอร์ที่มีขนาด 3 หน่วย ไปตามแกน y ทางลบ

2. จากนั้น ครูพยายามเชื่อมโยงเข้าสู่เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ โดยเวกเตอร์สามมิติจะมีแกน Z เพิ่มขึ้นมา



3. จากนั้นครูเกริ่นนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ

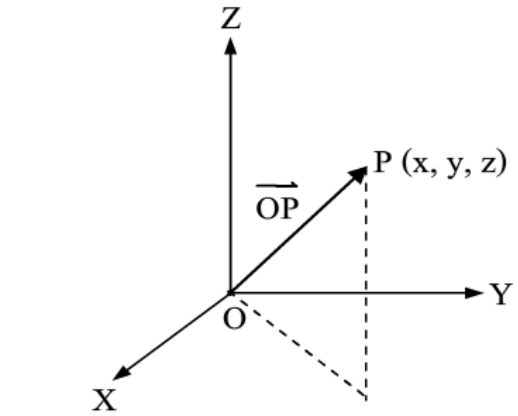
- จากความรู้เดิมเรื่องเวกเตอร์สองมิติ ให้นักเรียนลองศึกษาเกี่ยวกับเวกเตอร์สามมิติว่ามีความคล้ายคลึงกันอย่างไร

4. ครูจัดกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 4 คนแบบคละความสามารถเป็น เก่ง – ปานกลาง – อ่อน โดยมีอัตราส่วนเป็น 1:2:1

5. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสองมิติจากแหล่งต่าง ๆ เช่น หนังสือ, อินเทอร์เน็ต และสื่อต่าง ๆ เป็นต้น โดยให้นักเรียนร่วมกันศึกษากับกลุ่มของตนเอง

เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ

บทนิยาม กำหนด x , y , z เป็นจำนวนจริง เรียก $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ ว่าเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติหรือ เวกเตอร์ในสามมิติ หรือเรียกสั้น ๆ ว่า เวกเตอร์ $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ ในทางเรขาคณิตแทนเวกเตอร์ด้วยส่วนของเส้นตรงที่กำหนดทิศทางซึ่งมีจุดเริ่มต้นที่จุดกำเนิด O และมีจุดสิ้นสุดที่ P(x, y, z)



สมบัติของเวกเตอร์

1) การเท่ากันของเวกเตอร์

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix}$$ ก็ต่อเมื่อ $a = d, b = e$ และ $c = f$

2) การบวกเวกเตอร์

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a+d \\ b+e \\ c+f \end{bmatrix}$$

3) เวกเตอร์ศูนย์

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

4) การลบเวกเตอร์

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a-d \\ b-e \\ c-f \end{bmatrix}$$

5) นิเสธของเวกเตอร์

นิเสธของ $\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$ คือ $-\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$ หรือ $\begin{bmatrix} -a \\ -b \\ -c \end{bmatrix}$

6) การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ เมื่อ α เป็นจำนวนจริงใด ๆ

$$\alpha\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha a \\ \alpha b \\ \alpha c \end{bmatrix}$$

6. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เวกเตอร์ในระบบ 3 มิติ

ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา

7. นักเรียนร่วมกันกับกลุ่มของตนวิเคราะห์ และดำเนินการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติที่ครูกำหนดให้ข้างต้น โดยใช้ความรู้จากที่ตนเองได้ศึกษามา โดยครูเป็นผู้คอยช่วยแนะให้นักเรียนมีความเข้าใจปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างอิสระ และในระหว่างการแก้ปัญหา ครูต้องอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสื่อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องการ โดยนักเรียนต้องบันทึกวิธีการแก้ปัญหา และเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาลงในสมุดของตนเอง ซึ่งขั้นตอนการตอบคำถามลงในใบกิจกรรมมีดังนี้

7.1. ผู้เรียนคนแรกเขียนคำตอบ 1 ข้อแล้วส่งไปยังคนต่อไปทางด้านใดด้านหนึ่ง

7.2. สมาชิกคนต่อไปทำแบบฝึก หรือตอบคำถามเพิ่มจนสำเร็จ

ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา

8. นักเรียนรายงานวิธีการแก้ปัญหา และเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองเป็นชั้นเรียน ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิด และเหตุผลของตนเองออกมา

ตัวอย่างคำถาม :

- จากบรรทัดแรกมาบรรทัดที่สอง นักเรียนใช้หลักการ หรือทฤษฎีบทใดในการดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้

9. นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการ และเหตุผลที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันของแต่ละคน โดยครูจะเป็นผู้นำให้เกิดการอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมา

ตัวอย่างคำถาม :

- ทำไมวิธีการแก้ปัญหามีความแตกต่างกัน ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าเหมือนกัน

- เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาถูกต้องหรือไม่ ใช้บทนิยามหรือทฤษฎีบทใด

10. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 7 เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ

11. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ ว่านักเรียนตอบถูกแล้วหรือยัง ถ้าคำตอบยังไม่ตรงกัน ครูจะเฉลยคำตอบที่ถูกอีกครั้ง

7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

7.1 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เวกเตอร์ในระบบ 3 มิติ

7.2 ใบงานที่ 7 เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (สสวท.)

8.2 คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551)

8.4 ฐานข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ได้	- การตรวจใบงานที่ 7 เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ	ใบงานที่ เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ด้านทักษะกระบวนการ (P) นักเรียนสามารถอ้างอิงสมบัติของการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ประกอบการหาคำตอบที่กำหนดให้ได้	- ใบงานที่ 7 เรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ - ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เวกเตอร์ในระบบ 3 มิติ	แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ (A) - นักเรียนมีความรับผิดชอบ - นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	- การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค32204 ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	**ใบกิจกรรมที่ 7** **เวกเตอร์ในระบบ 3 มิติ**	จำนวน 1.5 หน่วยการเรียน จำนวนชั่วโมง 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 3 ชั่วโมง/สัปดาห์

ชื่อ.....ห้อง.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1. จงหาจุด $\overrightarrow{PQ}$ เมื่อกำหนดจุด P และ Q ดังต่อไปนี้

1) $P(2,3,-2)$ และ $Q(-1,-2,0)$ 2) $P(-1,2,-3)$ และ $Q(-2,-1,1)$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. กำหนดให้ $\bar{a}=\begin{bmatrix}1\\4\\3\end{bmatrix}, \bar{b}=\begin{bmatrix}-1\\0\\-5\end{bmatrix}$ และ $\alpha=-\frac{1}{5}$ จงหา

1) $\bar{a}+3\bar{b}$ 2) $-2\bar{a}-2\bar{b}$ 3) $\alpha\bar{b}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงอธิบายหลักการวาดเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ พร้อมยกตัวอย่าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค32204 ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	**ใบงานที่ 7** **เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติ**	จำนวน 1.5 หน่วยการเรียน จำนวนชั่วโมง 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 3 ชั่วโมง/สัปดาห์

ชื่อ.....ห้อง.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1. กำหนดให้ $\overrightarrow{RS} = \begin{bmatrix} -2 \\ -1 \\ -3 \end{bmatrix}$ และ $S(3,-4,2)$ จงหา R

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ยกตัวอย่างเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติพร้อมแสดงวิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสิริพร ภูหัวดอน)

ครูพี่เลี้ยงวิชาเฉพาะ

วันที่.....เดือน.....ปี.....

