

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้
ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2



นางสาวศุภลักษณ์ ครุฑทอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR) are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES USING IMPROVE
METHOD AND JOURNAL WRITING ON MATHEMATICAL KNOWLEDGE AND
CONNECTION ABILITIES OF EIGHTH GRADE STUDENTS



Miss Supalak Crutkong

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Mathematics Education

Department of Curriculum and Instruction

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี
IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้
ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2

โดย

นางสาวศุภลักษณ์ ครุฑคง

สาขาวิชา

การศึกษาคณิตศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

อาจารย์ ดร. ไพโรจน์ น่วมน่วม

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชนิตา รักษ์พลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร. ไพโรจน์ น่วมน่วม)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร. อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์)

ศุภลักษณ์ ครุฑทอง : ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES USING IMPROVE METHOD AND JOURNAL WRITING ON MATHEMATICAL KNOWLEDGE AND CONNECTION ABILITIES OF EIGHTH GRADE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร. ไพโรจน์ น่วมนุ้ม, 224 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ 4) ศึกษาพัฒนาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ 5) ศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพัทลุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ 48 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์บันทึกการเรียนรู้ และใบงาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) เทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา(Content analysis)

ผลการวิจัยพบว่า

- 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบในระยะเวลาการเรียน
- 5) นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบเป็นระยะจากก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2556

5583347327 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEYWORDS: IMPROVE METHOD / JOURNAL WRITING / MATHEMATICAL KNOWLEDGE / MATHEMATICAL CONNECTION ABILITY

SUPALAK CRUTKONG: EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES USING IMPROVE METHOD AND JOURNAL WRITING ON MATHEMATICAL KNOWLEDGE AND CONNECTION ABILITIES OF EIGHTH GRADE STUDENTS. ADVISOR: PAIROT NUAMNOOM, Ed.D., 224 pp.

The purposes of this research were 1) to compare the mathematical knowledge after learning of students between groups learning by using IMPROVE method and journal writing and conventional approach 2) to compare mathematical connection abilities of students learning by using IMPROVE method and journal writing between before and after learning. 3) to compare the mathematical connection abilities after learning of students between groups learning by using IMPROVE method and journal writing and conventional approach. 4) to study development of mathematical knowledge of students who were taught by using IMPROVE method and journal writing, and 5) to study development of mathematical connection abilities of students who were taught by using IMPROVE method and journal writing.

The subjects were eighth grade students of Phatthalung school in the second semester of the academic year 2013. There were 48 students in the experimental group and 45 students in the control group. The instruments for data collection were knowledge tests, mathematical connection ability tests, journal writing and worksheets. The data were analyzed by arithmetic mean, standard deviation, t-test, ANCOVA and content analysis.

The results of the study revealed that

1) the mathematical knowledge of students learning by using IMPROVE method and journal writing were higher than those of the students learning by using conventional approach at a .05 level of significance,

2). the mathematical connection abilities of students learning by using IMPROVE method and journal writing after learning were statistically higher than those before at a .05 level of significance.

3) the mathematical connection abilities of students learning by using IMPROVE method and journal writing were higher than those of the students learning by using conventional approach at a .05 level of significance.

4) mathematical knowledge of students learning by using IMPROVE method and journal writing had been gradually improved, and

5) students learning by using IMPROVE method and journal writing had been gradually improved mathematical connection abilities in all three aspects when comparing before, during, and after being taught

Department: Curriculum and Instruction

Student's Signature

Field of Study: Mathematics Education

Advisor's Signature

Academic Year: 2013

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความเมตตาและความกรุณาอย่างสูงยิ่งจาก อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ้ม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาเอาใจใส่เป็นอย่างดีตลอดมา เสียสละเวลาอันมีค่าของอาจารย์ในการให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่า และได้ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดด้วยดีตลอดมา งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และที่สำคัญคืออาจารย์เป็นแบบอย่างของครูที่ดี ที่เหมาะกับการเอาไปเป็นแบบอย่างในการเป็นครูที่ดีของผู้วิจัยในอนาคต อีกทั้งอาจารย์ยังให้ประสบการณ์และสอนทักษะต่างๆ ทุกๆ ด้าน ในการทำวิทยานิพนธ์และนำไปใช้ในการทำงานในอนาคตข้างหน้าอีกด้วย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.อรรถศาสตร์ นิमितพันธ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณาจารย์สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ ทำให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้เสียสละเวลา ให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ จนได้เป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์ และเป็นประโยชน์ในการเก็บข้อมูลทำวิทยานิพนธ์ต่อไป

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.กฤติกา อินใหม่ ที่ให้ความช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานในการเข้าไปเก็บข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ และให้ความช่วยเหลือในทุกๆเรื่องด้วยดีตลอดมา และกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครูอาจารย์ และนักเรียนโรงเรียนพัทลุง ทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ให้ความร่วมมือ และช่วยเหลือในการทดลองใช้เครื่องมือ และเก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และน้องสาว เป็นอย่างสูงที่ให้การสนับสนุนการศึกษาในระดับมหาบัณฑิต คอยให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ เรื่อง และคอยเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่งให้ผ่านพ้นอุปสรรคต่าง ๆ ด้วยดีตลอดมา

หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ก่อให้เกิดคุณประโยชน์ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของ บิดา มารดา ตลอดจนครูอาจารย์ที่เป็นผู้ประสาทความรู้ให้กับผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	8
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	13
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
1. วิธี IMPROVE.....	15
1.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธี IMPROVE.....	15
1.2 ขั้นตอนของวิธี IMPROVE.....	17
1.3 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางของวิธี IMPROVE.....	19
2. การเขียนบันทึกการเรียนรู้ (journal writing).....	21
2.1 ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้.....	21
2.2 ความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	23
2.3 ลักษณะคำถามของบันทึกการเรียนรู้.....	26
2.4 แนวทางการใช้บันทึกการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์.....	28
3. ความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	31
3.1 ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	31

3.2	ความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์	34
3.3	แนวทางการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์	35
3.4	การประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	39
4.	ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	40
4.1	ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ .	40
4.2	ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	42
4.3	ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	44
4.4	แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	46
4.5	การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	49
5.	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	53
5.1	งานวิจัยในประเทศ	53
5.2	งานวิจัยต่างประเทศ	58
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	63
1.	การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	63
2.	การออกแบบการวิจัย.....	64
3.	การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	65
4.	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	66
5.	การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	96
6.	การวิเคราะห์ข้อมูล	99
7.	สถิติที่ใช้ในการวิจัย	100
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	103
ตอนที่ 1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ	104
ตอนที่ 2	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาพัฒนาการของความรู้ทาง คณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่มทดลอง	107
ตอนที่ 2.2	การศึกษาพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	108

ตอนที่ 2.3 การศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	113
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	122
สรุปผลการวิจัย	129
อภิปรายผลการวิจัย.....	130
ข้อเสนอแนะ.....	135
รายการอ้างอิง	136
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือ	142
ภาคผนวก ข หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและขอความร่วมมือในการวิจัย.....	145
ภาคผนวก ค ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของกลุ่ม ตัวอย่างก่อนทดลอง	155
ภาคผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนทดลอง.....	157
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	159
ภาคผนวก ฉ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	182
ภาคผนวก ช ตัวอย่างผลงานนักเรียน	204
รายการอ้างอิง.....	222
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	224

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 2 รูปแบบการวิจัย..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 3 แสดงสาระการเรียนรู้และสาระสำคัญของเนื้อหา เรื่องเส้นขนาน จำแนกตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 4 กรอบแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.. **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 5 ตัวอย่างแนวคำถามคำถามที่เน้นการรู้คิด ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน ... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟ ของคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟ ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนนักเรียนและร้อยละ ที่มีระดับความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีบท นิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามช่วงเวลาของการวิเคราะห์ข้อมูล..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 11 แสดงจำนวนนักเรียนและร้อยละ ที่มีระดับความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการคำนวณโดยใช้สูตร และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามช่วงเวลาของการวิเคราะห์ข้อมูล..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 12 แสดงจำนวนนักเรียน และร้อยละของจำนวนนักเรียน ในแต่ละระดับคะแนนของ
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 1 จำแนกตามช่วงเวลาวิเคราะห์ข้อมูล
..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 13 แสดงจำนวนนักเรียน และร้อยละของจำนวนนักเรียน ในแต่ละระดับคะแนนของ
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 2 จำแนกตามช่วงเวลาวิเคราะห์ข้อมูล
..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 14 แสดงจำนวนนักเรียน และร้อยละของจำนวนนักเรียน ในแต่ละระดับคะแนนของ
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 3 จำแนกตามช่วงเวลาวิเคราะห์ข้อมูล
..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 15 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของคะแนนภาคเรียนที่ 1
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2556 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่ม
ควบคุม..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 16 แสดงผลการเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่ม
ควบคุม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 17 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 18 แสดงโครงสร้างของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 (ฉบับก่อนเรียน)**ผิดพลาด!
ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 19 แสดงโครงสร้างของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 (ฉบับหลังเรียน) เรื่องเส้น
ขนาน **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 20 แสดงโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1
(ฉบับก่อนเรียน)..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

ตารางที่ 21 แสดงโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง
ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 (ฉบับหลังเรียน) เรื่องเส้นขนาน..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า**

สารบัญญภาพ

หน้า

- ภาพที่ 1 ตัวอย่างการสรุปสาระสำคัญของนักเรียน..... ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 2 ตัวอย่างการยกตัวอย่างประกอบสาระสำคัญของนักเรียน . ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 3 ตัวอย่างการตอบคำถามในบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน .. ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 4 ตัวอย่างการสรุปสาระสำคัญและการยกตัวอย่างของนักเรียน... ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 5 ตัวอย่างการตอบคำถามในบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 6 ตัวอย่างการแสดงการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 7 ตัวอย่างการแสดงการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 8 ตัวอย่างการแสดงการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 9 ตัวอย่างการแสดงการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 10 ตัวอย่างการแสดงการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 11 ข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน
..... ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 12 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในการตอบคำถามด้านที่ 1 ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 13 ตัวอย่างข้อคำถามในใบงานของนักเรียน..... ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 14 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในการตอบคำถามด้านที่ 1 ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 15 ตัวอย่างข้อคำถามในใบงานของนักเรียน..... ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 16 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในการตอบคำถามจากใบงาน ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
- ภาพที่ 17 ตัวอย่างข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
..... ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า

ภาพที่ 39 ตัวอย่างแนวตอบในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน**ผิดพลาด!**
ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ ช่วยพัฒนาความคิด ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถคิดได้อย่างมีเหตุผล คิดเป็นระบบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่พบเจอได้อย่างรอบคอบถี่ถ้วน คณิตศาสตร์มีส่วนสำคัญในการคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม เป้าหมายของการจัดการเรียนคณิตศาสตร์มุ่งเน้นให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ รวมถึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิต การศึกษาต่อ การมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ และสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินระดับชาติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ และควรได้รับการปรับปรุง เช่น จากผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (ONET) ในปีการศึกษา 2551–2555 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 ซึ่งพบว่าคะแนนส่วนใหญ่ไม่ถึงร้อยละ 50 โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยเป็น 32.66, 26.05, 14.99 , 52.40 และ 35.77 คะแนน ตามลำดับ และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้คะแนนเฉลี่ยเป็น 32.34, 35.97, 28.56, 14.99 และ 22.73 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินระดับนานาชาติของ TIMSS ที่ทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในปี ค.ศ. 2007 และ ปี ค.ศ. 2011 ผลการประเมินพบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเป็น 441 และ 427 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าระดับนานาชาติที่มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 500 และ 498 คะแนน ตามลำดับ (สำนักทดสอบทางการศึกษา: 2552)

ข้อมูลจากการประเมินทั้งระดับชาติและนานาชาติข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ในระดับที่ควรได้รับการพัฒนา การที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้นนั้น จะต้องเร่งพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความรู้เชิงมโนทัศน์ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด นิยาม ทฤษฎีบท กฎ สูตร สมบัติทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับการคำนวณโดยใช้สูตร การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เห็นได้จาก กระทรวงศึกษาธิการยังได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่พอเพียง สามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อ (กระทรวงศึกษาธิการ: 2545) อีกทั้งในการเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์เฉพาะใดๆ ผู้เรียนควรได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ เพื่อที่ผู้เรียนจะเชื่อมโยงได้ว่าขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองคุ้นเคยนั้นมีที่มาหรือความหมายอย่างไร และจะนำไปใช้ได้อย่างไร (อัมพร ม้าคนอง, 2554)

ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะหนึ่งของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ในลักษณะที่เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ลึกซึ้งและยาวนาน สามารถสร้างความเข้าใจในเนื้อหาเดิมได้ดีขึ้น (NCTM, 2000) อีกทั้งยังมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) ตลอดจนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคนอง, 2554: 60) รวมถึงการเชื่อมโยงยังทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น (Dossy, 2002: 81-83)

จากความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีความเป็นไปได้คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE

วิธี IMPROVE พัฒนาขึ้นโดย Mevarech and Kramarski (1997) เป็นวิธีสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ในเนื้อหาที่เรียน มีการฝึกการรู้คิดขณะเรียนรู้เนื้อหาใหม่ และนำความรู้ที่ได้ไปใช้งาน วิธี IMPROVE มีหลักการที่สำคัญ 3 ประการ คือ ประการแรก เป็นการให้นักเรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเองโดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิดในการสร้างความรู้ ประการที่สอง

เป็นการสร้างความรู้ผ่านการเรียนรู้ร่วมกัน และประการที่สาม เป็นการตรวจสอบข้อผิดพลาดทางการเรียนและการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข (Mevarech & Kramarski, 1977) จากหลักการทั้ง 3 ประการดังกล่าวนำไปสู่ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ซึ่งมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่ความรู้ใหม่ (Introducing new concept)
- ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้โดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด (Metacognitive questioning)
- ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้งานโดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด (Practicing)
- ขั้นที่ 4 ขั้นทบทวนและแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรค (Reviewing and reducing difficulties)
- ขั้นที่ 5 ขั้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ (Obtaining mastery)
- ขั้นที่ 6 ขั้นตรวจสอบความเข้าใจนักเรียน (Verification)
- ขั้นที่ 7 ขั้นปรับแก้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและเพิ่มพูนความรู้ (Enrichment)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธี IMPROVE มีหลักการที่สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของนักการศึกษา โดยหลักการข้อแรกที่ว่าให้นักเรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเองโดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิดในการสร้างความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM , 2000) ที่กล่าวว่าแนวทางการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ทำได้โดยเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ร่วมกับการฝึกการรู้คิด (metacognition) หลักการที่สองที่ว่า การสร้างความรู้ผ่านการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Kulausmeier and Ripple (1971) ที่ว่าการพัฒนาความรู้รวมถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทำได้โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่เรียนในการแก้ปัญหา รวมถึงให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านกระบวนการกลุ่มและหลักการที่สามที่ว่า การตรวจสอบข้อผิดพลาดและการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ซึ่งสอดคล้องกับ Kulausmeier and Ripple (1971) ที่ว่าการพัฒนาความรู้รวมถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทำได้โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเอง ตลอดจนครูควรให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับผลการเรียนรู้แก่นักเรียน เพื่อให้ทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

นอกจากนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธี IMPROVE มีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจาก วิธี IMPROVE มีขั้นตอนที่เอื้อให้นักเรียนนำไปใช้งาน นักเรียนได้ฝึกการรู้คิด ได้ตรวจสอบข้อผิดพลาดในการนำความรู้ไปใช้งาน นักเรียนได้ข้อมูลป้อนกลับจากครูเกี่ยวกับข้อบกพร่องของตนเอง ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น จากที่กล่าวมาข้างต้น เห็นได้ว่าการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE มีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

การเขียนบันทึกการเรียนรู้ (journal writing) เป็นการเขียนสรุปสาระสำคัญในแต่ละเนื้อหาที่เรียนด้วยภาษาของตนเอง และเขียนอธิบายแนวคิดเพื่อตอบคำถามที่เน้นตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง รวมถึงได้สะท้อนความรู้เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง ในสิ่งที่ตนเองเข้าใจและไม่เข้าใจ การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีประโยชน์ทั้งกับครูและนักเรียน โดยนักเรียนสามารถใช้บันทึกการเรียนรู้ในการทบทวน อธิบาย แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ที่ได้รับ นักเรียนมีโอกาสได้ตรวจสอบความเข้าใจ และได้สะท้อนความรู้เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเองในสิ่งที่เองเข้าใจและยังไม่เข้าใจ สำหรับครูสามารถใช้บันทึกการเรียนรู้ประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนและให้ข้อมูลป้อนกลับกับนักเรียนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน รวมถึงครูได้ใช้ข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในการประเมินการสอนของตนเอง โดยทั่วไปแบบบันทึกการเรียนรู้มีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ การสรุปสาระสำคัญของบทเรียน การตรวจสอบความเข้าใจของตนเองในเนื้อหาสาระที่เรียน และการสะท้อนเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง ในสิ่งที่ตนเองเข้าใจและไม่เข้าใจ (Dougherty, 1996: 556-560, Fulwiler, 1982: 18-24)

จากการศึกษาการเขียนบันทึกการเรียนรู้และขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE พบว่า สามารถนำการเขียนบันทึกการเรียนรู้เข้าไปร่วมใช้บางขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE ได้ เนื่องจากมีวัตถุประสงค์ที่เหมือนกันคือ ต้องการให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง และเป็นเครื่องมือสำหรับครูในการประเมินผลการเรียนรู้ให้นักเรียนและให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนตรวจสอบข้อผิดพลาดทางการเรียนและให้ข้อมูลป้อนกลับ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจนำการเขียนบันทึกการเรียนรู้ไปร่วมใช้ในบางขั้นตอนของวิธี IMPROVE เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาระเรขาคณิต เป็นหนึ่งในหกสาระของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเนื้อหาวิชาเรขาคณิตมีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในหลายหัวข้อเรื่อง เช่น การวัด รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เป็นต้น เนื้อหาวิชาเรขาคณิตมีความสำคัญต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอีกด้วย สาระการเรียนรู้เรื่องเส้นขนานเป็นมโนทัศน์หลักของสาระเรขาคณิตซึ่งมีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ ดังนั้นมนุษย์ควรจะมีมโนทัศน์ในเรื่องเส้นขนานอย่างถูกต้อง เพื่อประโยชน์ในการดำเนินชีวิตประจำวันและเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาวิชาเรขาคณิตต่อไป ตามที่ Back and Cromie (1972: 1-20) ได้กล่าวว่าเส้นขนานเป็นส่วนหนึ่งของวิชาเรขาคณิตซึ่งนักเรขาคณิตได้ให้ความสำคัญของเรื่องเส้นขนานอย่างยิ่ง เพราะว่าตลอดเวลามนุษย์ได้นำความรู้เรื่องเส้นขนานมาใช้ในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นรางรถไฟ การวางเสาไฟฟ้าต่างๆ สิ่งของเครื่องใช้บางอย่าง เช่น สมุด หนังสือ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นถึงวิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเลือกเนื้อหาสาระที่ใช้ในการวิจัย เรื่องเส้นขนาน ผลการวิจัยนี้จะเป็นแนวทางและเป็นประโยชน์สำหรับครูในการนำวิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียน รวมถึงครูและผู้ที่เกี่ยวข้องได้แนวทางในการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

คำถามการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ จะช่วยพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้หรือไม่อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ
4. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้
5. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้

สมมติฐานของการวิจัย

ความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธี IMPROVE พบว่า วิธี IMPROVE เป็นวิธีสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ในเนื้อหาที่เรียน มีการฝึกการรู้คิดขณะเรียนรู้เนื้อหาใหม่ และนำความรู้ที่ได้ไปใช้งาน วิธี IMPROVE มีหลักการที่สำคัญ 3 ประการ คือ ประการแรก เป็นการให้นักเรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเองโดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิดในการสร้างความรู้ ประการที่สอง เป็นการสร้างความรู้ผ่านการเรียนรู้ร่วมกัน และประการที่สาม เป็นการตรวจสอบข้อผิดพลาดทางการเรียนและการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข (Mevarech & Kramarski, 1977) ซึ่งหลักการทั้ง 3 ประการนี้สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับนักการศึกษา โดยหลักการข้อแรกที่กล่าวว่าให้นักเรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเองโดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิดในการสร้างความรู้ซึ่งสอดคล้องกับ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM , 2000) ที่กล่าวว่าแนวทางการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ทำได้โดยเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ร่วมกับการฝึกการรู้คิด (metacognition) หลักการที่สองที่กล่าวว่า การสร้างความรู้ผ่านการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Kulausmeier and Ripple (1971) ที่ว่าการพัฒนาความรู้รวมถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทำได้โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่เรียนในการแก้ปัญหา รวมถึงให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านกระบวนการกลุ่มและหลักการที่สามที่กล่าวว่าการตรวจสอบข้อผิดพลาดและการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ซึ่งสอดคล้องกับ Kulausmeier and Ripple (1971) ที่ว่าการพัฒนาความรู้รวมถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทำได้โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเอง ตลอดจนครูควรให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับผลการเรียนรู้แก่นักเรียน เพื่อให้ทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

นอกจากนั้นแล้ว จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธี IMPROVE พบว่า Zemira R. Mevarech and Shimon Fridkin (2006) ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การฝึกการรู้คิดด้วยวิธี IMPROVE ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอน IMPROVE มีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

จากการศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ พบว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนได้สรุปสาระสำคัญในแต่ละเนื้อหาที่เรียนด้วยภาษาของตนเอง และเขียนอธิบายแนวคิดเพื่อตอบคำถามที่เน้นตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง รวมถึงได้สะท้อนความรู้สึเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง ในสิ่งที่ตนเองเข้าใจและไม่เข้าใจ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบงานวิจัยของ Thurlow (1995) ศึกษาการใช้บันทึกการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ว่ามีศักยภาพในการเพิ่มความรู้ทางคณิตศาสตร์และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของกลุ่มที่ใช้

การเขียนบันทึกการเรียนรู้ และกลุ่มที่ไม่ใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และงานวิจัยของ Sample (1988) ทำการศึกษา ผลของการใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในการเรียนพีชคณิต 1 ของนักเรียนเกรด 9 และนักเรียนเกรด 10 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของกลุ่มที่ใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ และกลุ่มที่ไม่ใช้บันทึกการเรียนรู้ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาแนวคิดของการเขียนบันทึกการเรียนรู้และศึกษาขั้นตอนของวิธี IMPROVE พบว่า สามารถนำการเขียนบันทึกการเรียนรู้เข้าไปร่วมใช้บางขั้นตอนของวิธี IMPROVE ได้ เนื่องจากมีวัตถุประสงค์ที่เหมือนกันคือ ต้องการให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง และเป็นเครื่องมือสำหรับครูในการประเมินผลการเรียนรู้นักเรียน และให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนตรวจสอบข้อผิดพลาดทางการเรียนและให้ข้อมูลป้อนกลับ

จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยจึงใช้เป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธี IMPROVE พบว่ามีงานวิจัยที่นำวิธี IMPROVE ไปพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mevarech and Kramarski (1999) , Kramarski, Mevarech and Arami (2002) , Kwong Oi Man (2005)) และพบงานวิจัยที่นำวิธี IMPROVE ไปพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mevarech and Fridkin (2006) , Kramarski, Mevarech and Lieberman (2001) , Mevarech and Kramarski (1997)) แต่ไม่พบงานวิจัยที่นำวิธี IMPROVE ไปพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

แต่จากการศึกษาขั้นตอนของวิธี IMPROVE พบว่า ขั้นที่ 3 และ 4 เป็นขั้นที่ฝึกให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียนไปใช้งาน และนำไปใช้ในการเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาในทันที ซึ่งมีความต่อเนื่องและเป็นระบบ ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่เรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาใหม่ ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น ซึ่งเป็นไปตามงานวิจัยของเวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2551) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์

ข้อมูลกับ และงานวิจัยของ บุญญา แซ่หล่อ (2550) ทำการวิจัยเรื่อง บูรณาการแบบเชื่อมโยง เนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิต โดยใช้สถานการณ์จริง สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองนักเรียนที่ได้รับการ บูรณาการมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงและความสามารถ ด้านความลึกในการเข้าใจเนื้อหาสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยจึงใช้เป็น แนวทางในการตั้งสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และ การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และ การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดพัทลุง กระทรวงศึกษาธิการ

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องเส้นขนาน

3. ตัวแปรที่ศึกษา มีดังนี้

3.1 ตัวแปรต้น คือ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึก การเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

3.2 ตัวแปรตาม คือ

3.2.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์

3.2.2 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. วิธี IMPROVE เป็นวิธีสอนตามแนวคิดของ Zemira R. Mevarech and Bracha Kramarski (1997) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดความรู้ในเนื้อหา โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ และนำความรู้ไปใช้งานด้วยตนเอง ซึ่งมี**คำถามที่เน้นการรู้คิด**เป็นแนวทาง มีการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด ผู้สอนมีการตรวจสอบข้อผิดพลาดทางการเรียนและให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน รวมถึงมีการเพิ่มพูนความรู้ให้เข้าใจมากขึ้น และมีการแก้ไขข้อผิดพลาดทางการเรียน วิธี IMPROVE ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่ความรู้ใหม่ (Introducing new concept: I) เป็นขั้นที่ครูนำเสนอบริบทที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ที่จะสอนแก่นักเรียน ได้แก่ ตัวอย่าง ข้อมูล ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาเป็นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างและสรุปความรู้ใหม่โดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด (Metacognitive questioning: M) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนใช้บริบทที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ที่จะสอนจากขั้นที่ 1 มาสร้างและสรุปความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยมี**คำถามที่เน้นการรู้คิด**เป็นแนวทาง จากนั้นนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด เกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่ได้สรุป

ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้งานโดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด (Practicing: P) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาใหม่ โดยมี**คำถามที่เน้นการรู้คิด**เป็นแนวทาง รวมถึงนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้งาน

ขั้นที่ 4 ขั้นทบทวนและแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรค (Reviewing and reducing difficulties: R) เป็นขั้นที่เน้นให้นักเรียนได้มีการมองย้อนกลับไปพิจารณาทบทวนถึงข้อผิดพลาดและอุปสรรคต่างๆ รวมถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการปรับแก้ข้อผิดพลาดที่พบขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 ขั้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรู้ (Obtaining mastery: O) เป็นขั้นที่ครูให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนให้บรรลุตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่วางไว้ โดยอาศัยข้อผิดพลาดหรืออุปสรรคจากขั้นที่ 4 เป็นแนวทางในการช่วยเหลือ

ขั้นที่ 6 ขั้นตรวจสอบผลการเรียนรู้ (Verification: V) เป็นขั้นที่ครูตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ใหม่ของนักเรียนโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การถามตอบ การสังเกตการตรวจใบงาน การทดสอบ รวมถึงให้นักเรียนมีการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง

ขั้นที่ 7 ขั้นเพื่อปรับแก้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและเพิ่มพูนความรู้ (Enrichment: E) เป็นขั้นที่ครูให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากผลการตรวจสอบผลการเรียนรู้ในขั้นที่ 6 จากนั้นมีการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนทราบถึงข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข สำหรับนักเรียนที่มีข้อผิดพลาดทางการเรียน ครูปรับแก้ความเข้าใจด้วยวิธีการต่างๆที่เหมาะสม เช่น การอธิบายเพิ่มเติม หรือให้ทำแบบฝึกหัด สำหรับนักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ใหม่แล้วครูจะให้การเพิ่มพูนความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติม

2. คำถามที่เน้นการรู้คิด (metacognitive questions) หมายถึง คำถามที่นำมาใช้กับนักเรียนในขณะสร้างและสรุปความรู้ใหม่ รวมถึงการนำความรู้ไปใช้งาน เพื่อให้นักเรียนได้มีการกำกับและตรวจสอบความคิดและสิ่งที่ปฏิบัติของตนเองอย่างมีเป้าหมายและทิศทาง จนสามารถสรุปความรู้ใหม่และนำความรู้ใหม่ไปใช้งานได้

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดตามแนวคิดของ Mevarech and Kramarski (1997) ซึ่งมีประเด็นการใช้งาน ดังนี้

2.1 คำถามที่เน้นการรู้คิด มี 4 ประเภท คือ

2.1.1 คำถามให้ทำความเข้าใจ (comprehension questions) หมายถึง คำถามที่ถามนักเรียนให้มีการกำกับความคิดของตนเอง เพื่อทำความเข้าใจบริบทที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ หรือการนำความรู้ใหม่ไปใช้งาน รวมถึงคำถามที่ถามให้กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้

2.1.2 คำถามให้เชื่อมโยงความรู้ (connection questions) หมายถึง คำถามที่ถามนักเรียนให้มีการกำกับความคิดของตนเอง เพื่อเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมมาใช้ในการสร้างความรู้ใหม่ หรือกำหนดแนวทางในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา

2.1.3 คำถามให้วางแผน (strategic questions) หมายถึง คำถามที่ถามนักเรียนให้มีการกำกับความคิดของตนเอง เพื่อกำหนดแนวทางในการสร้างความรู้และสรุปความรู้ หรือแนวทางในการนำความรู้ไปใช้งาน

2.1.4 คำถามให้สะท้อนผลการปฏิบัติ (reflection questions) หมายถึง คำถามที่ถามนักเรียนให้มีการกำกับความคิดของตนเอง เพื่อให้ตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ใหม่ที่สรุป หรือความถูกต้องของแนวทางในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา

2.2 แนวทางการใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2.1 ในการสอนเนื้อหาสาระหนึ่ง ๆ จะใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดทั้ง 4 ประเภท โดยจำนวนคำถามแต่ละประเภทให้พิจารณาตามความเหมาะสมและความยากง่ายของเนื้อหา

2.2.2 สำหรับเนื้อหาสาระที่ง่าย อาจใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดในลักษณะการถามตอบประกอบการอธิบาย สำหรับเนื้อหาสาระที่ยาก อาจใช้ใบกิจกรรมที่มีคำถามที่เน้นการรู้คิด ทั้งนี้ เพื่อให้ นักเรียน ได้คิดแบบต่อเนื่อง และได้ทบทวนการคิดของตนเอง จนสามารถสรุปความรู้และนำความรู้ไปใช้งานได้

3. การเขียนบันทึกการเรียนรู้ (journal writing) หมายถึง การเขียนสรุปสาระสำคัญในแต่ละเนื้อหาที่เรียนด้วยภาษาของตนเอง การเขียนอธิบายแนวคิดเพื่อตอบคำถามที่เน้นถึงความเข้าใจของตนเอง และการเขียนสะท้อนความรู้สึกเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง ในสิ่งที่ตนเองเข้าใจและไม่เข้าใจ ในงานวิจัยนี้การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีองค์ประกอบ 3 ส่วน ดังนี้ (Dougherty, 1996: 556-560, Fulwiler, 1982: 18-24)

ส่วนที่ 1 การสรุปสาระสำคัญของบทเรียน เป็นส่วนที่ให้นักเรียนเขียนสรุปสาระสำคัญของความรู้ใหม่ด้วยภาษาของตนเอง

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองในเนื้อหาสาระที่เรียน เป็นส่วนที่ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดเพื่อตอบคำถามต่างๆ ซึ่งคำถามจะเน้นการตรวจสอบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

ส่วนที่ 3 การสะท้อนเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง เป็นส่วนที่ให้นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเองในสิ่งที่ตนเองเข้าใจและไม่เข้าใจ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งที่ชอบและสิ่งที่ไม่ชอบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบ

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ในเนื้อหา โดยให้นักเรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้งานด้วยตนเองซึ่งมีคำถามที่เน้นการรู้คิดเป็นแนวทาง นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด รวมถึงนักเรียนตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองโดยการเขียนบันทึกการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวิธี IMPROVE ที่มีการรวมขั้นตอนบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชี้นำเข้าสู่ความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอบริบทที่สัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ที่จะสอนแก่นักเรียน ซึ่งได้แก่ ตัวอย่าง ข้อมูล ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหา เป็นต้น รวมทั้งจูงใจให้นักเรียนทำความเข้าใจในบริบทที่นำเสนอดังกล่าว

ขั้นที่ 2 ชี้นำสร้างและสรุปความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนใช้ความรู้เดิมมาสัมพันธ์กับบริบทที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่จากขั้นที่ 1 มาสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ซึ่งมีคำถามที่เน้นการรู้คิดเป็นแนวทาง นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด จากนั้นนักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ส่วนที่ 1 โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำและช่วยเหลือ

ขั้นที่ 3 ชี้นำช่วยให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาใหม่ซึ่งมีคำถามที่เน้นการรู้คิดเป็นแนวทาง นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด จากนั้นสะท้อนผลการปฏิบัติโดยให้พิจารณาทบทวนและปรับแก้ข้อผิดพลาดจากการปฏิบัติ โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำและช่วยเหลือ

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลการเรียนรู้และปรับแก้ข้อผิดพลาด เป็นขั้นที่เน้นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนของนักเรียนในเนื้อหาที่เรียนโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลาย เช่น สังเกตการณ์ตอบคำถามในชั้นเรียน สังเกตการณ์ตอบคำถามในใบงาน รวมถึงให้นักเรียนได้ประเมินเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจของตนเอง โดยเขียนบันทึกการเรียนรู้ส่วนที่และส่วนที่ 3 จากนั้นครูให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน ครูปรับแก้ข้อผิดพลาดของนักเรียน รวมถึงมีการเพิ่มพูนความรู้ให้กับนักเรียนด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การทำแบบฝึกหัด การอธิบายเพิ่มเติม

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ตามคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำโดยสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระทรวงศึกษาธิการ

6. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการรับข้อมูลและประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่างๆทางคณิตศาสตร์ รวมถึงความรู้เกี่ยวกับการขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การคำนวณโดยใช้สูตร และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ในงานวิจัยนี้ความรู้ทางคณิตศาสตร์วัดจากคะแนนที่ได้จากแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา ทั้งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และชีวิตประจำวัน ในงานวิจัยนี้พิจารณาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 3 ด้าน ดังนี้

7.1 ความสามารถของนักเรียนในการระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากการระบุทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร สมบัติต่างๆทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้ปัญหาได้

7.2 ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามาจัดลำดับ และสรุปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

7.3 ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากปัญหาเดิม ไปสู่ปัญหาใหม่ทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากการระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์จากปัญหาเดิมที่เคย แก้ไขกับปัญหาใหม่ การระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาใหม่ ที่นอกเหนือจาก ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาเดิม และการระบุแนวทางการแก้ปัญหาใหม่โดยอาศัยแนวทางจากการ แก้ปัญหาเดิม

ในงานวิจัยนี้ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์วัดจากคะแนนที่ได้ จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียน บันทึกการเรียนรู้ มีความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ สูงขึ้น
2. ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องได้แนวทางเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ และทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน
3. ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องได้แนวทางเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. วิธี IMPROVE
 - 1.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธี IMPROVE
 - 1.2 ขั้นตอนของวิธี IMPROVE
 - 1.3 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE
2. การเขียนบันทึกการเรียนรู้ (journal writing)
 - 2.1 ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้
 - 2.2 ความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 2.3 ลักษณะคำถามของบันทึกการเรียนรู้
 - 2.4 แนวทางการใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์
3. ความรู้ทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 แนวทางการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 การประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
 - 4.3 ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
 - 4.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
 - 4.5 การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. วิธี IMPROVE

1.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธี IMPROVE

วิธี IMPROVE เป็นวิธีการสอนที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพุทธิปัญญา (Social cognition) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเขาว์หลายด้านของมนุษย์ และทฤษฎีการรู้คิด (Metacognition) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการตระหนักรู้และควบคุมกระบวนการรู้คิดของบุคคล วิธี IMPROVE พัฒนาขึ้นโดย Mevarech and Kramarski (1997) วิธี IMPROVE มาจากตัวอักษรแรกของชื่อลำดับขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นวิธีสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ (mastery) ในเนื้อหาที่เรียน เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ และนำความรู้ไปใช้งานโดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิดและการเรียนรู้ร่วมกัน มีการประเมินความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียนสำหรับนักเรียนที่มีความเข้าใจเนื้อหาที่ถูกต้องจะมีการเพิ่มพูนความรู้ให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น สำหรับนักเรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อนจะมีการแก้ไขข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดทางการเรียน ในเนื้อหาที่เรียน มีหลักการที่สำคัญ 3 ประการ คือ **ประการแรก** เป็นการให้ผู้เรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเองโดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิด **ประการที่สอง** เป็นการสร้างความรู้ผ่านการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และ**ประการที่สาม** เป็นการตรวจสอบข้อผิดพลาดและการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข โดยแต่ละหลักการล้วนมีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกัน ดังนี้

1. หลักการประการแรก การให้ผู้เรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเองโดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิด

หลักการนี้ จะเน้นให้นักเรียนเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมที่เน้นการรู้คิด ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนฝึกการรู้คิดในขณะที่เรียนรู้เนื้อหาใหม่ และนำความรู้ใหม่ไปใช้งาน โดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิด และเป็นกิจกรรมที่เน้นการรู้คิดมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดความรู้ โดยคำถามที่เน้นการรู้คิดประกอบด้วย 4 ลักษณะ คือ

1) คำถามให้ทำความเข้าใจ (comprehension questions) หมายถึง คำถามที่ถามนักเรียนให้มีการกำกับความคิดของตนเอง เพื่อทำความเข้าใจบริบทที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ หรือการนำความรู้ใหม่ไปใช้งาน รวมถึงคำถามที่ถามให้กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ ตัวอย่างคำถาม เช่น ปัญหาเกี่ยวกับอะไร ความหมายของ ... คืออะไร นิยามของ...คืออะไร ให้นักเรียนอธิบายปัญหาตามความเข้าใจของตนเอง มีโน้ตค้นหลักทางคณิตศาสตร์ของปัญหานี้คืออะไร เป็นต้น

2) คำถามให้เชื่อมโยงความรู้ (connection questions) หมายถึง คำถามที่ถามนักเรียนให้มีการกำกับความคิดของตนเอง เพื่อเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมมาใช้ในการสร้างความรู้ใหม่ หรือกำหนดแนวทางในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาตัวอย่างคำถาม เช่น อะไรคือความเหมือนและความแตกต่างของปัญหาเดิมกับปัญหาใหม่ นักเรียนสื่อสารข้อสรุปในการแก้ปัญหาใหม่อย่างไร เป็นต้น

3) คำถามให้วางแผน (strategic questions) หมายถึง คำถามที่ถามนักเรียนให้มีการกำกับความคิดของตนเอง เพื่อกำหนดแนวทางในการสร้างความรู้และสรุปความรู้ หรือแนวทางในการนำความรู้ไปใช้งานตัวอย่างคำถาม เช่น อะไรคือกลยุทธ์หรือตัวแทนทางความคิดที่สามารถใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา อะไรคือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและทำไมจึงเลือกใช้กลวิธีนั้น ทำไมกลวิธีนี้จึงเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถจัดระบบของข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างไร นักเรียนมีแผนการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร เป็นต้น

4) คำถามให้สะท้อนผลการปฏิบัติ (reflection questions) หมายถึง คำถามที่ถามนักเรียนให้มีการกำกับความคิดของตนเอง เพื่อให้ตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ใหม่ที่สรุป หรือความถูกต้องของแนวทางในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา ตัวอย่างคำถาม เช่น นักเรียนเข้าใจในวิธีการแก้ปัญหาหรือไม่ วิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาสมเหตุสมผลหรือไม่ นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาคืออะไรที่แตกต่างนอกเหนือจากวิธีที่ใช้แก้ปัญหาเดิมหรือไม่ คำตอบที่ได้เหมาะสมหรือไม่ อะไรคือสิ่งที่ยากในการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร เป็นต้น

2. หลักการประการที่สอง เป็นการสร้างความรู้ผ่านการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม

หลักการนี้ เน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (peer interaction) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มหรือคู่ นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งในกลุ่ม

การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มมีความสำคัญในการสร้างโครงสร้างทางความรู้ (knowledge construction) ซึ่งเป็นกระบวนการภายในทางปัญญาที่ถูกทำให้สมบูรณ์โดยผู้เรียน กระบวนการกลุ่มจึงมีความสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจาก ความรู้เดิมที่หลากหลายของนักเรียนในกลุ่มก่อให้เกิดประโยชน์กับการเรียนรู้ในกลุ่มย่อย นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ตนเองมีมาแลกเปลี่ยน เรียนรู้ ทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของโครงสร้างระหว่างความรู้ใหม่และความรู้เดิมมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา และเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างระหว่างปัญหาใหม่และปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้ว

3. หลักการประการที่สาม เป็นการตรวจสอบข้อผิดพลาดและการให้ข้อมูลป้อนกลับ เพื่อให้ผู้เรียนทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

หลักการนี้ เน้นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนรู้ มีการตรวจสอบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ตรวจสอบข้อผิดพลาด ให้ข้อมูลป้อนกลับกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนทราบถึงสิ่งที่ทำได้ ข้อบกพร่อง รวมถึงมีการแก้ไขข้อผิดพลาดและมีการเพิ่มพูนความรู้ให้กับนักเรียน

การตรวจสอบข้อผิดพลาดและให้ข้อมูลป้อนกลับกับนักเรียน อาจทำได้โดยการตรวจสอบข้อผิดพลาดท้ายคาบเรียน หรือท้ายบทเรียนของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ นักเรียนจะได้รับการทดสอบโดยมีการวัดความรู้หลักของแต่ละหน่วย ซึ่งจะแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มที่มีความเข้าใจ

ในเนื้อหาถูกต้องแล้ว กับกลุ่มที่ควรได้รับการแก้ไข ซึ่งกลุ่มที่มีความเข้าใจดีแล้วก็จะได้รับการเพิ่มพูนความรู้ให้มากขึ้น ส่วนกลุ่มที่ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนก็จะได้รับการแก้ไข ให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง

1.2 ขั้นตอนของวิธี IMPROVE

จากหลักการ 3 ส่วนนำไปสู่ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่ความรู้ใหม่ (Introducing new concept: I) เป็นขั้นที่ครูนำเสนอบริบทที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ที่จะสอนแก่นักเรียน ได้แก่ ตัวอย่าง ข้อมูล ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหา เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างและสรุปความรู้ใหม่โดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด (Metacognitive questioning: M) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนใช้บริบทที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ที่จะสอนจากขั้นที่ 1 มาสร้างและสรุปความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยมี **คำถามที่เน้นการรู้คิด** เป็นแนวทาง จากนั้นนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด เกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่ได้สรุป

ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้งานโดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด (Practicing: P) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาใหม่ โดยมี **คำถามที่เน้นการรู้คิด** เป็นแนวทาง รวมถึงนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้งาน

ขั้นที่ 4 ขั้นทบทวนและแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรค (Reviewing and reducing difficulties: R) เป็นขั้นที่เน้นให้นักเรียนได้มีการมองย้อนกลับไปพิจารณาทบทวนถึงข้อผิดพลาดและอุปสรรคต่างๆ รวมถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการปรับแก้ข้อผิดพลาดที่พบขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 ขั้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ (Obtaining mastery: O) เป็นขั้นที่ครูให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนให้บรรลุตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่วางไว้ โดยอาศัยข้อผิดพลาดหรืออุปสรรคจากขั้นที่ 4 เป็นแนวทางในการช่วยเหลือ

ขั้นที่ 6 ขั้นตรวจสอบผลการเรียนรู้ (Verification: V) เป็นขั้นที่ครูตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ใหม่ของนักเรียนโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การถามตอบ การสังเกตการตรวจใบงาน การทดสอบ รวมถึงให้นักเรียนมีการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง

ขั้นที่ 7 ขั้นเพื่อปรับแก้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและเพิ่มพูนความรู้ (Enrichment: E) เป็นขั้นที่ครูให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากผลการตรวจสอบผลการเรียนรู้ในขั้นที่ 6 จากนั้นมีการให้ข้อมูลป้อนกลับกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนทราบถึงข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข สำหรับนักเรียนที่มีข้อผิดพลาดทางการเรียน ครูปรับแก้ความเข้าใจด้วยวิธีการต่างๆที่เหมาะสม เช่น การอธิบายเพิ่มเติม หรือให้ทำแบบฝึกหัด สำหรับนักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ใหม่แล้วครูจะให้การเพิ่มพูนความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติม

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวิธี IMPROVE ทั้ง 7 ขั้นตอน ผู้วิจัยได้ยุบรวมบางขั้นตอนไว้ด้วยกัน เพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้ในบริบทในชั้นเรียนจริง โดยมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่ความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอบริบทที่สัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ที่จะสอนแก่นักเรียน ซึ่งได้แก่ ตัวอย่าง ข้อมูล ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหา เป็นต้น รวมทั้งจูงใจให้นักเรียนทำความเข้าใจในบริบทที่นำเสนอดังกล่าว

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างและสรุปความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนใช้ความรู้เดิมมาสัมพันธ์กับบริบทที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่จากขั้นที่ 1 มาสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ซึ่งมี**คำถามที่เน้นการรู้คิด**เป็นแนวทาง นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด จากนั้นนักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ส่วนที่ 1 โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำและช่วยเหลือ

ขั้นที่ 3 ขั้นช่วยให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาใหม่ซึ่งมี**คำถามที่เน้นการรู้คิด**เป็นแนวทาง นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด จากนั้นสะท้อนผลการปฏิบัติโดยให้พิจารณาทบทวนและปรับแก้ข้อผิดพลาดจากการปฏิบัติ โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำและช่วยเหลือ

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลการเรียนรู้และปรับแก้ข้อผิดพลาด เป็นขั้นที่เน้นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนของนักเรียนในเนื้อหาที่เรียนโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลาย เช่น สังเกตการณ์ตอบคำถามในชั้นเรียน สังเกตการตอบคำถามในใบงาน รวมถึงให้นักเรียนได้ประเมินเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจของตนเอง โดยเขียนบันทึกการเรียนรู้ส่วนที่และส่วนที่ 3 จากนั้นครูให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน ครูปรับแก้ข้อผิดพลาดของนักเรียน รวมถึงมีการเพิ่มพูนความรู้ให้กับนักเรียนด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การทำแบบฝึกหัด การอธิบายเพิ่มเติม

1.3 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางของวิธี IMPROVE

จากการที่ผู้วิจัยศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางของวิธี IMPROVE สามารถสรุปบทบาทครู และบทบาทนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของวิธี IMPROVE แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของวิธี IMPROVE	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นที่ 1 ชี้นำเข้าสู่ความรู้ใหม่	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเสนอตัวอย่าง ข้อมูล ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหา 2. สร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. พยายามทำความเข้าใจตัวอย่าง ข้อมูล ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหา
ขั้นที่ 2 ชี้นำสร้างและสรุปความรู้ใหม่	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูแจกใบกิจกรรมที่ประกอบด้วยตัวอย่าง ข้อมูล ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหา และคำถามที่เน้นการรู้คิด 2. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน 3. ครูพยายามกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามที่เน้นการรู้คิดและสรุปเป็นความรู้ 4. ครูยกตัวอย่างเพิ่มเติม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนตอบคำถามที่เน้นการรู้คิดทั้ง 4 ประเภท 2. นักเรียนสรุปเป็นความรู้ใหม่
ขั้นที่ 3 ช่วยให้นักเรียนเกิดความรอบรู้	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาข้อใหม่ 2. ครูสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน 3. ครูกระตุ้นให้นักเรียนพยายามตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของคำตอบ 4. ครูให้ความช่วยเหลือนักเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาข้อใหม่โดยใช้การถามตอบคำถามที่เน้นการรู้คิด 2. นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของคำตอบ 3. นักเรียนปรับแก้ข้อผิดพลาดหรืออุปสรรคจากการฝึก 4. นักเรียนขอความช่วยเหลือจากครูเมื่อเกิดข้อสงสัย

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของวิธี IMPROVE	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล การเรียนรู้และปรับแก้ ข้อผิดพลาด	1. ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนว่าไปถึงเป้าหมายหรือไม่ 2. ครูอธิบายนักเรียนกลุ่มที่ไม่เข้าใจหรือให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติม 3. ครูให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม	1. นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจ 2. นักเรียนทำแบบฝึกหัด



2. การเขียนบันทึกการเรียนรู้ (journal writing)

2.1 ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้

จากการศึกษาความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ มีนักวิชาการและนักการศึกษาให้ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ดังนี้

Burton (1985) ให้ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้หมายถึง เทคนิคหนึ่งในการเรียนการสอนที่ประหยัดเวลา และใช้เวลาน้อย แต่มีประโยชน์อย่างมากในการใช้เวลาในห้องเรียน เป็นการบันทึกที่ช่วยให้ค้นพบแบบแผนการคิด ที่ทำให้เกิดการเจริญเติบโต ในขณะที่การเขียนบันทึกประจำวัน (diary) แสดงแค่ อะไรที่ฉันทำได้ แต่การเขียนบันทึกการเรียนรู้แสดงถึงสิ่งที่ฉันคิดในสิ่งที่ฉันทำ

Nahrgang and Peterson (1986) ให้ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ หมายถึง การบันทึกในลักษณะที่คล้ายๆ กับการเขียนบันทึกไดอารี่ ในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ นักเรียนมีโอกาสได้แสดงความเข้าใจของตนเองในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียน ในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ นักเรียนได้มีโอกาสใช้ภาษาและประสบการณ์ของตนเอง และมีการบันทึกอย่างเป็นลำดับ

Mett (1987) ให้ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้หมายถึง เครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและเขียนอย่างอิสระ แสดงความคิด คำถามและสรุปสิ่งที่นักเรียนเรียน ด้วยภาษาของตนเอง โดยไม่เน้นถึงรูปแบบการเขียน สะกดคำ หรือการเว้นวรรคตอน

Borasi and Rose (1989) ให้ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ หมายถึง การเขียนสรุปบันทึกสาระสำคัญลงในสมุดบันทึก ที่นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่นักเรียนคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ หรือวิชาอื่น ๆ

McIntosh (1991) ให้ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ หมายถึง เอกสารให้นักเรียนเขียนความหมายของคำ ความคิดรวบยอด หรือสูตรต่างๆที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยภาษาของตนเองขึ้นมาใหม่ นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่สงสัย สับสน หรือเขียนคำถามที่นักเรียนต้องการคำตอบด้วยประโยค หรือคำหรือวลีสั้นๆ ที่แสดงความคิดของนักเรียน โดยมีภาพ แผนภูมิ หรือไดอะแกรมประกอบ

Kennedy, L.M. and Tipps (1994) ให้ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ หมายถึง การเขียนแสดงความคิดเห็นของนักเรียนในประเด็นต่าง ๆ ของงานนักเรียนลงในบันทึก ที่ประกอบด้วย ส่วนที่แสดงความรู้สึกโดยใช้ภาษาของตนเอง และส่วนที่แสดงถึงกระบวนการหาคำตอบ

Norwood and Carter (1994) ให้ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ หมายถึง การเขียนทบทวนหรือประเมินความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว ก่อนนำเข้าสู่การเรียนรู้เรื่องใหม่ โดยดูว่านักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนก่อนหน้ามากน้อยเพียงใด นักเรียนแสดงให้เห็นความคิดและความเข้าใจ ในขณะที่การปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียน หรือการทดสอบไม่สามารถแสดงความเข้าใจของนักเรียนให้เห็นอย่างชัดเจน

Roberta (1996) ให้ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ หมายถึง การเขียนบันทึกเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ และสิ่งที่ได้รับจากประ

ทิพย์รัตน์ นพฤทธิ (2542) ให้ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ หมายถึง การเขียนบันทึกของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ทั้งด้านเนื้อหาวิชา วิธีการ ความรู้สึกและทัศนคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในแต่ละคาบ โดยนักเรียนสามารถเขียนบรรยายความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยภาษาของนักเรียนตามเอง หรือสามารถวาดรูปภาพ ใช้โมเดล แผนภูมิ ไดอะแกรม สัญลักษณ์ แทนความคิดรวบยอดนั้นตามความถนัดของผู้เรียนแต่ละคน โดยครูใช้บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นเครื่องมือในการสื่อสารกับนักเรียนเป็นรายบุคคล และเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน

จารุณี วยเจริญ (2545) ให้ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ หมายถึง สิ่งที่นักเรียนเขียนเกี่ยวกับด้านต่างๆ คือ เนื้อหากระบวนการที่ได้เรียนรู้ ความรู้สึกต่อการเรียนการสอน และข้อสงสัยหรือข้อคำถามในสิ่งที่เรียนหลังจากที่ได้เรียนในแต่ละคาบ

สมศักดิ์ ลินธุระเวชญ์ (2542) ให้ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ หมายถึง การเขียนเกี่ยวกับข้อสงสัยต่างๆ การแสดงความรู้สึกส่วนตัว การแสดงความคิดและความรู้เกี่ยวกับกระบวนการหรือเนื้อหาที่ได้จากการเรียนรู้ของตนเอง

จากการศึกษาความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ข้างต้น สรุปได้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ หมายถึง การเขียนเพื่อให้นักเรียนได้เขียนสรุปสาระสำคัญในแต่ละเนื้อหาที่เรียนด้วยภาษาของตนเอง และเขียนอธิบายแนวคิดเพื่อตอบคำถามที่เน้นการตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง รวมถึงได้สะท้อนความรู้สึกเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง ในสิ่งที่ตนเองเข้าใจและยังไม่เข้าใจ

2.2 ความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์

จากการศึกษาความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษากล่าวถึงความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

Nahrgang and Peterson (1986) กล่าวถึงความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนในชั้นเรียน ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงความรู้ ความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ประสบการณ์ของนักเรียนเอง
2. เป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยของครู การเขียนบันทึกการเรียนรู้สามารถบอกความเข้าใจของนักเรียนได้ โดยสามารถบอกถึงข้อบกพร่องของนักเรียนหรือความเข้าใจใหม่ในทัศนคติที่คลาดเคลื่อนในการเรียนของนักเรียน แสดงถึงสิ่งที่นักเรียนต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข
3. ช่วยให้นักเรียนได้แสดงถึงทักษะทางปัญหาหลายอย่าง เช่น การสังเคราะห์ การแปลความ การตีความ

Mett (1987) กล่าวถึงความสำคัญในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ทำให้นักเรียนสามารถจัดความคิดในการเรียนคณิตศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น
2. เป็นเครื่องมือที่ช่วยปรับปรุงการสื่อสารในห้องเรียน

Borasi and Rose (1989) กล่าวถึงความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการเรียน ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเมื่อได้เขียนบันทึกของตนเอง โดยบันทึกการเรียนรู้จะช่วยให้ นักเรียนได้ทบทวนความคิด รวมถึงความรู้สึกทั้งในแง่บวกและในแง่ลบที่มีต่อการเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจใน เนื้อหาที่เรียนมากขึ้น รวมถึงได้มีโอกาสปรับปรุงการเรียนรู้และทักษะต่างๆของตนเอง ทำให้นักเรียน เข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น
2. ช่วยให้ครูที่ได้อ่านบันทึกนั้น ทำให้มีการประเมินผลที่ดีขึ้นและสามารถซ่อมเสริม นักเรียนเป็นรายบุคคล ครูสามารถทราบถึงปัญหาหรือสิ่งที่ยากสำหรับนักเรียนแต่ละคน ทั้งด้านความรู้ และทัศนคติและยังเป็นการเพิ่มความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดระหว่างครูและนักเรียนด้วย อีกทั้งเป็นการสะท้อน การสอนของครู และเป็นแนวทางสำหรับครูในการปรับปรุงการสอนในระยะยาว
3. มีความสำคัญต่อครูกับนักเรียนร่วมกัน เมื่อนักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ โดยครู สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน และนักเรียนสามารถเขียนในสิ่งที่ไม่เข้าใจในบันทึก ซึ่งเมื่อครู อ่านก็สามารถตอบคำถามและตอบสนองโดยผ่านบันทึกการเรียนรู้

Cooney, bell, Fisher-Cauble, and Sanchez (1996) กล่าวถึงความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินผล การเรียนรู้ของนักเรียนทำให้นักเรียนได้แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ และ ยังกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้อย่างลึกซึ้ง อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่า สำหรับครูในการทบทวนและตรวจสอบการสอนของตนเอง

Meier and Rishel (1998) กล่าวถึงความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการเรียน ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกอธิบายและเขียนสิ่งที่อยากด้วยภาษาของตนเอง
2. นักเรียนรู้สึกเป็นเจ้าของแนวคิดที่เสนอไป
3. ช่วยให้นักเรียนได้บันทึกความก้าวหน้าและความรู้ความเข้าใจหลังจากที่ได้เรียนเนื้อหาเสร็จ
4. ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกรวบรวม และสร้างความคิด

Bagley and Gallenberger (1992) กล่าวถึงความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการเรียนของนักเรียน ดังนี้

1. ทำให้นักเรียนที่ไม่กล้าแสดงความคิดเห็นหน้าชั้นเรียน มีส่วนร่วมในการสื่อสารแนวคิดถามคำถาม และแนะนำ
2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแนวคิด ความคิดเห็นได้อย่างอิสระโดยไม่ต้องคำนึงถึงการสะกดคำ การเว้นวรรคตอน หรือรูปแบบในการเขียน
3. นักเรียนสามารถสรุป สร้าง และหาความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงความคิดภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นได้
4. นักเรียนสามารถให้คำจำกัดความ อธิบาย หรืออภิปราย แนวคิด ความคิดรวบยอด โดยใช้ภาษาของตนเอง
5. นักเรียนสามารถทดลอง ค้นพบ ความคิดรวบยอด หรือวิธีการต่างๆ ได้อย่างอิสระ
6. เป็นการทบทวนเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว เพื่อให้เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น
7. เป็นการสะท้อนให้เห็นการเรียนในชั้นเรียน นักเรียนได้สรุปเป้าหมาย วิธีการ ปฏิสัมพันธ์ ความสำเร็จ หรือสิ่งที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ หรือมีข้อบกพร่องในการเรียน
8. นักเรียนสามารถแสดงความรู้สึกทั้งด้านบวก และด้านลบ หรือนักเรียนได้แสดงความรู้สึกลงในสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ และยังไม่เข้าใจ

Norwood and Carter (1994) กล่าวถึงความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. นักเรียนได้ใช้ทักษะที่หลากหลาย เช่น ทักษะการอ่าน ฟัง แสดงความคิด และถามเห็นคำถาม เพื่อตีความและประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์
2. นักเรียนได้เห็นถึงการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น
3. นักเรียนได้มีโอกาสในการสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ใหม่ และนำมาสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ได้

Connor-Greene (2000) กล่าวถึงความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียนรู้ เนื่องจาก ครูจะได้ใช้ภาษาข้อความ ที่เสริมแรงบวกในการให้คำแนะนำนักเรียน
2. เป็นเครื่องมือที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเพิ่มขึ้น

Hiemstra (2001) กล่าวถึงความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการเรียน ดังนี้

1. ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนา โดยนักเรียนต้องมีการประมวลความรู้ที่ได้เรียนมาก่อน จึงจะสามารถนำมาสรุปเป็นภาษาของตนเองอย่างอิสระได้ ซึ่งยังช่วยให้นักเรียนได้เกิดการพัฒนาทางความคิดอีกด้วย
2. ส่งเสริมให้นักเรียนรับรู้และรับฟังความคิดเห็นของตนเอง อีกทั้งช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงออกอีกด้วย
3. ทำให้นักเรียนสามารถนำประสบการณ์ของตนเองไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้
4. ทำให้นักเรียนลดความวิตกกังวล และลดความเครียดในห้องเรียน

สมชาย วรภิจเกษมสกุล (2540) กล่าวถึงความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ช่วยให้ครูผู้สอนได้นำบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนมาพิจารณาความรู้และความเข้าใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนว่ามีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด มีข้อบกพร่องใดที่ควรได้รับการแก้ไขก่อนที่จะเรียนเนื้อหาใหม่ และในบางประเด็น ยังเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้สอนได้ความคิดเห็นที่ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

จารุณี วยเจริญ (2545) กล่าวถึงความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสำคัญทั้งต่อผู้เรียนและผู้สอน จึงมีการนำบันทึกการเรียนรู้มาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการเรียนการสอน

อมรรัตน์ บุบผาโชติ (2546) กล่าวถึงความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสำคัญหลายอย่างในการช่วยให้นักเรียนเขียน สะท้อนความรู้ ความคิดที่ได้จากการเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว และยัง ช่วยเชื่อมโยงเนื้อหาเดิมและเนื้อหาใหม่เข้าด้วยกัน โดยใช้ภาษาของนักเรียนเอง อีกทั้งยังเป็นการ สื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน จึงช่วยลดช่องว่างของครูกับนักเรียนได้ อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือสำหรับ ครูในการประเมินการเรียนรู้ พัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน

จากการศึกษาความสำคัญของการเขียนกับบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสำคัญกับนักเรียน ในการทบทวน อธิบาย แสดงความคิด เห็น เกี่ยวกับความรู้ที่ได้รับ มีความสำคัญสำหรับครูในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและ ประเมินการสอนของตนเอง และมีความสำคัญต่อครูและนักเรียนร่วมกันในการให้ข้อมูลย้อนกลับกับ นักเรียนจากบันทึกการเรียนรู้ที่นักเรียนอธิบาย หรือแสดงความคิดเห็น

2.3 ลักษณะคำถามของบันทึกการเรียนรู้

จากการศึกษาลักษณะคำถามของบันทึกการเรียนรู้ มีนักวิชาการและนักการศึกษากล่าวถึง ลักษณะคำถามของบันทึกการเรียนรู้ ดังนี้

Norwood and Carter (1994) กล่าวถึงลักษณะคำถามของบันทึกการเรียนรู้ว่าคำถามที่ สร้างขึ้นมีลักษณะ ให้นักเรียนมีการใช้ความคิด มาวิเคราะห์หรือแสดงความคิดเห็นในเรื่องที่ได้อ่าน หรือเรียน และยังสามารถนำความคิดนั้นไปสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนมาแล้วกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ได้

Ruddell and Rapp (1995) กล่าวถึงลักษณะคำถามของบันทึกการเรียนรู้ว่าคำถามที่สร้าง ขึ้นมีลักษณะที่ให้นักเรียนได้เขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ หรืออาจเป็น คำถามที่ให้นักเรียนได้แสดงแนวคิด อภิปรายกัน หรือสิ่งที่นักเรียนได้จากการอ่าน เพื่อเพิ่ม ประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน ตัวอย่างคำถาม เช่น ในคาบนี้ นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องใดบ้าง ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ นักเรียนรู้สึกอย่างไรกับการเรียนในคาบนี้ เป็นต้น

Aim (1996) กล่าวถึงลักษณะคำถามของบันทึกการเรียนรู้ว่าคำถามที่สร้างขึ้นมีลักษณะที่ เป็นคำถามปลายเปิด เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้เขียนสะท้อนความคิด ประสบการณ์ที่นักเรียนได้ เรียน และยังเป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้แสดงความรู้สึกที่ได้เรียนในชั้นเรียน

Dougherty (1996) กล่าวถึงลักษณะคำถามของบันทึกการเรียนรู้ ว่าคำถามที่สร้างขึ้น มีลักษณะที่ต้องการวัดความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนในส่วนของความคิดรวบยอดในคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับวิธีการ และเกี่ยวกับความรู้สึก เจตคติในการเรียนคณิตศาสตร์ในแต่ละคาบ ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 3 ส่วนหลัก ดังนี้

1. คำถามที่ให้นักเรียนแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจในความคิดรวบยอด

ตามมาตรฐานของหลักสูตรและการประเมินผลสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของสภาครูคณิตศาสตร์ระดับชาติของสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดตัวอย่างพฤติกรรมที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ ดังนี้

- 1.1 นักเรียนสามารถให้คำจำกัดความสำหรับความคิดรวบยอดนั้นได้
- 1.2 นักเรียนสามารถบอกตัวอย่างหรือสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างนั้นได้
- 1.3 นักเรียนสามารถใช้โมเดล แผนภูมิ หรือสัญลักษณ์เพื่อแทนความคิดรวบยอดได้
- 1.4 นักเรียนสามารถเรียนรู้ความหมายที่หลากหลายและตีความคิดรวบยอดนั้นได้
- 1.5 นักเรียนสามารถบอกคุณสมบัติของความคิดรวบยอดที่กำหนดให้ได้
- 1.6 นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของความคิดรวบยอดนั้นได้

2. คำถามที่ให้นักเรียนแสดงถึงความเข้าใจในกระบวนการและยุทธวิธี

ตามมาตรฐานของหลักสูตรและการประเมินผลสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของสภาครูคณิตศาสตร์ระดับชาติของสหรัฐอเมริกา กำหนดตัวอย่างหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจในกระบวนการและยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ ดังนี้

- 2.1 นักเรียนสามารถบอกกระบวนการในการแก้ปัญหาได้
- 2.2 นักเรียนสามารถให้เหตุผลในขั้นตอนของกระบวนการนั้นได้
- 2.3 นักเรียนสามารถใช้กระบวนการที่เชื่อถือได้และมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา
- 2.4 นักเรียนสามารถทราบได้ว่ากระบวนการใดที่ถูกต้องหรือผิด
- 2.5 นักเรียนสามารถสร้างกระบวนการใหม่หรือขยาย ปรับปรุงกระบวนการเดิมได้

3. คำถามที่ให้นักเรียนแสดงความรู้สึก เจตคติในการเรียนในคาบนั้น เช่น ในวันนี้สิ่งที่ฉันเข้าใจดีที่สุดคือ... หรือ สิ่งที่ยังไม่เข้าใจในวันนี้ คือ... หรือ ฉันรู้สึกว่ายวันนี้ฉันเรียนคณิตศาสตร์...

อมรรัตน์ บุบผะโชติ (2546) กล่าวถึงลักษณะคำถามคำถามของบันทึกการเรียนรู้ ว่าคำถามที่สร้างขึ้น มีลักษณะที่ให้นักเรียนได้เขียนถ่ายทอดความรู้สึกต่อการเรียนการสอนและได้สะท้อนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ โดยไม่ให้ความสำคัญต่อความถูกต้องของการสะกดคำหรือความถูกต้องของรูปแบบการเขียน

จากการศึกษาลักษณะคำถามของบันทึกการเรียนรู้ข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะคำถามของบันทึกการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ลักษณะ คือ คำถามที่ให้นักเรียนแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจในความคิดรวบยอด คำถามที่ให้นักเรียนแสดงถึงความเข้าใจในกระบวนการและยุทธวิธี และ คำถามที่ให้นักเรียนแสดงความรู้สึก

2.4 แนวทางการใช้บันทึกการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวทางการใช้บันทึกการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษากล่าวถึงแนวทางการใช้บันทึกการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

Fulwiler (1982) กล่าวถึงแนวทางการนำบันทึกการเรียนรู้มาใช้ ดังนี้

1. ใช้ในการเริ่มต้นในชั้นเรียน อาจเป็นการเขียนบททวนในสิ่งที่เรียนไปแล้วหรือเขียนสิ่งที่กำลังจะเรียน
2. ใช้สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้
3. ใช้เน้นจุดที่สำคัญ ใช้ในการเปลี่ยนบทบาทของผู้เรียนจากจดบรรยายเป็นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน เช่น ในระหว่างที่สอน ครูให้นักเรียนเขียนอธิบายสิ่งที่กำลังพูดถึง
4. ใช้ในการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนเขียนในสิ่งที่ไม่เข้าใจในการเรียน เพื่อครูจะได้แก้ปัญหาที่ตรงจุดตามที่ต้องการ
5. ใช้เป็นการบ้าน อาจเป็นการเขียนตอบคำถามในสิ่งที่ได้เรียนในชั้นเรียน เป็นต้น
6. เป็นรายงานแสดงความก้าวหน้า

Miller (1991) กล่าวถึงแนวทางการนำบันทึกการเรียนรู้มาใช้สำหรับครูในการเริ่มต้นการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ดังนี้

1. ตัดสินใจว่าจะให้นักเรียนเขียนนานเท่าใด และกำหนดว่าจะหยุดเมื่อใด
 2. เมื่อเตรียมการสอน ให้นักเรียนเขียนคำถามเกี่ยวกับบทเรียนนั้นไว้
 3. สามารถยืดหยุ่นได้ ใช้ในสถานการณ์โดยไม่ต้องมีการเตรียมแผนไว้ได้
 4. ให้นักเรียนได้เขียนถามความคิดเห็นคนอื่น โดยเขียนถึงเพื่อนหรือสมาชิกใน
- ครอบครัว
5. ให้นักเรียนเขียนตอนเริ่มต้นในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมได้
 6. ให้นักเรียนเขียนในตอนท้ายคาบ เพื่อทบทวนความเข้าใจในสิ่งที่เรียน
 7. มีการตอบสนองต่องานของเด็ก
 8. ให้เด็กได้รู้ว่าการร่วมมือกันทำให้บรรยากาศการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ
 9. อย่าลงโทษเด็ก ถ้าเด็กไม่เขียน
 10. อุดหนุน ต้องให้เด็กเห็นถึงประโยชน์ของการเขียนบันทึกการเรียนรู้

Berenson and Carter (1995) กล่าวถึงแนวทางการนำบันทึกการเรียนรู้มาใช้สำหรับครูในการเริ่มต้นการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ดังนี้

1. เริ่มต้นการเขียนด้วยคำถามเกี่ยวกับความรู้สึก โดยไม่มีคำตอบว่าถูกหรือผิด
2. กระตุ้นให้นักเรียนเขียนบ่อยๆ โดยแสดงให้เห็นถึงความคาดหวังของครูหรือผลงานเขียนของเพื่อนร่วมห้อง
3. มีการตอบสนองต่องานเขียนของนักเรียน
4. กำหนดเวลาการเขียนในแต่ละวันหรือสัปดาห์

Meier and Rishel (1998) กล่าวถึงแนวทางการนำบันทึกการเรียนรู้มาใช้สำหรับครูในการเริ่มต้นการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ดังนี้

1. ให้คำถามที่มีคำตอบสั้นๆ
2. เริ่มต้นด้วยงานง่ายๆ
3. ให้นักเรียนได้เขียนในสิ่งที่นักเรียนเรียนแล้วสับสน เป็นส่วนหนึ่งของการบ้าน
4. ให้สมมติว่าได้เรียนเนื้อหาจบแล้ว แล้วให้นักเรียนเขียนอธิบายสิ่งที่เรียนรู้ให้เพื่อนเข้าใจ
5. ให้นักเรียนเขียนจดหมายถึงครูเกี่ยวกับเรื่องราวที่จะสอบ
6. ให้นักเรียนเขียนอิสระตอนเริ่มต้นในชั้นเรียน
7. ให้นักเรียนเขียนประสบการณ์ของตนเองเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ทั้งประสบการณ์ที่ดีและไม่ดีที่ได้เรียนในวิชาคณิตศาสตร์

Williams and Wynne (2000) กล่าวถึงแนวทางการนำบันทึกการเรียนรู้มาใช้สำหรับครูในการเริ่มต้นการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ดังนี้

1. เลือกนักเรียนเพียงห้องเดียวในการเริ่มต้นเขียน
2. เลือกห้องเรียนที่ครูและนักเรียนมีความสัมพันธ์และเข้าใจกันดี
3. เลือกห้องเรียนที่มีทักษะในการสื่อสารดีและมีทัศนคติทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์
4. วางแผนการจัดการเรียนการสอน และการใช้บันทึกการเรียนรู้ว่าต้องการให้นักเรียนเขียนเกี่ยวกับอะไร
5. เลือกคำถาม หรือหัวข้อที่เกี่ยวกับพุทธิพิสัยและจิตพิสัยที่หลากหลาย
6. วางแผนระยะเวลาว่าจะให้นักเรียนเขียนเมื่อใด และเขียนนานเท่าใด

7. ตัดสินว่าจะใช้รูปแบบการเขียนแบบใด
8. ควรให้เขียน 1 ครั้งต่อสัปดาห์ เพื่อไม่เป็นการเพิ่มภาระของนักเรียน

ทิพย์รัตน์ นพฤทธิ (2542) กล่าวถึงแนวทางการนำบันทึกการเรียนรู้มาใช้สำหรับครูในการเริ่มต้นการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า การเริ่มต้นให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ ควรเริ่มจากที่ง่ายๆ เขียนแบบสั้นๆ อาจเริ่มจากการให้นักเรียนเขียนแสดงความรู้สึกในการเรียนคณิตศาสตร์ก่อน เมื่อนักเรียนเกิดความคุ้นเคย ครูสามารถใช้บันทึกการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการสำรวจความเข้าใจของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ และช่วยให้มองเห็นข้อบกพร่องหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

อมรรัตน์ บุบผโชติ (2546) กล่าวถึงแนวทางการนำบันทึกการเรียนรู้มาใช้สำหรับครูในการเริ่มต้นการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า การให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ ควรเริ่มจากที่ง่าย ๆ เขียนแบบสั้น ๆ อาจให้เริ่มจากเขียนแสดงความรู้สึกในการเรียนก่อน เมื่อนักเรียนเกิดความคุ้นเคย ครูสามารถใช้บันทึกนี้เป็นเครื่องมือในการสำรวจความเข้าใจของนักเรียนและช่วยให้มองเห็นถึงข้อบกพร่องหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนของนักเรียนได้

จากการศึกษาแนวทางการใช้บันทึกการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ สรุปแนวทางในการใช้บันทึกการเรียนรู้ได้ว่า การใช้บันทึกการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้หลายโอกาส ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนของครู โดยอาจจะใช้ต้นคาบ ระหว่างคาบ ท้ายคาบ หรือให้นักเรียนบันทึกเป็นการบ้าน เป็นต้น

3. ความรู้ทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรก ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยตรง และลักษณะที่สอง คือ ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามประเภทของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์แต่ละลักษณะ มีรายละเอียด ดังนี้

จากการศึกษาความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ในลักษณะแรก ซึ่งเป็นการให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยตรง มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Kitcher (1961) ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความคิดที่เป็นนามธรรม เกิดจากการฝึกฝน ประกอบด้วยความรู้ที่ได้มาโดยนัย (Tacit) และความรู้ที่ได้มาโดยตรง (Explicit) โดยความรู้ที่ได้มาโดยนัย เป็นความรู้พวกเทคนิค ขั้นตอนการทำงาน การรู้จักใช้สัญลักษณ์ ความรู้ที่ได้มาโดยตรง เป็นความรู้จำพวกทฤษฎีบท การพิสูจน์

Annie and John (1996) ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์หมายถึงความรู้ที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ความรู้ที่รู้ว่าต้องทำอะไร (Knowing how) เป็นความรู้ที่จะนำไปสู่คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การพิสูจน์ ความรู้ขั้นตอนและการดำเนินการ และความรู้ในสิ่งนั้น (Knowing that) ได้แก่ ความรู้ทางมโนทัศน์

Steinbring (2007) ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความรู้ที่ประกอบด้วยเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ โดยเครื่องหมายเหล่านั้นไม่ได้มีความหมายตั้งแต่ต้น แต่เป็นการกำหนดเครื่องหมายและสัญลักษณ์ เพื่อเป็นสื่อแทนความคิดทางคณิตศาสตร์

วิมลรัตน์ ศรีสุข (2551) ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์หมายถึง ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่เกิดจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความรู้ทางมโนทัศน์ และความรู้ด้านการดำเนินการ

อิสริยา ปรมัตถากร (2556) ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์หมายถึง ความคิดและความเข้าใจที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ในลักษณะที่สอง ซึ่งเป็นการให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามประเภทของความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายคนให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามประเภทของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็นความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ ดังนี้

ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

Wilson (1971) ให้ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ ว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับจากการเรียนตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้วมาสร้างความสัมพันธ์กัน

Cooney, Davis, and Henderson (1975) ให้ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ ว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ โดยนักเรียนสามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปของบทนิยาม หรือความหมายของเรื่องนั้น ๆ

Toumasis (1995) ให้ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ ว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ หมายถึง ความคิดขั้นสุดท้ายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียนต่อสิ่งเร้า โดยนักเรียนสามารถแยกแยะประเภทของสิ่งเร้า ที่มีความสัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กันได้

อัจฉราพรรณ เกิดแก้ว (2523) ให้ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ ว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ รวมทั้งความสามารถในการสรุปและจำแนกสิ่งต่างๆ ที่เป็นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์

สุรัชย์ ขวัญเมือง (2522) ให้ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ ว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ หมายถึง การสร้างความคิดที่เกิดขึ้น เป็นการสรุปความคิดหรือข้อความคิดที่เหมือนกัน อันเกิดจากประสบการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

อัมพร ม้าคนอง (2554) ให้ความหมายของความรู้เชิงมโนทัศน์ ว่า ความรู้เชิงมโนทัศน์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับความหมายและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ เป็นความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกันของสิ่งที่ใช้อธิบายและให้ความหมายของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎี และที่มาหรือเหตุผลของขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

ความหมายของความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

Roerber and Reber (2001) ให้ความหมายของความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ ว่า ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ หมายถึง ความรู้ที่จะควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการตรวจสอบปรากฏการณ์บางอย่าง

College Board (2002) กล่าวว่า ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ ประกอบด้วยขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ความสามารถในการอ่านและเขียนกราฟและตาราง การดำเนินการทางเรขาคณิต ทักษะที่ไม่เกี่ยวกับการคำนวณ เช่น การหมุม (rounding) และลำดับ (ordering) เป็นต้น

Clark and Chopeta (2004) ให้ความหมายของความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ ว่า ความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ หมายถึง แนวทางในการทำงานเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

วิมลรัตน์ ศรีสุข (2551) ให้ความหมายของความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ ว่าความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับแนวทางในการคิดคำนวณตามกฎ ตามขั้นตอนที่แสดงถึงความเฉพาะในแต่ละสาระของคณิตศาสตร์ เช่น ขั้นตอน วิธีการในการหารยาว เป็นต้น

อัมพร ม้าคนอง (2554) ให้ความหมายของความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ ว่าความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎ กลวิธี และขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักวิชาการและนักการศึกษา สรุปได้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการรับข้อมูลและประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่างๆทางคณิตศาสตร์ รวมถึงความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยการคำนวณโดยใช้สูตร และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

3.2 ความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

สิริพร ทิพย์คง (2545) กล่าวถึงความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนควรมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. มีความรู้และความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานและทักษะการคิดคำนวณ สามารถเลือกหลักการ กฎ หรือสูตร มาใช้ในการแก้ปัญหาได้
2. มีเหตุผลเชิงตรรกะในการคิด สามารถถ่ายทอดความคิดได้อย่างชัดเจน
3. มีความประทับใจ มองเห็นความสำคัญและประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
4. มีความสามารถในการใช้ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ มีทักษะในการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

กระทรวงศึกษาธิการ (2545) กล่าวถึงความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดจุดมุ่งหมายและวิสัยทัศน์เกี่ยวกับคุณภาพและมาตรฐานของผู้เรียน สามารถสรุปได้ว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนคณิตศาสตร์แล้วทำให้ผู้เรียนต้องมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่พอเพียง สามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อ

สุนิดดา เรื่องสิริเศรษฐ์ (2552) กล่าวถึงความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียน โดยคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความเป็นนามธรรม และสิ่งทีนักเรียนจะได้เรียนรู้ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เด่นชัด คือ ข้อเท็จจริง กฎ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ โดยจะต้องใช้สิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

อัมพร ม้าคอง (2554) กล่าวถึงความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อการนำคณิตศาสตร์ไปใช้งาน ในการเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์เฉพาะใดๆ ผู้เรียนจึงควรได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรสอนความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ เพื่อให้ผู้เรียนจะเชื่อมโยงได้ว่าขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองคุ้นเคยนั้นมีที่มาหรือความหมายอย่างไร และจะนำไปใช้ได้อย่างไร

จากการศึกษาความสำคัญของความรู้ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการนำคณิตศาสตร์ไปใช้งาน ในการเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์เฉพาะใดๆ ผู้เรียนจึงควรได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ เพื่อให้ผู้เรียนจะเชื่อมโยงได้ว่าขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองคุ้นเคยนั้นมีที่มาหรือความหมายอย่างไร และจะนำไปใช้ได้อย่างไร อีกทั้ง ในการเรียนคณิตศาสตร์ผู้เรียนต้องมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่พอเพียง สามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อ

3.3 แนวทางการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ พบว่ามีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามประเภทของความรู้ทางคณิตศาสตร์ คือความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ ซึ่งในการศึกษาแนวทางการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์นี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยศึกษาแนวทางการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ และแนวทางการพัฒนาความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ ดังนี้

แนวทางการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นดังนี้

De Cecco (1968) กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ ว่าในการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ ต้องมีการพัฒนาสิ่งต่อไปนี้

1. การสัมผัส ผู้เรียนอาจเกิดมโนทัศน์ได้เมื่อสัมผัสสิ่งเร้าโดยใช้อวัยวะสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
2. การรับรู้ เมื่อผู้เรียนได้สัมผัสในสิ่งเร้าแล้วย่อมมีการแปลความหมายในสิ่งที่สัมผัสนั้นเพื่อจะได้เกิดมโนทัศน์ขึ้น
3. การจำ หลังจากผู้เรียนได้สัมผัสสิ่งเร้าแล้วย่อมจะจำสิ่งเร้านั้นได้ว่ามีลักษณะอย่างไร

4. การจำแนกแยกแยะ เมื่อผู้เรียนจำสิ่งเร้านั้นได้แล้ว ย่อมจะพินิจพิเคราะห์เพื่อจำแนกสิ่งเร้านั้นว่าคืออะไร

5. การสรุปรวบยอดและการแผ่ขยาย หลังจากที่อยู่เรียนพินิจพิเคราะห์และจำแนกเกี่ยวกับสิ่งเร้านั้นแล้ว ก็จะเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจในสิ่งเร้านั้น เรียกว่าเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งเร้านั้นๆ

Ausubel (1968) กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ ว่า ในการพัฒนาความรู้ทางมโนทัศน์ นักเรียนต้องมีขั้นตอนในการสร้างมโนทัศน์ดังนี้

1. วิเคราะห์และแยกแยะความแตกต่างของกระบวนการของสิ่งเร้า
2. ตั้งสมมติฐานโดยมีลักษณะร่วม
3. ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่งๆ
4. เลือกข้อสมมติฐานที่สามารถรวมกลุ่มสิ่งเร้า ซึ่งมีลักษณะบางประการร่วมกันได้
5. หาลักษณะของสิ่งเร้ามาสัมพันธ์กับแนวความคิดของตน
6. แยกแยะความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่รับมาใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อหาความสัมพันธ์กัน
7. สรุปครอบคลุมลักษณะของมโนทัศน์ใหม่ให้ครอบคลุมส่วนย่อยทั้งหมดในกลุ่ม
8. หาสัญลักษณ์ทางภาษา

Lasley and Matczynski (1997 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคอง, 2547: 64) กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ ว่า มีโมเดลการสร้างมโนทัศน์ ที่จะช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การผลิตข้อมูล เป็นขั้นผลิตและรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่สร้างข้อมูลอาจมาจากผู้เรียน ผู้สอน หรือจากทั้งผู้เรียนและผู้สอน หรือจากทั้งผู้เรียนและผู้สอน ในขั้นนี้ผู้สอนต้องทำหน้าที่กลั่นกรองว่าข้อมูลที่ได้นี้ เป็นสิ่งที่ต้องการและเพียงพอในการนำไปสู่มโนทัศน์หรือไม่ มีสิ่งใดที่ต้องการเพิ่มเติม สิ่งใดที่ควรตัดออก