บันทึกข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสวัสดิ์ จันทมนตรี)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วันที่.....เดือน.....ปี.....

บันทึกข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางวาทินี ทองอาสน์)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่.....เดือน.....ปี.....

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจักการเรียนการสอน

1.1 การประเมินความรู้

.....

.....

.....

.....

1.2 การประเมินด้านทักษะ/กระบวนการ

.....

.....

.....

.....

1.3 การประเมินด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

3.ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต)

ผู้สอน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (K)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
นักเรียนสามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้	สามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้ถูกต้องทั้งหมด	สามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้ถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถอธิบายหรือยกตัวอย่างเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉากสามมิติได้

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน : ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สังเกตพฤติกรรมวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ชั้น ..... จำนวน .....

คำชี้แจง ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน โดยทำเครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

ที่	ชื่อ – สกุล	พฤติกรรมที่แสดงออก												คะแนนข้อที่			รวมคะแนน (9)
		การแก้ปัญหา				การอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา				ความถูกต้องในการให้เหตุผล							
		3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	1	2	3	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

ผู้ประเมิน

(นายชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต)

พหุน ปญ ฑิโต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การแก้ปัญหา

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
3	มีการใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผล ในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
2	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหา สำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้ วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
1	มีร่องรอยการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0	ไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

เกณฑ์การอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา

คะแนน	การอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา
3	มีการอ้างอิง สามารถนำทฤษฎีบท บทนิยามต่าง ๆ มาอธิบายเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลได้
2	มีการอ้างอิงทฤษฎีบท บทนิยามต่าง ๆ ได้ถูกต้องแต่ยังมีข้อผิดพลาดมากกว่าร้อยละ 20 และมีการเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
1	มีความพยายามเสนอเหตุผล แนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0	ไม่มีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการให้เหตุผล

เกณฑ์ความถูกต้องในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหา

คะแนน	การอธิบายเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา
3	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ที่	ชื่อ – สกุล	รายการประเมิน								รวม
		ความรับผิดชอบ				ความกระตือรือร้น				
		3	2	1	0	3	2	1	0	

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

ผู้ประเมิน

(นายชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต)

พหุน ปณ ศิโต ชีเว

เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ด้านความรับผิดชอบ

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 (ดีมาก)	ส่งงานก่อนหรือตรงเวลานัดหมาย
2 (ดี)	ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่มีการติดต่อชี้แจงครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้
1 (พอใช้)	ส่งงานช้ากว่ากำหนด
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่ส่งงานเลย

ด้านความกระตือรือร้น

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 (ดีมาก)	ลงมือปฏิบัติงานทันทีที่ได้รับมอบหมาย และปฏิบัติด้วยตนเอง
2 (ดี)	ลงมือปฏิบัติงานค่อนข้างช้า แต่มีเหตุผลที่รับฟังได้
1 (พอใช้)	ลงมือปฏิบัติงานช้ามาก ต้องมีคนคอยกระตุ้นหรือแนะนำ
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่ปฏิบัติงานเลย

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ชุดที่ 1

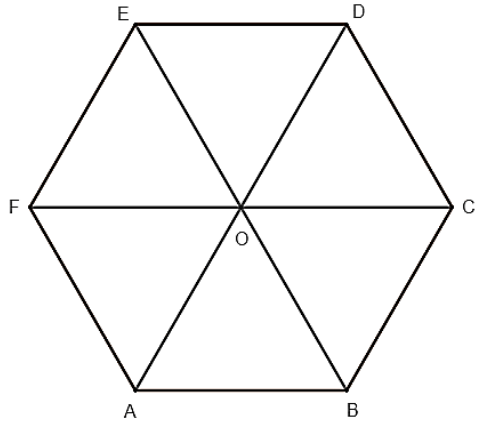
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาในการทำ 55 นาที
3. ให้นักเรียนเขียน ชื่อ – สกุล ชั้น และเลขที่ในแบบทดสอบให้ชัดเจน
4. แบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน จำนวน 4 ข้อ รวมทั้งหมด 16 คะแนน
5. หากมีข้อสงสัยใด ๆ ให้ถามครูผู้คุมสอบเท่านั้น
6. ไม่อนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลข หรือเครื่องคำนวณใด ๆ ในการทำแบบทดสอบฉบับนี้
7. เมื่อหมดเวลาในการทำข้อสอบ ให้ส่งกระดาษคำตอบและแบบทดสอบที่ครูผู้คุมสอบ

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

แบบทดสอบ

1. จากรูป กำหนด $ABCDEF$ เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่า และ $\overrightarrow{AB}=\vec{u},\ \overrightarrow{AF}=\vec{v}$ และ $\overrightarrow{BC}=\vec{w}$



จงพิจารณาหาค่าความจริงของข้อความต่อไปนี้ พร้อมให้เหตุผลประกอบอย่างละเอียด

_____ 1. $\overrightarrow{AC}=\vec{u}+\vec{w}$

_____ 2. $\overrightarrow{AD}=\vec{u}+\vec{v}+\vec{w}$

_____ 3. $\overrightarrow{AE}=\vec{v}+\vec{w}$

_____ 4. $\overrightarrow{FC}=\vec{v}+\vec{u}+\vec{w}$

_____ 5. $\overrightarrow{BF}=\vec{v}-\vec{u}$

_____ 6. $\overrightarrow{AO}=\frac{1}{2}\left(\vec{u}+\vec{v}+\vec{w}\right)$

_____ 7. $\overrightarrow{BO}=\frac{1}{2}\left(\vec{v}+\vec{w}-\vec{u}\right)$

_____ 8. $\left(\overrightarrow{AO}+\overrightarrow{DO}+\overrightarrow{OF}+\overrightarrow{OC}\right)=\vec{0}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

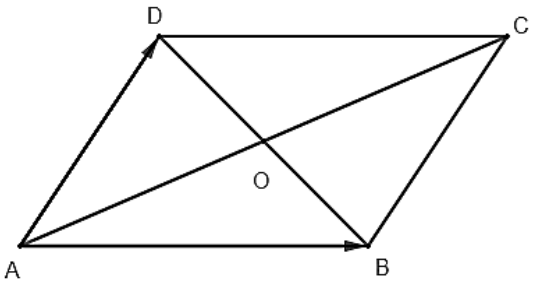
.....

.....

.....

พหุน ปญ ศโต ชิเว

2. จากรูป $ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และ $\overrightarrow{AB}=\vec{u}$ และ $\overrightarrow{AD}=\vec{v}$



จงพิจารณาหาค่าความจริงของข้อความต่อไปนี้ พร้อมให้เหตุผลประกอบอย่างละเอียด

_____ 1. $\overrightarrow{AC}=\vec{u}+\vec{v}$

_____ 2. $\overrightarrow{DB}=\vec{u}-\vec{v}$

_____ 3. $\overrightarrow{OC}=\frac{1}{2}\left(\vec{u}+\vec{v}\right)$

_____ 4. $\overrightarrow{BO}=\frac{1}{2}\left(\vec{v}-\vec{u}\right)$

_____ 5. $\overrightarrow{DO}=\frac{1}{2}\left(\vec{u}+\vec{v}\right)$

_____ 6. $\overrightarrow{DO}+\overrightarrow{OC}=\vec{u}$

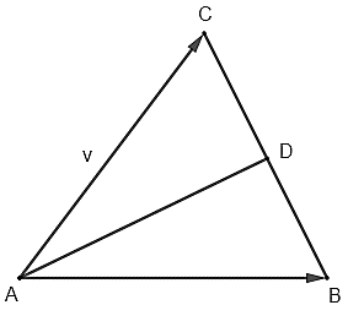
_____ 7. $\overrightarrow{CO}+\overrightarrow{OB}=\vec{v}$

_____ 8. $\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{BC}+\overrightarrow{CD}+\overrightarrow{DA}=\vec{0}$

พหุน ปญฺ ศโต ชีเว

3. จากรูป ABC เป็นรูปสามเหลี่ยม มี D เป็นจุดกึ่งกลางด้าน BC กำหนด $\overrightarrow{AB}=\vec{u}$ และ $\overrightarrow{AC}=\vec{v}$

จงแสดงว่า $\overrightarrow{AD}=\frac{1}{2}\left(\vec{u}+\vec{v}\right)$ (ให้เหตุผลประกอบอย่างละเอียด)



.....

.....

.....

.....

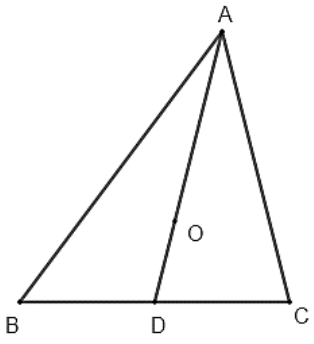
.....

.....

.....

.....

4. กำหนด ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มี AD เป็นเส้นมัธยฐาน และ O เป็นจุดตัดของเส้นมัธยฐาน ถ้า $\overrightarrow{AB}=\vec{u}$ และ $\overrightarrow{AC}=\vec{v}$ จงหา $\overrightarrow{AO}$ ในรูป $\vec{u}$ และ $\vec{v}$ (ให้เหตุผลประกอบอย่างละเอียด)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ชุดที่ 2

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาในการทำ 55 นาที
3. ให้นักเรียนเขียน ชื่อ – สกุล ชั้น และเลขที่ในแบบทดสอบให้ชัดเจน
4. แบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน จำนวน 4 ข้อ รวมทั้งหมด 16 คะแนน
5. หากมีข้อสงสัยใด ๆ ให้ถามครูผู้คุมสอบเท่านั้น
6. ไม่อนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลข หรือเครื่องคำนวณใด ๆ ในการทำแบบทดสอบฉบับนี้
7. เมื่อหมดเวลาในการทำข้อสอบ ให้ส่งกระดาษคำตอบและแบบทดสอบที่ครูผู้คุมสอบ

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบทดสอบ

1. ให้ $ABCD$ เป็นสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีพิกัดของจุด A เป็น $(-1,2)$ และกำหนด $\overrightarrow{AB}=9\vec{i}+4\vec{j}, \quad \overrightarrow{AD}=-\vec{i}+5\vec{j}$ อยากทราบว่าพิกัดของจุด C เท่ากับเท่าใด (ให้เหตุผลประกอบอย่างละเอียด)

2. กำหนด $\overrightarrow{OA}=3\vec{i}+7\vec{j}$, $\overrightarrow{OB}=9\vec{i}-5\vec{j}$ โดย M เป็นจุดตัดของเส้นมัธยฐานของสามเหลี่ยม ABO จงหาเวกเตอร์ที่ลากจากจุด M ไปยังจุดกึ่งกลางของ OB

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีว

3. กำหนด $A(1,2),\ B(3,4),\ C(6,7)$ จงหา $\left|\overrightarrow{AB}\right|,\ \left|\overrightarrow{BC}\right|$ และ $\left|\overrightarrow{AC}\right|$

4. $ABCD$ เป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน ซึ่ง $\overrightarrow{AB}=-2\vec{i}+4\vec{j}$ และ $\overrightarrow{AD}=-3\vec{i}+5\vec{j}$ จงหาเวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่มีทิศทางตรงข้ามกับ $\overrightarrow{BD}$

พหูน ปญฺ ฑิโต ชีโว

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ชุดที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสมารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาในการทำ 55 นาที
3. ให้นักเรียนเขียน ชื่อ – สกุล ชั้น และเลขที่ในแบบทดสอบให้ชัดเจน
4. แบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน จำนวน 4 ข้อ รวมทั้งหมด 16 คะแนน
5. หากมีข้อสงสัยใด ๆ ให้ถามครูผู้คุมสอบเท่านั้น
6. ไม่อนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลข หรือเครื่องคำนวณใด ๆ ในการทำแบบทดสอบฉบับนี้
7. เมื่อหมดเวลาในการทำข้อสอบ ให้ส่งกระดาษคำตอบและแบบทดสอบที่ครูผู้คุมสอบ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบทดสอบ

1. ถ้า $A(0,1,1)$, $B(1,0,0)$, $C(2,2,3)$, $D(x,y,z)$ เป็นจุดยอดของสี่เหลี่ยมด้านขนาน $ABCD$ จงหาพิกัดจุด D (ให้เหตุผลประกอบอย่างละเอียด)

2. กำหนดให้ A, B และ C มีพิกัด $(1,5,4)$, $(3,6,2)$ และ $(2,5,1)$ ตามลำดับ ถ้า $D(a,b,c)$ เป็นจุดที่ทำให้ $\overline{CD}$ มีทิศทางเดียวกับ $\overline{AB}$ และขนาดของ $\overline{CD}$ เท่ากับ 6 หน่วยแล้ว $a+b-c$ มีค่าเท่าใด (ให้เหตุผลประกอบอย่างละเอียด)

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีว

3. จงหาจุดสิ้นสุดของ $\overline{AB}$ เมื่อ $\overline{AB}=\begin{bmatrix}1\\2\\-3\end{bmatrix}$ และจุดเริ่มต้นอยู่ที่จุด $(5,-3,6)$ (ให้เหตุผลประกอบอย่างละเอียด)

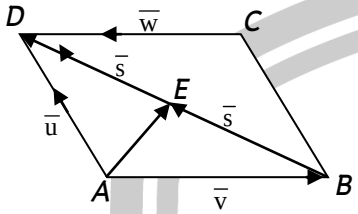
4. กำหนด $A(7,3,1), B(3,-3,4), C(2,2,-2)$ และ $C(2,2,-2)$ จงหา $\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{BC}$ และ $\overrightarrow{AC}$ (ให้เหตุผลประกอบอย่างละเอียด)