ขั้นตอนที่ 2 การจัดกลุ่มข้อมูล ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันทางมโนทัศน์เข้าด้วยกันตามการรับรู้ของตนเอง ผู้สอนต้องเตือนผู้เรียนให้นิยามหรืออธิบายให้ได้ว่า ใช้เกณฑ์หรือหลักการใดในการจัดกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่ม เพื่อที่จะแยกแยะข้อมูลเป็นกลุ่มที่มีลักษณะคามมโนทัศน์และกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามมโนทัศน์

ขั้นตอนที่ 3 การขยายความประเภทข้อมูล จากกลุ่มข้อมูลที่อยู่เรียนจัดได้ในขั้นที่ 2 ผู้สอนจะทำการตรวจสอบแต่ละกลุ่มและดูว่าผู้เรียนคิดอย่างไรในกระบวนการจำแนก โดยอาจให้ผู้เรียนอธิบายให้ผู้อื่นฟังหน้าชั้นเรียนหรือเขียนบนกระดานดำ ผู้สอนและผู้เรียนคนอื่นๆ มีหน้าที่

ตรวจสอบความถูกต้อง การอธิบายวิธีคิดในการจัดประเภทเป็นการขยายความจากลักษณะที่เห็นไปสู่ความหมายที่แท้จริง และความสัมพันธ์ของคุณลักษณะของข้อมูล ผู้สอนควรช่วยเพิ่มเติมและขยายความเข้าใจของผู้เรียนให้ชัดเจนมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปปิด ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งต่างๆที่อยู่ในประเภทเดียวกัน เกี่ยวข้องกันอย่างไร หรือให้ข้อสรุปทั่วไปที่สัมพันธ์กับสิ่งต่างๆ ภายในประเภทเดียวกัน หรือให้สรุปความหมายของประเภทที่จัด และสร้างโครงข่ายโยงความสัมพันธ์การดำเนินการ เหล่านี้เป็นการใช้การคิดวิเคราะห์ระดับสูงที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งซึ่งจนสามารถสร้างความรู้หรือมโนทัศน์ด้วยตนเอง

พนัส หันนาคินทร์ (2514: 99-100) กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ ว่า ครูควรดำเนินการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การจัดประสบการณ์จริงจะทำให้การอธิบายมโนทัศน์ชัดเจน ซึ่งการอธิบายนั้นสัมพันธ์กับสิ่งที่เข้าใจก่อนแล้ว โดยเฉพาะถ้าเป็นประสบการณ์ตรง จะช่วยให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง แลกงกฏต่างๆอย่างชัดเจน ประสบการณ์ที่เป็นจริงเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการสร้างมโนทัศน์ใหม่ให้แก่ผู้เรียน และเป็นการสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องและชัดเจน

2. การให้คำอธิบายแจ่มแจ้ง ครูจะต้องให้หลักการในการติดต่อสื่อสารความคิด เช่น ใช้คำพูดที่นักเรียนคุ้นเคย ใช้ประโยคง่ายๆ เน้นจุดสำคัญด้วยการอธิบายซ้ำ ชี้ให้เห็นความสำคัญของเรื่องย่อยๆ ที่มีอยู่ในเรื่องใหญ่ และใช้คำถามที่เป็นหัวใจของเรื่องนั้น

แนวทางการพัฒนาความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นดังนี้

Hiebert (1989 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคอง, 2546: 24) กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ ว่า การพัฒนาความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ จะต้องพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนใน 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่หนึ่ง ขั้นการพัฒนาความหมายสำหรับสัญลักษณ์ เป็นขั้นของการเชื่อมโยงระหว่างสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนพบประจำกับแนวคิดหรือวัตถุที่สัญลักษณ์เหล่านั้นถูกใช้แทน ในทางคณิตศาสตร์จะใช้สัญลักษณ์สองประเภทใหม่ ๆ คือ ตัวเลข เช่น 1 , 2.4 และเครื่องหมายแสดงการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น + , - , × เป็นต้น

ขั้นที่สอง ขั้นพัฒนาความหมายสำหรับกฎ และการดำเนินการ เป็นขั้นพัฒนาความหมายของสิ่งที่จะกลายเป็นกฎหรือขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น ประโยคสัญลักษณ์ $65 - 27 = 38$ นั้น แทนการหัก 27 ออกจาก 65 โดยหัก 10 ออกจาก 60 และ หัก 7 ออกจาก 5 แต่หัก 7 ออกจาก 5 ไม่ได้ จึงใช้วิธีใหม่ คือ แบ่ง 60 ออกเป็น 50 กับ 10 แล้วให้ 10 กับ 5 รวมเป็น 15 ซึ่งจะทำให้สามารถหักได้ โดยหัก 20 ออกจาก 50 และหัก 7 ออกจาก 15 ซึ่งจะเหลือ 30 และ 8 ตามลำดับ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้เป็น 38

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผล เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถคาดคะเนคำตอบที่ใกล้เคียงความจริงได้ จากการใช้ความหมายในขั้นที่หนึ่ง เช่น หากนักเรียนทราบความหมายของ 4 หมายถึง จำนวนของ ที่รวมกันแล้วได้ 4 นักเรียนสามารถคาดคะเนได้ว่าคำตอบที่ได้ต้องมากกว่า 4 เพราะ $\frac{2}{3}$ มีค่าไม่ถึง 1 คำตอบจึงเป็น 5 หรือ 6 หรือ 7

Usiskin (1989) กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ ว่าควรพัฒนาหลักการพื้นฐานสำหรับการเรียนการสอนขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องพัฒนาสิ่งต่อไปนี้

1. เทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์และขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์บางอย่างมีความสำคัญมากขึ้น บางอย่างมีความสำคัญน้อยลง แต่มีขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์บางอย่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงความสำคัญ
2. สำหรับปัญหาใดๆ ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับกระบวนการ 3 ชนิด คือ ชนิดที่คิดได้ด้วยสมอง ชนิดที่ทำได้ด้วยปากกาและดินสอ และชนิดที่ทำได้ด้วยการช่วยเหลือจากครู
3. ไม่ว่าครูกิดว่ากำลังสอนขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์อะไร จะมีนักเรียนบางคนที่ทำโดยวิธีที่แตกต่างออกไป
4. การจะใช้ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ ครูควรเตรียมตัวและหาวิธีการที่จะดำเนินการสอนขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์นั้นอย่างเหมาะสม
5. เพื่อให้เป็นการคุ้มค่าต่อการสอน ครูควรตั้งจุดมุ่งหมายในการสอนขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์

จากแนวทางการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่าแนวทางการพัฒนาความรู้ให้กับนักเรียน ทำได้โดยการพัฒนาทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการให้กับนักเรียน โดยแนวทางการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ คือ การให้นักเรียนได้เกิดการสร้างและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน จากนั้นให้นักเรียนจัดกลุ่มที่เหมือนและแตกต่างของความรู้ที่เรียน และนำไปสู่การสรุปเป็นมโนทัศน์ใหม่ที่เรียน ส่วนแนวทางการพัฒนาความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ คือ ต้องทำให้นักเรียนเกิดความเชื่อมโยงระหว่างสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนเข้าใจความหมายของกฎ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ต่อไป

3.4 การประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์

ในการศึกษาการประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยศึกษาการประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามประเภทของความรู้ทางคณิตศาสตร์ คือ ความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ ซึ่งมีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงการประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Fray, Fredrick, and LKlausmeier (1969) กล่าวถึงการประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า การประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีความจำเป็นต้องวิเคราะห์เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ต้องการประเมิน แล้วจึงค่อยออกข้อสอบให้ตรงกับความรู้ที่ได้วิเคราะห์ไว้

NCTM (1992) กล่าวถึงการประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า การประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีการประเมินใน 2 องค์ประกอบ คือ การประเมินความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการประเมินความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ได้เรียน และการประเมินความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ เป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ที่ได้เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหา

Wilson (1971) กล่าวถึงการประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการประเมินเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับ ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับจากการเรียนการสอนตามความเข้าใจของตนเอง และรู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆ ที่ได้เรียนรู้อามาสัมพันธ์กัน

โสภณ บำรุงสงฆ์ (2520) กล่าวถึงการประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่าการประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประเมินตามองค์ประกอบของความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ โดยมีการวัดความเข้าใจเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะได้ทราบว่าผู้เขียนมีความเข้าใจกับกับขั้นตอนกระบวนการและมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพียงใด ดังนั้น ข้อสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ จึงมีข้อคำถามที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ และไม่ต้องการคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา

จากการศึกษาการประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ทำได้โดยการประเมินความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ โดยการประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนไป และประเมินความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนหรือกระบวนการที่นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียนไปแก้ปัญหา

4. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาให้ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

NCTM (1989: 102) ให้ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน

Coxford (1995) ให้ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงแนวคิดและกระบวนการของเนื้อหา ใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรอื่นๆ ที่คณิตศาสตร์เกี่ยวข้องได้ ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ มองคณิตศาสตร์ในภาพรวม ประยุกต์ใช้แนวคิดและรูปแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในศาสตร์สาขาอื่นๆ เช่น ศิลปะ ดนตรี จิตวิทยา วิทยาศาสตร์ และธุรกิจ ใช้และเห็นคุณค่าของการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ ตระหนักถึงความเสมอภาคของการนำเสนอเนื้อหาเดียวกัน

Torrejón and Gloria (1997) ให้ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การเชื่อมโยงเนื้อหาใน 2 ลักษณะ คือ

1. การสร้างแนวคิดใหม่ทางด้านคณิตศาสตร์จากประสบการณ์ของนักเรียน เช่น การสอนเรื่องการลบเลขแต่อาศัยประสบการณ์เดิมคือการบวก โดยครูให้นักเรียนทำโจทย์เพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปว่าการลบเป็นการดำเนินการที่กลับกันกับการบวก
2. เน้นการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงเนื้อหาเรื่อง รูปทรง และขนาดของรูปทรงเรขาคณิตกับเนื้อหาเรื่องพื้นที่ เศษส่วน หรือ ความน่าจะเป็น

NCTM (2000) ให้ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาสาระในวิชาเดียวกัน ไปสัมพันธ์กันให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชา รวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนของผู้เรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้เนื้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกันมาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬา หรือ ศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้อย่างลึกซึ้ง และตรงกับสภาพชีวิตจริง

โพธิ์ทิพย์ วัชรสวัสดิ์ (2547) ให้ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของ คน หรือแนวคิด ซึ่งการเชื่อมโยงแนวคิดเป็นกระบวนการทางปัญญาในการนำสิ่งต่างๆ เช่น ความรู้ ประสบการณ์ หรือเหตุการณ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปมาเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน

อเนก พุทธิเดช (2548) กล่าวว่า การเชื่อมโยงเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นำความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิม และประสบการณ์ที่มีมาผสมผสานหรือสัมพันธ์กัน ทำให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ โดยแบ่งเป็นการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์เป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

อัมพร ม้าคนอง (2554: 60) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมา กับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

จากความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการนำ ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหา หรือแก้ปัญหา สถานการณ์ใหม่ที่พบเจอ แบ่งออกเป็นการเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยง ความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

4.2 ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาให้ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ดังนี้

NCTM (1991) กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา หรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เนื่องจากสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงไม่ได้จำกัดว่าเกี่ยวข้องกับ สาขาวิชาใดวิชาหนึ่ง เราจำเป็นต้องใช้ความรู้และทักษะจากหลายๆ วิชามาร่วมกันแก้ปัญหา

Kennedy, L.M., and Tipps (1994) กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ว่า การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ นักเรียนจะต้องรู้จักสร้างความ เชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรม ได้แก่ การสร้างรูปภาพแผนภาพ สัญลักษณ์และมโนทัศน์ กับ กระบวนการ เนื้อหาและวิธีต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันและจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยง ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง NCTM (2000) กล่าวว่า การเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา คณิตศาสตร์ลึกซึ้งและยาวนาน สามารถสร้างความเข้าใจในเนื้อหาเดิมได้ดีขึ้น และช่วยให้นักเรียน ได้รับความรู้ในลักษณะที่เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา

House กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า การเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนสร้างภาพของเนื้อหาคณิตศาสตร์แบบที่แยกจากกันมา เป็นเนื้อหาที่มีลักษณะซับซ้อนเชื่อมโยงกัน นั่นคือถ้านักเรียนมองคณิตศาสตร์ว่ามีความสำคัญและมี ความสัมพันธ์กันแล้ว จะทำให้นักเรียนสนุกสนานและมีความสุขในการเรียนรู้

Blaskopf and Chazan (2001) กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ว่า ตัวอย่างของการเชื่อมโยงช่วยให้นักเรียนตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นจริง มีความหมาย และมีประโยชน์สำหรับทุกคน การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและ เห็นคุณค่าในวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น

Dossey (2002) กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า ความเข้าใจในคณิตศาสตร์สร้างขึ้นได้ทันทีขณะเกิดการเรียนรู้ โดยสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ และความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว นักเรียนสามารถเชื่อมโยง มโนคติทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายจะ พัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงสามารถทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น นอกเหนือจากการใช้เครื่องมืออื่นๆ ในการแก้ปัญหา มโนคติ หรือเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงจะช่วยให้ นักเรียนมอง คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เราเคยแยกเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาๆ อย่างเช่น เรียน Pre-Algebra แล้วมาเรียนพีชคณิต และเรขาคณิต ตามลำดับ ทำให้นักเรียนมองวิชาคณิตศาสตร์ไม่สัมพันธ์กัน แม้ว่าวิชาเรียนก่อนหน้าจะเป็นพื้นฐานความเข้าใจในคณิตศาสตร์ระดับสูง การแยกเนื้อหาออกจากกัน ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างการเชื่อมโยงที่ทำให้เข้าใจภาพรวมทางคณิตศาสตร์ การเรียนที่เน้นการ เชื่อมโยงจะทำให้นักเรียนสร้างความรู้สึกรู้สึก (Sense) และเป็นการสร้างพื้นฐานที่ดีในการเรียน คณิตศาสตร์ต่อไป

กรมวิชาการ (2545) กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า มี การนำความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่ง การตวง การวัด การคำนวณระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การวางแผนในการออมเงิน ใ่วิถีช่วงบั้นปลายของชีวิต เป็นต้น

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า การ เชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ตลอดจนมองเห็นความสำคัญและ คุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่น ได้ ทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป

จากการศึกษาความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปลงได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญและ จำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) เนื่องจากการเชื่อมโยงจะ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ตลอดจนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ลึกซึ้งและยาวนาน สามารถสร้างความเข้าใจ ในเนื้อหาเดิมได้ดีขึ้น และช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในลักษณะที่เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา อีกทั้ง ความสามารถในการเชื่อมโยงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำการอ้างเหตุผลทาง คณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น

4.3 ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ระบุลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

NCTM (1989) กล่าวถึงลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่าประกอบด้วย 2 ลักษณะคือ

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กัน ให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยนักเรียนให้ทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนของนักเรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคมศึกษาหรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง และตรงกับสภาพจริง

Kennedy and Tipps (1994: 194-198) กล่าวถึงลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า ลักษณะของการเชื่อมโยง นักเรียนจะต้องเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ป็นรูปธรรม รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์ และมโนคติ เข้ากับกระบวนการในการรวมเนื้อหาและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และจะต้องเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

การเชื่อมโยงควนสร้างให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในระหว่างการสอน ให้นักเรียนทำในสิ่งที่ป็นรูปธรรมและแปลงการกระทำนั้นมาเป็นรูปภาพ แผนผัง กราฟ และสัญลักษณ์ ตัวอย่างเช่น ครูสอนการเชื่อมโยงกับนักเรียนเกรด 3 โดยเชื่อมโยงระหว่างคูกี้กับการเขียนเศษส่วน นักเรียนในห้องก็จะได้เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงด้วยปัญหาคูกี้

การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และชีวิตจริงมีมากมาย ครูสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ สังคม ศิลปะ งานคหกรรม และกิจกรรมในสาขาต่างๆ

ดวงเดือน อ่อนนุ่ม (2547) กล่าวถึงลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้หลายลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างสูตร การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใน 2 ประเด็น คือ รูปสามเหลี่ยมเป็นครึ่งหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือความกว้างคูณความยาว

2. การเชื่อมโยงระหว่างเรื่องต่างๆ ของคณิตศาสตร์ เช่น การลบ เป็นการดำเนินการตรงข้ามของการบวก การคูณเป็นการบวกซ้ำ ๆ การคูณและการหารเป็นการดำเนินการตรงกันข้าม ร้อยละสัมพันธ์กับเศษส่วน เป็นต้น

3. การเชื่อมโยงแบบจำลองหลายๆ แบบ สู่ความคิดรวบยอดเดียวกัน เช่น การให้นักเรียนสร้างหน่วยการวัดที่ไม่เป็นมาตรฐานตามความต้องการของตนเองก็จะได้หน่วยที่ไม่เป็นมาตรฐานหลายๆ ลักษณะ แต่ทุกหน่วยนำไปสู่ความคิดรวบยอดเดียวกันว่าเป็นหน่วยวัดที่ไม่เป็นมาตรฐาน

4. การเชื่อมโยงความคิดรวบยอดไปสู่วิธีคิดคำนวณ เช่น การเรียนรู้เรื่องหน่วยการวัดเด็กต้องเกิดความคิดรวบยอดว่าจำนวนต่างๆ จะมาบวกลบกันได้ต้องมีหน่วยการวัดเดียวกัน ดังนั้นหากจำนวนเหล่านั้นมีหน่วยการวัดต่างกัน จึงต้องมีการเปลี่ยนหน่วยให้เหมือนกันก่อน

5. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยการกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้เป็นวิถีทางหนึ่งที่น่าสนับสนุนส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การกำหนดหน่วยการเรียนรู้เปิดโอกาสให้เด็กได้สำรวจ ศึกษา สืบค้น กับเรื่องต่างๆ ที่ตนสนใจ ได้มีโอกาสแสดงความคิดริเริ่ม ได้สร้างสิ่งต่างๆ ในขณะเดียวกัน ยังคงเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย หน่วยการเรียนรู้อาจเป็นหน่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เอง หรือเป็นหน่วยการเรียนรู้กลางที่คณิตศาสตร์เรียนรู้ร่วมกับวิชาอื่นๆ ก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 99-114) ได้เสนอตัวอย่างการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงสาระเรขาคณิตกับพีชคณิต
2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไปภายใต้หัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬา ศิลปะ ซึ่งเป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงสภาพชีวิตจริง

อัมพร ม้าคอง (2554: 60) กล่าวว่า การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนมี 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องเส้นจำนวน ระบบพิกัดฉาก คู่ลำดับ กราฟ ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน
2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องสัญกรณ์วิทยาศาสตร์กับนาโนเทคโนโลยี และการแบ่งตัวของแบคทีเรีย
3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสอธิบายว่าการเดินทางลัดเป็นการเดินระยะทางที่สั้นกว่าการเดินทางปกติ

จากการศึกษาลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่าลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ลักษณะ คือ 1) การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระภายในวิชา 2) การเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นๆ และ 3) การเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระวิชาคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

4.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาระบุแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

NCTM (1991) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทำได้โดย การที่ครูพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สานิตความรู้ในเรื่องความคิดรวบยอดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. นำเสนอคณิตศาสตร์ในลักษณะเช่นเดียวกันเครือข่ายการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดและกระบวนการร่วมกัน
3. เน้นให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นและเป็นการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน
4. ร่วมทำกิจกรรมกับนักเรียน โดยส่งเสริมความเข้าใจในความคิดรวบยอด กระบวนการ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์
5. ร่วมกันอภิปรายคณิตศาสตร์ โดยขยายความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด กระบวนการ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Besil (1999) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทำได้โดย ครูควรสั่งสอนให้นักเรียนหาข้อมูลนอกห้องเรียน เนื่องจากการให้นักเรียนได้มีโอกาสหาข้อมูลนอกห้องเรียนเป็นการช่วยให้พวกเขาเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นการเพิ่มความสามารถในการเชื่อมโยงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาอื่นๆ และชีวิตจริง โดยการใช้ประสบการณ์เหล่านี้จะเป็นการกระตุ้น สนับสนุนการเรียนการสอน และนักเรียนจะได้จดจำว่าความรู้ในตอนเริ่มต้นของพวกเขาเกี่ยวกับ จำนวน ขนาด รูปร่าง และแบบรูป เกี่ยวพันกับสิ่งที่อยู่รอบตัวโดยผ่านการเก็บรวบรวมข้อมูล

Edwards (1998) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ อันจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีความเข้าใจในเรื่อง หรือหัวข้อคณิตศาสตร์ได้นั้น จะต้องประกอบด้วย

1. สื่อที่ได้รับ เป็นการนำอุปกรณ์ต่างๆ มาใช้ในการเรียนการสอนสามารถสื่อให้เกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในการสอนระดับประถมศึกษา ครูสามารถใช้สื่อได้หลายรูปแบบ เช่น ผลไม้ ของเล่นของนักเรียน มาพัฒนาความรู้และเชื่อมโยงการนับ การจำแนกรูปเรขาคณิต เป็นต้น ส่วนการสอนระดับที่สูงขึ้น สามารถใช้สื่อเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ได้เช่นกัน เช่น การใช้เหรียญ ลูกเต๋า ไพ่ หรือลอตเตอรี่ เชื่อมโยงความรู้เรื่องกฎการนับเศษส่วน เป็นต้น

2. ภาษา เป็นการแสดงออกของนักเรียนในกระบวนการเชื่อมโยงที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถแสดงในการพูด การเขียน หรือการอภิปราย เช่น ในระดับประถมศึกษา นักเรียนจะเรียนรู้จำนวนนับโดยการพูดนับสิ่งของเป็น หนึ่ง สอง สาม หลังจากนั้นจึงเชื่อมโยงไปสู่การเขียนจำนวนในรูป 1, 2, 3 เป็นต้น ครูและนักเรียนสามารถใช้ภาษาในการซักถามอธิบาย อภิปรายให้เห็นการเชื่อมโยง ทั้งระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันได้

3. รูปภาพ การใช้รูปภาพเป็นตัวแทน สื่อให้เห็นพัฒนาการและการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือชีวิตประจำวันได้ การใช้รูปภาพจัดเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม หรือจากสิ่งที่เป็นนามธรรมสู่สิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น การนำเสนอ ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้รูปคน 1 คน แทนจำนวนคน 100 คน เป็นต้น

4. สัญลักษณ์ การเขียนสัญลักษณ์เป็นกระบวนการสุดท้ายของกระบวนการพัฒนากระบวนการคณิตศาสตร์ เป็นการแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ ความเข้าใจ ของเนื้อหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกัน การเขียนสัญลักษณ์เป็นเสมือนการเขียนรหัสที่จะแสดงรูปทั่วไป เช่น การใช้ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์ แทนจำนวนสิ่งของหรือการนับ หรือสัญลักษณ์ $a + b = b + a$ แทนการเขียนสมบัติการสลับที่ของการบวกจำนวนจริง เมื่อ a, b แทนจำนวนจริงใดๆ

NCTM (2000: 277-278) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทำได้โดย ครูต้องมีบทบาทในการเลือกปัญหาที่เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งภายในและภายนอกหลักสูตร รวมไปถึงการช่วยให้นักเรียนสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาแนวคิดใหม่ โดยครูต้องตระหนักและเข้าใจความคิดรวบยอดที่ถูกพัฒนาขึ้น ไม่ควรสอนแบบรวบรัดหรือย่อ แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ และจำเป็นต้องตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจ ความคิดรวบยอดใหม่

NCTM (2000: 360) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทำได้โดย ครูอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นการนำความรู้เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น เพื่อให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

กระทรวงศึกษาธิการ (2545) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น มีดังนี้

1. มีมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่นๆ ที่เราต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

กรมวิชาการ (2545) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการนำไปศึกษาต่อจำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การให้ความรู้เรื่องเซต และการให้คำจำกัดความหรือบทนิยามในเรื่องต่างๆ เช่น บทนิยามเรื่องฟังก์ชัน เป็นต้น

อัมพร ม้าคนอง (2547) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่า การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทำได้โดย การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงอาจเริ่มต้นง่ายๆ จากการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกัน

อัมพร ม้าคอง (2554: 61) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า สิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้คือ ผู้เรียนต้องมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่จะนำไปเชื่อมโยงได้เป็นอย่างดี มีประสบการณ์ในการมองเห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของสิ่งที่จะเชื่อมโยงและมีทักษะในการเชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงจึงไม่ควรแยกเนื้อหาที่สัมพันธ์กันออกจากกันแต่ควรสอนรวมกันไป เช่น สอนทั้งจำนวนและการดำเนินการพีชคณิต เรขาคณิต เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกัน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ อันจะทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ผู้สอนต้องตระหนักถึงประเด็นนี้ และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

จากข้างต้น สรุปได้ว่า แนวทางการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ คือ การจัดการเรียนการสอนของครูที่จะกระตุ้นให้นักเรียนได้นำความรู้เดิมหรือความรู้พื้นฐานที่มีอยู่ไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ เนื่องจากหากนักเรียนมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีแล้ว นักเรียนจะสามารถนำความรู้ที่มีไปเชื่อมโยงได้เป็นอย่างดี และมีประสบการณ์ในการมองเห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของสิ่งที่จะเชื่อมโยง

4.5 การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาระบุการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Cooney (1999: 12-13 , อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2547: 147-148) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ควรให้ผู้เรียนมีความสามารถดังนี้

1. สามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์สาขาต่างๆ
2. สามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง

การมีความรู้และความเข้าใจคณิตศาสตร์อย่างซาบซึ้งนั้นต้องประกอบด้วย การมีความรู้ในเนื้อหาและการนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้นการบูรณาการแนวคิดทางคณิตศาสตร์ระหว่างคณิตศาสตร์สาขาต่างๆ หรือระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิดความลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน

จากจุดเน้นการเรียนการสอนที่ปรับเปลี่ยนจากการสอนความรู้และทักษะในการคำนวณไปเป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์ มีทักษะพื้นฐานที่เพียงพอในการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ต้องเผชิญ ดังนั้นผู้เรียนจะต้องได้รับประสบการณ์ที่หลากหลายที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจได้ด้วยการมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์สาขาต่างๆ หรือการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงซึ่งเป็นศาสตร์อื่นๆ จึงจะทำให้คณิตศาสตร์มีความหมายกับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ นั้น สามารถประเมินผลได้จากการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน เช่น การตอบคำถาม การทำงานภาคปฏิบัติของผู้เรียน และการทำโครงงานคณิตศาสตร์

NCTM (2000) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่า เป็นการวัดเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้หรือไม่

1. สามารถมองปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้ในภาพรวมก่อนแล้วจึงวิเคราะห์เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่โจทย์กำหนดให้ว่าตรงกับสาระเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องใด มีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันในเรื่องใดและสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ นอกเหนือจากที่โจทย์กำหนดให้ได้หรือไม่
2. สรุบบัญญาและอธิบายผลที่ได้จากการเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การให้เหตุผลได้
3. สร้างแนวคิดใหม่หรือแนวทางการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากการเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นพื้นฐานแนวคิดของคณิตศาสตร์ในเรื่องต่างๆ ได้
4. ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือปัญหาในชีวิตประจำวัน
5. ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่ามีอยู่จริงในชีวิตประจำวัน สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประเมินได้จากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะดังนี้

1. เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ
2. เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
3. หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

4. เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้
มโนทัศน์ที่ซับซ้อน
5. สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ

อัมพร ม้าคนอง (2554: 181) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มี 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงหรือแสดง
ความสัมพันธ์กันของเนื้อหา สาระ องค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์
2. การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการแสดงความสัมพันธ์
หรือเชื่อมโยงกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องเดียวกันหรือเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน
3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ
สิ่งใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน

การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงนั้น ส่วนใหญ่ประเมินการเชื่อมโยงระหว่าง
คณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ และระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับการนำ
ความรู้ไปใช้แก้ไขปัญหาในชีวิตจริง

ตัวอย่างการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยง

1. ให้ผู้เรียนยกตัวอย่างการวัดความยาว การวัดพื้นที่ การวัดปริมาตร การวัดน้ำหนัก ที่
ตนใช้ในชีวิตประจำวันมาอย่างละ 2 ตัวอย่าง พร้อมทั้งระบุหน่วยของการวัดของทุกตัวอย่าง
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มโดยใช้แผนที่ประเทศไทยและอุปกรณ์อื่น เช่น ไม้
บรรทัด ดินสอ ในการใช้ความรู้เรื่องทิศ มาตรการส่วน อัตราส่วน หาทิศและระยะทางที่จังหวัดสำคัญ
ต่างๆ อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร รวมทั้งคำนวณเวลาที่จะใช้เดินทาง โดยให้ผู้เรียนกำหนดความเร็ว
ในการเดินทางตามความเหมาะสม

จากการศึกษาการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงใช้แนวทางการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนในการระบุ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร สมบัติต่างๆทางคณิตศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับการคำนวณโดยใช้สูตร ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา

2. การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแก้ปัญหามาจัดลำดับ และสรุปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

3. การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้ ไปสู่ปัญหาใหม่ทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากความสามารถของนักเรียน ในการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์จากปัญหาเดิมไปใช้กับปัญหาใหม่ การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งนอกเหนือจากความรู้ที่ระบุในปัญหาเดิม และการระบุแนวทางในการแก้ปัญหาจากปัญหาเดิมไปใช้กับปัญหาใหม่

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งงานวิจัยในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศ มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับวิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ดังนี้

5.1 งานวิจัยในประเทศ

สมบัติ โพธิ์ทอง (2539) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โดยใช้เมตาคอกนิชัน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โรงเรียนอนุบาลสุพรรณบุรี จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง หลังการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชัน มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จรุง ขำพงศ์ (2542) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้วิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตัวอย่างประชากร คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านไร่พิทยาคม จำนวน 65 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมยศ ชิตมงคล (2545) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้การผสมผสานแนวคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้คิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา จำนวน 104 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และความตระหนักรู้ในการรู้คิดหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ความคงทนของความรู้ทางคณิตศาสตร์ และความตระหนักรู้ในการรู้คิด หลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมจิตร ทรัพย์อัประโมย (2540) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคognition ที่มีต่อเมตาคognition และสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 46 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเมตาคognition ทั้งในงานด้านการอ่านตำรา และในงานด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล และกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในระยะการทดลองและระยะติดตามผล

ณัฐฐิ เจริญเกียรติบวร (2539) ทำการวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนและความตระหนักในเมตาคognition กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 640 คน ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ความตระหนักในเมตาคognition มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน และความตระหนักในเมตาคognition มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จันทร์ขจร มะลิจันทร์ (2554) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบึงสามพันพิทยาคม จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่า ความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทิพย์รัตน์ นพฤทธิ์ (2542) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำของกลุ่มที่เขียนบันทึกการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการบันทึกการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการเขียนบันทึกการเรียนรู้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิมลรัตน์ ศรีสุข (2551) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการบูรณาการรูปแบบการสร้างมโนทัศน์กับรูปแบบการแปลงเพื่อเสริมสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดแบบอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 96 คน เป็นกลุ่มทดลอง 45 คน กลุ่มควบคุม 51 คน ผลการวิจัยพบว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสอนที่พัฒนาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อิสริยา ปรมัตถการ (2556) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพุทปัญญาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลนครราชสีมา เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 40 คน นักเรียนกลุ่มควบคุม 41 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

สุนิดดา เรืองศิริเศรษฐ์ (2552) ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในกรุงเทพมหานคร จำนวน 538 คน ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้าน ปัจจัยด้านจิตวิทยา ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมของโรงเรียน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และปัจจัยที่เป็นตัวทำนายความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ขนาดของโรงเรียน ระดับการศึกษาของผู้ปกครองมัธยมศึกษา ระดับการศึกษาของผู้ปกครองประถมศึกษา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ รายได้ของผู้ปกครองต่ำกว่า 10,000 บาท อ้อมโนทัศน์ในวิชาคณิตศาสตร์ และเพศ โดยสามารถร่วมกันทำนายได้ร้อยละ 80.4

อลิสรา ชมชื่น (2550) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยบูรณาการทฤษฎีการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร และการให้เหตุผล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนห้วยยอด จังหวัดตรัง จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 48 คน นักเรียนกลุ่มควบคุม 48 คน ผลการวิจัยพบว่า ความรู้ด้านมโนทัศน์ ความรู้ด้านการดำเนินการ ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ ความรู้ด้านมโนทัศน์ ความรู้ด้านการดำเนินการ ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เวชฤทธิ์ อังคะภัทรขจร (2551) ทำการวิจัยเรื่อง การนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปทดลองใช้ ซึ่งส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนฝึกเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง โดยสนับสนุนให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์เป็นกลุ่มย่อย และเปิดโอกาสให้นักเรียนพูด เขียนและแลกเปลี่ยนแนวคิด

อรุณนีย์ ชูช่วยสุวรรณ (2552) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม.เขต 1 จำนวน 374 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ภายในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 79.31

ลิลลา ตลภาค (2549) ทำการวิจัยเรื่อง กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนการสอนเรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงสามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บุญญา แซ่หล่อ (2550) ทำการวิจัยเรื่อง บูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิต โดยใช้สถานการณ์จริงสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนย่านตาขาว จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการเชื่อมโยงในสองแบบ คือ การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิต ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองนักเรียนที่ได้รับการบูรณาการมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงและความสามารถด้านความลึกในการเข้าใจเนื้อหาสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุพัฒตรา หล้าฤทธิ์ (2547) ทำการวิจัยเรื่อง พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดแบบเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านวังน้ำขาวชินูปถัมภ์ อำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดแบบเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในลักษณะต่าง ๆ ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง

ครูผู้สอนสามารถนำกิจกรรมในลักษณะนี้ไปใช้ในการเรียนการสอนในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้

ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค THINK-PAIR-SHARE ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 50 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อาทิตยา สำราญอินทร์ (2553) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการปรับโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมาบอำมฤตวิทยา จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 37 คน นักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กฤษณา ไสยาศรี (2551) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 31 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Zemira R. Mevarech and Bracha Kramarski (1997) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 247 คน กลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยวิธี IMPROVE กลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิจัย พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธี IMPROVE มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธี IMPROVE สามารถอธิบายเหตุผล และมีความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ เนื่องมาจากคำถามการรู้คิดส่งผลให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดและอธิบายเหตุผล

Zemira R. Mevarech and Bracha Kramarski (1999) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการปลูกฝังการฝึกการรู้คิดในการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนเกรด 7 จำนวน 174 คน เป็นนักเรียนในประเทศอิสราเอล ผลวิจัย พบว่านักเรียนที่เรียนแบบได้รับการสอนโดยใช้การฝึกการรู้คิดในการเชื่อมโยงโครงสร้างและการเลือกกลวิธี มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบการฝึกการรู้คิดโดยการเลือกกลวิธีแต่ไม่มีการฝึกการรู้คิดโดยการเชื่อมโยงโครงสร้าง และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบการฝึกการรู้คิดในการเลือกกลวิธีแต่ไม่มีการฝึกการรู้คิดโดยการเชื่อมโยงโครงสร้างมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติโดยปกติโดยไม่มีการฝึกการรู้คิดในการเชื่อมโยงโครงสร้างและการฝึกการรู้คิดโดยการเลือกกลวิธี

Bracha Kramarski, Zemira R. Mevarech and Adiva Lieberman (2001) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การฝึกการรู้คิดด้วยวิธี IMPROVE ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 182 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยการฝึกการรู้คิดด้วยวิธี IMPROVE มีความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

Bracha Kramarski, Zemira R. Mevarech and Marsel Arami (2002) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการสอนโดยใช้วิธีสอนการรู้คิดในการแก้ปัญหาทางตามสภาพจริงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 91 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบร่วมมือภายใต้วิธีการสอนการรู้คิด ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ งานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการรู้คิด IMPROVE ผู้วิจัยทำการศึกษากับกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับวิธีสอนการรู้คิด ส่วนกลุ่มควบคุมมีการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเพียงอย่างเดียว ผลวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสอนการรู้คิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ และสามารถแก้ปัญหาทางตามสภาพจริงได้ดี

Kwong Oi Man (2005) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกการรู้คิดที่มีต่อพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยฝึกการรู้คิดกับนักเรียนโดยใช้วิธี IMPROVE นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยวิธี IMPROVE ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการฝึกการรู้คิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ และนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการฝึกการรู้คิด นักเรียนมีความรู้เดิมมาใช้ในการหาวิธีการแก้ปัญหาในปัญหาที่มีความซับซ้อนโดยการใช้คำถามการรู้คิด นักเรียนมีการวิเคราะห์ข้อมูลและกำกับตนเองเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของตนเองและแก้ไขสิ่งที่ผิดให้ถูกต้อง นักเรียนสามารถตรวจสอบขั้นตอนที่ทำผิดได้ในระหว่างการแก้ปัญหา นอกจากนี้ นักเรียนสามารถถ่ายโยงความรู้จากปัญหาเก่าที่เคยแก้ไปสู่การแก้ปัญหาใหม่ได้

Zemira R. Mevarech and Shimon Fridkin (2006) ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การฝึกการรู้คิดด้วยวิธี IMPROVE ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างประชากรที่ใช้คือนักเรียนในวิทยาลัยของประเทศอิสราเอลจำนวน 81 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยวิธี IMPROVE ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอน IMPROVE มีความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ การวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวิทยาลัยภายใต้การใช้วิธีการสอนการรู้คิด ซึ่งงานวิจัยก่อนส่วนใหญ่มุ่งเน้นเฉพาะการใช้วิธีการสอน IMPROVE กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

Hall (1992) ทำการวิจัยเรื่อง พฤติกรรมทางเมตาคอนนิชันและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นำมาให้นักเรียนคิด ซึ่งมี 2 แบบ คือ แบบที่ 1 เป็นแบบง่ายในการหาคำตอบ แบบที่ 2 เป็นปัญหาที่ยากในการหาคำตอบ ผลการวิจัยพบว่า ในการแก้ปัญหาแบบที่ 2 เป็นปัญหาที่ยากในการหาคำตอบนั้น นักเรียนแสดงการใช้เมตาคอนนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากกว่าการแก้ปัญหาแบบที่ 1 ซึ่งเป็นปัญหาที่ง่ายกว่า และในการแก้ปัญหาแบบที่ 1 จะมีการนำเอาเมตาคอนนิชันมาใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะตอนต้นของการดำเนินการแก้ปัญหาเท่านั้น

Wang (1990) ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบพฤติกรรมเมตาคอนนิชัน ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 กลุ่มละ 30 คน โดยแก้ปัญหา 5 ข้อ ด้วยการคิดออกเสียง การสังเกตพฤติกรรม และบันทึกคำพูดที่นักเรียนแสดงออกมาในขณะที่ทำการแก้โจทย์ปัญหาแล้วนำมาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีการแสดงพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ออกมามากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพฤติกรรมเมตาคอนนิชัน มีความสำคัญกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ

Stewart (1992) ทำการวิจัยเรื่อง การเขียนบันทึกการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ : การสอบสวนที่มีประโยชน์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความรู้สึกกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้ และรู้สึกสนุกและตื่นตัวในการเรียนในชั้นเรียน และเอาใจใส่ในการทำกิจกรรม ผลการทดสอบค่าที่ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของ TCAP พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เขียนบันทึกการเรียนรู้ มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เขียนบันทึกการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เขียนบันทึกการเรียนรู้และไม่ได้เขียนบันทึกการเรียนรู้ มีความวิตกกังวลไม่ต่างกัน

Sample (1988) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในการเรียนพีชคณิต 1 ของนักเรียนเกรด 9 และนักเรียนเกรด 10 กลุ่มตัวอย่าง 78 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน กลุ่มควบคุม 36 คน พบว่ากลุ่มทดลองมีการรับรู้ที่เป็นไปในทางบวกต่อการเขียนบันทึกการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่บอกว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นงานที่ไม่ยาก นักเรียนสามารถแสดงสิ่งที่ตนเองคิด และเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจ และถามสิ่งที่ไม่เข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ได้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของกลุ่มที่ใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ และกลุ่มที่ไม่ใช้บันทึกการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Bauman (1992) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 5 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้บันทึกการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลในการตอบแบบสอบถามของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่าบันทึกการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น และจากการตอบแบบสอบถามของครูพบว่า ครูเห็นว่าการเขียนบันทึกการเรียนรู้มีประโยชน์ในการช่วยการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดีขึ้นและช่วยในการเตรียมสอนในคาบต่อไป

Thurtow (1995) ทำการวิจัยเรื่อง การใช้บันทึกการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ว่ามีศักยภาพในการเพิ่มความรู้อิงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 5 และช่วยปรับปรุงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 จำนวน 59 คน เป็นกลุ่มควบคุม 29 คน และกลุ่มทดลอง 30 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติ ของกลุ่มที่ใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ และไม่ใช้บันทึกการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของกลุ่มที่ใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ และกลุ่มที่ไม่ใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Gainsburg (2007) กล่าวว่า คณิตศาสตร์ศึกษาจะเน้นความสำคัญเกี่ยวกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันในการเรียนการสอน สิ่งตีพิมพ์ที่มีอยู่บ่งบอกถึงสภาพความเป็นจริงในห้องเรียนที่มีการฝึกฝนเกี่ยวกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันไม่บ่อยครั้งมากนักและทำอย่างรีบเร่ง แต่ในการเรียนสองถึงสามครั้งจะมีการเน้นเฉพาะเพื่อสอบ ฉะนั้นทำอย่างไรที่ครูจะเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสำรวจครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 62 คน ในเรื่องความเข้าใจและการประยุกต์ใช้การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ การสร้างการเชื่อมโยงในการสอน ผลการวิจัยพบว่า การสร้างความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันเป็นสิ่งสำคัญ และสนับสนุนสิ่งตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับทำอย่างไรในการช่วยเหลือนักเรียนที่มีลักษณะแตกต่างกันในการเรียนคณิตศาสตร์