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีว

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ชุดที่ 1

1. จากรูป กำหนด ABCD เป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน ข้อต่อไปนี้ ข้อใดเป็นจริง



ก. $\bar{v} = \bar{w}$

ข. $\overrightarrow{DB} = \bar{u} + \bar{v}$

ค. $2\bar{s} = \bar{w} + \bar{u}$

ง. $\overrightarrow{AE} = \bar{w} + \bar{s}$

2. กำหนด A,B,C,D,E,F เป็นจุดใด ๆ บนระนาบ ข้อต่อไปนี้ ข้อใดไม่เท่ากับเวกเตอร์ศูนย์

ก. $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD} + \overrightarrow{DA}$

ข. $\overrightarrow{AC} + \overrightarrow{CE} + \overrightarrow{EF} + \overrightarrow{FA}$

ค. $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BD} + \overrightarrow{DE} + \overrightarrow{EF}$

ง. $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD} + \overrightarrow{DE} + \overrightarrow{EF} + \overrightarrow{FA}$

3. กำหนดให้จุด ถ้า A,B,C,D,E และ F เป็นจุด 6 จุดบนระนาบแล้ว จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) $\overrightarrow{DC} + \overrightarrow{BA} + \overrightarrow{CB} + \overrightarrow{AD} = \bar{0}$

2) $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{DE} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{EF} + \overrightarrow{CA} + \overrightarrow{FD} = \bar{0}$

3) $\overrightarrow{AB} - \overrightarrow{DC} + \overrightarrow{BC} - \overrightarrow{FE} + \overrightarrow{DE} - \overrightarrow{AF} = \bar{0}$

ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. ข้อความ 1) - 3) ถูกเพียงข้อเดียว

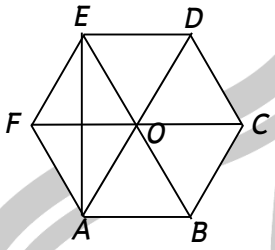
ข. ข้อความ 1) - 3) ถูกเพียงสองข้อ

ค. ข้อความ 1) - 3) ถูกทุกข้อ

ง. ข้อความ 1) - 3) ผิดทุกข้อ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

4. จากรูป ABCDEF เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า ข้อใดต่อไปนี้<u>ไม่ถูกต้อง</u>



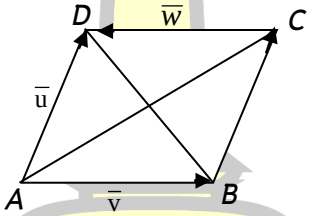
ก. $\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{AE}=\overrightarrow{AD}$

ข. $\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{AF}=\frac{1}{2}\overrightarrow{AD}$

ค. $\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{AC}+\overrightarrow{AE}+\overrightarrow{AF}=2\overrightarrow{AD}$

ง. $4\overrightarrow{AB}+2\overrightarrow{AC}+\overrightarrow{AD}+\overrightarrow{AE}+5\overrightarrow{AF}=5\overrightarrow{AD}$

5. จากรูป ข้อใดเป็นความจริง



ก. $\overrightarrow{AC}=\bar{u}-\bar{v}$

ข. $\overrightarrow{BD}=\bar{v}-\bar{u}$

ค. $\bar{u}=\frac{1}{2}(\overrightarrow{BD}-\overrightarrow{AC})$

ง. $\bar{v}=\frac{1}{2}(\overrightarrow{AC}-\overrightarrow{BD})$

6. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1). ถ้า A, B, C, D, E และ F เป็นจุด 6 จุดบนระนาบแล้ว

$\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{BC}+\overrightarrow{CD}-\overrightarrow{DE}-\overrightarrow{EF}-\overrightarrow{AF}=\bar{0}$

2). ถ้า ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมใด ๆ มีจุด P, Q แบ่งด้าน AC ออกเป็นสามส่วนเท่า ๆ กัน จะได้ว่า

$\overrightarrow{BP}+\overrightarrow{BQ}=\overrightarrow{BC}+\overrightarrow{BA}$

ข้อใดถูกต้อง

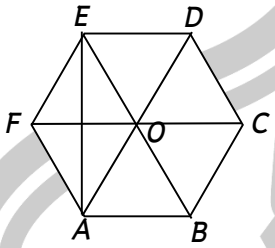
ก. (1) ถูกเพียงข้อเดียว

ข. (2) ถูกเพียงข้อเดียว

ค. (1) และ (2) ถูกทั้งสองข้อ

ง. (1) และ (2) ผิดทั้งสองข้อ

7. จากรูป ABCDEF เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง



ก. $\overrightarrow{AB}-\overrightarrow{EA}=\overrightarrow{AD}$

ข. $\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{AF}=\frac{1}{2}\overrightarrow{AD}$

ค. $\overrightarrow{DB}-\overrightarrow{DE}=2\overrightarrow{DC}$

ง. $\overrightarrow{AB}-\overrightarrow{CB}-\overrightarrow{DC}=3\overrightarrow{AO}$

8. กำหนด $\overrightarrow{OA}=\bar{a},\overrightarrow{OB}=\frac{1}{3}(2\bar{a}+\bar{b})$ และ $\overrightarrow{OC}=\bar{b}$ ดังนั้น AB : BC เท่ากับอัตราส่วนในข้อใดต่อไปนี้

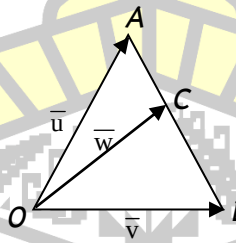
ก. 1 : 2

ข. 1 : 3

ค. 2 : 3

ง. 3 : 5

9. จากรูป C เป็นจุดซึ่งทำให้ $|\overrightarrow{AB}|:|\overrightarrow{AC}|=5:2$ จงหา $\bar{w}$ ในรูปของ $\bar{u}$ และ $\bar{v}$



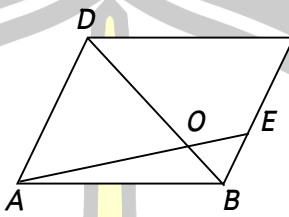
ก. $\frac{3\bar{v}-2\bar{u}}{5}$

ข. $\frac{3\bar{v}+2\bar{u}}{5}$

ค. $\frac{2\bar{v}-3\bar{u}}{5}$

ง. $\frac{2\bar{v}+3\bar{u}}{5}$

10. จากรูป ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และ $\overrightarrow{BE}=\frac{1}{4}\overrightarrow{BC},\ \overrightarrow{AO}=m\overrightarrow{AE},\ \overrightarrow{OB}=n\overrightarrow{DB}$ แล้ว $m+n$ มีค่าเท่าไร



ก. 0

ข. $\frac{1}{2}$

ค. $\frac{1}{4}$

ง. 1

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ชุดที่ 2

1. ถ้า $\overrightarrow{AB}$ มีจุดเริ่มต้นที่ (3,-1) และจุดสิ้นสุดที่ (5,2) แล้ว $\overrightarrow{AB}$ เป็นสมาชิกของเวกเตอร์ใด

ก. $\begin{bmatrix} -2 \\ -3 \end{bmatrix}$ ข. $\begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix}$

ค. $\begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}$ ง. $\begin{bmatrix} 8 \\ 1 \end{bmatrix}$

2. ถ้าเวกเตอร์ $\begin{bmatrix} 4 \\ -2 \end{bmatrix}$ มีจุดเริ่มต้น (4,0) แล้วจะมีจุดใดเป็นจุดสิ้นสุด

ก . (10,-4) ข. (8,-2)

ค. (4,2) ง. (4,0)

3. กำหนด $A(2,3)$ และ $B(5,6)$ จงหาค่าของขนาดของเวกเตอร์ $\overline{AB}$ ว่าตรงกับข้อใด

ก. $\sqrt{6}$ ข. $\sqrt{12}$

ค. $-\sqrt{12}$ ง. $\sqrt{18}$

4. จงหาขนาดเวกเตอร์ $\begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix}$ ตรงกับข้อใด

ก. 3 ข. 4

ค. 5 ง. $\sqrt{7}$

5. กำหนด $\bar{u} = \begin{bmatrix} x \\ 5 \end{bmatrix}$ และ $\bar{v} = \begin{bmatrix} -4 \\ -3 \end{bmatrix}$ ค่าของ x

ที่ทำให้ $|\bar{u}| = |\bar{v}|$ เท่ากับข้อใด

ก. 0 ข. 5

ค. 1 ง. 25

6. เวกเตอร์ $\bar{u} = 6\bar{i} + a\bar{j}$ จะมีขนาดเท่ากับ 10 เมื่อ a มีค่าเท่าใด

ก. 6 ข. 8

ค. 10 ง. 12

7. จงหาขนาดเวกเตอร์ $\begin{bmatrix} \frac{1}{2} \\ \frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix}$ ตรงกับข้อใด

ก. 4 ข. 3

ค. 2 ง. 1

8. กำหนด A(-2,1) และ B(7,4) เวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่มีทิศทางเดียวกับ $\overrightarrow{AB}$ คือเวกเตอร์ใดต่อไปนี้

ก. $\frac{\sqrt{10}}{10}\bar{i}+\frac{3\sqrt{10}}{10}\bar{j}$ ข. $\frac{3\sqrt{10}}{10}\bar{i}+\frac{\sqrt{10}}{10}\bar{j}$

ค. $\frac{2\sqrt{10}}{10}\bar{i}+\frac{3\sqrt{10}}{10}\bar{j}$ ง. $\frac{3\sqrt{10}}{10}\bar{i}+\frac{2\sqrt{10}}{10}\bar{j}$

9. เวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่มีทิศทางเดียวกับ $\bar{u}=\begin{bmatrix}2\\1\end{bmatrix}$ คือข้อใด

ก. $\frac{\sqrt{5}}{5}\bar{i}+\frac{\sqrt{5}}{5}\bar{j}$ ข. $\frac{\sqrt{5}}{5}\bar{i}-\frac{\sqrt{5}}{5}\bar{j}$

ค. $\frac{2\sqrt{5}}{5}\bar{i}+\frac{\sqrt{5}}{5}\bar{j}$ ง. $\frac{2\sqrt{5}}{5}\bar{i}-\frac{\sqrt{5}}{5}\bar{j}$

10. เวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่มีทิศทางเดียวกับ $\overrightarrow{AB}$ โดยที่ $A(1,-3)$ และ $B(-4,5)$ คือข้อใด

ก. $\frac{2\sqrt{89}}{89}\bar{i}+\frac{3\sqrt{89}}{89}\bar{j}$ ข. $-\frac{2\sqrt{89}}{89}\bar{i}+\frac{3\sqrt{89}}{89}\bar{j}$

ค. $\frac{5\sqrt{89}}{89}\bar{i}+\frac{8\sqrt{89}}{89}\bar{j}$ ง. $-\frac{5\sqrt{89}}{89}\bar{i}+\frac{8\sqrt{89}}{89}\bar{j}$

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ชุดที่ 3

1. ถ้า $\overrightarrow{AB}$ มีจุดเริ่มต้นที่ $(-1,2,-6)$ และจุดสิ้นสุดที่ $(2,-6,8)$ แล้ว $\overrightarrow{AB}$ เป็นสมาชิกของเวกเตอร์ใด

ก. $\begin{bmatrix}-3\\-8\\14\end{bmatrix}$ ข. $\begin{bmatrix}3\\-8\\14\end{bmatrix}$

ค. $\begin{bmatrix}1\\-4\\2\end{bmatrix}$ ง. $\begin{bmatrix}-1\\-4\\2\end{bmatrix}$

2. กำหนดให้ $\overline{AB}=\begin{bmatrix}1\\-1\\1\end{bmatrix}$ และ $A(2,-2,4)$ ค่าของ B ตรงกับข้อใด

ก. $(-3,3,5)$ ข. $(3,3,5)$

ค. $(3,-3,5)$ ง. $(3,3,-5)$

3. กำหนดให้ $E(7,3,-1)$, $F(3,-3,4)$ และ $G(2,2,-2)$ จงหาค่าของ $\overline{EF}+\overline{FG}$

ก. $\begin{bmatrix}5\\1\\1\end{bmatrix}$ ข. $\begin{bmatrix}-4\\-6\\5\end{bmatrix}$

ค. $\begin{bmatrix}-5\\-1\\-1\end{bmatrix}$ ง. $\begin{bmatrix}4\\6\\-5\end{bmatrix}$

4. กำหนด A มีพิกัดเป็น $(-1,5,4)$ และ B มีพิกัดเป็น $(4,7,8)$ จงหา $\overline{AB}$

ก. $\begin{bmatrix}5\\2\\4\end{bmatrix}$ ข. $\begin{bmatrix}-4\\-6\\5\end{bmatrix}$

ค. $\begin{bmatrix}-5\\2\\-4\end{bmatrix}$ ง. $\begin{bmatrix}4\\6\\-5\end{bmatrix}$

5. จงหาขนาดเวกเตอร์ $\begin{bmatrix} 2 \\ 5 \\ -3 \end{bmatrix}$ ตรงกับข้อใด

ก. 4 ข. 10

ค. $\sqrt{38}$ ง. $\sqrt{7}$

6. กำหนด $\mathrm{H}(10,2,-3)$ และ $\mathrm{K}(4,3,7)$ จงหาค่าของขนาดของเวกเตอร์ $\overline{HK}$ ว่าตรงกับข้อใด

ก. $\sqrt{137}$ ข. $\sqrt{138}$

ค. $\sqrt{135}$ ง. $\sqrt{136}$

7. กำหนดให้ $\mathrm{E}(7,3,-1)$, $\mathrm{F}(3,-3,4)$ และ $G(2,2,-2)$ จงหาค่าของขนาดของเวกเตอร์ $\overline{EF}+\overline{FG}$