Hail (2001) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเกี่ยวกับการใช้การนำเสนอหลายๆ แบบที่มีต่อความรู้ของนักเรียนและมโนทัศน์พีชคณิตขั้นพื้นฐาน โดยการนำเสนอหลายๆแบบประกอบการเขียนบนพื้นฐานประสบการณ์ ภาษาพูด การใช้สื่อจริงสัมผัสได้ กราฟ ตารางและสัญลักษณ์ทางการเขียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาเตรียมพีชคณิต จำนวน 29 คน ผู้ทดลองใช้การนำเสนอหลายๆแบบ เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจตัวแปร สมการ และการแก้สมการ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนใช้กราฟและสื่อจริงที่สัมผัสได้ในการได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางสัญลักษณ์ นักเรียนดังกล่าวได้ใช้กราฟและสื่อจริงและสัมผัสได้ในการอธิบายการดำเนินการทางสัญลักษณ์และจุดที่ดำเนินการผิวนอกจากนี้การใช้สื่อจริงยังช่วยให้นักเรียนสามารถแก้สมการได้

Rittle-Johnson (1999) ทำการวิจัยเรื่อง การเสนอรูปแบบซ้ำเพื่อความเข้าใจในการพัฒนาความรู้ด้านมโนทัศน์และความรู้ด้านการดำเนินการ และรวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงการนำเสนอปัญหา งานวิจัยนี้ประเมินรูปแบบที่สร้างขึ้นในการเรียนเรื่องเศษส่วน กลุ่มทดลองมี 2 กลุ่ม เป็นนักเรียนเกรด 5 และ เกรด 6 ที่ได้รับประเมินความรู้ด้านมโนทัศน์และความรู้ด้านการดำเนินการเรื่องเศษส่วน ทั้งก่อนและหลังช่วงการแก้ปัญหา ในระหว่างการแก้ปัญหานักเรียนแทนเศษส่วนลงบนเส้นจำนวน และอธิบายคำตอบที่ถูกต้อง ผลจากกลุ่มทดลองที่หนึ่งส่งเสริมความสัมพันธ์ของรูปแบบซ้ำ ความรู้ด้านมโนทัศน์ที่มีอยู่ก่อนของนักเรียนสนับสนุนประโยชน์ของความรู้ด้านการดำเนินการ และในขณะเดียวกันประโยชน์ของความรู้ด้านการดำเนินการเหล่านี้ก็ส่งเสริมปรับปรุงความรู้ด้านมโนทัศน์ด้วย ดังนั้นการนำเสนอปัญหาที่ถูกต้องก็เป็นสื่อสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านมโนทัศน์และความรู้ด้านการดำเนินการที่ได้รับการปรับปรุง ผลการวิจัยกลุ่มทดลองที่สองแสดงเป็นหลักฐานในการเชื่อมโยงการนำเสนอปัญหาที่ปรับปรุงแล้วไปสู่ความรู้ด้านการดำเนินการที่ปรับปรุงแล้ว นักเรียนที่ได้รับการส่งเสริมให้แสดงออกจะนำเสนอปัญหาที่ถูกต้องมากกว่าและได้รับประโยชน์จากความรู้ด้านการดำเนินการมากกว่า ซึ่งความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั่ว ๆ ไปมีอิทธิพลที่ขัดแย้งกับการเรียนรู้ของสองกลุ่มตัวอย่างนี้ สุดท้าย ผลจากการวิจัยส่งเสริมรูปแบบซ้ำเพื่อการพัฒนาความรู้ด้านมโนทัศน์และความรู้ด้านการดำเนินการและให้วิธีการที่เป็นไปได้

จากการศึกษาวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ในต่างประเทศ แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ในประเทศ และจากการศึกษาวิจัยในต่างประเทศ พบว่ามีการนำวิธี IMPROVE ไปใช้ในการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่า วิธี IMPROVE ช่วยพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น และพบว่าการนำวิธี IMPROVE ไปใช้ในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำวิธี IMPROVE ไปพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ แต่จากการศึกษาขั้นตอนของวิธี IMPROVE พบว่า เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ผ่านคำถามที่เน้นการรู้คิด นักเรียนได้ประเมินความเข้าใจของตนเอง อีกทั้งนักเรียนยังได้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับข้อบกพร่องของตนเอง ซึ่งผู้วิจัยคิดว่า น่าจะช่วยสนับสนุนให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น นอกจากนี้ จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ พบว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ มีประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยการใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้เข้าไปร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นประโยชน์กับนักเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่เรียนได้ดีขึ้น นักเรียนสามารถถามในสิ่งที่ตนยังไม่เข้าใจ นักเรียนมีความรู้กระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้ อีกทั้งบันทึกการเรียนรู้ยังมีประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการนำไปพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้อีกด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการทำวิจัย ดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา ข้อมูล งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อวิเคราะห์ประเด็นสำหรับการวิจัย ศึกษาแนวทางเกี่ยวกับการดำเนินการวิจัย ศึกษาแนวทางเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2) ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนพัทลุง จังหวัดพัทลุง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องเส้นขนาน

3) ศึกษาเนื้อหาเรื่องเส้นขนาน จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หนังสือคู่มือครูสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และหนังสืออื่นประกอบเพิ่มเติม เพื่อเป็นแนวทางในการทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4) ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับวิธีวิจัย การวัดและประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ซึ่งรูปแบบการวิจัยมีลักษณะดังนี้

ตารางที่ 2 รูปแบบการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนการทดลอง	การทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
E	- ความรู้ทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	X	- ความรู้ทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
C	- ความรู้ทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	~X	- ความรู้ทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

- E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
 C แทน กลุ่มควบคุม (Control Group)
 X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVEและการเขียนบันทึกการเรียนรู้
 ~X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดพัทลุง กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนพัทลุง จังหวัดพัทลุง ซึ่งมีทั้งหมด 13 ห้อง ผู้วิจัยทำการสุ่มนักเรียน 2 ห้อง เพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) ผู้วิจัยนำคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ของนักเรียนทั้ง 13 ห้อง มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2) ผู้วิจัยเลือกห้องที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใกล้เคียงกันมากที่สุดจำนวน 2 ห้อง คือ ห้อง ม.2/1 และ ม.2/4 ซึ่งมีคะแนนค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 76.25 และ 76.07 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.85 และ 8.32 ตามลำดับ

3) ผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยเลขคณิตของนักเรียนทั้งสองห้องมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของคะแนนสอบของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยค่าการทดสอบที (t-test) พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานไม่แตกต่างกัน

4) ผู้วิจัยทำการจับสลากเพื่อจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า นักเรียนห้อง ม.2/1 เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ และนักเรียนห้อง ม.2/4 เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ

4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชนิด คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย
 - 1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้
 - 1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย
 - 2.1 แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 บันทึกการเรียนรู้
 - 2.4 ใบงาน

1. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลอง จำนวน 15 แผน และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติสำหรับกลุ่มควบคุม จำนวน 15 แผน

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องเส้นขนาน สาระการเรียนรู้พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใช้เวลา 15 คาบ (คาบละ 50 นาที) โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE

และการเขียนบันทึกการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการสร้างต่อไปนี้

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนพัทลุง ที่อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในส่วนของสาระสำคัญของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์และคู่มือครู เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง จากนั้นเลือกตัวอย่างเนื้อหาคณิตศาสตร์มาใช้ทดลองสอนด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องเส้นขนาน โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดจำนวนชั่วโมงให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหาของรายวิชา ผลการวิเคราะห์เนื้อหาเป็นดังนี้

- นิยามของเส้นขนาน	1 ชั่วโมง
- มุมต่างๆ	1 ชั่วโมง
- สมบัติของเส้นขนานและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด	3 ชั่วโมง
- สมบัติของเส้นขนานและมุมแย้ง	3 ชั่วโมง
- สมบัติของเส้นขนานและมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด	3 ชั่วโมง
- มุมภายในของรูปสามเหลี่ยม	2 ชั่วโมง
- เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม	2 ชั่วโมง

1.1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อเขียนแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยแต่ละแผนประกอบด้วยชื่อแผนการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดผลและการประเมิน ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ดังนี้

- ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่เตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน โดนสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน ทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่ที่จะเรียน รวมถึงแจ้งเป้าหมายการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

- ขั้นจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ โดยประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

- ชี้นำเข้าสู่ความรู้ใหม่
- ชี้นำสร้างและสรุปความรู้ใหม่
- ชี้นำช่วยให้นักเรียนเกิดความรอบรู้
- ชี้นำตรวจสอบผลการเรียนรู้และปรับแก้ข้อผิดพลาด

- ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนช่วยกันสรุปและสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ที่เรียนในคาบ เพื่อนำไปสู่การเรียนในเรื่องต่อไป

1.1.3 ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม เพื่อนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมที่จะใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ ตามประเด็นต่อไปนี้

- สาระการเรียนรู้ ปรับแก้โดย เพิ่มโจทย์ตัวอย่างทั้งตัวอย่างที่ยากและตัวอย่างที่ง่าย และเรียงลำดับสาระสำคัญจากง่ายไปยาก
- จุดประสงค์การเรียนรู้ ปรับแก้โดย การเขียนจุดประสงค์ด้านความรู้ เขียนให้กระชับและสื่อความหมายให้ชัดเจน การเขียนจุดประสงค์ด้านทักษะ/กระบวนการ เขียนให้สอดคล้องกับเนื้อหา และเขียนให้เห็นการเกิดทักษะกระบวนการอย่างชัดเจน
- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปรับแก้โดย ปรับคำถามที่เน้นการรู้คิดที่ใช้ในชั้นที่ 2 ชั้นที่ 3 ให้สามารถใช้ได้จริงกับชั้นเรียน และให้เป็นธรรมชาติ
- บันทึกการเรียนรู้ โดยปรับข้อความในบันทึกการเรียนรู้ บางแผน ให้เอื้อต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE
- ใบงาน โดยปรับข้อความที่เน้นการรู้คิดในใบงานให้เหมาะสม และกระชับสื่อให้นักเรียนเข้าใจในแต่ละคำถาม

1.1.4 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขไปใช้กับกลุ่มทดลอง

1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ มีขั้นตอนในการสร้างต่อไปนี้

1.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนพัทลุง ที่อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์) ในส่วนของสาระสำคัญของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์และคู่มือครู เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม จากนั้นเลือกตัวอย่างเนื้อหาคณิตศาสตร์มาใช้ทดลองสอน ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องเส้นขนาน โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดจำนวนชั่วโมงให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหาของรายวิชา ดังนี้

- นิยามของเส้นขนาน	1 ชั่วโมง
- มุมต่างๆ	1 ชั่วโมง
- สมบัติของเส้นขนานและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด	3 ชั่วโมง
- สมบัติของเส้นขนานและมุมแย้ง	3 ชั่วโมง
- สมบัติของเส้นขนานและมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด	3 ชั่วโมง
- มุมภายในของรูปสามเหลี่ยม	2 ชั่วโมง
- เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม	2 ชั่วโมง

1.2.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์คณิตศาสตร์เพื่อเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยแต่ละแผนประกอบด้วยชื่อแผนการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและการประเมิน ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

- ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่เตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน โดยสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน ทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่ที่จะเรียน รวมถึงแจ้งเป้าหมายการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
- ขั้นสอน เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูเป็นผู้บรรยาย ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยใช้กิจกรรมกลุ่มในบางคาบ
- ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปและสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ที่เรียนในคาบ

1.2.3 ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม เพื่อนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมที่จะใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ ดังนี้

- สาระการเรียนรู้ ปรับแก้โดย เพิ่มโจทย์ตัวอย่างทั้งตัวอย่างที่ยากและตัวอย่างที่ง่าย และเรียงลำดับสาระสำคัญจากง่ายไปยาก
- จุดประสงค์การเรียนรู้ ปรับแก้โดย การเขียนจุดประสงค์ด้านความรู้ เขียนให้กระชับและสื่อความหมายให้ชัดเจน การเขียนจุดประสงค์ด้านทักษะ/กระบวนการ เขียนให้สอดคล้องกับเนื้อหา และเขียนให้เห็นการเกิดทักษะกระบวนการอย่างชัดเจน
- การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างความรู้ด้วยตนเอง และมีการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มให้มากขึ้น
- ปรับข้อคำถามในใบงาน โดยควรเพิ่มคำถามที่ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบ ว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่
- นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขไปใช้กับกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 3 แสดงสาระการเรียนรู้และสาระสำคัญของเนื้อหา เรื่องเส้นขนาน จำแนกตามแผนการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัด การเรียนรู้ ที่	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จำนวน คาบ
1	บทนิยามของ เส้นขนาน	<p>เส้นตรงสองเส้นที่อยู่บนระนาบเดียวกัน ขนานกันก็ต่อเมื่อ เส้นตรงทั้งสองเส้นนั้นไม่ตัดกัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกัน แล้วระยะห่างระหว่าง เส้นตรงคู่นั้นเท่ากันเสมอ - ถ้าเส้นตรงสองเส้นมีระยะห่างระหว่างเส้นตรงเท่ากันเสมอ แล้วเส้นตรงคู่นั้นขนานกัน - เส้นตรงสองเส้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อระยะห่างระหว่าง เส้นตรงคู่นั้นเท่ากันเสมอ 	1
2	มุมต่างๆ	<div style="text-align: center;"> </div> <p>จากรูป AB จากระเรียกว่า เส้นตัด AB <u>มุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด</u> เรียก 3 และ 5 ว่ามุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้น ตัด AB และเรียก 4 และ 6 ว่ามุมภายในที่อยู่บนข้าง เดียวกันของเส้นตัด AB</p> <p><u>มุมแย้ง</u> ความหมายของมุมแย้ง จากรูป เรียก 3 และ 6 ว่าเป็นมุมแย้ง เรียก 4 และ 5 ว่าเป็นมุมแย้ง</p>	1

แผนการ จัด การเรียนรู ที่	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จำนวน คาบ
		<p><u>มุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด</u></p> <p>ความหมายของมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด</p> <p>จากรูป เรียก 1 และ 5 2 และ 6 3 และ 7 4 และ 8</p> <p>แต่ละคู่ว่าเป็นมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด</p>	
3 - 5	สมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด	<ul style="list-style-type: none"> - ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัด แล้วขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180 องศา - ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง ทำให้ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180 องศา แล้วเส้นตรงคู่นั้นจะขนานกัน - เมื่อเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่นั้นขนานกันก็ต่อเมื่อขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180 องศา 	3
6 - 8	สมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานและมุมแย้ง	<ul style="list-style-type: none"> - ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัด แล้วมุมแย้งมีขนาดเท่ากัน - ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่งทำให้มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน แล้วเส้นตรงคู่นั้นขนานกัน - เมื่อเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่นั้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อมุมแย้งมีขนาดเท่ากัน 	3

แผนการ จัด การเรียนรู้ ที่	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จำนวน คาบ
9 - 11	สมบัติเกี่ยวกับ เส้นขนานและ มุมภายนอก กับมุมภายในที่ อยู่ตรงข้ามบน ข้างเดียวกัน ของเส้นตัด	<ul style="list-style-type: none"> - ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัด แล้วมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน - ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง ทำให้มุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน แล้วเส้นตรงคู่นั้นขนานกัน - เมื่อเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่นั้นขนานกันก็ต่อเมื่อมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน 	3
12 - 13	มุมภายในของ รูปสามเหลี่ยม และรูป สามเหลี่ยม	<ul style="list-style-type: none"> - ขนาดของมุมภายในทั้งสามมุมของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเท่ากับ 180 องศา - ถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไป มุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น 	2
14 - 15	เส้นขนานและ รูปสามเหลี่ยม	ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีมุมที่มีขนาดเท่ากันสองคู่ และด้านคู่ที่อยู่ตรงข้ามกับมุมคู่ที่มีขนาดเท่ากันหนึ่งคู่ แล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นเท่ากันทุกประการ	2

ตารางที่ 4 กรอบแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

<p>กลุ่มทดลอง (จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้)</p>	<p>กลุ่มควบคุม (จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>ขั้นเตรียมความพร้อม</p> <p>เป็นขั้นที่เตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน โดนสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน ทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่ที่จะเรียน รวมถึงแจ้งเป้าหมายการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูสร้างแรงจูงใจในการเรียนด้วยการอธิบายถึงประโยชน์หรือความสำคัญของการเรียนความรู้ใหม่ที่ครูจะสอนให้เกิดขึ้นกับนักเรียน - ครูแจ้งเป้าหมายการเรียนรู้ของบทเรียนนี้ให้นักเรียนทราบ - ครูทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต่อการเรียนความรู้ใหม่โดยการถามตอบและการอธิบาย 	
<p>ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>ครูจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อยต่อไปนี้</p> <p>ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่ความรู้ใหม่ (I) เป็นขั้นที่ครูนำเสนอบริบทที่สัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ที่จะสอนแก่นักเรียน ซึ่งได้แก่ ตัวอย่าง ข้อมูล ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหา เป็นต้น รวมทั้งจูงใจให้นักเรียนทำความเข้าใจในบริบทที่นำเสนอดังกล่าว</p> <p>ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างและสรุปความรู้ใหม่ (M) เป็นขั้นที่เน้นให้นักเรียนใช้บริบทที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่จากขั้นที่ 1 มาสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยอาศัยการเรียนรู้ร่วมกันและคำถามที่เน้นการรู้คิด รวมถึงเน้นให้นักเรียนแต่ละคนสรุปสาระสำคัญของความรู้ใหม่ด้วยตนเองลงในบันทึกการเรียนรู้ส่วนที่ 1 โดยมีแนวทางการดำเนินการจัดกิจกรรม ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูเลือกใช้ใบกิจกรรมที่มีบริบทเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่จะสร้างและคำถามที่เน้นการรู้คิด สำหรับเนื้อหาที่มีความซับซ้อน เช่น การสรุปทฤษฎีบท สูตร เป็นต้น หรือเลือกใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดถามตอบนักเรียนที่ละ 	<p>ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>ครูดำเนินการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง</p> <p>ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้ ได้คิด ได้ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมจากสิ่งที่ได้เรียนในห้องเรียน</p> <p>ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงร่วมกัน แสดงความคิดเห็น นักเรียนมีอิสระในการคิดวิธีการที่หลากหลายในการแก้โจทย์ปัญหา มีการทำงานร่วมกับนักเรียนคนอื่นในห้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำ อธิบายในสิ่งที่ยังเรียนไม่เข้าใจ</p>

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>ชุดตามลำดับ สำหรับเนื้อหาที่ไม่ค่อยซับซ้อน ในการถามตอบคำถามแต่ละชุดครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด โดยอาจจะคิดเป็นคู่ หรือเป็นกลุ่มย่อย ให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด และนำเสนอแนวคิด โดยมีครูเป็นผู้คอยให้การช่วยเหลือและแนะนำเพิ่มเติม แนวคำถามคำถามที่เน้นการรู้คิดแต่ละชุดปรากฏดังตารางที่ 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - หลังจากที่ครูถามคำถามแต่ละชุดและนักเรียนร่วมกันตอบคำถาม รวมถึงมีการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด และนำเสนอแนวคิดเรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันหาข้อสรุปความรู้ที่เรียน - ครูยกตัวอย่างเพิ่มเติมที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่ได้เรียนมากขึ้นโดยใช้การถามตอบและการอธิบาย หรืออาจให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำและช่วยเหลือ - ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับความรู้ใหม่รวมถึงตัวอย่าง - ครูให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปสาระสำคัญ ลงในบันทึกการเรียนรู้ส่วนที่ 1 <p style="text-align: center;">ขั้นที่ 3 ขั้นช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ (P,R,O) เป็นขั้นที่เน้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาใหม่โดยอาศัย<i>การเรียนรู้ร่วมกันและคำถามที่เน้นการรู้คิด</i> รวมถึงเน้นให้มีการสะท้อนผลการปฏิบัติโดยให้พิจารณาทบทวนและปรับแก้ข้อผิดพลาดจากการปฏิบัติ โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำและช่วยเหลือ โดยดำเนินการดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูแจกใบงาน ซึ่งมีปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนหาคำตอบ รวมถึงมีคำถามที่เน้นการรู้คิดเป็นแนวทางในการหาคำตอบ จากนั้นให้ 	<p>ในระหว่างการเรียนการสอนครูมีการจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้กับนักเรียน ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูนำเสนอและอธิบายเนื้อหาใหม่ โดยมีกรยกตัวอย่างที่หลากหลาย หลังจากนั้นใช้การถามตอบ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาใหม่ได้ดียิ่งขึ้น - หลังจากที่ครูสอนเนื้อหาใหม่ ครูมีแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่ครูสอนหรือไม่ - เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดเสร็จ ครูจัดกิจกรรมการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อหาข้อสรุปหรือแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูสุ่มเรียกนักเรียนเพื่อออกไปแสดงวิธีการคิดบนกระดาน แล้วให้สมาชิกในห้องเรียนร่วมกันเสนอแนะเพื่อสร้างความเข้าใจให้เกิดขึ้น <p>นอกจากนั้นครูยังใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น เช่น</p>

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>นักเรียนร่วมกันคิดและตอบคำถามที่เน้นการรู้คิดในใบงาน โดยอาจจะคิดเป็นคู่ หรือเป็นกลุ่มย่อย ตัวอย่างแนวคำถามคำถามที่เน้นการรู้คิดแต่ละชุดปรากฏในตารางที่ 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - หลังจากให้นักเรียนทำใบงานเสร็จ ครูให้นักเรียนทบทวนและตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนและคำตอบจากใบงานที่นักเรียนทำอีกครั้ง - เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนพิจารณาความถูกต้องและข้อผิดพลาดต่างๆ ของคำตอบ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดและอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบในใบงาน เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา - ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยหรือสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ หากนักเรียนไม่เข้าใจหรือเกิดข้อสงสัย ครูให้ความช่วยเหลือนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย เมื่อนักเรียนส่วนน้อยไม่เข้าใจ หากนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจครูให้ความช่วยเหลือโดยการอธิบายนักเรียนทั้งชั้นเรียน - ครูให้นักเรียนร่วมกันหาข้อสรุปหรือแนวทางในการนำความรู้ไปใช้งานกับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาใหม่ <p>ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลการเรียนรู้และปรับแก้ข้อผิดพลาด (V,E) เป็นขั้นที่เน้นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในเนื้อหาที่เรียนโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การถามตอบ การทดสอบ รวมถึงให้นักเรียนได้ประเมินตนเองเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ โดยเขียนบันทึกการเรียนรู้ส่วนที่ 2 และ ส่วนที่ 3 นอกจากนั้นยังมีการนำข้อมูลจากการประเมินเพื่อให้อข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน เน้นการปรับแก้ข้อผิดพลาดทางการเรียนด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การอธิบายเพิ่มเติม การให้ทำแบบฝึกหัด เป็นต้น รวมถึงยัง</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ครูเชื่อมโยงความรู้ที่นักเรียน กับสิ่งที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันเพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของสิ่งที่เรียน และเข้าใจในสิ่งที่เรียนมากขึ้น - ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน เพื่อเพิ่มความเข้าใจ

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>เน้นการเพิ่มพูนความรู้ให้กับนักเรียนโดยการให้นักเรียน ทำแบบฝึกหัด โดยดำเนินการดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนด้วยการให้นักเรียนแต่ละคนเขียนบันทึกการเรียนรู้ส่วนที่ 2 และส่วนที่ 3 - ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยบันทึกการเรียนรู้ส่วนที่ 3 ครูอธิบายแก้ไขสิ่งที่นักเรียนผิดพลาด - ครูรวบรวมสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้และสิ่งที่นักเรียนไม่เข้าใจจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน โดยให้นักเรียนบอกสิ่งที่เข้าใจและยังไม่เข้าใจ จากนั้นครูเขียนประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจบนกระดาน - ครูปรับแก้ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ด้วยการอธิบาย หรือให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจ 	
<p>ขั้นสรุป</p> <p>เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปและสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนช่วยกันสรุปและสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ที่เรียนในคาบ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในเรื่องต่อไป - ครูสรุปประเด็นเพิ่มเติมที่นักเรียนยังบกพร่องในการแก้ปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจที่ตรงกันให้กับนักเรียน - ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมจากใบงาน 	

ตารางที่ 5 ตัวอย่างแนวคำถามคำถามที่เน้นการรู้คิด ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้

คำถามที่เน้นการรู้คิด (MQ)	คำถามที่เน้นการรู้คิดสำหรับสร้างความรู้	คำถามที่เน้นการรู้คิดสำหรับนำความรู้ไปใช้งาน
1.คำถามที่ให้ ทำความเข้าใจ (MQ ₁)	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนต้องการหาข้อสรุปเรื่องใด - สิ่งที่นักเรียนยังไม่เข้าใจในบริบทมีอะไรบ้าง - ถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายคำศัพท์หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในบริบทที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ - มีคำศัพท์หรือสัญลักษณ์ใดในบริบทที่- - นักเรียนยังไม่เข้าใจ เช่น สัญลักษณ์ $\overline{AB} // \overline{CD}$ หมายความว่าอย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> - จากโจทย์มีข้อมูลอะไรบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ - มีข้อมูลอื่นซึ่งจำเป็นในการแก้ปัญหาที่โจทย์ยังไม่กำหนดหรือไม่ - ถามคำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับคำศัพท์ สัญลักษณ์ หรือข้อความที่สำคัญเพื่อให้นักเรียนแปลความ
2.คำถามที่ใช้ เพื่อเชื่อมโยงสิ่ง ที่เรียนรู้ (MQ ₂)	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนคิดว่าต้องใช้ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร สมบัติทางคณิตศาสตร์ต่างๆใดบ้างในการสร้างข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - ถ้าจะแก้ปัญหานี้ นักเรียนใช้ความรู้เรื่องใดในการแก้ปัญหา
3. คำถามให้ วางแผน (MQ ₃)	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนมีวิธีคิดอย่างไรในการหาข้อสรุป โดยอาศัยข้อมูลจากคำถามชุดที่ 2 (MQ₂) - นักเรียนมีกลวิธีอย่างไรในการหาข้อสรุปโดยอาศัยข้อมูลจากคำถามชุดที่ 2 (MQ₂) 	<ul style="list-style-type: none"> - ถ้าจะแก้ปัญหานี้ นักเรียนใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา
4. คำถามให้ สะท้อนการ ปฏิบัติ (MQ ₄)	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนคิดว่าข้อสรุปที่ได้ถูกต้องหรือไม่ - นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของข้อสรุปได้อย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่ - นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบอย่างไร จงอธิบาย

2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ บันทึกการเรียนรู้ และ ใบงาน ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.1 แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบวัดปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดละ 30 ข้อ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ชุดที่ 1 แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต 2 มิติและ 3 มิติ พื้นฐานทางเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม และสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่นักเรียนเรียนมาแล้ว

- ชุดที่ 2 แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน

รายละเอียดและวิธีการสร้างแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ชุด มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและรูปแบบของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในการใช้เป็นแนวทางสร้างแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์

2. ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนพัทลุง ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต 2 มิติและ 3 มิติ พื้นฐานทางเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม และสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เส้นขนาน

3. สร้างแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน

3.1 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน ตามเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต 2 มิติและ 3 มิติ พื้นฐานทางเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม และสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยพิจารณาให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้

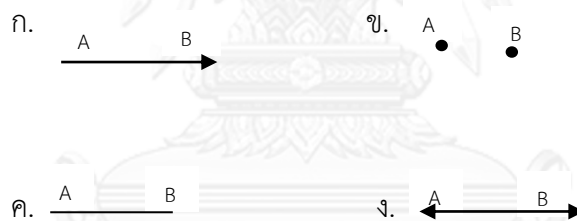
3.2 สร้างแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต 2 มิติและ 3 มิติ พื้นฐานทางเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม และสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดยมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนคือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิด ได้ 0

3.3 ผู้วิจัยนำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขจากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบใน 3 ประเด็น คือ ความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของข้อสอบ และ ความเหมาะสมของภาษา ซึ่งพบว่าข้อสอบทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหา แต่มีข้อสอบบางข้อที่ต้องได้รับการแก้ไขในส่วนของความถูกต้องของข้อสอบ และความเหมาะสมของภาษา ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอเพิ่มเติมและสิ่งที่ต้องแก้ไข ตามประเด็นต่อไปนี้ ดังนี้

3.3.1 ความถูกต้องของข้อสอบ ปรับปรุงโดย ปรับการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง เช่น การใช้จุด รังสี เป็นต้น ตัวอย่างโจทย์ที่ได้รับการปรับปรุง เช่น

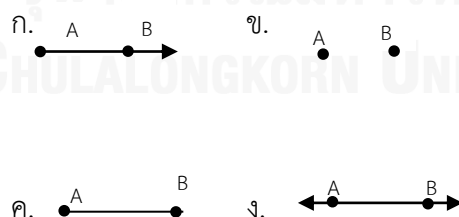
โจทย์เดิม

รูปใดต่อไปนี้เป็นเส้นตรง AB



โจทย์ที่ได้รับการแก้ไข

รูปใดต่อไปนี้เป็นเส้นตรง AB



3.3.2 ความเหมาะสมของภาษา ควรใช้ภาษาในโจทย์ให้เข้าใจง่าย การใช้
ตัวเลือกในโจทย์ควรเขียนให้สื่อความหมายชัดเจน ตัวอย่างโจทย์ที่ได้รับการปรับปรุง เช่น

โจทย์เดิม

ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

- ก. มุมเกิดจากรังสีสองเส้นที่มีจุดปลายเป็นจุดเดียวกัน
- ข. ส่วนของเส้นตรงเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรงที่มีจุดปลาย
- ค. รังสีมีความยาวไม่จำกัด
- ง. เส้นตรงมีความยาวจำกัด

โจทย์ที่ได้รับการแก้ไข

ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

- ก. มุมเกิดจากรังสีสองเส้นที่มีจุดปลายเป็นจุดเดียวกัน
- ข. ส่วนของเส้นตรงเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรงที่มีจุดปลาย 2 จุด
- ค. รังสีมีความยาวไม่จำกัด
- ง. เส้นตรงมีความยาวจำกัด

โจทย์เดิม

รูปเรขาคณิตที่กำหนดให้มีชื่อเรียกว่าอะไร



- ก. ปริซึมฐานสามเหลี่ยม ข. ปริซึมฐานสี่เหลี่ยม
- ค. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม ง. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม

โจทย์ที่ได้รับการแก้ไข

ภาพของรูปเรขาคณิต 3 มิติต่อไปนี้ เป็นภาพของอะไร



- ก. ปริซึมฐานสามเหลี่ยม ข. ปริซึมฐานสี่เหลี่ยม
- ค. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม ง. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม

3.4 ผู้วิจัยนำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากข้อ 3.3) ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือโรงเรียนท่ามิหรำ จำนวน 40 คน โรงเรียนตะโหนด จำนวน 40 คน และโรงเรียนสตรีพัทลุง จำนวน 40 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.5 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากข้อ 3.4 มาหาค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตร 20 (Kuder-Richardson-20: KR-20) โดยมีเกณฑ์ความเที่ยงตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาหาค่าความยาก (p) ซึ่งอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป หากแบบวัดดังกล่าวไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.84
ค่าความยาก	0.21 – 0.62
ค่าอำนาจจำแนก	0.23 – 0.56

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 50 ข้อ

3.6 ผู้วิจัยนำข้อสอบจำนวน 50 ข้อ จากข้อ 3.5 ที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง กับนักเรียนโรงเรียนพัทลุง จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.80
ค่าความยาก	0.22 – 0.73
ค่าอำนาจจำแนก	0.25 – 0.47

3.7 ผู้วิจัยเลือกแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

4. สร้างแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน

4.1 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนตามเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่องเส้นขนาน โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้

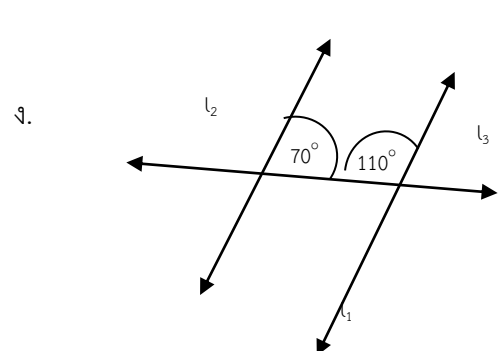
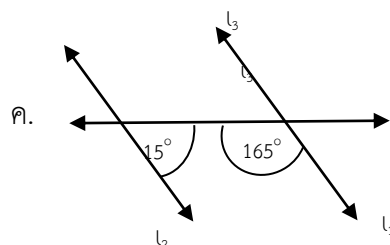
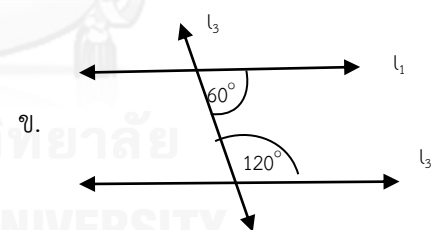
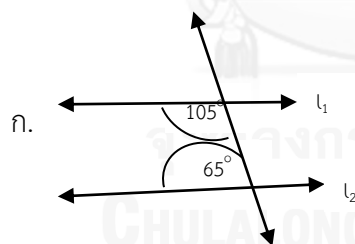
4.2 สร้างแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน เรื่องเส้นขนานชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดยมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนคือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิด ได้ 0

4.3 ผู้วิจัยนำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข จากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ท่าน ตรวจสอบใน 3 ประเด็น คือ ความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของข้อสอบ และ ความเหมาะสมของภาษา ซึ่งพบว่าข้อสอบทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหา แต่มีข้อสอบบางข้อที่ต้องได้รับการแก้ไขในส่วนของความถูกต้องของข้อสอบ และความเหมาะสมของภาษา ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอเพิ่มเติมและสิ่งที่ต้องแก้ไข ตามประเด็นต่อไปนี้ ดังนี้

4.3.1 ความถูกต้องของเนื้อหา เนื่องจากในโจทย์ไม่ถูกต้อง ดังนั้นแก้ไขโดยปรับตัวโจทย์ให้ถูกต้อง

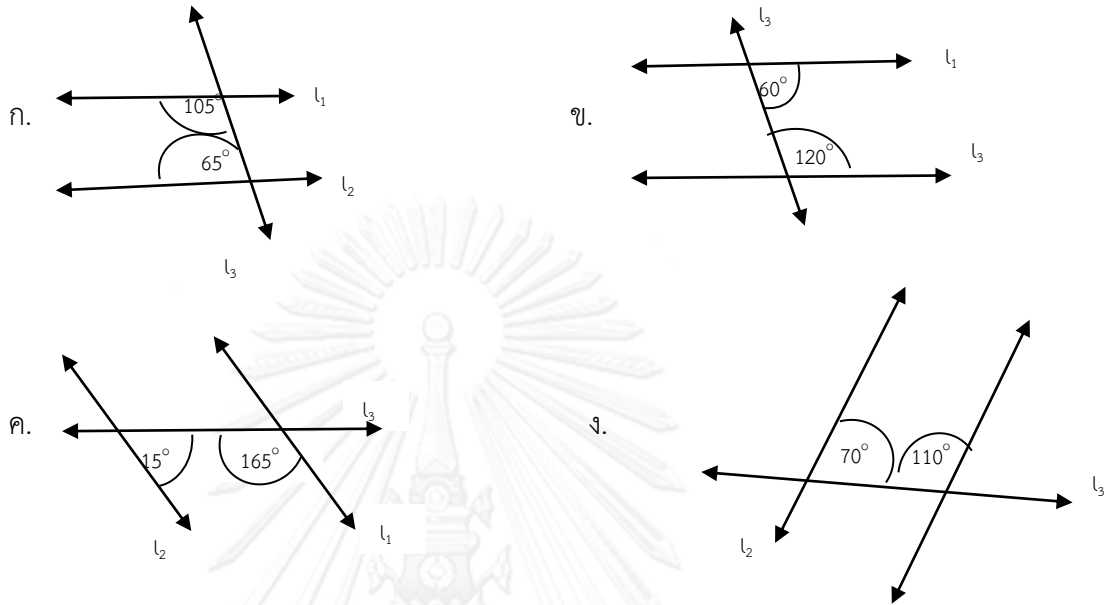
โจทย์เดิม

เส้นตรง l_1 และ l_2 ในข้อใดต่อไปนี้ขนานกัน



โจทย์ที่ได้รับการแก้ไข

เส้นตรง l_1 และ l_2 ในข้อต่อไปนี้อาจขนานกัน

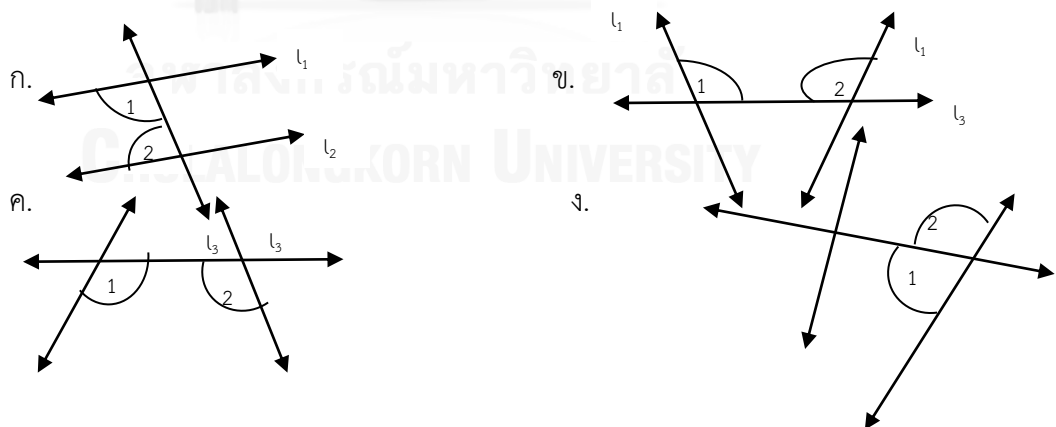


4.3.2 ความเหมาะสมของภาษา ปรับแก้โดยเปลี่ยนภาษาในโจทย์ให้ชัดเจน

และเข้าใจง่ายขึ้น

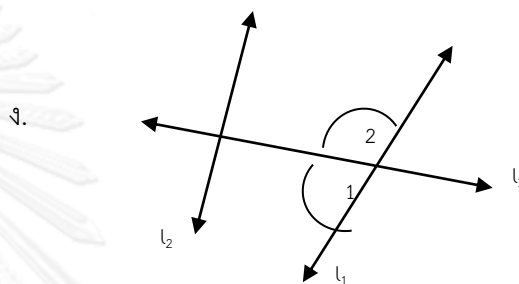
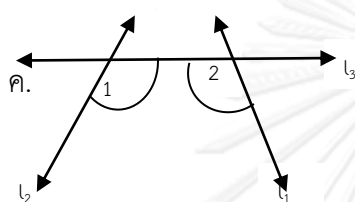
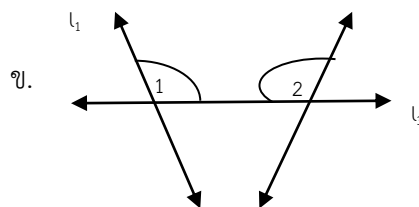
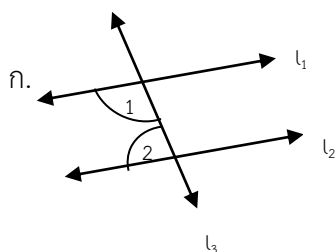
โจทย์เดิม

มุมข้อใดจากรูปต่อไปนี้ไม่ใช่มุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด



โจทย์ที่ได้รับการแก้ไข

จากรูปต่อไปนี้มุมข้อใดไม่ใช่มุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด



4.4 ผู้วิจัยนำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากข้อ 4.3 ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือโรงเรียนท่ามิหรำ จำนวน 40 คน โรงเรียนตะโหนด จำนวน 40 คน และโรงเรียนสตรีพัทลุง จำนวน 40 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

4.5 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากข้อ 4.4 มาหาค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตร 20 (Kuder-Richardson-20: KR-20) โดยมีเกณฑ์ความเที่ยงตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาหาค่าความยาก (p) ซึ่งอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป หากแบบวัดดังกล่าวไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.65
ค่าความยาก	0.24 – 0.69
ค่าอำนาจจำแนก	0.20 – 0.47

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 50 ข้อ

4.6 ผู้วิจัยนำข้อสอบจำนวน 50 ข้อ จากข้อ 4.5 ที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง กับนักเรียนโรงเรียนพัทลุงที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.78
ค่าความยาก	0.22 – 0.75
ค่าอำนาจจำแนก	0.22 – 0.50

4.7 ผู้วิจัยเลือกแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

4.2.2 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบวัดอัตนัย โดยแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดละ 4 ข้อ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ชุดที่ 1 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต 2 มิติและ 3 มิติ พื้นฐานทางเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม และสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่นักเรียนเรียนมาแล้ว

ชุดที่ 2 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เส้นขนาน

รายละเอียดและวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิด และรูปแบบที่เหมาะสม ในการใช้เป็นแนวทางสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

2. ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนพัทลุง ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต 2 มิติและ 3 มิติ พื้นฐานทางเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการ ของรูปสามเหลี่ยม และสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เส้นขนาน

3. สร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน

3.1 กำหนดกรอบการสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 ฉบับก่อนเรียน ตามคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งสรุปได้ว่าความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถของนักเรียน 3 ด้าน คือ

- ความสามารถของนักเรียนในการระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้ไปสู่ปัญหาใหม่ทางคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ยังมีการกำหนดน้ำหนักคะแนนในแต่ละองค์ประกอบ โดย **ด้านที่ 1** ความสามารถของนักเรียนในการระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้ 3 คะแนน **ด้านที่ 2** ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้ 3 คะแนน และ **ด้านที่ 3** ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากปัญหาเดิมไปสู่ปัญหาใหม่ทางคณิตศาสตร์ ให้ 6 คะแนน

3.2 ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่มีคำถามย่อย 3 ข้อ ซึ่งถามตามองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านที่ 1 มี 1 ข้อย่อย ด้านที่ 2 มี 1 ข้อย่อย และด้านที่ 3 มี 2 ข้อย่อย

3.3 จากนั้นผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การสังเคราะห์จากนักการศึกษาคณิตศาสตร์ และปรับเพื่อความชัดเจนในการประเมินตรวจให้คะแนน เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อเต็ม 12 คะแนน ดังปรากฏเกณฑ์การให้คะแนนในตารางที่ 5

3.4 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข จากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ตรวจสอบใน 3 ประเด็น คือ ความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของข้อสอบ และ ความเหมาะสมของภาษา ซึ่งพบว่าข้อสอบทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหา แต่มีข้อสอบบางข้อที่ต้องได้รับการแก้ไขในส่วนของความถูกต้อง

ของข้อสอบ และความเหมาะสมของภาษา ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอเพิ่มเติมและสิ่งที่ต้องแก้ไข ตามประเด็นต่อไปนี้ ดังนี้

3.4.1 ความเหมาะสมของภาษา โดยควรปรับปรุงภาษาของโจทย์บางข้อ เพื่อให้ โจทย์ชัดเจนและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และควรระบุชื่อแทนจุดในรูป ดังนี้

โจทย์เดิม

บ้านแนนและบ้านนิวตั้งอยู่คนละฟากของริมฝั่งแม่น้ำ ซึ่งขนานกันที่จุด A และ B ดังรูป แนนและนิวต้องการสร้างสะพานข้ามแม่น้ำโดยให้แนวสะพานตั้งฉากกับริมฝั่งแม่น้ำทั้งสองเป็นระยะ เท่ากัน จงหาตำแหน่งที่แนนและนิวจะสร้างสะพานดังกล่าว



โจทย์ที่ได้รับการแก้ไข

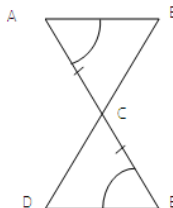
บ้านแนนและบ้านนิวตั้งอยู่คนละฝั่งของริมฝั่งแม่น้ำซึ่งขนานกันที่จุด A และ B ดังรูป แนนและนิวต้องการสร้างสะพานข้ามแม่น้ำโดยให้แนวสะพานตั้งฉากกับริมฝั่งแม่น้ำทั้งสองเป็นระยะ เท่ากัน จงหาตำแหน่งที่แนนและนิวจะสร้างสะพานดังกล่าว



3.4.2 ความถูกต้องของคำถาม โดยควรปรับปรุงความชัดเจนของข้อความถาม โดยกำหนดสิ่งที่กำหนดให้ของโจทย์เพิ่มเติม จะทำให้ข้อความถามชัดเจนขึ้น

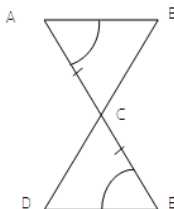
โจทย์เดิม

รูปสามเหลี่ยม ABC และรูปสามเหลี่ยม CDE มีด้าน AC ยาวเท่ากับด้าน CE และมี มุม CEC มีขนาดเท่ากับมุม DCE ดังรูป จะได้ว่าสามเหลี่ยมสองรูปนี้มีพื้นที่เท่ากันหรือไม่



โจทย์ที่ได้รับการแก้ไข

รูปสามเหลี่ยม ABC และรูปสามเหลี่ยม CDE มีด้าน AC ยาวเท่ากับด้าน CE มีมุม CEC มีขนาดเท่ากับมุม DCE และ \overline{BC} กับ \overline{DC} อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ดังรูป จะได้ว่า สามเหลี่ยมสองรูปนี้มีพื้นที่เท่ากันหรือไม่



3.5 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากข้อ 3.4 ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ โรงเรียนท่ามิหรำ จำนวน 40 คน โรงเรียนตะโหนด จำนวน 40 คน และโรงเรียนสตรีพัทลุง จำนวน 40 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.6 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากข้อ 3.5 มาหาค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ความเที่ยงตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาหาค่าความยาก (p) ซึ่งอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป หากแบบวัดดังกล่าวไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.78
ค่าความยาก	0.18. – 0.34
ค่าอำนาจจำแนก	0.17 – 0.29

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 6 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 2 ข้อ ผู้วิจัยปรับปรุงข้อสอบที่ยังไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์ แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

3.7 ผู้วิจัยนำข้อสอบจำนวน 8 ข้อ จากข้อ 3.6 ที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง กับนักเรียนโรงเรียนพัทลุงที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.78
ค่าความยาก	0.22 – 0.75
ค่าอำนาจจำแนก	0.22 – 0.50

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 8 ข้อ

3.8 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

4. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ฉบับก่อนเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์ตามตารางที่ 6

5. สร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน

5.1 กำหนดกรอบการสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 ฉบับหลังเรียน ตามคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งสรุปได้ว่าความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถของนักเรียน 3 ด้าน คือ

- ความสามารถของนักเรียนในการระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้ไปสู่ปัญหาใหม่ทางคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ยังมีการกำหนดน้ำหนักคะแนนในแต่ละองค์ประกอบ โดย **ด้านที่ 1** ความสามารถของนักเรียนในการระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้ 3 คะแนน **ด้านที่ 2** ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้ 3 คะแนน และ**ด้านที่ 3** ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากปัญหาเดิมไปสู่ปัญหาใหม่ทางคณิตศาสตร์ ให้ 6 คะแนน

5.2 ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่มีคำถามย่อย 3 ข้อ ซึ่งถามตามองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านที่ 1 มี 1 ข้อย่อย ด้านที่ 2 มี 1 ข้อย่อย และด้านที่ 3 มี 2 ข้อย่อย

5.3 จากนั้นผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การสังเคราะห์จากนักการศึกษาคณิตศาสตร์ และปรับเพื่อความชัดเจนในการประเมินตรวจให้คะแนน เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อเต็ม 12 คะแนน ดังปรากฏเกณฑ์การให้คะแนนในตารางที่ 5

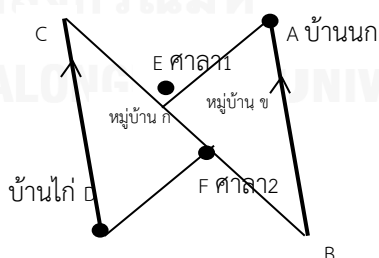
5.4 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข จากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบใน 3 ประเด็น คือ ความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของข้อสอบ และ ความเหมาะสมของภาษา ซึ่งพบว่าข้อสอบทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหา แต่มีข้อสอบบางข้อที่ต้องได้รับการแก้ไขในส่วนของความถูกต้องของข้อสอบ และความเหมาะสมของภาษา ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอเพิ่มเติมและสิ่งที่ต้องแก้ไข ตามประเด็นต่อไปนี้ ดังนี้

5.4.1 ควรปรับภาษาของข้อคำถาม และปรับรูปของข้อคำถามให้ชัดเจนขึ้น ดังนี้

โจทย์เดิม

จากรูป แสดงแผนผังของหมู่บ้าน ก และ ข ซึ่งมีลักษณะหมู่บ้านเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยมีมุม CFD และมุม AEB เป็นมุมฉาก มีระยะ $CF = EB$

บ้านของนกอยู่ตำแหน่งจุด A บ้านของไก่อยู่ตำแหน่งจุด D ศาลา 1 อยู่ตำแหน่งจุด E ศาลา 2 อยู่ตำแหน่งจุด F CD และ AB เป็นฟากถนนซึ่งขนานกัน อยากทราบว่าระยะจากบ้านของนกไปศาลาที่ 1 กับระยะจากบ้านของไก่ไปศาลาที่ 2 มีระยะทางเท่ากันหรือไม่



โจทย์ที่ได้รับการแก้ไข

จากรูป แสดงแผนผังของหมู่บ้าน ก และ ข ซึ่งมีลักษณะหมู่บ้านเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยมีมุม CFD และมุม AEB เป็นมุมฉาก มีระยะ $CF = EB$

เมื่อกำหนด จุด A คือตำแหน่งบ้านของนก

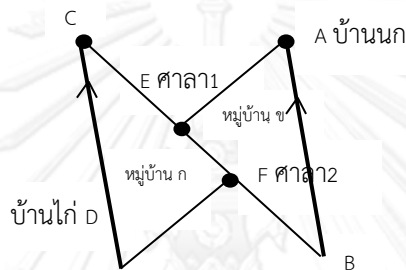
จุด D คือตำแหน่งบ้านของไก่

จุด E คือตำแหน่งศาลา 1

จุด F คือตำแหน่งศาลา 2

CD และ AB เป็นฟากถนนซึ่งขนานกัน

อยากรบว่าระยะจากบ้านของนกไปศาลาที่ 1 กับระยะจากบ้านของไก่ไปศาลาที่ 2 มีระยะทางเท่ากันหรือไม่



5.5 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากข้อ 4.3 ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างคือ โรงเรียนท่ามิหรำ จำนวน 40 คน โรงเรียนตะโหนด จำนวน 40 คน โรงเรียนสตรีพิบูลย์ จำนวน 40 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

5.6 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากข้อ 4.4 มาหาค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ความเที่ยงตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาหาค่าความยาก (p) ซึ่งอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป หากแบบวัดดังกล่าวไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.67
ค่าความยาก	0.28. – 0.42
ค่าอำนาจจำแนก	0.18 – 0.26

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 7 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 1 ข้อ ผู้วิจัยปรับปรุงข้อสอบที่ยังไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์ แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

5.7 ผู้วิจัยนำข้อสอบจำนวน 8 ข้อ จากข้อ 4.5 ที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง กับนักเรียนโรงเรียนพหุคูณที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

ค่าความเที่ยง	0.74
ค่าความยาก	0.31 – 0.40
ค่าอำนาจจำแนก	0.20 – 0.28

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 8 ข้อ

5.8 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

6. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน มาตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ด้านที่ 1 การระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์	คะแนน
นักเรียนระบุถึงทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่างๆทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง	3
นักเรียนระบุถึงทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่างๆทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	2
นักเรียนระบุถึงทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่างๆทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน	1
นักเรียนไม่ระบุถึงทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่างๆทางคณิตศาสตร์ใดเลย หรือระบุแต่ระบุผิด หรือไม่มีร่องรอยการทำ	0

ด้านที่ 2 การระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์	คะแนน
นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามาจัดลำดับ และสรุปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและชัดเจน	3
นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามาจัดลำดับ และสรุปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	2
นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามาจัดลำดับ และสรุปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน	1
นักเรียนไม่นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามาจัดลำดับ และสรุปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา หรือไม่มีร่องรอยการทำ หรือระบุแต่ระบุผิด	0

2.3 แบบบันทึกการเรียนรู้

ผู้วิจัยสร้างแบบบันทึกการเรียนรู้ เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับกลุ่มทดลอง จำนวน 15 แบบบันทึกการเรียนรู้ โดยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในกลุ่มทดลอง รวมถึงรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาพัฒนาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ โดยทำการศึกษาความหมายของบันทึกการเรียนรู้ รูปแบบของบันทึกการเรียนรู้ องค์ประกอบของบันทึกการเรียนรู้ และประโยชน์ของบันทึกการเรียนรู้

2) ออกแบบบันทึกการเรียนรู้ โดยกำหนดองค์ประกอบให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งองค์ประกอบของบันทึกการเรียนรู้ออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 การสรุปสาระสำคัญของบทเรียน เป็นส่วนที่ให้นักเรียนเขียนสรุปสาระสำคัญของความรู้ใหม่ด้วยภาษาของตนเอง

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองในเนื้อหาสาระที่เรียน เป็นส่วนที่ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดเพื่อตอบคำถามต่างๆ ซึ่งคำถามจะเน้นการตรวจสอบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

ส่วนที่ 3 การสะท้อนเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง เป็นส่วนที่ให้นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเองในสิ่งที่ตนเองเข้าใจและไม่เข้าใจ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งที่ชอบและสิ่งที่ไม่ชอบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบ

3) สร้างบันทึกการเรียนรู้ ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ในข้อที่ 2)

4) นำบันทึกการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

2.4 ใบงาน

ผู้วิจัยสร้างใบงาน จำนวน 15 ใบงาน เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับกลุ่มทดลอง และเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างใบงานดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในการสร้างใบงาน เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- 2) ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนพัทลุง ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเส้นขนาน
- 3) กำหนดกรอบ ข้อคำถาม ที่จะนำมาใช้ในการสร้างคำถามในใบงาน
- 4) สร้างใบงานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแต่ละคาบ
- 5) นำใบงานให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม

5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง ตามขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

5.1 ขั้นเตรียมการก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยมีการดำเนินการเตรียมการก่อนการทดลอง ดังนี้

- 1) ติดต่อผู้อำนวยการโรงเรียนพัทลุง เพื่อประสานงาน ขอความร่วมมือในการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ไปทดลองใช้
- 2) ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการประเมินผลของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้กับผู้บริหารโรงเรียนและหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และครูที่รับผิดชอบการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพัทลุง

3) ประสานขอความร่วมมือในการกำหนดตารางสอน และขอบเขตเนื้อหาที่ใช้ กระบวนการเรียนการสอนกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

4) ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนพทลุง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาเขต 12 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

5) ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

5.2 ชั้นก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการก่อนการทดลอง ดังนี้

1) ผู้วิจัยดำเนินการสอบก่อนการทดลองโดยใช้แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อน เรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้เวลา 1 ชั่วโมง

ในขั้นนี้ผู้วิจัยพบว่าคะแนนของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งจากการทดสอบความรู้ทาง คณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 18.75 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 14.73 และกลุ่มทดลองมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.04 และกลุ่มควบคุมมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.89

ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมผู้วิจัยจึงต้องใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม(ANCOVA) โดย ผู้วิจัยใช้คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมาเป็นตัวแปรร่วมเพื่อปรับ คะแนนหลังทดลอง

2) ผู้วิจัยดำเนินการสอบก่อนการทดลองโดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้เวลาฉบับละ 1 ชั่วโมง

ในขั้นนี้ผู้วิจัยพบว่าคะแนนของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งจากการทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 15.38กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลข คณิตเท่ากับ 8.06 และกลุ่มทดลองมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.86 และกลุ่มควบคุมมีส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.64

ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยจึงต้องใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม(ANCOVA) โดยผู้วิจัยใช้คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมาเป็นตัวแปรร่วมเพื่อปรับคะแนนหลังทดลอง

5.3 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 19 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ โดยทำการทดลองสอนนักเรียนทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 5 คาบต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์รวมทั้งสิ้น 15 คาบ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยสอนตามชั่วโมงปกติของโรงเรียนพัทลุง และเริ่มทดลองสอนตั้งแต่วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2556 ถึงวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2556

2) ในระหว่างการเรียนการสอนผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้อีกเพื่อศึกษาพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากใบงาน เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม

5.4 ขั้นตอนการหลังการทดลอง

1) หลังจากดำเนินการสอนตามที่กำหนดแล้วไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ครบ 15 แผนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล

2) หลังจากดำเนินการสอนตามที่กำหนดแล้วไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ครบ 15 แผนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลการทดสอบจากแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมาตรวจให้คะแนนและทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-Paired Sample test)

2. เปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ โดยวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยเทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยใช้คะแนนจากแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองเป็นตัวแปรร่วม ซึ่งนำไปปรับแต่งความแตกต่างของความรู้พื้นฐานที่แตกต่างกันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ โดยวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยเทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยใช้คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองเป็นตัวแปรร่วม ซึ่งนำไปปรับแต่งความแตกต่างของความรู้พื้นฐานที่แตกต่างกันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4. วิเคราะห์พัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างทดลอง โดยแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 (คาบที่ 1 – 5) ช่วงที่ 2 (คาบที่ 6 – 10) และช่วงที่ 3 (คาบที่ 11 – 15) โดยนำข้อมูลจากหลักฐาน ร่องรอย การเขียนสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาที่เรียน และการตรวจสอบความเข้าใจที่ถูกต้องของเนื้อหาที่เรียนในบันทึกการเรียนรู้ ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis)

5. วิเคราะห์พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการทดลอง ระหว่างทดลอง และหลังทดลอง โดยนำข้อมูลจากหลักฐานร่องรอย การตอบคำถามจากใบงาน แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis)

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถิติในการคำนวณหาคุณภาพของแบบวัดและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการคำนวณหาคุณภาพของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ใช้สูตรดังนี้

1.1 หาค่าความเที่ยง(Reliability) ของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (Kuder-Richardson Method: KR-20) ดังนี้

$$r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum p_i q_i}{s_t^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเที่ยงของแบบวัด

k แทน จำนวนข้อในแบบวัด

p_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูก

q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 126)

1.2 หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบวัด
	k	แทน	จำนวนข้อในแบบวัด
	s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ
	s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 147)

1.3 หาค่าความยาก(ρ) ของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ (Whitnet & Sabers) ใช้สูตรดังนี้

$$\rho = \frac{s_h + s_l - (n_t)(x_{\min})}{(n_t)(x_{\max} - x_{\min})}$$

เมื่อ	ρ	แทน	ค่าความยาก
	s_h	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	s_l	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	x_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่ได้
	x_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่ได้
	n_t	แทน	จำนวนคนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 147)

1.4 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ (Whitnet & Sabers) ใช้สูตรดังนี้

$$r = \frac{S_h - S_l}{(n_h)(x_{\max} - x_{\min})}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
	S_h	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_l	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	x_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่ได้
	n_h	แทน	จำนวนคนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน
	x_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่ได้

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 147)

2.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน วิเคราะห์ค่าที (t-test) และวิเคราะห์ค่าเอฟ (F-test) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตอนที่ 1.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 1.2 การเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ

ตอนที่ 1.3 การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตอนที่ 2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน ครู และนักเรียน

ตอนที่ 2.2 การศึกษาพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตอนที่ 2.3 การศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตอนที่ 1.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน

นักเรียนกลุ่มทดลอง	n	\bar{x}	S.D.	t
คะแนนก่อนเรียน	48	15.35	4.86	2.35*
คะแนนหลังเรียน	48	17.88	8.60	

* $p < .05$

จากตารางที่ 7 พบว่าคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตก่อนเรียนเท่ากับ 15.35 จากคะแนนเต็ม 36 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.86 และมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตหลังเรียนเท่ากับ 17.88 จากคะแนนเต็ม 36 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.60 และเมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (t-Paired Sample test) พบว่าคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 1.2 การเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟ ของคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	คะแนนสอบหลังเรียน		คะแนนสอบหลังเรียนที่ปรับแล้ว		F
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	
กลุ่มทดลอง	48	24.94	4.19	24.40	0.74	6.14*
กลุ่มควบคุม	45	20.93	5.18	21.50	0.77	

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 พบว่าคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเลขเท่ากับ 24.94 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.19 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่ปรับแล้วเท่ากับ 24.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 และคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 20.93 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.18 และมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่ปรับแล้วเท่ากับ 21.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77 และเมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้เทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม(ANCOVA) พบว่าคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองที่ปรับค่าแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 1.3 การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟ ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนสอบหลังเรียน		คะแนนสอบหลังเรียนที่ปรับแล้ว		F
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	
กลุ่มทดลอง	48	17.88	8.60	15.61	1.14	4.30*
กลุ่มควบคุม	45	9.40	6.27	11.86	1.18	

* $p < .05$

จากตารางที่ 9 พบว่าคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 17.88 จากคะแนนเต็ม 36 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.60 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่ปรับแล้วเท่ากับ 15.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.14 และคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 9.40 จากคะแนนเต็ม 36 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.27 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่ปรับแล้วเท่ากับ 11.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.18 และเมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้เทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม(ANCOVA) พบว่าคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองที่ปรับค่าแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตอนที่ 2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน ครู และนักเรียน

2.1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน

โรงเรียนที่ผู้วิจัยใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ โรงเรียนพัทลุง ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขต 12 พัทลุง โรงเรียนพัทลุง ตั้งอยู่เลขที่ 270 ถนนราเมศวร์ ตำบลคูหาสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง เริ่มแรกเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาประเภทชายล้วน แต่ต่อมาได้เปลี่ยนให้เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาประเภทสหศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เขต 12 พัทลุง มีเนื้อที่จำนวน 40 ไร่ โรงเรียนตั้งอยู่ใกล้กับส่วนราชการหลายส่วน เช่น ศาลากลางจังหวัดพัทลุง โรงพยาบาลพัทลุงศาลจังหวัดพัทลุง แขวงทางจังหวัดพัทลุง โรงเรียนอนุบาลพัทลุง เป็นต้น ปัจจุบันโรงเรียนเปิดทำการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีห้องเรียนทั้งหมด 78ห้องเรียน โดยแต่ละระดับชั้นประกอบด้วย 13 ห้องเรียนแต่ละห้องเรียนมีนักเรียนประมาณ 45 – 50 คน

2.1.2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับครู

ในปีการศึกษา 2556 โรงเรียนพัทลุงมีครูทั้งหมด 225 คน เป็นครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 22 คน ซึ่งสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 17 คน สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท จำนวน 4 คน และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก จำนวน 1 คน

ด้านภาระงานในการสอนของครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ภาระงานหลักคือการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยประมาณคนละ 15 คาบต่อสัปดาห์ ส่วนภาระงานอื่นที่นอกเหนือจากการสอนมีครูบางท่านที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติหน้าที่ในงานอื่นๆ เช่น งานวัดและประเมินผลทางการศึกษา งานประกันคุณภาพการศึกษา เป็นต้น เนื่องจากทางโรงเรียนมีเจ้าหน้าที่ธุรการ หรือเจ้าหน้าที่ประจำในงานด้านเอกสารต่างๆ จึงทำให้ครูมีเวลาในการสอนและเตรียมการเรียนการสอนให้กับนักเรียนได้อย่างเต็มที่

2.1.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียน

โรงเรียนพัทลุงมีจำนวนนักเรียนทั้งหมดประมาณ 3500 คน ในปีการศึกษา 2556 โรงเรียนมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 594 คน นักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 48 คน นักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 45 คน ซึ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีระดับผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนส่วนใหญ่อาศัยอยู่กับบิดา มารดา ผู้ปกครองส่วนใหญ่ของนักเรียนประกอบอาชีพรับราชการ ค้าขายและประกอบธุรกิจส่วนตัว

ตอนที่ 2.2 การศึกษาพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ในการวิเคราะห์พัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยวิเคราะห์พัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยแยกศึกษาเป็น 2 ประเด็น

- 1) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
- 2) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

รวมถึงการคำนวณโดยใช้สูตร และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยวิเคราะห์ในช่วงเวลาระหว่างทดลอง ซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงแรก (คาบที่ 1 – 5) ช่วงที่สอง (คาบที่ 6 – 10) และช่วงที่สาม (คาบที่ 11 – 15) สำหรับข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์พัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยรวบรวมจากผลงานเขียนในบันทึกการเรียนรู้ ได้แก่ การสรุปสาระสำคัญของสาระสำคัญ การยกตัวอย่างประกอบสาระสำคัญ และการตอบคำถามในบันทึกการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากนั้นแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับความเข้าใจของนักเรียน คือ กลุ่มที่มีความเข้าใจระดับดี กลุ่มที่มีความเข้าใจระดับปานกลาง และกลุ่มที่มีความเข้าใจระดับที่ต้องปรับปรุง

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับพัฒนาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอแยกเป็น 2 หัวข้อ คือ 2.2.1 พัฒนาการของคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองในแต่ละช่วง และ 2.2.2 พัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 พัฒนาการของคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองในแต่ละช่วง

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนนักเรียนและร้อยละ ที่มีระดับความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีบท นิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามช่วงเวลาของการวิเคราะห์ข้อมูล

ช่วงเวลา การวิเคราะห์ข้อมูล	ระดับความเข้าใจ					
	ปรับปรุง		ปานกลาง		ดี	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ช่วงแรก (คาบที่ 1 – 5)	18	37.50	28	58.33	2	4.17
ช่วงที่สอง (คาบที่ 6 – 10)	8	18.75	29	56.25	11	25.00
ช่วงที่สาม (คาบที่ 11 – 15)	2	4.17	20	41.67	26	54.16

จากตารางที่ 10 สามารถแปลผลพัฒนาการของความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้โดย ในช่วงแรกและช่วงที่สอง นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีจำนวน 28 คน (ร้อยละ 58.33) และ 29 คน (ร้อยละ 37.5) ตามลำดับ ส่วนช่วงที่สาม นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในระดับดี มีจำนวน 26 คน (ร้อยละ 54.16) มีข้อสังเกตว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับดี มีจำนวนเพิ่มขึ้นจากช่วงแรกเป็นอย่างมาก

ตารางที่ 11 แสดงจำนวนนักเรียนและร้อยละ ที่มีระดับความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการคำนวณโดยใช้สูตร และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามช่วงเวลาของการวิเคราะห์ข้อมูล

ช่วงเวลา การวิเคราะห์ข้อมูล	ระดับความเข้าใจ					
	ปรับปรุง		ปานกลาง		ดี	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ช่วงแรก (คาบที่ 1 – 5)	21	43.75	26	54.15	1	2.10
ช่วงที่สอง (คาบที่ 6 – 10)	9	18.75	20	41.67	19	39.58
ช่วงที่สาม (คาบที่ 11 – 15)	0	0	18	43.75	30	56.25

จากตารางที่ 11 สามารถแปลผลพัฒนาการของความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการคำนวณโดยใช้สูตร และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้โดย ช่วงแรกและช่วงที่สอง นักเรียนจำนวนมากสุดมีความเข้าใจอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 26 คน (ร้อยละ 54.15) และ 20 คน ร้อยละ 41.67 ตามลำดับ ซึ่งในช่วงที่สอง นักเรียนที่มีความเข้าใจระดับปานกลางและระดับดีมีจำนวนใกล้เคียงกัน ส่วนในช่วงที่สามนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจอยู่ในระดับดี จำนวน 30 คน (ร้อยละ 56.2) ซึ่งเพิ่มขึ้นจากช่วงแรกอย่างเห็นได้ชัด

2.2.2 พัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

1) พัฒนาการความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบท นิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่างๆ

ช่วงแรกของการทดลอง (คาบที่ 1 – 5) นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 58.3) มีความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีบท นิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง กล่าวคือ นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาสาระที่เรียนยังไม่ชัดเจน เห็นได้จากในช่วงการสรุปความรู้และยกตัวอย่างความรู้ในบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งครูต้องให้คำแนะนำและให้การช่วยเหลืออยู่มาก อีกทั้งการใช้ความรู้ในการหาคำตอบของปัญหาในบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งคำตอบของนักเรียนถูกต้องบ้างเพียงบางส่วน นอกจากนั้นนักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอยู่บ้างในเนื้อหาบางเรื่อง ตัวอย่างผลงานนักเรียนแสดงดังภาพ ที่ 1- 3 (ภาคผนวก ข)

ช่วงที่สองของการทดลอง (คาบที่ 6 - 10) พัฒนาการเกี่ยวกับทฤษฎีบท นิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนดีขึ้นกว่าในช่วงแรกเล็กน้อย ถึงแม้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 56.25) มีความเข้าใจในเนื้อหาสาระอยู่ในระดับปานกลาง แต่นักเรียนที่มีความเข้าใจในเนื้อหาสาระอยู่ในระดับดีมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากช่วงแรกอย่างเห็นได้ชัดเจน

ช่วงที่สามของการทดลอง (คาบที่ 11-15) ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง พัฒนาการความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบท นิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน เมื่อเทียบกับช่วงแรกและช่วงที่สอง กล่าวคือนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนได้อย่างชัดเจน เห็นได้จากในบันทึกการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถอธิบายความรู้ที่เรียนด้วยภาษาของตนเองได้อย่างชัดเจน และสามารถยกตัวอย่างความรู้ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนั้น นักเรียนสามารถนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหาในบันทึกการเรียนรู้ ตัวอย่างผลงานนักเรียนในการสรุปความรู้และยกตัวอย่างความรู้ที่ถูกต้องชัดเจนแสดงดังแผนภาพที่ 4 (ภาคผนวก ข) และตัวอย่างผลงานนักเรียนที่สามารถนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหาแสดงดังภาพที่ 5

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปพัฒนาการความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบท นิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ว่า ในช่วงแรกของการทดลอง นักเรียนยังมีความเข้าใจเนื้อหาสาระที่เรียนยังไม่ชัดเจน รวมถึงนักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอยู่บ้างในเนื้อหาบางเรื่อง เมื่อการทดลองผ่านไปสองสัปดาห์ พัฒนาการเกี่ยวกับทฤษฎีบท นิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนดีขึ้นกว่าในช่วงแรกเล็กน้อย จนกระทั่งช่วงที่สามซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้าย พัฒนาการความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบท นิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ดีขึ้น

อย่างเห็นได้ชัดเจน กล่าวคือนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนได้อย่างชัดเจน และมีนักเรียนส่วนน้อยเท่านั้นที่ยังมีความเข้าใจความเคลื่อนไหวในเนื้อหาที่เรียนอยู่บ้าง

2) พัฒนาการความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ซึ่งรวมถึงการคำนวณโดยใช้สูตร และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ช่วงแรกของการทดลอง (คาบที่ 1 - 5) นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาสาระเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการคำนวณโดยใช้สูตร และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง กล่าวคือ นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาสาระที่เรียนยังไม่ชัดเจนเห็นได้จาก การอธิบายขั้นตอนการดำเนินการเพื่อหาคำตอบของปัญหายังไม่ชัดเจน ซึ่งเป็นการอธิบายขั้นตอนแบบกว้าง ๆ ขาดรายละเอียด

ช่วงที่สองของการทดลอง (คาบที่ 6- 10) พัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการคำนวณโดยใช้สูตร และการใช้สัญลักษณ์ของนักเรียนดีขึ้นกว่าในช่วงแรกเป็นอย่างมาก ในช่วงนี้พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับดีเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุงมีจำนวนลดลง เช่น ในการหาคำตอบของปัญหาที่ว่า “กำหนดเส้นตรง l_1 และ เส้นตรง l_2 จงพิจารณาว่าเงื่อนไขใดบ้างที่ทำให้สามารถสรุปได้ว่าเส้นตรง l_1 และ เส้นตรง l_2 ขนานกัน โดยนักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาคำตอบจนได้คำตอบที่ถูกต้อง คือ ซึ่งนักเรียนตอบว่า l_1 และ เส้นตรง l_2 ขนานกันเมื่อ $3x + 5 = 4x + 2$ เป็นต้น”

ช่วงที่สามของการทดลอง (คาบที่ 11 - 15) ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง โดยนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 56.25) มีความเข้าใจเนื้อหาสาระเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี กล่าวคือ นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาคำตอบจนได้คำตอบที่ถูกต้อง รวมถึงนักเรียนใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง มีข้อสังเกตว่าในระยษนี้ไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง ตัวอย่างการอธิบายวิธีการหาคำตอบที่ชัดเจนและได้คำตอบที่ถูกต้องแสดงดังภาพที่ 7 - 10 (ภาคผนวก ข)

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปพัฒนาการความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ได้ว่า ในช่วงแรกของการทดลอง นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาสาระที่เรียนยังไม่ชัดเจน เห็นได้จาก การอธิบายขั้นตอนการดำเนินการเพื่อหาคำตอบของปัญหายังไม่ชัดเจน ซึ่งเป็นการอธิบายขั้นตอนแบบกว้าง ๆ ขาดรายละเอียด เมื่อการทดลองผ่านไปสองสัปดาห์ พัฒนาการ

ความรู้ในด้านนี้ของนักเรียนดีขึ้นกว่าในช่วงแรกเป็นอย่างมาก โดยจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับดีเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด จนกระทั่งสัปดาห์สุดท้าย นักเรียนส่วนใหญ่ มีความเข้าใจเนื้อหาสาระเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยนักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาคำตอบจนได้คำตอบที่ถูกต้อง รวมถึงนักเรียนใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2.3 การศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ในการวิเคราะห์พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยวิเคราะห์พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยแยกศึกษาเป็น 3 ด้าน คือ

- 1) ด้านที่ 1 ความสามารถของนักเรียนในการระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2) ด้านที่ 2 ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3) ด้านที่ 3 ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากปัญหาเดิมไปสู่ปัญหาใหม่ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยวิเคราะห์ใน 3 ระยะ คือ ระยะระก่อนการทดลอง ระยะระหว่างทดลอง และระยะหลังการทดลอง สำหรับข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยรวบรวมจากการตอบคำถามในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ใบงาน และ แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากนั้นแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ตามระดับคะแนน คือ กลุ่มที่ได้ระดับคะแนน 3 กลุ่มที่ได้ระดับคะแนน 2 กลุ่มที่ได้ระดับคะแนน 1 และกลุ่มที่ได้ระดับคะแนน 0

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอแยกเป็น 2 หัวข้อ คือ 2.3.1พัฒนาการของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองในแต่ละช่วง และ 2.3.2 พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 พัฒนาการของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองในแต่ละช่วง

ตารางที่ 12 แสดงจำนวนนักเรียนและร้อยละ ในแต่ละระดับคะแนนของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 1 จำแนกตามช่วงเวลาวิเคราะห์ข้อมูล

ช่วงเวลา การวิเคราะห์ข้อมูล	ระดับคะแนน							
	ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านที่ 1							
	คะแนน 0		คะแนน 1		คะแนน 2		คะแนน 3	
จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
ก่อนการทดลอง	3	6.25	29	60.41	16	33.34	0	0
ระหว่างทดลอง ช่วงแรก (คาบที่ 1 - 5)	2	4.17	21	43.75	22	45.83	3	6.25
ระหว่างทดลอง ช่วงที่สอง (คาบที่ 6 - 10)	0	0	11	22.93	20	41.67	17	35.41
ระหว่างทดลอง ช่วงที่สาม (คาบที่ 11 - 15)	0	0	8	(16.67)	21	43.75	19	39.58
หลังทดลอง	3	6.25	7	(14.58)	33	68.75	5	10.42

จากตารางที่ 12 สามารถแปลผลพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านที่ 1 ได้โดย ระยะก่อนทดลอง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ได้คะแนนอยู่ในระดับ 1 ซึ่งมีจำนวนถึง 29 คน (ร้อยละ 60.41) รองลงมานักเรียนได้คะแนนอยู่ในระดับ 2 จำนวน 16 คน (ร้อยละ 33.34) มีนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับ 0 ถึง 3 คน (ร้อยละ 6.25) และมีข้อสังเกตว่าไม่มีนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับ 3 เลย ระยะระหว่างทดลอง พบว่า ในทั้งสามช่วงเวลานักเรียนจำนวนมากสุดได้คะแนนอยู่ในระดับ 2 โดยมีจำนวน 22 คน (ร้อยละ 45.83) 20 คน (ร้อยละ 41.67) และ 21 คน (ร้อยละ 43.75) ตามลำดับ นอกจากนั้น ในช่วงแรก นักเรียนที่ได้คะแนนระดับ 1 และ 2 มีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน คือ 21 คน (ร้อยละ 43.75) และ 22 คน (ร้อยละ 45.83) ตามลำดับ ในช่วงที่สาม นักเรียนที่ได้คะแนนในระดับ 2 และ 3 มีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน คือ 21 คน (ร้อยละ 43.75) และ 19 คน (ร้อยละ 39.58) ตามลำดับ มีข้อสังเกตว่าในช่วงที่สามนักเรียนที่ได้คะแนนระดับ 3 มีจำนวนเพิ่มขึ้นมากกว่าระยะก่อนทดลองอย่างเห็นได้ชัด ระยะหลังทดลอง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนน

อยู่ในระดับ 2 จำนวน 33 คน (ร้อยละ 68.75) ส่วนนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับอื่น มีจำนวนไม่มากนักและมีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 13 แสดงจำนวนนักเรียนและร้อยละ ในแต่ละระดับคะแนนของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 2 จำแนกตามช่วงเวลาวิเคราะห์ข้อมูล

ช่วงเวลา การวิเคราะห์ข้อมูล	ระดับคะแนน							
	ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านที่ 2							
	คะแนน 0		คะแนน 1		คะแนน 2		คะแนน 3	
จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
ก่อนการทดลอง	18	37.5	20	41.67	9	18.75	1	2.08
ระหว่างทดลอง ช่วงแรก (คาบที่ 1 - 5)	3	6.25	32	66.67	13	27.08	0	0
ระหว่างทดลอง ช่วงที่สอง (คาบที่ 6 - 10)	2	4.17	26	54.16	18	37.5	2	4.17
ระหว่างทดลอง ช่วงที่ สาม (คาบที่ 11 - 15)	2	4.17	21	43.75	22	45.83	3	6.25
หลังทดลอง	2	4.17	18	37.5	23	47.92	5	10.41

จากตารางที่ 13 สามารถแปลผลพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านที่ 2 ได้โดย ระยะก่อนการทดลอง นักเรียนจำนวนมากที่สุดได้คะแนนอยู่ในระดับ 1 จำนวน 20 คน (ร้อยละ 41.67) รองลงมานักเรียนได้คะแนนอยู่ในระดับ 0 ซึ่งมีจำนวนถึง 18 คน (ร้อยละ 37.5) ระยะระหว่างทดลอง พบว่า ในช่วงแรกและช่วงที่สอง นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับ 1 จำนวน 32 คน (ร้อยละ 66.67) และ 26 คน (ร้อยละ 54.16) ตามลำดับ ส่วนช่วงที่สาม นักเรียนจำนวนมากที่สุดมีคะแนนอยู่ในระดับ 2 จำนวน 22 คน (ร้อยละ 45.83) ซึ่งมีจำนวนใกล้เคียงกับนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับ 1 จำนวน 21 คน (ร้อยละ 43.75) มีข้อสังเกตว่า ในช่วงระหว่าง

ทดลองมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ 3 น้อยมาก ระยะหลังทดลอง พบว่า นักเรียนจำนวนมากที่สุดได้คะแนนอยู่ในระดับ 2 จำนวน 23 (ร้อยละ 47.92) รองลงมานักเรียนได้คะแนนอยู่ในระดับ 1 จำนวน 18 คน (ร้อยละ 37.5) มีข้อสังเกตว่า ในระยะนี้ มีนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับ 3

จำนวน 5 คน (ร้อยละ 10.41) ซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระยะก่อนการทดลองและระยะระหว่างการทดลอง

ตารางที่ 14 แสดงจำนวนนักเรียน และร้อยละของจำนวนนักเรียน ในแต่ละระดับคะแนนของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 3 จำแนกตามช่วงเวลาวิเคราะห์ข้อมูล

ช่วงเวลา การวิเคราะห์ข้อมูล	ระดับคะแนน							
	ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านที่ 3							
	คะแนน 0		คะแนน 1		คะแนน 2		คะแนน 3	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ก่อนการทดลอง	9	18.75	23	47.91	16	33.34	0	0
ระหว่างทดลอง ช่วงแรก (คาบที่ 1 - 5)	8	16.67	15	31.25	25	50.08	0	0
ระหว่างทดลอง ช่วงที่สอง (คาบที่ 6 - 10)	1	2.08	5	10.42	37	77.08	5	10.42
ระหว่างทดลอง ช่วงที่สาม (คาบที่ 11 - 15)	0	0	5	10.42	32	66.67	11	22.91
หลังทดลอง	0	0	9	18.75	34	70.83	5	10.42

จากตารางที่ 14 สามารถแปลผลพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านที่ 3 ได้โดย ระยะก่อนการทดลอง นักเรียนจำนวนมากที่สุดได้คะแนนอยู่ในระดับ 1 จำนวน 23 คน (ร้อยละ 47.91) รองลงมานักเรียนได้คะแนนอยู่ในระดับ 2 จำนวน 16 คน (ร้อยละ 33.34) และมีข้อสังเกตว่าในระยะนี้ ไม่มีนักเรียนคนใดได้คะแนนอยู่ในระดับ 3 เลย ระยะระหว่างทดลอง พบว่าในช่วงแรก ช่วงที่สอง และช่วงที่สามนั้น นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในระดับ 2 จำนวน 25 คน (ร้อยละ 50.8) 37 คน (ร้อยละ 77.50) และ 32 คน (ร้อยละ 66.67) ตามลำดับ และ

มีข้อสังเกตว่า ในช่วงที่ 3 นักเรียนได้คะแนนอยู่ในระดับ 3 เพิ่มขึ้น จากช่วงก่อนทดลองอย่างเห็นได้ชัด ระยะหลังการทดลอง พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในระดับ 3 จำนวน 34 คน (ร้อยละ 70.83) รองลงมานักเรียนได้คะแนนอยู่ในระดับ 1 จำนวน 9 คน (ร้อยละ 18.75) มีข้อสังเกตว่าในระยะนี้ไม่มีนักเรียนคนใดได้คะแนนอยู่ในระดับ 0 เลย

2.3.2 พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ก่อนการทดลองนักเรียนสามารถนำความรู้มาสัมพันธ์กับข้อมูลในปัญหา เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้บ้าง แต่ยังไม่ดีเท่าที่ควร นักเรียนสามารถระบุความรู้ได้ แต่ไม่สามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้ ในระหว่างทดลอง พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น นักเรียนสามารถระบุความรู้ และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้ชัดเจนขึ้น และเมื่อสุดท้ายหลังการทดลอง พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนดีขึ้นตามลำดับ โดยเมื่อพิจารณาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน มีรายละเอียดดังนี้