ก. $\sqrt{23}$ ข. $\sqrt{24}$

ค. $\sqrt{25}$ ง. $\sqrt{26}$

8. เวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่มีทิศทางเดียวกันกับ $\bar{a}=\begin{bmatrix} 1 \\ -3 \\ -1 \end{bmatrix}$ คือข้อใด

ก. $\frac{\sqrt{11}}{11}\bar{i}-\frac{3\sqrt{11}}{11}\bar{j}-\frac{\sqrt{11}}{11}\bar{k}$ ข. $\frac{\sqrt{11}}{11}\bar{i}+\frac{3\sqrt{11}}{11}\bar{j}+\frac{\sqrt{11}}{11}\bar{k}$

ค. $-\frac{\sqrt{11}}{11}\bar{i}+\frac{3\sqrt{11}}{11}\bar{j}+\frac{\sqrt{11}}{11}\bar{k}$ ง. $-\frac{\sqrt{11}}{11}\bar{i}-\frac{3\sqrt{11}}{11}\bar{j}-\frac{\sqrt{11}}{11}\bar{k}$

9. เวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่มีทิศทางเดียวกันกับ $\bar{t}=\begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 5 \end{bmatrix}$ คือข้อใด

ก. $\frac{1}{\sqrt{35}}\bar{i}+\frac{3}{\sqrt{35}}\bar{j}+\frac{5}{\sqrt{35}}\bar{k}$ ข. $\frac{3}{\sqrt{35}}\bar{i}+\frac{1}{\sqrt{35}}\bar{j}+\frac{5}{\sqrt{35}}\bar{k}$

ค. $\frac{5}{\sqrt{35}}\bar{i}+\frac{1}{\sqrt{35}}\bar{j}+\frac{3}{\sqrt{35}}\bar{k}$ ง. $\frac{5}{\sqrt{35}}\bar{i}+\frac{3}{\sqrt{35}}\bar{j}+\frac{1}{\sqrt{35}}\bar{k}$

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

10. กำหนด $\bar{u}=\begin{bmatrix}1\\-4\\8\end{bmatrix}$ ข้อใดเป็นเวกเตอร์หนึ่งหน่วยทิศเดียวกับ $\bar{u}$

ก. $\frac{1}{9}\begin{bmatrix}1\\-4\\8\end{bmatrix}$

ข. $\frac{5}{9}\begin{bmatrix}1\\-4\\8\end{bmatrix}$

ค. $-\frac{1}{9}\begin{bmatrix}1\\-4\\8\end{bmatrix}$

ง. $-\frac{5}{9}\begin{bmatrix}1\\-4\\8\end{bmatrix}$

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อนักเรียน.....ชั้น.....เลขที่..... .....

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ วัน ..... ที่.....เดือน..... พ.ศ. .....

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์นี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริง เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป

ข้อคำถามเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนรู้สึกอย่างไรกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งนี้ เพราะอะไร

.....

.....

2. นักเรียนสามารถทำความเข้าใจ หรือวิเคราะห์ปัญหาได้หรือไม่

☐ ได้

☐ ไม่ได้ เพราะ.....

.....

3. ปัญหา หรืออุปสรรคในการทำความเข้าใจ หรือวิเคราะห์ปัญหาคืออะไร

.....

.....

4. นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้หรือไม่

☐ ได้

☐ ไม่ได้ เพราะ .....

5. นักเรียนสามารถรายงานคำตอบ และวิธีการแก้ปัญหา (พร้อมเหตุผล) ได้หรือไม่

☐ ได้

☐ ไม่ได้ เพราะ .....

.....

6. นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายคำตอบ และวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหากับเพื่อนในชั้นเรียนหรือไม่

☐ มี อย่างไร .....

.....

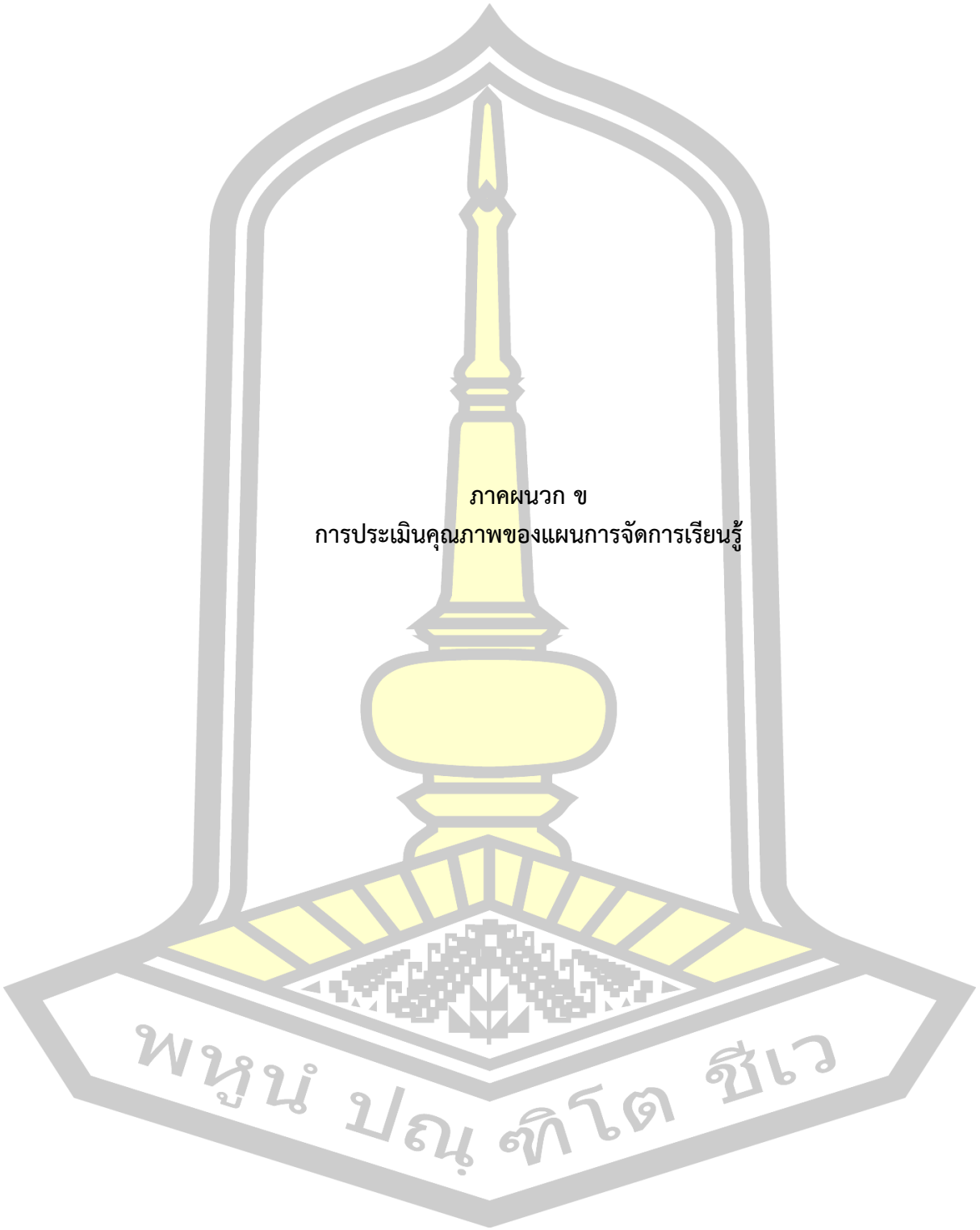
☐ ไม่มี เพราะ .....

.....

7. นักเรียนคิดว่าควรจะมีอะไรเพิ่มเติมในการจัดการเรียนการสอน

.....

.....



ภาคผนวก ข

การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 19 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

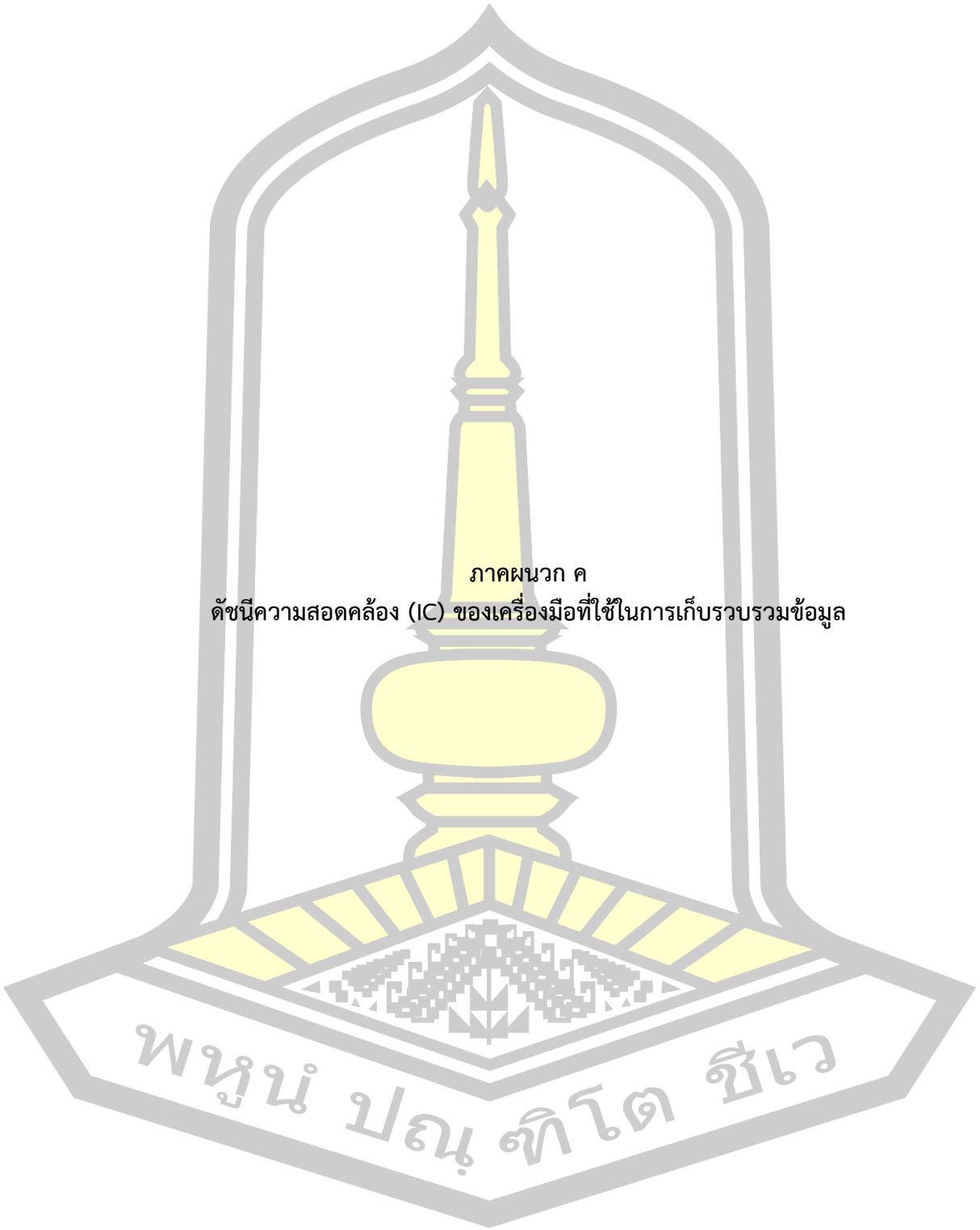
รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	$\overline{X}$	$S.D.$	ความเหมาะสม
1. สาระสำคัญ			
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.53	0.74	ดีมาก
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	4.8	0.41	ดีมาก
1.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.8	0.41	ดีมาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4.53	0.52	ดีมาก
2.2 สามารถประเมินผลได้	4.4	0.74	ดี
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.6	0.51	ดีมาก
3. สาระการเรียนรู้			
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	0.41	ดีมาก
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดให้นักเรียนในชั่วโมงนั้น	4.53	0.52	ดีมาก
3.3 มีความถูกต้อง	4.53	0.52	ดีมาก
4. กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	4.2	0.41	ดี
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.33	0.49	ดี
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.4	0.51	ดี
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.4	0.51	ดี
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดในแต่ละแผน	4.33	0.49	ดี
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน	4.27	0.46	ดี
5. สื่อการเรียนการสอน			
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.4	0.51	ดี
5.2 สนองกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.49	ดี
5.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.4	0.51	ดี
6. การวัดและประเมินผล			
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.4	0.51	ดี
6.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4.2	0.68	ดี
6.3 ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย	4.33	0.49	ดี
6.4 การวัดที่ระบุไว้สามารถประเมินได้	4.6	0.51	ดีมาก
6.5 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.6	0.51	ดีมาก

ตาราง 20 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	$\overline{X}$	$S.D.$	ความเหมาะสม
1. สาระสำคัญ			
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.73	0.46	ดีมาก
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	4.8	0.41	ดีมาก
1.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.6	0.51	ดีมาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4.73	0.46	ดีมาก
2.2 สามารถประเมินผลได้	4.73	0.46	ดีมาก
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.87	0.35	ดีมาก
3. สาระการเรียนรู้			
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	0.51	ดีมาก
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดให้นักเรียนในชั่วโมงนั้น	4.4	0.51	ดี
3.3 มีความถูกต้อง	4.53	0.52	ดีมาก
4. กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	4.53	0.52	ดีมาก
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.4	0.51	
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.53	0.52	ดีมาก
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.47	0.52	ดี
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดในแต่ละแผน	4.33	0.49	ดี
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน	4.4	0.51	ดี
5. สื่อการเรียนการสอน			
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.4	0.51	ดี
5.2 สนองกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.4	0.51	ดี
5.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.47	0.52	ดี
6. การวัดและประเมินผล			
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.47	0.52	ดี
6.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4.47	0.52	ดี
6.3 ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย	4.47	0.52	ดี
6.4 การวัดที่ระบุไว้สามารถประเมินได้	4.53	0.52	ดีมาก
6.5 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.53	0.52	ดีมาก