1) ด้านที่ 1 ความสามารถของนักเรียนในการระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ก่อนการทดลอง เมื่อกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหามาให้ นักเรียนส่วนใหญ่คือร้อยละ 60.41 สามารถระบุความรู้ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้ปัญหาได้บ้างเล็กน้อยแต่ไม่ครบถ้วน และสิ่งที่ระบุนั้นยังไม่ชัดเจน นักเรียนส่วนใหญ่ระบุชื่อหัวข้อเรื่อง แต่ไม่ได้อธิบายถึงรายละเอียดของความรู้ที่จะนำมาใช้ ตัวอย่างผลงานนักเรียนแสดงดัง ภาพ 11-12 (ภาคผนวก ข)

เมื่อการทดลองผ่านไปหนึ่งสัปดาห์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านที่ 1 ดีขึ้นกว่าระยะก่อนการทดลอง แต่ดีขึ้นไม่มากนัก กล่าวคือนักเรียนยังระบุความรู้ได้ไม่ชัดเจน กล่าวคือ นักเรียนระบุความรู้ที่จำเป็นต่อใช้ในการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน นักเรียนส่วนใหญ่ระบุความรู้เฉพาะหัวข้อเรื่อง นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับความรู้ที่เรียนได้ ตัวอย่างผลงานนักเรียนแสดงดัง ภาพที่ 13-14 (ภาคผนวก ข) เป็นต้น อย่างไรก็ตามในระยะนี้พบว่ามีนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับ 3 เพิ่มขึ้น ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถระบุความรู้ได้ชัดเจน และมีการอธิบายความรู้ที่ระบุ

เมื่อการทดลองผ่านไปสองสัปดาห์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านที่ 1 ดีขึ้นกว่าช่วงก่อนทดลองและช่วงสัปดาห์แรกอย่างเห็นได้ชัด โดยนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 77.78 สามารถระบุความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ชัดเจน นักเรียนไม่ระบุความรู้กว้าง ๆ เหมือนแต่ก่อน ตัวอย่างผลงานนักเรียนแสดงดังภาพที่ 15-16 (ภาคผนวก ข) อย่างไรก็ตาม ในช่วงสัปดาห์นี้นักเรียนทุกคนสามารถระบุความรู้ได้ แสดงว่านักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

เมื่อการทดลองผ่านไปสามสัปดาห์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านที่ 1 ไม่แตกต่างจากสัปดาห์ที่สองมากนัก แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในระยะนี้มีจำนวนนักเรียนที่สามารถระบุความรู้ที่จำเป็นไปใช้แก้ปัญหาได้ชัดเจน และอธิบายขยายรายละเอียดของความรู้ที่ระบุเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่สอง

หลังการทดลอง จากการตรวจแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 68.75 มีคะแนนอยู่ในระดับ 2 กล่าวคือ นักเรียนสามารถระบุความรู้ที่จำเป็นไปใช้แก้ปัญหาได้ชัดเจน นักเรียนอธิบายขยายรายละเอียดของความรู้ชัดเจนขึ้นกว่าช่วงก่อนการทดลอง และระหว่างทดลอง ตัวอย่างผลงานนักเรียนแสดงดังภาพภาพที่ 17-18 มีข้อสังเกตว่า ในช่วงหลังการทดลองนี้นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับ 3 จำนวน 5 คน (ร้อยละ 10.42) และ มีนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับ 0 จำนวน 3 คน (ร้อยละ 6.25) เนื่องจากการทำแบบทดสอบซึ่งนักเรียนอาจมีความกังวลและมีข้อจำกัดในเรื่องเวลา และนักเรียนมีเวลาน้อยในการทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 1 ได้ว่า ก่อนทดลอง นักเรียนสามารถระบุความรู้ได้ แต่ยังไม่ชัดเจน ยังระบุความรู้แบบกว้างๆ เมื่อการทดลองผ่านไปจนกระทั่งสัปดาห์ที่สาม นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความสามารถทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น โดยนักเรียนสามารถระบุความรู้ที่จำเป็น เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ครบถ้วนขึ้น และเมื่อหลังทดลองพบว่านักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ชัดเจนขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับระยะก่อนทดลอง และระหว่างทดลอง

2)ด้านที่ 2 ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับ แนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ก่อนการทดลอง จากการตรวจแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เมื่อกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหามาให้ นักเรียนจำนวนมากสุดได้คะแนนอยู่ในระดับ 1 กล่าวคือ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับแนวทางการแก้ปัญหาได้บ้าง โดยนักเรียนยังระบุแนวทางแบบกว้างๆ แนวทางที่นักเรียนระบุยังไม่ชัดเจน ขาดรายละเอียดที่สำคัญ ตัวอย่างผลงานนักเรียน ภาพที่ 19 – 20 (ภาคผนวก ข) นอกจากนั้นยังมีนักเรียนที่ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้มาเขียนเป็นแนวทางการแก้ปัญหาได้ อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตว่าในระยะก่อนการทดลองนี้ นักเรียนที่ไม่สามารถเขียนแนวทางการแก้ปัญหาได้หรือเขียนได้แต่ไม่ถูกต้อง มีถึงร้อยละ 37.50

เมื่อการทดลองผ่านไปหนึ่งสัปดาห์ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านที่ 2 ดีขึ้นกว่าระยะก่อนการทดลอง แต่ไม่มากนัก กล่าวคือ นักเรียนสามารถอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาได้ชัดเจนขึ้นกว่าเดิม อธิบายได้ละเอียดมากขึ้น แต่แนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนระบุยังไม่ชัดเจน ขาดรายละเอียดที่สำคัญ เช่น โจทย์มีว่า จากสมบัติที่เกี่ยวกับเส้นขนานที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว สมบัติข้อใดบ้างสามารถนำมาใช้กับการหาคำตอบข้อนี้ จงระบุพร้อมอธิบายแนวทางประกอบ นักเรียนตอบว่า มุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด (ภาพที่ 21 – 22) เห็นได้ว่านักเรียนไม่ได้ระบุแนวทางในการนำสมบัติที่ได้เรียนมามาใช้หาคำตอบเป็นต้น

เมื่อการทดลองผ่านไปสองสัปดาห์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านที่ 2 ดีขึ้นกว่าช่วงก่อนทดลองและช่วงสัปดาห์แรกอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการแก้ปัญหาได้ชัดเจน โดยนักเรียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้ที่เรียนและข้อมูลจากปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนและมีการอธิบายรายละเอียดที่ชัดเจนขึ้น ตัวอย่างผลงานนักเรียน ภาพที่ 23 -24 อีกทั้งในระยะนี้พบว่ามีนักเรียนที่มีคะแนนในระดับ 3 เพิ่มขึ้น โดยนักเรียนสามารถระบุความรู้ที่จำเป็นกับแนวทางการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน แต่พบว่ามีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับ 0 เท่ากับในสัปดาห์แรก

เมื่อทดลองผ่านไปสามสัปดาห์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านที่ 2 ไม่แตกต่างจากสัปดาห์ที่สองมากนัก แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในช่วงนี้ มีนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับ 3 เพิ่มขึ้นจากช่วงที่สอง

หลังการทดลอง จากการตรวจแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับ 2 ซึ่งดีขึ้นกว่าระยะก่อนการทดลองอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับแนวทางการแก้ปัญหาได้ชัดเจนเป็นลำดับขั้น และในระยนี้พบว่ามึนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับ 3 มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับจากระยะก่อนการทดลอง และระยะระหว่างทดลอง กล่าวคือนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับแนวทางการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตัวอย่างผลงานนักเรียนภาพที่ 25-26 และพบว่ามึนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับ 1 ลดลง โดยมีจำนวนนักเรียนที่สามารถเชื่อมโยงความรู้กับแนวทางการแก้ปัญหาได้บางส่วนลดลง

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 2 ข้างต้น ได้ว่า ระยะก่อนทดลอง นักเรียนสามารถระบุความรู้และนำมากำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้ แต่ยังระบุความรู้และแนวทางแบบกว้าง ๆ เมื่อการทดลองผ่านไปจนกระทั่งเกือบสัปดาห์สุดท้าย ระยะระหว่างทดลอง นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น สามารถระบุความรู้ได้ชัดเจน และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้ชัดเจน สอดคล้องกับระยะหลังทดลองที่นักเรียนสามารถระบุความรู้ และแนวทางการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน

3) ด้านที่ 3 ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากปัญหาเดิมไปสู่ปัญหาใหม่ทางคณิตศาสตร์

ก่อนการทดลอง นักเรียนจำนวนมากสุด ร้อยละ 47.91 สามารถนำความรู้ที่จำเป็นจากปัญหาเดิมไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ได้บางส่วน กล่าวคือ นักเรียนยังขาดการระบุความรู้ที่จำเป็นบางส่วนจากปัญหาเดิม มาใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ หรือนักเรียนบางคนระบุความรู้จากปัญหาเดิมซึ่งไม่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาใหม่ ตัวอย่างผลงานนักเรียน ภาพที่ 27 -28 นอกจากนั้นในช่วงนี้ นักเรียนที่มีสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากปัญหาเดิมไปสู่ปัญหาใหม่ได้เลย หรือเชื่อมโยงแต่เชื่อมโยงผิด ถึงร้อยละ 18.75 อีกทั้งยังไม่พบนักเรียนที่สามารถที่ สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากปัญหาเดิมไปสู่ปัญหาใหม่ได้ครบถ้วนเลย

เมื่อทดลองผ่านไปหนึ่งสัปดาห์แรก พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านที่ 3 ดีขึ้นกว่าระยะก่อนการทดลอง แต่ดีขึ้นไม่มากนัก กล่าวคือ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากปัญหาเดิมไปสู่ปัญหาใหม่ได้ครบถ้วนขึ้น ตัวอย่างผลงานนักเรียน ภาพที่ 30 - 33 ในระยะนี้ ยังพบว่าไม่พบนักเรียนที่สามารถที่ สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากปัญหาเดิมไปสู่ปัญหาใหม่ได้ครบถ้วนเลย ซึ่งสอดคล้องกับในช่วงก่อนทดลอง

เมื่อทดลองผ่านไปสองสัปดาห์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านที่ 3 ดีขึ้นกว่าช่วงก่อนทดลองและช่วงสัปดาห์แรกอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากปัญหาเดิมไปสู่ปัญหาใหม่ได้ชัดเจนขึ้น สามารถระบุได้ครบถ้วนหรือเกือบครบถ้วน อีกทั้งมีนักเรียนเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับ 3 ตัวอย่างผลงานนักเรียน ภาพที่ 34 – 37 (ภาคผนวก ข)

เมื่อทดลองผ่านไปสามสัปดาห์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านที่ 3 ไม่แตกต่างจากสัปดาห์ที่สองมากนัก แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับ 3 มีจำนวนเพิ่มขึ้นจากระยะก่อนทดลองอย่างเห็นได้ชัด อีกทั้งพบว่า ในช่วงนี้ไม่มีนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับ 0 เลย ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการในการเชื่อมโยงความรู้จากปัญหาเดิมไปสู่ปัญหาใหม่ที่ดีขึ้น

หลังการทดลอง จากการตรวจแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับ 2 ซึ่งดีขึ้นกว่าระยะก่อนการทดลองอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากปัญหาเดิมไปสู่ปัญหาใหม่ได้ชัดเจน ครบถ้วนขึ้น ตัวอย่างผลงานนักเรียน ภาพที่ 38 – 39 มีข้อสังเกตว่า ในระยะนี้มีนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับ 3 ร้อยละ 10.42 เนื่องจากเป็นการทำแบบทดสอบซึ่งนักเรียนอาจมีความกังวลและมีข้อจำกัดในเรื่องเวลา และนักเรียนมีเวลาน้อยในการทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 3 ได้ว่า ก่อนทดลองนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากปัญหาเดิมมาใช้ในปัญหาใหม่ได้บางส่วน เมื่อการทดลองผ่านไปจนกระทั่งถึงสัปดาห์สุดท้าย นักเรียนจึงมีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านที่สามดีขึ้น โดยสามารถเชื่อมโยงความรู้และแนวทางจากปัญหาเดิมมาใช้ในการกำหนดแนวทางแก้ปัญหาใหม่ได้ชัดเจนขึ้น ระยะหลังทดลองพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 3 ไม่แตกต่างจากช่วงสัปดาห์สุดท้ายมากนัก

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ
4. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้
5. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดพัทลุง กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ในโรงเรียนพัทลุง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดพัทลุง จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งเลือกจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 13 ห้องเรียน โดยผู้วิจัยได้สุ่มนักเรียนเพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 1 ห้องเรียน

ผู้วิจัยเลือกนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยผู้วิจัยนำคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ของนักเรียนทั้ง 13 ห้อง มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) แล้วเลือกห้องที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ใกล้เคียงกันมากที่สุดจำนวน 2 ห้อง คือ ห้อง ม.2/1 และ ม.2/4 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 76.25 และ 76.07 ตามลำดับ จากนั้นผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยเลขคณิตของนักเรียน

ทั้งสองห้องมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของคะแนนสอบของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยค่าการทดสอบที (t-test) พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงทำการจับสลากเพื่อจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า นักเรียนห้อง ม. 2/1 เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ และนักเรียนห้อง ม.2/4 เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ ผู้วิจัยดำเนินการสอบก่อนการทดลองโดยใช้แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้เวลาฉบับละ 1 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และ
การเขียนบันทึกการเรียนรู้

1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มทดลอง จำนวน 15 แผน และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติสำหรับกลุ่มควบคุม จำนวน 15 แผน ใช้ในการทดลองสอนทั้งหมด 15 คาบ ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องเส้นขนาน สาระการเรียนรู้พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนมีองค์ประกอบ คือ มาตรฐานการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล บันทึกหลังสอน สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนเรียน ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และขั้นสรุป และสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยแบ่งเป็น ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมที่จะใช้ในการเรียนการสอน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.1 แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยพิจารณาลักษณะที่แสดงออกถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ คือ ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการรับข้อมูลและประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่างๆทางคณิตศาสตร์ รวมถึงความรู้เกี่ยวกับการคำนวณโดยใช้สูตร ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ลักษณะของ

แบบวัดเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ซึ่งครอบคลุมเนื้อหา และตัวชี้วัดตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้สร้างขึ้น จากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์

ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงนำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมด้านภาษาของข้อคำถามและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เมื่อผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ แล้วจึงนำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งสองฉบับไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด พบว่า

- แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน มีค่าความเที่ยงเป็น 0.80 ค่าความยากเป็น 0.22 – 0.73 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.25 – 0.47

- แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน มีค่าความเที่ยง เป็น 0.78 ค่าความยากเป็น 0.22 – 0.75 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.22 – 0.50

2.2 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) โดยพิจารณาลักษณะที่แสดงออกถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ใน 3 ด้าน คือ 1)ความสามารถของนักเรียนในการระบุถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2)ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 3)ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากปัญหาเดิมไปสู่ปัญหาใหม่ทางคณิตศาสตร์ ลักษณะของแบบวัดเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ข้อละ 12 คะแนน ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาและตัวชี้วัดตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้สร้างขึ้น ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาและตัวชี้วัดตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้สร้างขึ้น จากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงนำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงของเนื้อหาความเหมาะสมด้านภาษาของข้อคำถามและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เมื่อผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำแล้วจึงนำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งสองฉบับไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด พบว่า

- แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน มีค่าความเที่ยง เป็น 0.86 ค่าความยากเป็น 0.20. – 0.30 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.21 – 0.27

- แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน มีค่าความเที่ยง เป็น 0.74 ค่าความยากเป็น 0.31 – 0.40 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.20 – 0.28

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังมีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากใบงาน และบันทึกการเรียนรู้

2.3 บันทึกการเรียนรู้

ผู้วิจัยสร้างบันทึกการเรียนรู้ เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับกลุ่มทดลอง โดยศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ โดยทำการศึกษาความหมายของบันทึกการเรียนรู้ รูปแบบของบันทึกการเรียนรู้ องค์ประกอบของบันทึกการเรียนรู้ และประโยชน์ของบันทึกการเรียนรู้ จากนั้นออกแบบบันทึกการเรียนรู้ โดยกำหนดองค์ประกอบให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งองค์ประกอบของบันทึกการเรียนรู้ออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การสรุปสาระสำคัญของบทเรียน เป็นส่วนที่ให้นักเรียนเขียนสรุปสาระสำคัญของความรู้ใหม่ด้วยภาษาของตนเอง ส่วนที่ 2 การตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองในเนื้อหาสาระที่เรียน เป็นส่วนที่ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดเพื่อตอบคำถามต่างๆ ซึ่งคำถามจะเน้นการตรวจสอบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน และส่วนที่ 3 การสะท้อนเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง เป็นส่วนที่ให้นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเองในสิ่งที่ตนเองเข้าใจและไม่เข้าใจ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งที่ชอบและไม่ชอบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบ จากนั้นผู้วิจัยสร้างบันทึกการเรียนรู้ ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนตามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ และนำบันทึกการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

2.4 ใบงาน

ผู้วิจัยสร้างใบงาน เพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับกลุ่มทดลอง โดยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในการสร้างใบงาน จากนั้นศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนพทลุง ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องเส้นขนาน มากำหนดกรอบ ข้อคำถาม ที่จะนำมาใช้ในการสร้างคำถามในใบงาน เมื่อเสร็จสิ้นการกำหนดกรอบการสร้างจึงทำการสร้างใบงานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแต่ละคาบ หลังจากนั้นนำใบงานให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1 ขั้นเตรียมการก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยมีการดำเนินการเตรียมการก่อนการทดลอง ดังนี้

- 1) ติดต่อผู้อำนวยการโรงเรียนพัทลุง เพื่อประสานงาน ขอความร่วมมือในการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ไปทดลองใช้
- 2) ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการประเมินผลของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้กับผู้บริหารโรงเรียนและหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และครูที่รับผิดชอบการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพัทลุง
- 3) ประสานขอความร่วมมือในการกำหนดตารางสอน และขอบเขตเนื้อหาที่ใช้กระบวนการเรียนการสอนกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 4) ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนพัทลุง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 12 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ
- 5) ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

2 ขั้นก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการก่อนการทดลอง ดังนี้

- 1) ผู้วิจัยดำเนินการสอบก่อนการทดลองโดยใช้แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้เวลา 1 ชั่วโมง

ในขั้นนี้ผู้วิจัยพบว่าคะแนนของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง **สูงกว่า** กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งจากการทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 18.75 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 14.73 และกลุ่มทดลองมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.04 และกลุ่มควบคุมมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.89

ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมผู้วิจัยจึงต้องใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม(ANCOVA) โดยผู้วิจัยใช้คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมาเป็นตัวแปรร่วมเพื่อปรับคะแนนหลังทดลอง

2) ผู้วิจัยดำเนินการสอบก่อนการทดลองโดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้เวลาฉบับละ 1 ชั่วโมง

ในขั้นนี้ผู้วิจัยพบว่าคะแนนของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งจากการทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 15.38 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 8.06 และกลุ่มทดลองมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.86 และกลุ่มควบคุมมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.64

ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมผู้วิจัยจึงต้องใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม(ANCOVA) โดยผู้วิจัยใช้คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมาเป็นตัวแปรร่วมเพื่อปรับคะแนนหลังทดลอง

3 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 19 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ โดยทำการทดลองสอนนักเรียนทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 5 คาบต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์รวมทั้งสิ้น 15 คาบ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยสอนตามชั่วโมงปกติของโรงเรียนที่ทดลองและเริ่มทดลองสอนตั้งแต่วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2556 ถึงวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2556

2) ในระหว่างการเรียนการสอนผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้อื่นๆ เพื่อศึกษาพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากใบงาน เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม

4 ขั้นตอนดำเนินการหลังการทดลอง

1) หลังจากดำเนินการสอนตามที่กำหนดแล้วไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ครบ 15 แผนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล

2) หลังจากดำเนินการสอนตามที่กำหนดแล้วไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ครบ 15 แผนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล

จากนั้นผู้วิจัยนำคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน และคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล มีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-Paired Sample test)

2. เปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ โดยวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยเทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยใช้คะแนนจากแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองเป็นตัวแปรร่วม ซึ่งนำไปปรับแต่งความแตกต่างของความรู้พื้นฐานที่แตกต่างกันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กับกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ โดยวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยเทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยใช้คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองเป็นตัวแปรร่วม ซึ่งนำไปปรับแต่งความแตกต่างของความรู้พื้นฐานที่แตกต่างกันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4. วิเคราะห์พัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างทดลอง โดยแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 (คาบที่ 1 – 5) ช่วงที่ 2 (คาบที่ 6 – 10) และช่วงที่ 3 (คาบที่ 11 – 15) โดยนำข้อมูลจากหลักฐาน ร่องรอย การเขียนสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาที่เรียน การตรวจสอบความเข้าใจที่ถูกต้องของเนื้อหาที่เรียนในบันทึกการเรียนรู้ และข้อมูลจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis)

5. วิเคราะห์พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการทดลอง ระหว่างทดลอง และหลังทดลอง โดยนำข้อมูลจากหลักฐาน ร่องรอย การตอบคำถามจากใบงาน แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน และข้อมูลจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1.นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE มีพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบในระยะเวลาระหว่างเรียน ซึ่งแบ่งเป็นสามช่วง โดยในช่วงแรกนั้น นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนยังไม่ชัดเจน ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอยู่บ้างในบางประเด็น ดูได้จากการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาที่เรียนของนักเรียน นักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอยู่บ้างในการสรุปทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งเมื่อพิจารณาการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ยังพบว่านักเรียนมีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ชัดเจน นักเรียนระบุแนวทางการดำเนินการแบบกว้างๆ ในช่วงที่สองพบว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนชัดเจนขึ้น มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร สมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์น้อยลง อีกทั้งนักเรียนสามารถอธิบายแนวทางการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้นกว่าช่วงแรก ในช่วงที่สาม พบว่านักเรียนมีพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนถูกต้อง ชัดเจน ดูได้จากการที่นักเรียนสามารถสรุปทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง อีกทั้งนักเรียนระบุแนวทางในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน ไม่ระบุแบบกว้างๆเหมือนในช่วงแรก

5.นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE มีพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบเป็นระยะจากก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยก่อนการทดลองนั้น นักเรียนสามารถนำความรู้มาสัมพันธ์กับข้อมูลในปัญหา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้บ้าง แต่ยังไม่ชัดเจน โดยนักเรียนระบุความรู้ได้แต่ระบุแบบกว้างๆ และไม่สามารถนำความรู้นั้น มากำหนดแนวทางการแก้ปัญหาได้ ระยะระหว่างทดลอง พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น นักเรียนสามารถระบุความรู้ และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน

ขึ้นกว่าก่อนการทดลอง ระยะหลังการทดลอง พบว่านักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด นักเรียนสามารถนำความรู้มาสัมพันธ์กับข้อมูลในปัญหา เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางได้ถูกต้อง ชัดเจน เป็นส่วนใหญ่

อภิปรายผลการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลการวิจัยตามสมมติฐานการวิจัย โดยอภิปรายผล ดังนี้

1. จากผลการวิจัย ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ทั้งนี้อาจมีเหตุผลสนับสนุน ดังนี้

ผู้วิจัยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเองโดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิด เน้นการการสร้างความรู้ผ่านการเรียนรู้ร่วมกัน และเน้นตรวจสอบข้อผิดพลาดทางการเรียนและการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้นักเรียนทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข นอกจากนี้ยังเน้นใช้บันทึกการเรียนรู้ ที่ช่วยให้นักเรียนได้เขียนสรุปสาระสำคัญในแต่ละเนื้อหาที่เรียนด้วยภาษาของตนเอง นักเรียนได้อธิบายแนวคิดเพื่อตอบคำถามที่เน้นการตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และสะท้อนความรู้สึกเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง ในสิ่งที่ตนเองเข้าใจและยังไม่เข้าใจ ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีขั้นตอน 4 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนช่วยพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น โดย **ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่ความรู้ใหม่** นักเรียนได้ตรวจสอบและทบทวนความรู้เดิมของตนเอง สำหรับเรียนรู้เนื้อหาใหม่ **ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างและสรุปความรู้ใหม่** นักเรียนจะได้ฝึกสร้างความรู้ใหม่ โดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้เป็นกลุ่มย่อย อีกทั้งนักเรียนยังได้สรุปเนื้อหาที่เรียนด้วยภาษาของตนเองลงในบันทึกการเรียนรู้ **ขั้นที่ 3 ขั้นช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้** นักเรียนฝึกนำความรู้ที่ได้เรียนไปใช้งานกับปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาโดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิด อีกทั้งได้ประเมินความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนของตนเอง **ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลการเรียนรู้และปรับแก้ข้อผิดพลาด** นักเรียนจะได้ประเมินความเข้าใจของตนเองโดยอาศัยบันทึกการเรียนรู้ นักเรียนจะรับข้อมูลป้อนกลับจากครู ทำให้ทราบข้อผิดพลาด และสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

จากกระบวนการทั้ง 4 ขั้นตอนข้างต้น ทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนชัดเจนและเกิดความรู้ในเนื้อหาที่เรียน ส่งผลให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น เมื่อพิจารณาขณะสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้งานของนักเรียนกลุ่มควบคุม พบว่านักเรียนได้รับการฝึกการรู้คิดบ้าง แต่ไม่ต่อเนื่องและเป็นประจำเหมือนกลุ่มทดลอง อีกทั้งกลุ่มควบคุมไม่ได้ใช้บันทึกการเรียนรู้ในการสรุปสิ่งที่เรียนด้วยภาษาของตนเองอีกครั้ง ไม่ได้ประเมินความเข้าใจของตนเองอย่างต่อเนื่อง และไม่ได้สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ในแต่ละคาบ ส่งผลให้กลุ่มควบคุมมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนชัดเจนหรือรอบรู้ไม่เท่ากับกลุ่มทดลอง จึงอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้กลุ่มทดลองมีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Zemira, Mevarech และ Shimon (2006) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธี IMPROVE มีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ สอดคล้องกับการวิจัยของทิพย์รัตน์ นพฤทธิ (2542) ที่ทำการศึกษาผลของการใช้บันทึกการเรียนรู้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการใช้บันทึกการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น อีกทั้ง ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ NCTM (2000) ที่กล่าวว่า ครูต้องตระหนักและเข้าใจความคิดรวบยอดที่ถูกพัฒนาขึ้น ไม่ควรสอนแบบรวบรัดหรือย่อ แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ และจำเป็นต้องตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจ ความคิดรวบยอดใหม่ และสอดคล้องกับแนวคิดของ Mett (1987) ที่กล่าวว่า บันทึกการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถจัดลำดับความคิดในการเรียนคณิตศาสตร์อีกครั้ง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจความรู้มากขึ้น

2. จากผลการวิจัย ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ทั้งนี้อาจมีเหตุผลสนับสนุน ดังนี้

ผู้วิจัยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเองโดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิด เน้นการสร้างความรู้ผ่านการเรียนรู้ร่วมกัน และเน้นตรวจสอบข้อผิดพลาดทางการเรียนและการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้นักเรียนทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข นอกจากนี้ยังเน้นใช้บันทึกการเรียนรู้ ที่ช่วยให้นักเรียนได้เขียนสรุปสาระสำคัญในแต่ละเนื้อหาที่เรียนด้วยภาษาของตนเอง นักเรียนได้อธิบายแนวคิดเพื่อตอบคำถามที่เน้นการตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และสะท้อนความรู้สึกเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง ในสิ่งที่ตนเองเข้าใจและยังไม่เข้าใจ ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เด่นชัด คือขั้นตอนที่ 3 และขั้นตอนที่ 4 โดย **ขั้นที่ 3** **ขั้นช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้** นักเรียนได้ฝึกการใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหา มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา **ขั้นที่ 4** **ขั้นตรวจสอบผลการเรียนรู้และปรับแก้ข้อผิดพลาด** นักเรียนได้ฝึกประเมินเกี่ยวกับการเรียนรู้ของตนเอง นักเรียนได้ข้อมูลป้อนกลับจากครู ส่งผลให้นักเรียนทราบข้อบกพร่องของตนเอง

จากขั้นตอนที่ 3 และ 4 เอื้อให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้งานกับการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง รวมถึงนักเรียนได้ประเมินตนเอง นักเรียนได้ข้อมูลป้อนกลับจากครู ทำให้นักเรียนมีความรู้ที่ดีขึ้นและเกิดความรู้ในเนื้อหาที่เรียน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นด้วย

ซึ่งเดิมก่อนเรียนผู้วิจัยได้ทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน พบว่าเดิมนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่ต้องได้รับการพัฒนา คือนักเรียนไม่สามารถนำความรู้มาสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาได้ และเมื่อผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งเน้นให้นักเรียนฝึกนำความรู้ที่เรียนไปสัมพันธ์กับปัญหาได้อย่างต่อเนื่อง นักเรียนได้ประเมินตนเอง นักเรียนได้ข้อมูลป้อนกลับจากครู จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นกว่าก่อนเรียน

สอดคล้องกับผลการวิจัยของบุญญาธิ์ แซ่หล่อ (2550) และเวชฤทธิ์ อังกะษัทรขจร (2551) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การรู้คิด ซึ่งพบว่านักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของ เวชฤทธิ์ อังกะษัทรขจร (2551) ที่ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์เป็นกลุ่มย่อย และเปิดโอกาสให้นักเรียนพูด เขียนและแลกเปลี่ยนแนวคิด ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นด้วยดังนั้น และสอดคล้องกับแนวคิดของ อัมพร ม้าคนอง ที่กล่าวว่า สิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้คือ ผู้เรียนต้องมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่จะนำไปเชื่อมโยงได้เป็นอย่างดี มีประสบการณ์ในการมองเห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของสิ่งที่จะเชื่อมโยงและมีทักษะในการเชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์ในทาง และสอดคล้องกับแนวคิดของ Bruner (1960) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองเป็นวิธีการที่สนับสนุนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและจำสิ่งที่เรียนได้นาน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้

3. จากผลการวิจัย ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ทั้งนี้อาจมีเหตุผลสนับสนุน ดังนี้

ผู้วิจัยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเองโดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิด ทำให้นักเรียนได้ฝึกใช้ความรู้และฝึกเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนมา อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE กับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ยังเน้นการการสร้างความรู้ผ่านการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้เรียนได้ฝึกการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิด ฝึกการเชื่อมโยงความรู้ และหลังจากที่นักเรียนได้สร้างและนำความรู้ไปใช้งานแล้ว นักเรียนยังได้ตรวจสอบข้อผิดพลาดทางการเรียนและการได้รับข้อมูลป้อนกลับจากครูทำให้นักเรียนทราบข้อผิดพลาดและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข นอกจากนี้ยังเน้นใช้บันทึกการเรียนรู้ ที่ช่วยให้นักเรียนได้เขียนสรุปสาระสำคัญในแต่ละเนื้อหาที่เรียนด้วยภาษาของตนเอง นักเรียนได้อธิบายแนวคิดเพื่อตอบคำถามที่เน้นการตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และสะท้อนความรู้สึกเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง ในสิ่งที่ตนเองเข้าใจและยังไม่เข้าใจ

นอกจากนี้นักเรียนกลุ่มทดลองยังได้ฝึกการรู้คิดในขณะนำความรู้ไปใช้งานในการแก้ปัญหา หลังจากที่ได้เรียนความรู้ไปแล้วไปใช้ในขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ ดังที่ได้ อภิปรายไว้ในสมมติฐานข้อที่ 1 ทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถกำกับตนเองในขณะใช้ความรู้และ เชื่อมโยงความรู้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมอาจไม่ได้รับการฝึกการรู้คิดอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง อีกทั้งยังไม่ได้ รับการฝึกการประเมินตนเอง ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการ เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ จรุง ขำพงศ์ (2542) สมยศ ชิตมงคล (2545) และ เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร (2551) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยฝึกการรู้คิด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น และสอดคล้อง กับแนวคิดของ NCTM (2000) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะและ กระบวนการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้น ครูอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกใน การเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มา ใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ ครูกำหนดขึ้น เพื่อให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2554) ที่ว่าสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์ได้คือ ผู้เรียนต้องมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่จะนำไปเชื่อมโยงได้เป็น อย่างดี มีประสบการณ์ในการมองเห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของสิ่งที่จะเชื่อมโยงและมีทักษะในการ เชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์

4. จากผลการวิจัย ที่พบว่านักเรียนมีพัฒนาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นเป็นลำดับเมื่อ เปรียบเทียบเป็นระยะ ในช่วงระหว่างเรียนจากสัปดาห์ที่ 1 – 3 สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

พัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่าง ๆ ทาง คณิตศาสตร์ พบว่า ช่วงแรก (คาบที่ 1 – 5) นักเรียนยังมีความเข้าใจที่ไม่ชัดเจน มีความเข้าใจที่ คลาดเคลื่อนอยู่บ้างในบางประเด็น เห็นได้จากการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา ซึ่งนักเรียนสามารถ สรุปสาระสำคัญของเนื้อหาได้ แต่ครูต้องให้คำแนะนำและให้การช่วยเหลืออยู่บ้าง ส่วนการยกตัวอย่าง ประกอบสาระสำคัญของเนื้อหาที่สรุป พบว่านักเรียนสามารถยกตัวอย่างได้ แต่ยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์ อีกทั้งการตอบคำถามในโจทย์จากบันทึกการเรียนรู้ นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องเพียงบางส่วน ช่วง ที่สอง (คาบที่ 6-10) นักเรียนมีพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น และในช่วงที่สาม (คาบที่ 11 – 15) นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เรียนได้ ชัดเจน นักเรียนสามารถสรุปสาระสำคัญของสาระที่เรียนได้ถูกต้อง สามารถยกตัวอย่างประกอบ สาระสำคัญของเนื้อหาที่สรุปได้ถูกต้องและตอบคำถามในปัญหาจากบันทึกการเรียนรู้ได้ถูกต้อง

พัฒนาการความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการคำนวณโดยใช้สูตร และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า ช่วงแรก (คาบที่ 1 – 5) นักเรียนยังดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ชัดเจน นักเรียนยังระบุนักดำเนินการแก้ปัญหาแบบกว้างๆ เมื่อพิจารณาการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนยังใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน ช่วงที่สอง (คาบที่ 6 – 10) พัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นกว่าในช่วงแรก ในช่วงนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุงมีจำนวนลดลง และพบว่าจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับดีเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และช่วงที่ 3 (คาบที่ 11 – 15) นักเรียนมีพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงแรกและช่วงที่สอง

5. จากผลการวิจัย ที่พบว่านักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นเป็นลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับระยะ จากก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

พัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 1 พบว่า ก่อนทดลอง นักเรียนสามารถระบุนักความรู้ได้ แต่ยังไม่ชัดเจน ยังระบุนักความรู้แบบกว้างๆ ในระยะระหว่างทดลอง พบว่านักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความสามารถทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น นักเรียนสามารถระบุนักความรู้ที่จำเป็น เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ครบถ้วนขึ้น และหลังทดลอง พบว่านักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ชัดเจนขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับระยะก่อนทดลอง และระหว่างทดลอง

พัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 2 พบว่า ระยะก่อนทดลอง นักเรียนสามารถระบุนักความรู้และนำมากำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้ แต่ยังระบุนักความรู้และแนวทางแบบกว้าง ๆ ระยะระหว่างทดลอง นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น สามารถระบุนักความรู้ได้ชัดเจน และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้ชัดเจนขึ้น และพบว่าในระยะหลังทดลองนักเรียนสามารถระบุนักความรู้ และแนวทางการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน ซึ่งมีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระยะก่อนทดลองและระหว่างทดลอง

พัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 3 พบว่า ก่อนทดลอง นักเรียนสามารถระบุนักความรู้จากปัญหาเดิมมาใช้ในปัญหาใหม่ได้บางส่วน ระยะระหว่างทดลอง นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น สามารถระบุนักความรู้ได้ครบถ้วนขึ้น และระยะหลังการทดลองนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. ผู้สอนควรศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบทกวีการเรียนรู้ให้ชัดเจน เพื่อนำไปสู่การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนและเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน และเพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนโดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบทกวีการเรียนรู้ ในขั้นที่ 2 และ 3 ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรเตรียมชุดคำถามสำหรับการสร้างความรู้ใหม่และสำหรับการนำความรู้ใหม่ไปใช้งานไว้ให้เหมาะสมกับแต่ละเนื้อหาที่เรียน เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูควรให้ข้อมูลป้อนกลับในข้อผิดพลาดกับนักเรียนทันที เพื่อให้นักเรียนนำไปปรับปรุงแก้ไขในสิ่งที่ตนเองยังบกพร่อง และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ชัดเจนขึ้น
4. เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบทกวีการเรียนรู้ ฝึกให้นักเรียนสรุปเนื้อหาและนำเนื้อหาที่เรียนไปใช้ด้วยตนเอง ผู้สอนจึงควรมีความพยายามและอดทนในการใช้กระบวนการอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากในระยะแรกๆ นั้นนักเรียนอาจไม่คุ้นเคยกับคำถามที่เน้นการรู้จักคิด ไม่คุ้นเคยกับการสร้างและสรุปความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนอาจต้องใช้เวลากับนักเรียนมากกว่าปกติ แต่เมื่อเวลาผ่านไป ผู้เรียนจะค่อยๆ พัฒนา และคุ้นเคยกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนมากขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำแนวปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบทกวีการเรียนรู้ไปทำซ้ำกับกลุ่มตัวอย่างอื่น เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องเส้นขนาน รวมทั้งศึกษาพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง
2. ควรทำการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบทกวีการเรียนรู้ ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากในขณะที่ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มทดลองนั้น ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีการสื่อสารที่ดีขึ้น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิด แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนและครูได้ดีขึ้น
3. ควรมีการศึกษาพัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในระยะยาว เนื่องจากในการวิจัยที่ผ่านมาผู้วิจัยใช้เนื้อหาเพียงเรื่องเดียวในการวิเคราะห์พัฒนาการ อาจทำให้เห็นพัฒนาการไม่เด่นชัดเท่าที่ควร จึงควรมีการศึกษาพัฒนาการทั้งสองของนักเรียนในระยะยาว

รายการอ้างอิง

- Aim, C. T. (1996). Using student journal to improve the academic quality of internship. *Journal of Education for Business* 72.
- Annie, & John, S. (1996). of What Does Mathematical Knowledge Consist? [Online]. http://.maa.org/t_and_l/sampler/rs_1.htm. [2013, November 26].
- Ausubel, D. P. (1968). Educational Psychology : a cognitive view. *New York : Rinegart and Winston*.
- Bagley, T., & Gallenberger, C. (1992). Assesing Student's Dispositions: Using Journals to Improve Student'Performance. *The Mathematics Teacher* 85.
- Berenson, S. B., & Carter, G. S. (1995). Changing Assessment Practices in Science and Mathematics. *School Science and Mathematics* 95(April).
- Blaskopf, B., & Chazan, D. (2001). Welcome to Our Focus Issue on Connections. *Mathematics Teacher*. 94(8): 625.
- Borasi, R., & Rose, B. J. (1989). Journal Writing and Mathematics Instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 20.
- Burton, G. M. (1985). Writing as a Way of Knowing in a Mathematics Education Class. *Arithmetic Teacher* 33.
- Clark, R., & Chopeta, L. (2004). Graphics for Learning: Proven Guildline for Planing, Designing and Evaluating Visuals in Training Material.
- College Board. (2002). Mathematics framework for the 2003 national assessment of Educational progress. *Washington, D.C.: National Assessment Governing Borad*.
- Connor-Greene, P. A. (2000). Making connections: evaluating the effectiveness of journal writing in enchancing student learning. *Teaching of Phychology* 27: 1.
- Cooney, T. J., bell, K., Fisher-Cauble, D., & Sanchez, W. B. (1996). The Demands of Alternative Assessment : What Teachers Say. *The Mathematics Teacher* 89 (September).
- Cooney, T. J., Davis, E. J., & Henderson, K. B. (1975). Dynamics of Teaching Secondary School Mathematics. *Boston: Honghton Mifflin*.
- Coxford, A. F. (1995). The Case for Connection. In Connecting Mathematics across The Curriculum. *Viginia: National Council of Teacher of Mathematics*.
- De Cecco, J. P. (1968). The psychology of learning and instruction. *New York : Prentice Hall*.

- Dossey, J. A. (2002). *Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom ; A Contemporary Approach to Teaching Grade 7-12. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.*
- Dougherty, B. J. (1996). The Write Way : A Look at Journal Writing in First-Year Algebra. *The Mathematics Teacher*, 89.
- Edwards, S. (1998). *Managing the Effective Teaching of Mathematics 3-8. London: Paul Chapman.*
- Fray, D. A., Fredrick, W. C., & LKlausmeier, H. J. (1969). A Schema for Testing the Level of Concept Mastery. *Working paper No.16 Madison, Wisconsin Research and Decelopment Center for Cognitive Learning, April.*
- Fulwiler, T. (1982). *The Personal Connection : Journal Writing Across the Curriculum. Language Connection : Writing and Reading Across the Curriculum. Illinois: Council of Teachers of English.*
- Hiemstra, R. (2001). Uses and Benefits of Journal Writing. *New Directions for Adult and Continuting Education.*
- House, P. A. 1995. *Connecting Mathematics across the Curriculum (1995 Yearbook), Preface. Reston, VA : National Council of Teacher of Mathematics.*
- Kennedy, L.M., & Tipps, S. (1994). *Guiding Children's Learning of Methematics. 7 th ed. Belmont California: Wadsworth.*
- Meier, J., & Rishel. (1998). *Writing in the Teaching and Learning of Mathematics. The Mathematics. Association of America.*
- Mett, C. L. (1987). Writing as a Learning Device in Calculus. *Mathematics Teacher*, 80 (October).
- Mevarech, Z. R., & Kramarski. (1977). IMPROVE: A Multidimensional Medthod for Teaching Mathematics in Heterogeneous Classroom. *American Educational Research Journal*, 34.
- Miller, L. D. (1991). Writing to learn Mathematics. *Mathematics Teacher*, 84 (october).
- Nahrgang, O. L., & Peterson, B. T. (1986). Using Writing to learn Mathematics. *Mathematics Teacher* 79.
- Norwood, K. S., & Carter, G. (1994). Journal Writing: A Insight into Students'Understanding. *Teaching Children Mathematics* 1.
- Roeber, A. S., & Reber, E. (2001). *The penquin dictionary of psychology. London: Penquin Book.*
- Ruddell, R. B., & Rapp, R. M. (1995). *Teaching Children To Read And Write: Becoming An Influential Teacher. Bodton: Allyn and Bacon.*

- Steinbring, H. (2007). Mathematical Knowledge as a Social Construct of Teaching/Learning Processes-The Epistemology Oriented Mathematical Interaction Research [Online].
<http://www.unige.ch/math/EnsMath/Rome2008/wG5/Papers/STEINB.pdf>. [2013, November 26].
- Torrejón, & Gloria. (1997). Connection within Mathematics. [Online].
http://learner.org/channel/courses/teachingmath/grades_2/session_o. [2013, November 26].
- Toumasis, C. (1995). Concept worksheet: An important tool for learning *Mathematics Teacher*.
- Usiskin, Z. (1989). Paper-and-pencil algorithms in a calculator-and-computer age. In *Morrow, L.J. and Kenny, M.J. (eds.), The teaching and learning of algorithm in school mathematics, Reston, VA: NCTM.*
- Wilson, J. W. (1971). Evaluation in Secondary School Mathematics. *Handbook on Formative and summative Evaluation of student learning. New York: McGraw-Hill.*
- กรมวิชาการ. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ศุภสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จรุง ขำพงศ์. (2542). ผลของการใช้กลวิธีเมตาคognition ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย. (ปริญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- จันทร์ขจร มะลิจันทร์. (2554). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคognition ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่. (ปริญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย.
- จารุณี วยเจริญ. (2545). ผลการเรียนรู้โดยใช้บันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ความคงทนของผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และความพึงพอใจต่อการเขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.
- ณัฐจิ เจริญเกียรติบวร. (2539). ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนและความตระหนักในเมตาคognition กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร. (ปริญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ครุศาสตร์.
- ดวงเดือน อ่อนนุ่ม. (2547). สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่องการวัดสู่การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ใน

- ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.
กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.
- ทิพย์รัตน์ นพฤทธิ. (2542). ผลของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย., ครุศาสตร์.
- บุญญาธิ์ แซ่หล่อ. (2550). บูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอข้อมูล และพีชคณิต โดยใช้สถานการณ์จริงสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ปริญญาดุขฎฐิบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย.
- โพธิ์ทิพย์ วัชระสวัสดิ์. (2547). การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1. (ปริญญาดุขฎฐิบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ลิลลา ดลภาค. (2549). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย.
- วิมลรัตน์ ศรีสุข. (2551). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการบูรณาการรูปแบบการสร้างมโนทัศน์กับรูปแบบการแปลงเพื่อเสริมสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดแบบอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (ปริญญาดุขฎฐิบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ครุศาสตร์.
- เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (ปริญญาดุขฎฐิบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, วิทยาศาสตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์.
กรุงเทพมหานคร: หจก. ส เจริญ การพิมพ์.
- สมจิตร ทรัพย์อัประโมย. (2540). ผลของการใช้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชันที่มีต่อเมตาคอกนิชัน และสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ปริญญาดุขฎฐิบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ครุศาสตร์.
- สมชาย วรกิจเกษมสกุล. (2540). การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยการใช้การสื่อสารแนวความคิดเพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา. (ปริญญาดุขฎฐิบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมบัติ โพธิ์ทอง. (2539). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โดยใช้เมตาคอกนิชัน. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ครุศาสตร์.
- สมยศ ชิดมงคล. (2545). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลการเรียนทางคณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้การผสมผสานแนวคิดการประมวลสารสนเทศและการรู้คิด. (ปริญญาดุขฎฐิบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ครุศาสตร์.
- สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. (2542). ยุทธศาสตร์การสอน ตอนที่ 5 บันทึกการเรียนรู้ (Learning Log).
วารสารวิชาการ ปีที่ 2 (มิถุนายน 2542).

- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุนิดดา เรื่องสิริเศรษฐ์. (2552). ปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ครุศาสตร์.
- สุรัชย์ ขวัญเมือง. (2522). วิธีสอนและการวัดผลวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: เทพนิมิตการพิมพ์.
- โสภณ บำรุงสงฆ์. (2520). เทคนิคและวิธีการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ กรุงเทพมหานคร: พราว เพรส.
- อนุก พุทธิเดช. (2548). การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “การประมาณค่า” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาลวัดเขียน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ครุศาสตร์.
- อมรรัตน์ บุบผ์โชติ. (2546). ผลของการใช้บันทึกการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต สังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐในกรุงเทพมหานคร. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.
- อรจรรย์ ชูช่วยสุวรรณ. (2552). การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ศึกษาศาสตร์.
- อลิสรา ชมชื่น. (2550). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยบูรณาการทฤษฎีการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร และการให้เหตุผล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (ปริญญาดุสิตบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ครุศาสตร์.
- อัจฉราพรรณ เกิดแก้ว. (2523). การเปรียบเทียบการสอนมโนทัศน์พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ด้วยชุดสื่อการสอนและการบรรยายสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย), ปริญญามหาบัณฑิต, คณะครุศาสตร์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์: จุดเน้นของงานสอนคณิตศาสตร์. ในพร้อมพรรณ อุดมสินและอัมพร ม้าคนอง (บรรณาธิการ), ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อิสริยา ปรมัตถการ. (2556). การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ครุศาสตร์.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน มีดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ จันทรา อาจารย์ประจำสาขาการสอนคณิตศาสตร์
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด อาจารย์ประจำสาขาการสอนคณิตศาสตร์
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. อาจารย์วิมลมาศ อ่ำพลพงษ์ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ฝ่ายมัธยม
4. อาจารย์กรวรรณ แสงชัย ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ฝ่ายมัธยม
5. อาจารย์ ดร.กฤตিকা อินใหม่ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนพัทลุง

ผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ จันทรา อาจารย์ประจำสาขาการสอนคณิตศาสตร์
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ อาจารย์ประจำสาขาการสอนคณิตศาสตร์

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. อาจารย์วิมลมาศ อำพลพงษ์

ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ฝ่ายมัธยม

4. อาจารย์กรวรรณ แสงชัย

ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ฝ่ายมัธยม

5. อาจารย์ ดร.กฤติกา อินใหม่

ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนพัทลุง



ภาคผนวก ข

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและขอความร่วมมือในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- 2316

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

30 เมษายน 2557

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ จันทร์ธา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวศุภลักษณ์ คุรุทคง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2" โดยมี อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมน่วม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จuthาร์ตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 600



ที่ ศร 0512.6(2771)/57- 2318

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

30 เมษายน 2557

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวศุภลักษณ์ คุรุชคง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมีอาจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ้ม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(อาจารย์ ดร.จuthาร์ตัน วิบูลสมล)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 600

ที่ ศธ 0512.6(2771)/57-2317

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

30 เมษายน 2557

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวศุภลักษณ์ คุรุคง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมีอาจารย์ ดร.ไพโรจน์ นวมนุ้ม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จuthาร์ตัน วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 600

ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- 2319

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

30 เมษายน 2557

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.กฤติกา อินใหม่

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวศุภลักษณ์ ครุฑคง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา คณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2" โดยมี อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ้ม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จutarัตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 600



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานหลักสูตรและการจัดการเรียนฯ ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาฯ โทร. 82681-2 ต่อ 600
 ที่ ศร 0512.6(2771)/57- 2320 วันที่ 30 เมษายน 2557
 เรื่อง ขอเชิญบุคคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมและรองคณบดี

ด้วย นางสาวศุภลักษณ์ ครูทอง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ้ม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้


 (อาจารย์ ดร.จตุรัตน์ วิบูลผล)
 รองคณบดี

ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- 2323

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

30 เมษายน 2557

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนท่ามิหรำ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวศุภลักษณ์ คุชคง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมีอาจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ้ม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องตกลงใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ตกลงใช้เครื่องมือดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จuthาร์ตัน วิบูลสมล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 600

ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- 2324

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

30 เมษายน 2557

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนตะโหนด

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวศุภลักษณ์ คุรุทคง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการทำนิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมีอาจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ้ม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องตกลงใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ตกลงใช้เครื่องมือดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จuthาร์ตัน วิบูลสมล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 600



ที่ ศร 0512.6(2771)/57- 2322

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

30 เมษายน 2557

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีพัทลุง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวศุภลักษณ์ คุรุทคง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา คณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ้ม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องตกลงใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ตกลงใช้เครื่องมือดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จuthาร์ตนัน วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 600



ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- 2321

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

30 เมษายน 2557

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพิบูลฯ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวศุภลักษณ์ ครุฑทอง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการทำนิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมีอาจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ้ม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องขอเก็บข้อมูลวิจัยด้วยแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามปกติ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้


ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จตุรรัตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 600



ภาคผนวก ค

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างก่อนทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 15 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของคะแนนภาคเรียนที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2556 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S.D.	t
กลุ่มทดลอง	48	76.25	8.85	1.74*
กลุ่มควบคุม	45	76.07	8.32	

* $p < .05$

จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2556 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาคผนวก ง

ผลการเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
ของกลุ่มตัวอย่างก่อนทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 16 แสดงผลการเปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S.D.	t
กลุ่มทดลอง	48	18.75	3.04	6.51*
กลุ่มควบคุม	45	14.73	2.89	

* $p < .05$

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่าคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 17 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}	S.D.	t
กลุ่มทดลอง	48	15.35	4.86	7.39*
กลุ่มควบคุม	45	8.06	4.64	

* $p < .05$

จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่าคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาคผนวก จ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 18 แสดงโครงสร้างของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 (ฉบับก่อนเรียน)

เรื่อง	เรื่องย่อย	จำนวนข้อฉบับ try out			จำนวนข้อใช้จริง		
		ความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และ สมบัติต่างๆทาง คณิตศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับ การคำนวณโดยใช้ สูตร การใช้ สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์	รวม	ความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และ สมบัติต่างๆทาง คณิตศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับ การคำนวณโดยใช้ สูตร การใช้ สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์	รวม
1.พื้นฐานทาง เรขาคณิต	จุด เส้นตรง ส่วนของเส้นตรง รังสี และมุม	5	10	15	3	7	10
	การสร้างพื้นฐาน	(ข้อ 1,2,3,4,5)	(ข้อ 6,7,8,9, 10,11,12, 13,14,15)		(ข้อ 1,3,4)	(ข้อ 6,7,9, 12,13,14,15)	
	การสร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่าย						
2.ความสัมพันธ์ ระหว่างรูป เรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ	ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ	5	3	8	4	2	6
	หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ	(ข้อ 16,17,18, 19,20)	(ข้อ 21,22,23)		(ข้อ 16,18, 19,20)	(ข้อ 22,23)	
	ภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้าง และ ด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ						

เรื่อง	เรื่องย่อย	จำนวนข้อฉบับ			จำนวนข้อใช้จริง		
		ความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และ สมบัติต่างๆทาง คณิตศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับ การคำนวณโดยใช้ สูตร การใช้ สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์	รวม	ความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และ สมบัติต่างๆทาง คณิตศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับ การคำนวณโดยใช้ สูตร การใช้ สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์	รวม
3.ความเท่ากัน ทุกประการ	ความเท่ากันทุกประการของรูปเรขาคณิต	19	5	24	9	3	12
	ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม	(ข้อ 24,25,26,	(ข้อ 34,37,38		(ข้อ 24,25,	(ข้อ 34,37,42)	
	รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบ ด้าน-มุม-ด้าน	27,28,29	41,42)		28,,31,32,		
	รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบ มุม-ด้าน-มุม	30,31,32,			33,36,43		
	รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบ ด้าน-ด้าน-ด้าน	33,35,36,			47)		
	การนำไปใช้	39,40,43,					
		44,45,46,					
		47)					
4.สมการเชิงเส้นตัว แปรเดียว	คำตอบของสมการ	1	2	3	1	1	2
	การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	(ข้อ 48)	(ข้อ 49,50)		(ข้อ 48)	(ข้อ 50)	
	รวม	30	20	50	17	13	30

ตัวอย่างแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 (ฉบับก่อนเรียน)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 30 ข้อ
2. ใช้เวลาในการทำแบบวัด 60 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ
ให้ตรงกับข้อที่เลือก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	×			

4. หากมีปัญหาโปรดสอบถามจากครูผู้คุมสอบ

5. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) จุดใช้บอกตำแหน่ง
- 2) จุดมีความกว้างและความยาว

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. 1) ผิด, 2) ถูก ข. 1) ถูก, 2) ผิด
- ค. 1) และ 2) ถูก ง. 1) และ 2) ผิด

2. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

- ก. มุมเกิดจากรังสีสองเส้นที่มีจุดปลายเป็นจุดเดียวกัน
- ข. ส่วนของเส้นตรงเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรงที่มีจุดปลาย 2 จุด
- ค. รังสีมีความยาวไม่จำกัด
- ง. เส้นตรงมีความยาวจำกัด

3. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) มีเส้นตรงหลายเส้นที่ลากผ่านจุด 2 จุดที่กำหนดให้
- 2) เส้นตรงสองเส้นจะตัดกันที่จุดเดียวเท่านั้น

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. 1) ถูก, 2) ผิด ข. 1) ผิด, 2) ถูก
- ค. 1) และ 2) ถูก ง. 1) และ 2) ผิด

4. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับรังสี

- ก. รังสี AB เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ \overrightarrow{BA}
- ข. รังสี AB มีจุด A เป็นจุดปลาย
- ค. รังสีมีความยาวไม่จำกัด
- ง. รังสีเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรงที่มีจุดปลายเพียงจุดเดียว

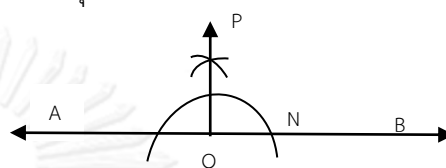
5. ข้อใดไม่สามารถทำได้โดยใช้สันตรงและวงเวียน

- ก. การแบ่งมุมที่กำหนดให้ออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆกัน
- ข. การแบ่งมุมที่กำหนดให้ออกเป็น 6 ส่วนเท่าๆกัน
- ค. การแบ่งมุมที่กำหนดให้ออกเป็น 8 ส่วนเท่าๆกัน
- ง. การแบ่งมุมที่กำหนดให้ออกเป็น 16 ส่วนเท่าๆกัน

6. จงพิจารณาขั้นตอนที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ขั้นตอนการสร้าง

- 1) ใช้จุด O เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมีพอสมควร เขียนส่วนโค้งตัด \overline{AB} ที่จุด M และ N
- 2) ใช้ M และ N เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมีเท่ากันเขียนส่วนโค้งตัดกันที่จุด P จากนั้นลาก \overrightarrow{OP}

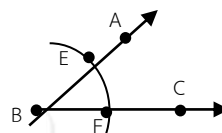


รูปที่ได้จากการสร้าง

จากขั้นตอนการสร้างและรูปที่ได้จากการสร้างข้างต้นเป็นการสร้างทางเรขาคณิตใด

- ก. สร้างเส้นตั้งฉาก ข. สร้าง \overline{MN} ให้เท่ากับ \overline{OP}
- ค. การสร้างส่วนสูง \overline{OP} ง. การสร้างมุม 180 องศา

7. ข้อใดไม่ใช่ขั้นตอนการแบ่งครึ่งมุม ABC จากรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้

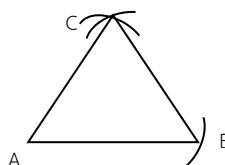


- ก. ใช้ B เป็นจุดศูนย์กลาง เขียนส่วนโค้งตัด \overline{BA} , \overline{BC}
- ข. ใช้ E เป็นจุดศูนย์กลาง เขียนส่วนโค้ง
- ค. ใช้ F เป็นจุดศูนย์กลาง เขียนส่วนโค้ง
- ง. ใช้ C เป็นจุดศูนย์กลาง เขียนส่วนโค้ง

8. จงพิจารณาขั้นตอนการสร้างทางเรขาคณิตต่อไปนี้

ขั้นตอนการสร้าง

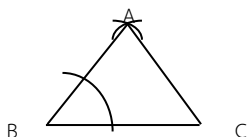
- 1) สร้างส่วนของเส้นตรง AB
- 2) ใช้จุด A เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมีเท่ากับ AB เขียนส่วนโค้ง
- 3) ใช้จุด B เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมีเท่ากับข้อ 2) เขียนส่วนโค้ง
- 4) ลากส่วนของเส้นตรง AC และ BC



จากข้างต้น เป็นการสร้างทางเรขาคณิตในลักษณะใด

- ก. รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ข. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
ค. รูปสามเหลี่ยมมุมป้าน ง. รูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า

9. จากรูป ข้อใดไม่ใช่ขั้นตอนหนึ่งของการสร้างมุมที่มีขนาด 60 องศา



ก. สร้างส่วนของเส้นตรง AC ให้ตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรง BC

ข. ลากส่วนของเส้นตรง BC

ค. ใช้ B เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมีเท่ากับ BC เขียนส่วนโค้ง

ง. ใช้ C เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมีเท่ากับ BC เขียนส่วนโค้ง

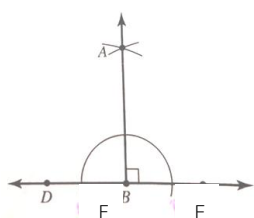
10. จงพิจารณาขั้นตอนการสร้างมุมฉากต่อไปนี้

1) ลากเส้นตรง DC

2) ให้ B เป็นจุดจุดหนึ่งบนเส้นตรง DC เขียนส่วนโค้ง

3) ให้จุด E เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมีพอสมควรเขียนส่วนโค้ง

4)



รูปที่ได้จากการสร้าง

จากข้างต้น ขั้นตอนที่ 4) คือขั้นตอนใด

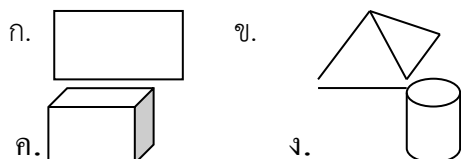
ก. ลากส่วนของเส้นตรง DF

ข. ลากรังสี BA ให้มีขนาดเป็นสองเท่าของเส้นตรง DC

ค. ให้จุด E เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมีเท่ากับข้อ 3) เขียนส่วนโค้ง

ง. ลากรังสี BC ให้เท่ากับรังสี BD

11. ข้อใดเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ



12. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) ถ้าใช้ระนาบตัดทรงกระบอกในแนวตั้งฉากกับฐาน จะได้หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

2) ถ้าใช้ระนาบตัดทรงกระบอกในแนวเฉียงโดยทำมุม 45 องศากับฐานของทรงกระบอกจะได้รูปหน้าตัดเป็นรูปวงกลม
ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

ก. ข้อ 1) ข. ข้อ 2)

ค. ข้อ 1) และ 2) ง. ไม่มีข้อใดกล่าวถูกต้อง

13. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) เมื่อใช้ระนาบตัดรูปเรขาคณิตสามมิติ จะได้หน้าตัดหรือภาคตัดบนระนาบ

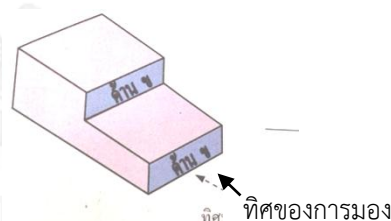
2) รูปที่ได้จากการตัดจะเป็นรูปเรขาคณิตใดขึ้นอยู่กับแนวการตัดและชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น

ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

ก. ข้อ 1) ข. ข้อ 2)

ค. ข้อ 1) และ 2) ง. ไม่มีข้อใดกล่าวถูกต้อง

14. จงพิจารณารูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้



เรียกภาพที่ได้จากการมองรูปเรขาคณิตสามมิติทางด้าน ข ว่าอย่างไร

ก. ภาพด้านหน้า ข. ภาพด้านข้าง

ค. ภาพด้านบน ง. ภาพด้านหลัง

ตารางที่ 19 แสดงโครงสร้างของแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 (ฉบับหลังเรียน) เรื่องเส้นขนาน

เรื่อง	เรื่องย่อย	จำนวนข้อสอบTry out			จำนวนข้อใช้จริง		
		ความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับการ คำนวณโดยใช้สูตร การใช้สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์	รวม	ความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และ สมบัติต่างๆทาง คณิตศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับการ คำนวณโดยใช้สูตร การใช้สัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์	รวม
บทนิยามของเส้น ขนาน	<ul style="list-style-type: none"> - เส้นตรงสองเส้นที่อยู่บนระนาบ เดียวกัน ขนานกันก็ต่อเมื่อ เส้นตรงทั้ง สองเส้นนั้นไม่ตัดกัน - เส้นตรงสองเส้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อ ระยะห่างระหว่างเส้นตรงคู่นั้นเท่ากัน เสมอ 	2 (ข้อ 1,2)	-	2-	1 (ข้อ 1)	-	1
มุมต่าง ๆ	<ul style="list-style-type: none"> - มุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้น ตัด - มุมแย้ง - มุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรง 	2 (ข้อ 3,4)	1 (ข้อ 5)	3	1 (ข้อ 4)	1 (ข้อ 5)	2

เรื่อง	เรื่องย่อ	จำนวนข้อสอบTry out			จำนวนข้อใช้จริง		
		ความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับการ คำนวณโดยใช้สูตร การใช้สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์	รวม	ความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และ สมบัติต่างๆทาง คณิตศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับการ คำนวณโดยใช้สูตร การใช้สัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์	รวม
	ข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด						
	มุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด มุมแย้ง และ มุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด						
สมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด	<p>- ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัด แล้วขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180 องศา</p> <p>- ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง</p>	5 (ข้อ 6,7,8,9,10 11,12,13)	4 (ข้อ 14,15, 16,17)	12	5 (ข้อ 6,7,10 11,,13)	2 (ข้อ 14,16)	7

เรื่อง	เรื่องย่อ	จำนวนข้อสอบTry out			จำนวนข้อใช้จริง		
		ความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับการ คำนวณโดยใช้สูตร การใช้สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์	รวม	ความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และ สมบัติต่างๆทาง คณิตศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับการ คำนวณโดยใช้สูตร การใช้สัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์	รวม
	<p>ทำให้ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180 องศา แล้วเส้นตรงคู่่นั้นจะขนานกัน</p> <p>- เมื่อเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่่นั้นขนานกันก็ต่อเมื่อขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180 องศา</p>						
สมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานและมุมแย้ง	<p>- ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัด แล้วมุมแย้งมีขนาดเท่ากัน</p> <p>- ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง ทำให้มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน แล้วเส้นตรง</p>	8 (ข้อ 18,19,20,21, 22,23,24,25)	4 (ข้อ 26,27, 28,29)	12	5 (ข้อ 18,19, 22,23,24,)	2 (ข้อ 26,28)	7

เรื่อง	เรื่องย่อ	จำนวนข้อสอบTry out			จำนวนข้อใช้จริง		
		ความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับการ คำนวณโดยใช้สูตร การใช้สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์	รวม	ความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และ สมบัติต่างๆทาง คณิตศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับการ คำนวณโดยใช้สูตร การใช้สัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์	รวม
	<p>คู่นั้นขนานกัน</p> <p>- เมื่อเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่นั้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อมุมแย้งมี ขนาดเท่ากัน</p>						
สมบัติเกี่ยวกับเส้น ขนานและมุมภายนอก กับมุมภายในที่อยู่ตรง ข้ามบนข้างเดียวกัน ของเส้นตัด	<p>- ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้น ตัด แล้วมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ บนข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน</p> <p>- ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง ทำให้มุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่บน ข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน แล้วเส้นตรงคู่นั้นขนานกัน</p> <p>- เมื่อเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง</p>	8 (ข้อ 30,31,32,33, 34,35,36,37)	3 (ข้อ 38,39,40)	11	5 (ข้อ 30,32,33, 34,35)	2 (ข้อ 38,39,40)	7

เรื่อง	เรื่องย่อ	จำนวนข้อสอบTry out			จำนวนข้อใช้จริง		
		ความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับการ คำนวณโดยใช้สูตร การใช้สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์	รวม	ความรู้เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และ สมบัติต่างๆทาง คณิตศาสตร์	ความรู้เกี่ยวกับการ คำนวณโดยใช้สูตร การใช้สัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์	รวม
	เส้นตรงคู่ขนานกันก็ต่อเมื่อ มุม ภายนอกและมุมภายในที่อยู่บนข้าง เดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน						
มุมภายในของรูป สามเหลี่ยม และรูป สามเหลี่ยม	- ขนาดของมุมภายในทั้งสามมุมของรูป สามเหลี่ยมรวมกันเท่ากับ 180 องศา - ถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูป สามเหลี่ยมออกไป มุมภายนอกที่เกิดขึ้น จะมีขนาดเท่ากับผลบวกของขนาดของ มุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายใน นอกนั้น	3 (ข้อ 41,42,43)	2 (ข้อ 44,45)	5	2 (ข้อ 41,42)	1 (ข้อ 45)	3
เส้นขนานและรูป สามเหลี่ยม	ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีมุมที่มีขนาด เท่ากันสองคู่ และด้านคู่ที่อยู่ตรงข้ามกับ มุมคู่ที่มีขนาดเท่ากันหนึ่งคู่ แล้วรูป สามเหลี่ยมสองรูปนั้นเท่ากันทุกประการ	3 (ข้อ 46,47,48)	2 (ข้อ 49,50)	5	2 (ข้อ 46,48)	1 (ข้อ 50)	3
	รวม	34	16	50	21	9	30

ตัวอย่างแบบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 (ฉบับหลังเรียน)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 30 ข้อ
2. ใช้เวลาในการทำแบบวัด 60 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เลือก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	×			

4. หากมีปัญหาโปรดสอบถามจากครูผู้คุมสอบ

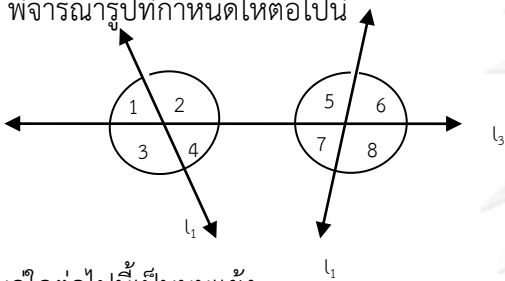
1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) กำหนดเส้นตรงสองเส้นและมีเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดผ่านเส้นตรงสองเส้นขนานกันก็ต่อเมื่อเส้นตรงสองเส้นนั้นไม่ตัดกัน
- 2) กำหนดเส้นตรงสองเส้นและมีเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดผ่าน ถ้าเส้นตรงสองเส้นมีระยะห่างเท่ากันแล้วเส้นตรงสองเส้นนั้นจะขนานกัน

ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. ข้อ 1) เท่านั้น
- ข. ข้อ 2) เท่านั้น
- ค. ทั้งข้อ 1) และ ข้อ 2)
- ง. ไม่มีข้อใดกล่าวถูกต้อง

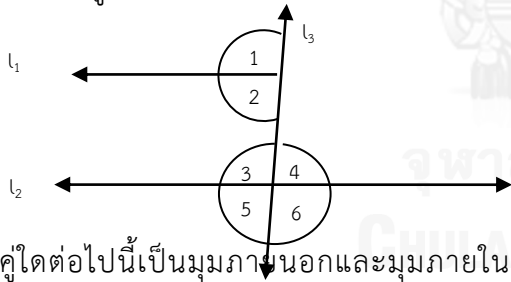
2. พิจารณารูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้



มุมคู่ใดต่อไปนี้เป็นมุมแย้ง

- ก. 2° และ 5°
- ข. 4° และ 5°
- ค. 5° และ 7°
- ง. 4° และ 8°

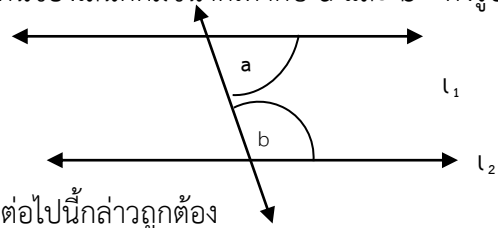
3. พิจารณารูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้



มุมคู่ใดต่อไปนี้ เป็นมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด

- ก. 1° และ 2°
- ข. 2° และ 4°
- ค. 2° และ 5°
- ง. 3° และ 6°

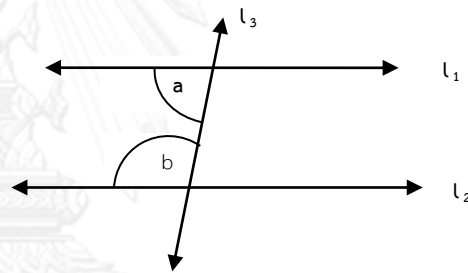
4. เส้นตรงเส้นหนึ่งตัดผ่านเส้นตรงคู่หนึ่ง มุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากับ a และ b ดังรูป



ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

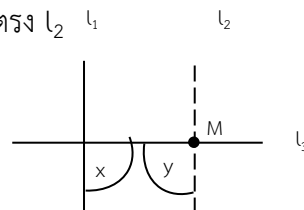
- ก. a และ b สัมพันธ์กันโดย $a + 2b = 180$
- ข. ถ้า a หรือ b เป็นมุมฉากแล้ว เส้นตรง l_1 ขนานกับเส้นตรง l_2
- ค. ถ้า a เท่ากับ b แล้ว เส้นตรง l_1 ขนานกับเส้นตรง l_2
- ง. ถ้า a รวมกับ b เท่ากับ 180 องศา แล้วเส้นตรง l_1 กับเส้นตรง l_2 ขนานกัน

5. จากรูปเงื่อนไขใดที่ทำให้สามารถสรุปได้ว่า $a + b = 180^\circ$



- ก. l_1 ขนานกับ l_2
- ข. l_1 มีความยาวเท่ากับ l_2
- ค. l_3 ตัดกับ l_1 และ l_2
- ง. l_3 มีความยาวเป็นสองเท่าของ l_1 และ l_2

6. จากรูป ถ้าต้องการสร้าง ส่วนของเส้นตรง l_2 ให้ผ่านจุด M และขนานกับเส้นตรง l_1 ควรนำเงื่อนไขใดมาพิจารณา ในการสร้างเส้นตรง l_2

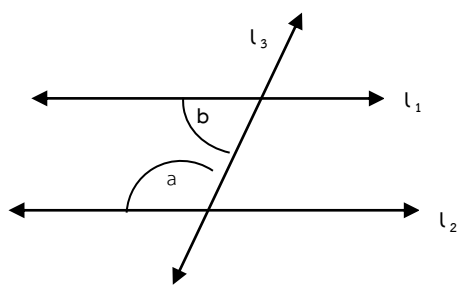


- ก. $x + y = 180^\circ$
- ข. $x = y$
- ค. $y = 2x$
- ง. $x = 2y$

7. กำหนดเส้นตรงสองเส้นและมีเส้นตรงเส้นหนึ่งตัด ผ่าน ถ้ามุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180 องศา แล้ว ข้อใดต่อไปนี้นี้กล่าวถูกต้อง

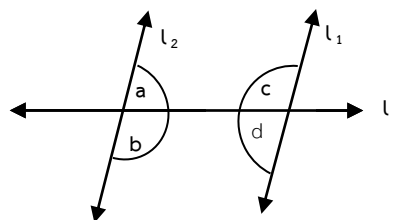
- ก. ระยะห่างระหว่างเส้นตรงสองเส้นนั้นเท่ากันเสมอ
- ข. เส้นตรงสองเส้นนั้นมีความยาวเท่ากัน
- ค. เส้นตัดจะตั้งฉากกับเส้นตรงสองเส้น
- ง. ไม่มีข้อใดกล่าวถูกต้อง

8. จากรูปที่กำหนดให้เส้นตรง l_1 และเส้นตรง l_2 จะขนานกัน เมื่อมุม a มีขนาดเท่ากับข้อใดต่อไปนี้



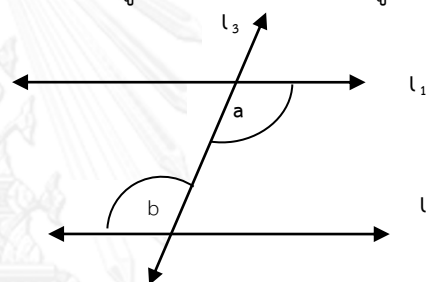
- ก. $180 + b$
- ข. $90 + b$
- ค. $90 - b$
- ง. $180 - b$

9. จากรูปเงื่อนไขใดที่ทำให้สามารถสรุปได้ว่าเส้นตรง l_1 และเส้นตรง l_2 ขนานกัน



- ก. $a = d$
- ข. $a = c$
- ค. $a + d = 180^\circ$
- ง. $b + c = 180^\circ$

10. กำหนดเส้นตรง l_1 และ เส้นตรง l_2 และมีเส้นตรง l_3 เป็นเส้นตัด ดังรูป ข้อใดต่อไปนี้นี้กล่าวถูกต้อง



- ก. ถ้าเส้นตรง l_1 และ เส้นตรง l_2 ขนานกัน แล้ว $a + b = 180$ องศา
- ข. ถ้า a เท่ากับ b แล้ว เส้นตรง l_1 และ เส้นตรง l_2 ขนานกัน
- ค. ถ้าเส้นตรง l_1 และ เส้นตรง l_2 ขนานกันแล้ว ไม่สามารถสรุปได้ว่า a เท่ากับ b
- ง. ถ้า $a + b = 90$ องศาแล้ว เส้นตรง l_1 และ เส้นตรง l_2 ขนานกัน

ตารางที่ 20 แสดงโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
ชุดที่ 1 (ฉบับก่อนเรียน)

เรื่อง	เรื่องย่อย	จำนวนข้อ ฉบับtry out	ข้อสอบ ข้อที่	จำนวนข้อ ฉบับใช้ จริง	ข้อสอบ ข้อที่
1.พื้นฐานทาง เรขาคณิต	จุด เส้นตรง ส่วนของเส้นตรง รังสี และมุม	2	1,2	1	ข้อ 1
	การสร้างพื้นฐาน				
	การสร้างรูปเรขาคณิตอย่าง ง่าย				
2.ความสัมพันธ์ ระหว่างรูป เรขาคณิตสอง มิติและสามมิติ	ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ	2	3,4	1	ข้อ 2
	หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสาม มิติ				
	ภาพที่ได้จากการมองทาง ด้านหน้า ด้านข้าง และ ด้านบนของรูปเรขาคณิตสาม มิติ				
3.ความเท่ากัน ทุกประการ	ความเท่ากันทุกประการของ รูปเรขาคณิต	2	5,6	1	ข้อ 3
	ความเท่ากันทุกประการของ รูปสามเหลี่ยม				
	รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่ สัมพันธ์กันแบบ ด้าน-มุม-ด้าน				
	รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่ สัมพันธ์กันแบบ มุม-ด้าน-มุม				

เรื่อง	เรื่องย่อ	จำนวนข้อ ฉบับtry out	ข้อสอบ ข้อที่	จำนวนข้อ ฉบับใช้ จริง	ข้อสอบ ข้อที่
	รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่ สัมพันธ์กันแบบ ด้าน-ด้าน- ด้าน				
	การนำไปใช้				
4.สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียว	คำตอบของสมการ การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว	2	7,8	1	ข้อ 4
	รวม	8		4	

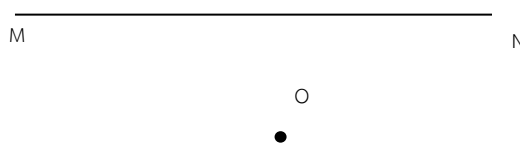
ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 (ฉบับก่อนเรียน)

คำชี้แจง

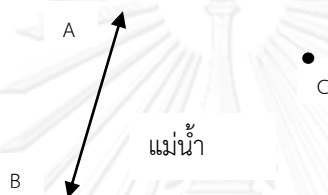
1. แบบทดสอบ มีคำถามทั้งหมด 4 ข้อ (ข้อละ 12 คะแนน คะแนนเต็ม 48 คะแนน) เป็นข้อสอบแบบอัตนัย
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบนี้ 60 นาที
3. ก่อนทำแบบทดสอบให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล เลขที่ ในแบบวัดฉบับนี้
4. ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดอย่างเต็มความสามารถทุกข้อ
5. หากมีปัญหาโปรดสอบถามจากครูผู้คุมสอบ

1. กำหนดปัญหา A และ ปัญหา B ดังนี้

ปัญหา A กำหนดจุด O และส่วนของเส้นตรง MN ดังรูป จงสร้างส่วนของเส้นตรงให้ผ่านจุด O และขนานกับส่วนของเส้นตรง MN



ปัญหา B กำหนดเส้นตรง AB เป็นแนวแม่น้ำ จงสร้างถนนให้อยู่ในแนวเส้นตรงที่ผ่านจุด C และขนานกับแม่น้ำ



จงอ่านปัญหา A และ ปัญหา B ข้างต้น แล้วตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1.1 หากจะแก้ปัญหา A นักเรียนต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง โดยระบุมาในรูปแบบทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม หรือสมบัติทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

1.2 จงอธิบายแนวทาง/วิธีการ/ขั้นตอน ในการแก้ปัญหา A โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ 1.1

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 จงพิจารณาว่า ความรู้คณิตศาสตร์และแนวทาง/วิธีการ/ขั้นตอน ในการแก้ปัญหาจาก
ข้อ 1.1 และ 1.2 สามารถใช้แก้ปัญหา B ได้หรือไม่ โดยตอบคำถามต่อไปนี้

1) ความรู้คณิตศาสตร์ใดบ้างที่ได้รับในข้อ 1.1 ที่ใช้ได้กับการแก้ปัญหา B จงระบุ

.....

.....

.....

.....

2) มีความรู้คณิตศาสตร์อื่นที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา B ที่นอกเหนือจากข้อ 1.1 หรือไม่ ถ้ามี
โปรดระบุ

.....

.....

.....

3) แนวทางการแก้ปัญหา B เหมือนหรือต่างกับแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 1.2 หรือไม่
อย่างไร

.....

.....

.....

.....

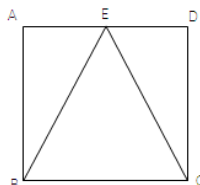
.....

.....

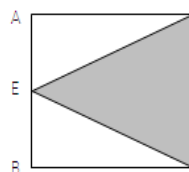
.....

2. กำหนดปัญหา A และ ปัญหา B ดังนี้

ปัญหา A กำหนดรูปสี่เหลี่ยม ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีจุด E เป็นจุดกึ่งกลางด้าน AD จงตรวจสอบว่า รูปสามเหลี่ยม ABE และรูปสามเหลี่ยม DEC มีพื้นที่เท่ากันหรือไม่



ปัญหา B มาที่ต้องการตัดกระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นรูปสามเหลี่ยม ดังรูป โดยมีจุด E เป็นจุดกึ่งกลางของด้าน AB นักเรียนคิดว่ารูปสามเหลี่ยมที่แรเงาเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วหรือไม่



จงอ่านปัญหา A และ ปัญหา B ข้างต้น แล้วตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

2.1 หากจะแก้ปัญห A นักเรียนต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง โดยระบุมาในรูป
ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม หรือสมบัติทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

2.2 จงอธิบายแนวทาง/วิธีการ/ขั้นตอน ในการแก้ปัญห A โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุ
ในข้อ 2.1

.....

.....

.....

.....

2.3 จงพิจารณาว่า ความรู้คณิตศาสตร์และแนวทาง/วิธีการ/ขั้นตอน ในการแก้ปัญหาจาก
ข้อ 2.1 และ 2.2 สามารถใช้แก้ปัญหา B ได้หรือไม่ โดยตอบคำถามต่อไปนี้

1) ความรู้คณิตศาสตร์ใดบ้างที่ได้ระบุในข้อ 3.1 ที่ใช้ได้กับการแก้ปัญหา B จงระบุ

.....

.....

.....

.....

2) มีความรู้คณิตศาสตร์อื่นที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา B ที่นอกเหนือจากข้อ 2.1 หรือไม่ ถ้ามี
โปรดระบุ

.....

.....

.....

3) แนวทางการแก้ปัญหา B เหมือนหรือต่างกับแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 2.2 หรือไม่
อย่างไร

.....

.....

.....

ตารางที่ 21 แสดงโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
ชุดที่ 2 (ฉบับหลังเรียน) เรื่องเส้นขนาน

เนื้อหา	จำนวนข้อ ฉบับtry out	ข้อสอบ ข้อที่	จำนวนข้อ ฉบับใช้จริง	ข้อสอบ ข้อที่
บทนิยามของเส้นขนาน	4	1,2, 3,4	2	ข้อ 1,2
มุมต่างๆ				
สมบัติของเส้นขนานกับมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด				
สมบัติของเส้นขนานกับมุมแย้ง				
สมบัติของเส้นขนานกับมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด	2	5,6	1	ข้อ 3
มุมภายในของรูปสามเหลี่ยม และรูปสามเหลี่ยม				
เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม	2	7,8	1	ข้อ 4
รวม	8		4	

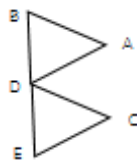
ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 (ฉบับหลังเรียน)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบ มีคำถามทั้งหมด 4 ข้อ (ข้อละ 12 คะแนน คะแนนเต็ม 48 คะแนน) เป็นข้อสอบแบบอัตนัย
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบนี้ 60 นาที
3. ก่อนทำแบบทดสอบให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล เลขที่ ในแบบวัดฉบับนี้
4. ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดอย่างเต็มความสามารถทุกข้อ
5. หากมีปัญหาโปรดสอบถามจากครูผู้คุมสอบ

1. กำหนดปัญหา A และ ปัญหา B ดังนี้

ปัญหา A กำหนดให้ ABD และ CDE เป็นรูปสามเหลี่ยม โดยที่ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$, $\overline{AD} \parallel \overline{CE}$ และ ความยาวของ AD เท่ากับ CD และ มุม BDA มีขนาดเท่ากับมุม EDC จงตรวจสอบว่าพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABD และ CDE เท่ากันหรือไม่

**ปัญหา B**

มารีไอ้ต้องการทาสีผนังบ้านที่มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยทาสีผนังบ้านเป็นรูปสามเหลี่ยมเล็กๆ สองสี คือสีซาวและสีซมพู่ ดังรูป ซึ่งรูปสามเหลี่ยมเล็กๆแต่ละรูปมีด้านประกอบมุมยอดยาวเท่ากัน อยากทราบว่ารูปสามเหลี่ยมที่ทาสีซมพู่แต่ละรูปมีพื้นที่เท่ากันหรือไม่

จงอ่านปัญหา A และ ปัญหา B ข้างต้น แล้วตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1.1 หากจะแก้**ปัญหา A** นักเรียนต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง โดยระบุมาในรูปทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม หรือสมบัติทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

1.2 จงอธิบายแนวทาง/วิธีการ/ขั้นตอน ในการแก้**ปัญหา A** โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ 1.1

.....

.....

.....

1.3 หากจะแก้**ปัญหา B** จงพิจารณาว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้**ปัญหา A** จากข้อ 1.1 ไต่บ้างที่ใช้แก้**ปัญหา B**

1) จงระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวถึงในข้อ 1.1 ที่ใช้ได้ในการแก้**ปัญหา B**

.....

.....

.....

.....

2) จงระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์อื่นที่ต้องใช้ในการแก้**ปัญหา B** ที่นอกเหนือจากข้อ 1.1 (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

3) จงอธิบายแนวทาง/วิธีการ/ขั้นตอน ในการแก้**ปัญหา B**

.....

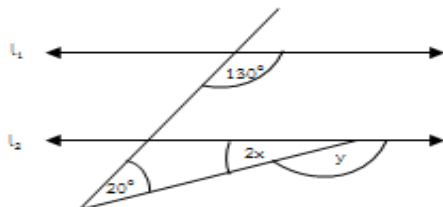
.....

.....

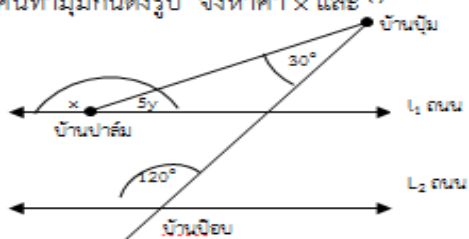
.....

2. กำหนดปัญหา A และ ปัญหา B ดังนี้

ปัญหา A จากรูป กำหนดเส้นตรง l_1 และเส้นตรง l_2 ขนานกัน จงหาค่า x และ y



ปัญหา B จากรูป แสดงแผนผังบ้านของป้าส้ม ปุ่ม และ ป๊อบ โดยมีเส้นตรง l_1 และ เส้นตรง l_2 เป็น ฟากถนน ซึ่งบ้านของทั้งสามคนทำมุมกันดังรูป จงหาค่า x และ y



จงอ่านปัญหา A และ ปัญหา B ข้างต้น แล้วตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

2.1 หากจะแก้**ปัญหา A** นักเรียนต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง โดยระบุมาในรูปทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม หรือสมบัติทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

2.2 จงอธิบายแนวทาง/วิธีการ/ขั้นตอน ในการแก้**ปัญหา A** โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ 2.1

.....

.....

2.3 หากจะแก้**ปัญหา B** จงพิจารณาว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้**ปัญหา A** จากข้อ 2.1 ใดบ้างที่ใช้แก้**ปัญหา B**

1) จงระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวถึงในข้อ 2.1 ที่ใช้ได้ในการแก้**ปัญหา B**

.....

.....

.....

.....

2) จงระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์อื่นที่ต้องใช้ในการแก้**ปัญหา B** ที่นอกเหนือจากข้อ 2.1 (ถ้ามี)

.....

.....

3) จงอธิบายแนวทาง/วิธีการ/ขั้นตอน ในการแก้**ปัญหา B**

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ฉ
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เส้นขนาน

เรื่องย่อ สมบัติของเส้นขนานเกี่ยวกับมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด

ผู้สอน นางสาวศุภลักษณ์ ครุฑคง

จำนวน 1 คาบ

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนีกภาพ (Visualization) การให้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และ การใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model)

สาระสำคัญ

สมบัติของเส้นขนานเกี่ยวกับมุมภายในนอกและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด เป็นสมบัติที่ใช้ในการตรวจสอบว่าเส้นตรงสองเส้นขนานกันหรือไม่ โดยพิจารณาจากขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด สมบัติดังกล่าวมีว่า

- ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัด แล้วขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด รวมกันเท่ากับ 180 องศา หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า
- ถ้าเส้นตรงสองเส้นที่มีเส้นตัดโดยที่ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด รวมกันไม่เท่ากับ 180 องศา แล้วเส้นตรงสองเส้นนั้นไม่ขนานกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. อธิบายสมบัติของเส้นขนานที่ว่า ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัด แล้วขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด รวมกันเท่ากับ 180 องศา รวมถึงการนำไปใช้ตรวจสอบการขนานกันของเส้นตรงสองเส้นที่กำหนดให้

2. อธิบายสมบัติของเส้นขนานที่ว่า ถ้าเส้นตรงสองเส้นที่มีเส้นตัดโดยที่ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันไม่เท่ากับ180 องศา แล้วเส้นตรงสองเส้นนั้นไม่ขนานกัน รวมถึงการนำไปใช้ตรวจสอบการขนานกันของเส้นตรงสองเส้นที่กำหนดให้

ด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ : นักเรียนสามารถ

1. แก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องสมบัติของเส้นขนานเกี่ยวกับมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดไปแก้ปัญหา
2. ให้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาโดยอาศัยสมบัติของเส้นขนานเกี่ยวกับมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด

3. สื่อสารและนำเสนอแนวคิดของตนเองโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับเส้นขนานและสมบัติของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด

ด้านคุณลักษณะ : นักเรียน

1. สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่น และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
2. มีความรับผิดชอบ

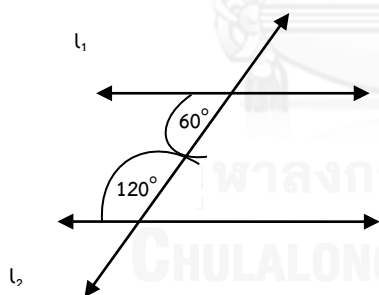
สาระการเรียนรู้

1. สมบัติของเส้นขนานเกี่ยวกับมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด สรุปได้ดังนี้

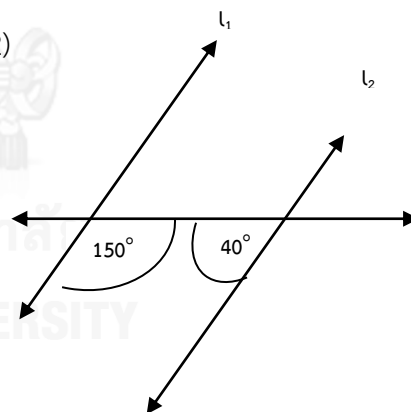
- 1) ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัด แล้วขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด รวมกันเท่ากับ 180 องศา ซึ่งมีความหมายเช่นเดียวกับ
- 2) ถ้ามีเส้นตรงสองเส้นที่มีเส้นตัดโดยที่ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันไม่เท่ากับ 180 องศา แล้วเส้นตรงสองเส้นนั้นไม่ขนานกัน

ตัวอย่างที่ 1 จากรูปที่กำหนดให้ ให้นักเรียนพิจารณาว่าเส้นตรง l_1 และ l_2 คู่ใดขนานกัน พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

1.1)



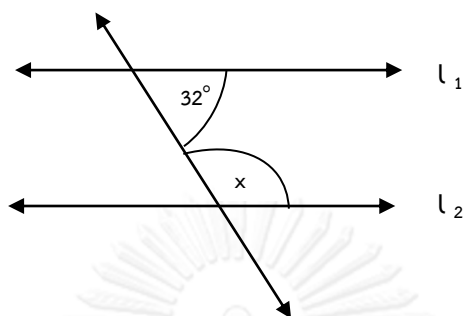
1.2)



- ตอบ**
- 1.1) ขนานกัน เนื่องจากมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180 องศา
 - 1.2) ไม่ขนานกัน เนื่องจากมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันไม่เท่ากับ 180 องศา

ตัวอย่างที่ 2

2.1) จงหาค่าของ x ที่ทำให้ l_1 และ l_2 ขนานกัน

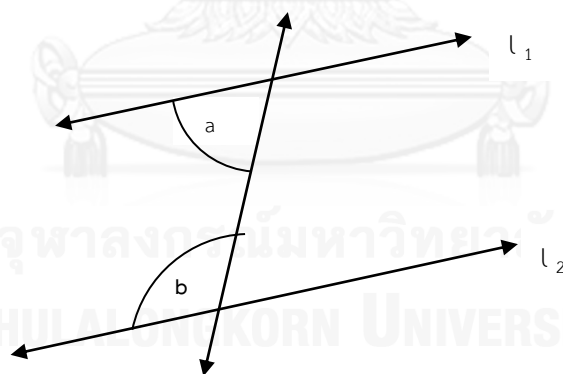


วิธีทำ พิจารณามุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดคือ 32 และ x ของเส้นตรง l_1 และ l_2 จากสมบัติที่ว่าเส้นตรงสองเส้นขนานกันเมื่อขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180°

ทำให้ได้ว่า $x + 32 = 180$

นั่นคือ $x = 48$

2.2) ถ้า $a = 30^\circ$ และ b เท่ากับ $4a$ แล้ว $l_1 \parallel l_2$ หรือไม่



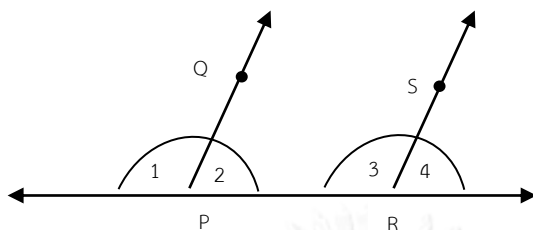
วิธีทำ พิจารณามุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดคือ มุม a และ b

จากโจทย์ จะได้ $a = 30^\circ$ และ เนื่องจาก $b = 4a$ ดังนั้นจะได้ $b = 120^\circ$

เนื่องจาก เส้นตรงสองเส้นขนานกันเมื่อขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180° แต่ $a + b \neq 180^\circ$ ดังนั้น l_1 ไม่ขนานกับ l_2

2. การใช้สมบัติเกี่ยวกับมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดเพื่อให้เหตุผลและแก้ปัญหา

ตัวอย่างที่ 3 จากรูป กำหนดให้ $\overrightarrow{PQ} \parallel \overrightarrow{RS}$ จงพิจารณาว่า $\hat{1}$ เท่ากับ $\hat{3}$ หรือไม่พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบคำถาม



คำตอบ $\hat{1}$ มีขนาดเท่ากับ $\hat{3}$

เหตุผล เนื่องจาก

$$\overrightarrow{PQ} \parallel \overrightarrow{RS}$$

จะได้ว่า

$$\overrightarrow{PQ} \parallel \overrightarrow{RS}$$

จาก

$$\overrightarrow{PQ} \parallel \overrightarrow{RS} \text{ และมี } \overrightarrow{PR} \text{ เป็นเส้นตัด}$$

ดังนั้น

$$\hat{2} + \hat{3} = 180^\circ \text{ (ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ } 180^\circ)$$

เนื่องจาก

$$\hat{2} + \hat{1} = 180^\circ \text{ (ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ } 180^\circ)$$

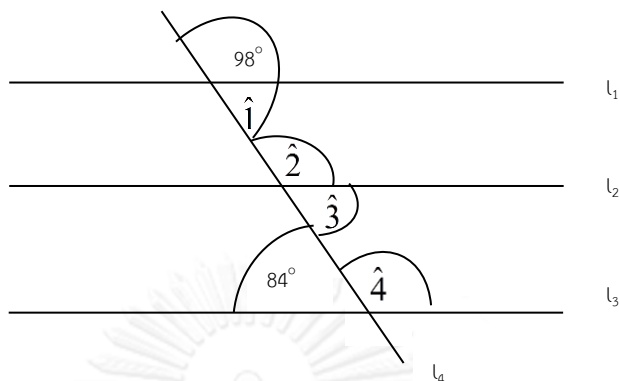
และ

$$\hat{2} + \hat{3} = 180^\circ$$

ดังนั้น

$$\hat{1} = \hat{3} \text{ (สมบัติของการเท่ากัน)}$$

ตัวอย่างที่ 4 กำหนดให้เส้นตรง l_1 ขนานกับเส้นตรง l_2 และมีเส้นตรง l_4 เป็นเส้นตัด จงตรวจสอบว่าเส้นตรง l_2 ขนานกับเส้นตรง l_3 หรือไม่ พร้อมอธิบายแนวคิดประกอบ



คำตอบ เส้นตรง l_2 ไม่ขนานกับเส้นตรง l_3

แนวคิด จากโจทย์ กำหนดมุมเท่ากับ 84° จะได้ $\hat{4} = 96^\circ$

และจากโจทย์ กำหนดมุมเท่ากับ 98° จะได้ $\hat{1} = 82^\circ$


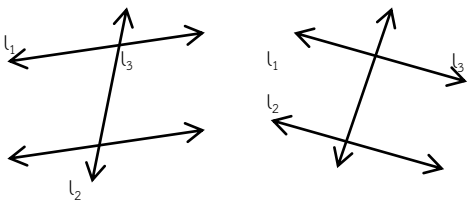
เนื่องจากเส้นตรง l_1 ขนานกับเส้นตรง l_2 จะได้ $\hat{2} = 98^\circ$ (ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180 องศา)

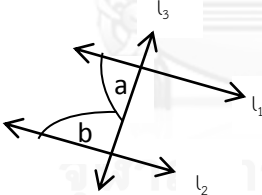
ดังนั้นจะได้ $\hat{3} = 82^\circ$ (มุมตรง)

เนื่องจาก $\hat{3} + \hat{4}$ ไม่เท่ากับ 180 องศา ดังนั้น เส้นตรง l_2 ไม่ขนานกับเส้นตรง l_3

กิจกรรมการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนเรียน</p> <p>1. ครูสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับนักเรียนด้วยการถามเกี่ยวกับบทเรียนที่นักเรียนได้เรียนในคาบที่ผ่านมา ว่าเรียนเรื่องใดบ้าง</p> <p>2. ครูทบทวนความรู้เรื่องมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด โดยใช้การถามตอบประกอบการยกตัวอย่างดังนี้</p>	

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>3. ครูใช้คำถามถามนักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> - มุมใดบ้างเป็นมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด <p>4. ครูสังเกตการตอบคำถามของนักเรียน และสรุปความรู้ที่เรียนในคาบก่อนหน้าอีกครั้ง</p> <p>5. ครูแจ้งเป้าหมายที่จะเรียนในคาบ</p>	
<p>ชั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่ความรู้ใหม่ (I)</p> <p>1. ครูวาดเส้นตรงสองเส้นบนกระดาษ</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>จากนั้นครูถามนักเรียนว่า การที่จะสรุปว่าเส้นตรงสองเส้นขนานกันดูจากอะไร (นักเรียนอาจตอบว่า ถ้าระยะห่างระหว่างเส้นตรงสองเส้นเท่ากันแล้ว เส้นตรงสองเส้นนั้นก็ขนานกัน หรือเส้นตรงไม่ตัดกัน) ครูอธิบายนักเรียนว่า วิธีนี้เป็นการใช้นิยามของเส้นขนานในการตรวจสอบว่าเส้นตรงสองเส้นขนานกัน</p> <p>2. ครูอธิบายนักเรียนว่า ต่อไปนักเรียนจะได้ศึกษาถึงวิธีอื่นที่นอกเหนือจากการใช้นิยามในการสรุปว่าเส้นตรง l_1 ขนานกับเส้นตรง l_2</p> <p>3. ครูอธิบายนักเรียนว่า นักเรียนเคยเรียนเรื่องมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดมาแล้ว ต่อไปเราจะมาศึกษาเงื่อนไขที่ทำให้เส้นตรง l_1 ขนานกับเส้นตรง l_2</p>	<p>2. ขั้นสอน</p> <p>1. ครูถามนักเรียนว่านักเรียนรู้ได้อย่างไรว่าเส้นตรงสองเส้นขนานกัน (นักเรียนอาจตอบว่าดูที่ระยะห่างระหว่างเส้นตรง ถ้าระยะห่างเท่ากันเส้นตรงขนานกัน)</p> <p>2. ครูบอกนักเรียนว่ามีวิธีการอีกวิธีที่สามารถบอกได้ว่าเส้นตรงสองเส้นขนานกันโดยไม่ต้องทราบระยะห่างระหว่างเส้นตรงสองเส้น</p> <p>3. ครูเขียนรูปบนกระดาษ พร้อมทั้งแจกบัตรคำที่มีรูปนี้ให้นักเรียน ครูบอกนักเรียนว่ารูปสองรูปนี้ขนานกัน และให้นักเรียนช่วยกันสำรวจว่ามุมภายในแต่ละคู่ที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดของทั้งสองรูป รวมกันเท่ากับ 180 องศาหรือไม่</p> <div style="text-align: center;">  </div>

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างและสรุปความรู้ใหม่ (M)</p> <p>4. ครูถามคำถามที่เน้นการรู้คิดชุดที่ 1-3 ไปด้วยกัน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันคิดเป็นคู่ โดยครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิด จากนั้นครูให้นักเรียนนำเสนอแนวคิด ครูเขียนแนวคิดของนักเรียนบนกระดาน ตัวอย่างคำถามที่เน้นการรู้คิดชุดที่ 1-3 เป็นดังนี้</p> <p><u>4.1 คำถามที่เน้นการรู้คิดชุดที่ 1 (MQ₁)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนช่วยกันคิดว่าตอนนี้เราต้องการหาข้อสรุปเรื่องใด - สิ่งที่นักเรียนยังไม่เข้าใจในบริบทมีอะไรบ้าง เช่น มุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดเป็นอย่างไร เส้นขนานเป็นอย่างไร เป็นต้น โดยครูวาดรูปประกอบบนกระดาน  <p><u>4.2 คำถามที่เน้นการรู้คิดชุดที่ 2 (MQ₂)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนคิดว่าเราต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้างในการหาข้อสรุปเรื่องนี้ <p><u>4.3 คำถามที่เน้นการรู้คิดชุดที่ 3 (MQ₃)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - จากความรู้ข้างต้นนักเรียนคิดว่ามุม a และ มุม b มีความสัมพันธ์กันอย่างไร 	<p>4. ครูถามนักเรียนว่าจากคำตอบที่ได้ นักเรียนได้ผลสรุปอย่างไรเกี่ยวกับผลบวกของขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดเส้นตรงคู่หนึ่งที่กำหนดให้ กกับการขนานกันของเส้นตรงคู่นี้</p> <p>5. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุป จนได้ข้อสรุปที่ว่า ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัด แล้วขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด รวมกันเท่ากับ 180 องศา</p> <p>6. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดของเส้นตรงสองเส้นที่ขนานกัน คนละ 2 ตัวอย่าง</p> <p>7. ครูยกตัวอย่างที่ 1 จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันหาค่า x</p> <p>8. ครูให้นักเรียนร่วมกันหาค่า x จากตัวอย่างที่ 1 เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน</p> <p>9. ครูสุ่มเรียกให้นักเรียนออกมาแนะนำเสนอตัวอย่างที่นักเรียนสร้างขึ้นหน้ากระดาน</p> <p>10. ครูให้นักเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องจากตัวอย่างที่เพื่อนออกมาแนะนำหน้าชั้นเรียน</p> <p>11. ครูยกตัวอย่างที่ 2 จากนั้นให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบด้วยตนเอง</p> <p>12. ครูเดินดูการแก้ปัญหาของนักเรียนและให้ความช่วยเหลือนักเรียนเมื่อนักเรียนมีข้อ</p>

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>- ครูแจกกระดาษกราฟ และครูให้นักเรียนนำอุปกรณ์วัดมุมซึ่งได้สั่งให้นักเรียนเตรียมมาจากคานก่อนหน้ามาใช้ โดยครูให้นักเรียนสร้างเส้นตรงสองเส้นที่ขนานกัน 3 รูป จากนั้นให้นักเรียนวัดขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด และสังเกตมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด และเขียนแนวคิดในการสรุปเป็นความรู้ โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำและให้ความช่วยเหลือ</p> <p>5. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเป็นความรู้เกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน คือ ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกัน แล้วมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันได้ 180 องศา</p> <p>6. ครูให้นักเรียนตอบคำถามที่เน้นการรู้คิดชุดที่ 4 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ และกระบวนการได้มาของความรู้ ตัวอย่างคำถามที่เน้นการรู้คิดชุดที่ 4 เป็นดังนี้</p> <p>- นักเรียนคิดว่าข้อสรุปที่ได้ถูกต้องหรือไม่</p> <p>- นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุปได้อย่างไร</p> <p>7. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนานว่า ถ้ามุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันไม่เท่ากับ 180 องศา แล้วเส้นตรงสองเส้นไม่ขนานกัน มีความหมายเช่นเดียวกับ ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกัน แล้วมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันได้ 180 องศา</p>	<p>สงสัย</p> <p>13. ครูสุ่มเรียกนักเรียนให้ออกมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน และให้นักเรียนที่ไม่ได้ออกมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียนสังเกตและตรวจสอบความถูกต้อง</p> <p>14. ครูแจกใบงานที่มีตัวอย่างที่ 3 และ 4 จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนฝึกนำความรู้ไปใช้ผ่านคำถามในใบงาน</p> <p>15. ครูเฉลยใบงานและสุ่มเรียกนักเรียนให้ตอบคำถาม</p>

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>8. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจสมบัติของเส้นขนานมากขึ้น ครูยกตัวอย่างที่ 2 และ 3 บนกระดาน โดยยกทีละตัวอย่างและใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยครูให้นักเรียนช่วยกันหาค่า x ของแต่ละตัวอย่าง จากนั้นครูให้นักเรียนซักถามเกี่ยวกับข้อสงสัยหรือ</p> <p>9. ครูให้นักเรียนบันทึกการเรียนรู้และให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสาระสำคัญของสมบัติของเส้นขนานลงในบันทึกการเรียนรู้ส่วนที่ 1</p> <p>ขั้นที่ 3 ขั้นช่วยให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ (P,R,O)</p> <p>10. ครูชี้แจงการทำใบกิจกรรม และให้นักเรียนซักถามในสิ่งที่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับใบกิจกรรม</p> <p>11. ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันคิด โดยการตอบคำถามที่เน้นการรู้คิดทั้ง 4 ประเภทในใบงาน</p> <p>12. ในระหว่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบงาน ครูเดินดู คอยสังเกตและบันทึกการสังเกตในประเด็นที่สำคัญ รวมทั้งให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือนักเรียน</p> <p>13. เมื่อครบเวลาที่กำหนด ครูให้นักเรียนทบทวนข้อผิดพลาด อุปสรรคต่างๆ รวมถึงให้ร่วมกันปรับแก้ข้อผิดพลาดและระบุอุปสรรคที่พบ โดยมีครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือแนะนำ ในกรณีที่นักเรียนส่วนใหญ่มีข้อผิดพลาดและอุปสรรค ครูอธิบายเพิ่มเติมบนกระดาน</p> <p>ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ที่เรียน (V,E)</p>	

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>14. ครูให้นักเรียนประเมินตนเองว่านักเรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่เรียนมากน้อยเพียงใด ด้วยการให้นักเรียนตอบคำถามในบันทึกการเรียนรู้ส่วนที่ 2 และ 3 ซึ่งนักเรียนจะได้สะท้อนความรู้ที่ได้เรียนว่ามีความเข้าใจหรือไม่ และนักเรียนยังได้แสดงความรู้สึกในสิ่งที่เรียนว่ามีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด</p> <p>15. ครูให้นักเรียนบอกประเด็นที่ยังไม่เข้าใจที่เขียนในบันทึกการเรียนรู้ จากนั้นครูเขียนประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจบนกระดาน</p> <p>16. ครูให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน และนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสังเกตการทำใบงานและใบกิจกรรมปรับแก้ข้อผิดพลาดและสิ่งที่นักเรียนไม่เข้าใจในประเด็นต่างๆ ด้วยการอธิบายเพิ่มเติมให้กับนักเรียนกลุ่มที่ไม่เข้าใจ ซึ่งนักเรียนกลุ่มที่เข้าใจก็จะได้ตรวจสอบความเข้าใจของตนเองอีกครั้งว่าสิ่งที่ตนเองเข้าใจถูกต้องหรือไม่</p>	
<p>ขั้นสรุป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนช่วยกันสรุปและสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ที่เรียนในคาบ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในเรื่องต่อไป 2. ครูสรุปประเด็นเพิ่มเติมที่นักเรียนยังบกพร่องในการแก้ปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจที่ตรงกันให้กับนักเรียน 3. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม 	

สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. หนังสือแบบฝึกหัดเพิ่มเติม รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากสำนักพิมพ์อื่นๆ
3. ใบกิจกรรม
4. ใบงาน
5. บันทึกการเรียนรู้ (สำหรับกลุ่มทดลอง)

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากการทำกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน การตอบคำถามของนักเรียน
2. สังเกตจากการมีส่วนร่วมในกิจกรรมของนักเรียน
3. สังเกตจากความถูกต้องของใบงานและใบกิจกรรม
4. สังเกตจากการตอบคำถามในบันทึกการเรียนรู้

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

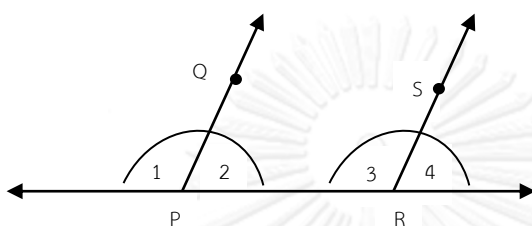
.....

(นางสาวศุภลักษณ์ คุรุทคง)

ผู้สอน

ใบงาน เรื่อง สมบัติของเส้นขนาน (สำหรับกลุ่มทดลอง)

1. จากรูป กำหนดให้ $\overrightarrow{PQ} \parallel \overrightarrow{RS}$ จงพิจารณาว่า $\hat{1}$ เท่ากับ $\hat{3}$ หรือไม่พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบ



จงแก้ปัญหาลงข้างต้นโดยตอบคำถามต่อไปนี้

- 1.1 โจทย์ข้อนี้ต้องการให้หาสิ่งใด โดยให้นักเรียนขีดเส้นใต้ และสัญลักษณ์ $\overrightarrow{PQ} \parallel \overrightarrow{RS}$ หมายความว่าอย่างไร และเกี่ยวข้องกับ $\overrightarrow{PQ} \parallel \overrightarrow{RS}$ อย่างไร (MQ₁)

.....

.....

.....

- 1.2 จากสมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว สมบัติข้อใดบ้างสามารถนำมาใช้กับการหาคำตอบข้อนี้ จงระบุพร้อมอธิบายแนวทางประกอบ (MQ₂)

.....

.....

.....

1.3 จงดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้สมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานที่ระบุในข้อ 1.2 พร้อมทั้งสรุปคำตอบที่ได้

.....

.....

.....

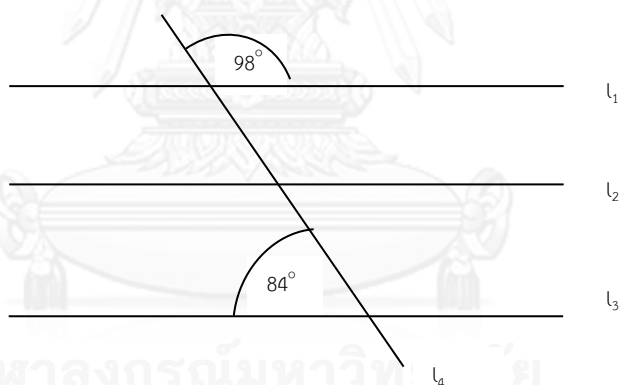
1.4 คำตอบที่ได้ถูกต้องและสมเหตุสมผลหรือไม่ จงอธิบาย

.....

.....

.....

2. กำหนดให้เส้นตรง l_1 ขนานกับเส้นตรง l_2 และมีเส้นตรง l_4 เป็นเส้นตัด จงตรวจสอบว่า เส้นตรง l_2 ขนานกับเส้นตรง l_3 หรือไม่ พร้อมอธิบายแนวคิดประกอบ



จงแก้ปัญหาข้างต้นโดยตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 โจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด โดยให้ขีดเส้นใต้ (MQ_1)

1.2 เงื่อนไขใดบ้างที่สามารถทำให้สามารถสรุปได้ว่า l_1 ขนานกับ l_2 และ l_2 ไม่ขนานกับ l_3 (MQ_1)

.....

.....

.....

1.3 จากสมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว สมบัติข้อใดบ้างสามารถนำมาใช้กับการหาคำตอบข้อนี้ จงระบุพร้อมอธิบายแนวทางประกอบ (MQ₂)

.....

.....

.....

1.4 จงดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้สมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานที่ระบุในข้อ 1.2 พร้อมทั้งสรุปคำตอบที่ได้

.....

.....

.....

1.5 คำตอบที่ได้ถูกต้องและสมเหตุสมผลหรือไม่ จงอธิบาย

.....

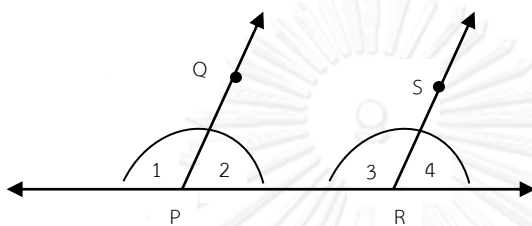
.....

.....

ใบงาน เรื่อง สมบัติของเส้นขนาน (สำหรับกลุ่มควบคุม)

คำสั่ง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำต่อไปนี้

1. จากรูป กำหนดให้ $\overrightarrow{PQ} \parallel \overrightarrow{RS}$ จงพิจารณาว่า $\hat{1}$ เท่ากับ $\hat{3}$ หรือไม่พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ คำถาม



วิธีการหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

วิธีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

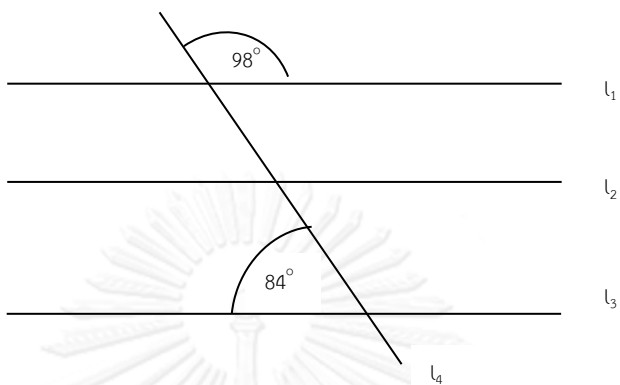
.....

.....

.....

.....

2. กำหนดให้เส้นตรง l_1 ขนานกับเส้นตรง l_2 และมีเส้นตรง l_4 เป็นเส้นตัด จงตรวจสอบว่า เส้นตรง l_2 ขนานกับเส้นตรง l_3 หรือไม่ พร้อมอธิบายแนวคิดประกอบ



วิธีการหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วิธีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

.....

.....

.....

.....

บันทึกการเรียนรู้

เรื่อง สมบัติของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด

ชื่อ.....ชั้น ม. 2/..... เลขที่.....

ส่วนที่ 1 การสรุปสาระสำคัญของบทเรียน

คำชี้แจง จงเขียนสรุปสมบัติของเส้นขนานเกี่ยวกับสมบัติของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดด้วยภาษาของตนเอง รวมถึงยกตัวอย่างประกอบสมบัติ (อาจใช้การวาดรูป)

สาระสำคัญ

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างประกอบ

.....

.....

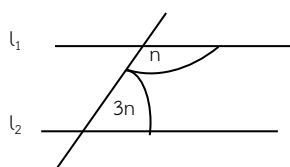
.....

.....

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับบทเรียน

คำชี้แจง จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จากรูป จงพิจารณาว่าเงื่อนไขใดที่ทำให้ เส้นตรง l_1 ขนานและไม่ขนานกับเส้นตรง l_2

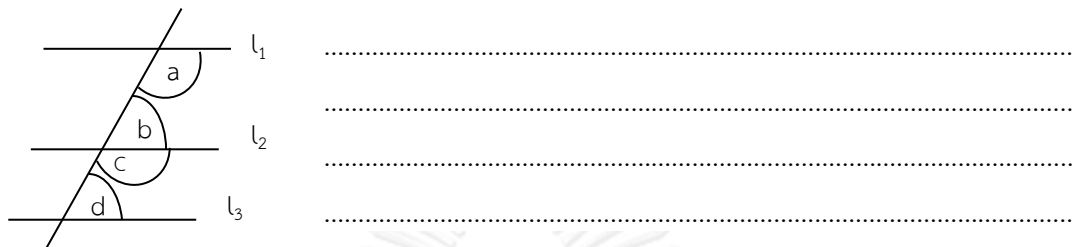


.....

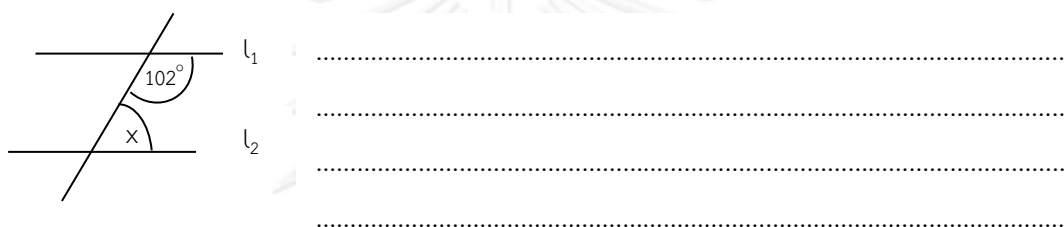
.....

.....

2. กำหนดเส้นตรง l_1 ขนานกับเส้นตรง l_2 และเส้นตรง l_2 ขนานกับเส้นตรง l_3 ดังรูป สามารถสรุปได้หรือไม่ว่า เส้นตรง l_1 ขนานกับเส้นตรง l_3



3. กำหนด $l_1 // l_2$ จงหาค่า x



ส่วนที่ 3 การสะท้อนเกี่ยวกับผลการเรียนรู้และการทำกิจกรรมของตนเอง

คำชี้แจง จากการทำให้นักเรียนทำใบงาน จงทำเครื่องหมาย ลงใน และอธิบายเพิ่มเติม

1. นักเรียนเข้าใจเรื่องสมบัติของเส้นขนานเกี่ยวกับมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดระดับใด

- เข้าใจอย่างชัดเจนแล้ว เข้าใจเกือบชัดเจน
- เข้าใจ ไม่เข้าใจเลย

กรณีที่ยังไม่เข้าใจอย่างชัดเจน ได้ระบุสิ่งที่อยากให้ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

.....

.....

.....

2. นักเรียนเข้าใจเรื่องการใช้สมบัติของเส้นขนานเกี่ยวกับมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดระดับใด

- เข้าใจอย่างชัดเจนแล้ว เข้าใจเกือบชัดเจน
 เข้าใจ ไม่เข้าใจเลย

กรณีที่ยังไม่เข้าใจอย่างชัดเจน ได้ระบุสิ่งที่อยากให้ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

.....

.....

.....

3. ในการเรียนคาบนี้สิ่งที่นักเรียนชอบและไม่ชอบมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....



ภาคผนวก ช
ตัวอย่างผลงานนักเรียน

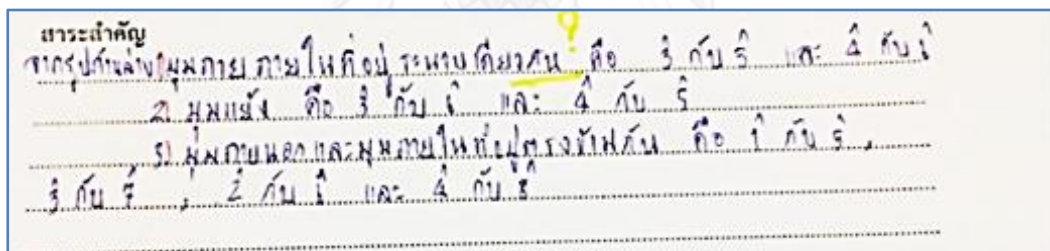
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่างผลงานของนักเรียน

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวอย่างผลงานนักเรียนเกี่ยวกับพัฒนาการความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง เป็นดังนี้

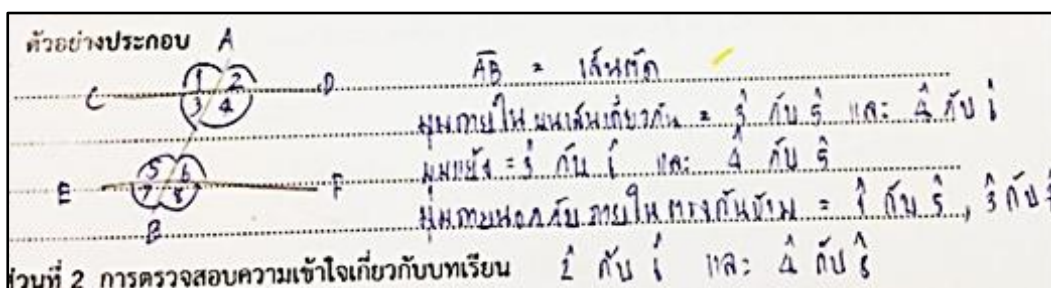
ตัวอย่างผลงานของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์

1. ตัวอย่างผลงานของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์



ภาพที่ 1 ตัวอย่างการสรุปสาระสำคัญของนักเรียน

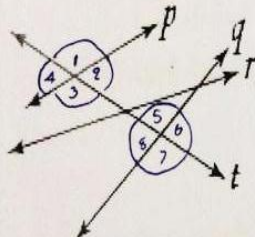
จากภาพที่ 1 พบว่า นักเรียนสามารถสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาที่เรียนได้ แต่ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอยู่บ้าง เห็นได้จากการที่นักเรียนเรียกชื่อมุมไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนเรียกชื่อมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด เป็นมุมภายในที่อยู่ระนาบเดียวกัน



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการยกตัวอย่างประกอบสาระสำคัญของนักเรียน

จากภาพที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในสาระสำคัญที่สรุป ทำให้นักเรียนยกตัวอย่างประกอบสาระสำคัญที่สรุปไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนเรียกชื่อมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัดว่า มุมภายนอกกับมุมภายในตรงกันข้าม

1. จากรูป ให้นักเรียนกำหนดชื่อมุม และเขียนแสดงว่ามุมใดคือมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด มุมแย้ง และมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด



..... มุมภายใน ที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดคือ $\hat{2}$ กับ $\hat{5}$ และ $\hat{3}$ กับ $\hat{6}$
 มุมแย้ง คือ $\hat{1}$ กับ $\hat{3}$ กับ $\hat{5}$ กับ $\hat{7}$ และ $\hat{2}$ กับ $\hat{4}$ กับ $\hat{6}$ กับ $\hat{8}$
 มุมภายนอกที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด คือ $\hat{1}$ กับ $\hat{8}$ และ $\hat{4}$ กับ $\hat{7}$
 มุมภายใน " " คือ $\hat{2}$ กับ $\hat{5}$ และ $\hat{3}$ กับ $\hat{6}$

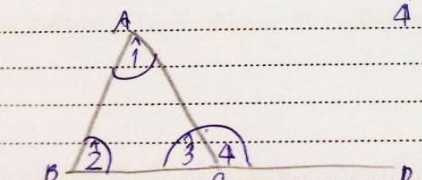
ภาพที่ 3 ตัวอย่างการตอบคำถามในบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

จากภาพที่ 3 พบว่าเมื่อนักเรียนตอบคำถามในบันทึกการเรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความรู้ นักเรียนเรียกชื่อมุมไม่ถูกต้อง

สาระสำคัญ

..... ขนาดของมุมภายในสามเหลี่ยมรวมกันเท่ากับ 180°
 กฎของมุมภายในที่ด้านหนึ่งของรูป A ออกไปมุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของมัน

ตัวอย่างประกอบ

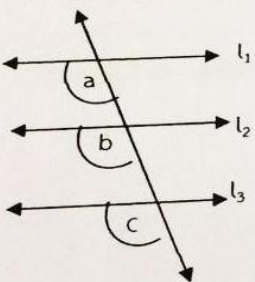


$\hat{4} = \hat{1} + \hat{2}$ $\hat{1} + \hat{2} + \hat{3} = 180^\circ$

ภาพที่ 4 ตัวอย่างการสรุปสาระสำคัญและการยกตัวอย่างของนักเรียน

จากภาพที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนชัดเจน นักเรียนสามารถสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาที่เรียนได้ถูกต้อง และสามารถยกตัวอย่างประกอบสาระสำคัญที่สรุปได้ถูกต้อง

1. พิจารณาเส้นตรง l_1 , เส้นตรง l_2 , เส้นตรง l_3 และ a , b , c เส้นตรงทั้งสามเส้นนี้จะขนานกันเมื่อใด และไม่ขนานกันเมื่อใด พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ



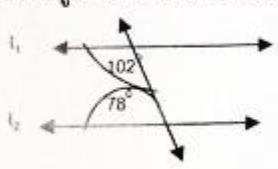
เส้นตรงทั้งนี้ จะขนานกันเมื่อ $a = b = c$
 เส้นตรงทั้งนี้ ไม่ขนานกันเมื่อ $a \neq b \neq c$
 พิจารณาจาก มุมภายในทศ มุมภายนอกที่อยู่