ตาราง 21 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	$\overline{X}$	$S.D.$	ความเหมาะสม
1. สาระสำคัญ			
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.73	0.46	ดีมาก
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	4.73	0.46	ดีมาก
1.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.73	0.46	ดีมาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4.47	0.52	
2.2 สามารถประเมินผลได้	4.53	0.52	ดีมาก
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.67	0.49	ดีมาก
3. สาระการเรียนรู้			
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.53	0.52	ดีมาก
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดให้นักเรียนในชั่วโมงนั้น	4.47	0.52	ดี
3.3 มีความถูกต้อง	4.47	0.52	ดี
4. กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	4.47	0.52	ดี
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.40	0.51	ดี
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.47	0.52	ดี
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.47	0.52	ดี
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดในแต่ละแผน	4.53	0.52	ดีมาก
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน	4.47	0.52	ดี
5. สื่อการเรียนการสอน			
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.33	0.49	ดี
5.2 สนองกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.51	ดี
5.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.40	0.51	ดี
6. การวัดและประเมินผล			
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.40	0.51	ดี
6.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4.27	0.59	ดี
6.3 ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย	4.40	0.51	ดี
6.4 การวัดที่ระบุไว้สามารถประเมินได้	4.27	0.59	ดี
6.5 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.33	0.62	ดี



ภาคผนวก ค

ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตาราง 22 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 4 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 23 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 4 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 24 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 4 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตาราง 25 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 10 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
5	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 26 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 10 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 27 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 10 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
9	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 28 ผลการประเมินแบบสังเกตการณ์ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	5	4	5	5	5	24	4.8	สอดคล้อง
2	5	4	5	5	4	23	4.6	สอดคล้อง
3	5	3	5	5	4	22	4.4	สอดคล้อง

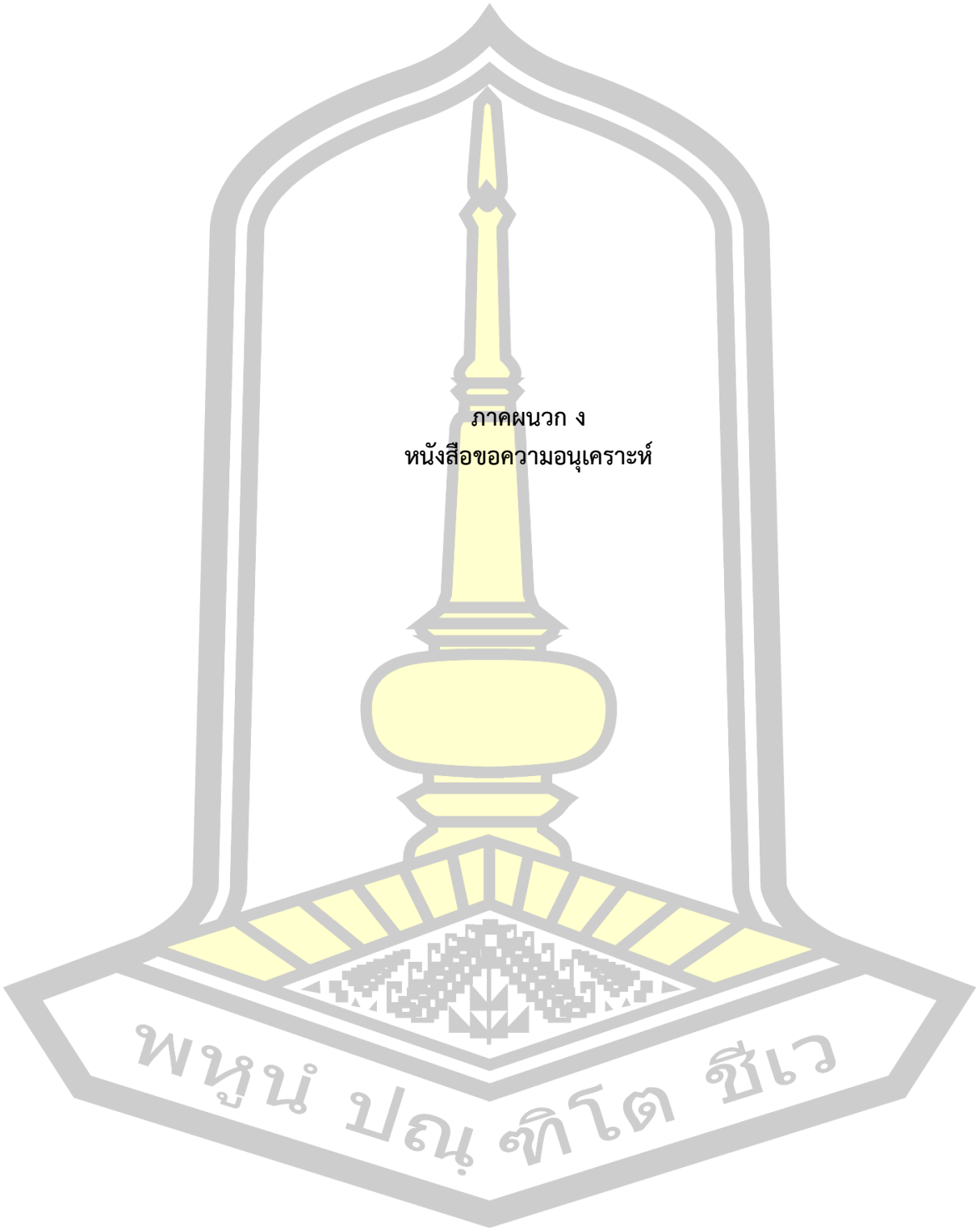
ตาราง 29 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 7 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 29 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 7 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาคผนวก ง
หนังสือขอความอนุเคราะห์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว11 วันที่ 3 มกราคม 2562
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ

ด้วย นายชัยวัฒน์ ยลรัตโยษิต นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI)" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว11 วันที่ 3 มกราคม 2562
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม

ด้วย นายชัยวัฒน์ ยลรดีโยษิต นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI)" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว11

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

3 มกราคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางยุพิน พลเรือง

ด้วย นายชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI)" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0910528648

ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว11

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

3 มกราคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสิริพร ภูหัวดอน

ด้วย นายชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI)" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0910528648

ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว11

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

3 มกราคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายสวัสดิ์ จันทมนตรี

ด้วย นายชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI)" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0910528648

ที่ ศธ. 0530.5(2) / 612

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

15 กุมภาพันธ์ 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสุดารักษ์ นรินทร์รัมย์

ด้วย นายชัยวัฒน์ ยลรัตโฆษิต นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์,โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0910528648

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	ชัยวัฒน์ ยลรดีโฆษิต
วันเกิด	14 สิงหาคม พ.ศ. 2537
สถานที่เกิด	เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 1/19 ถนนรณชัยชาญยุทธ ซอย 44 ตำบลในเมือง อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด 45000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2552 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จังหวัดร้อยเอ็ด พ.ศ. 2555 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จังหวัดร้อยเอ็ด พ.ศ. 2559 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2562 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	ทุนการศึกษาในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว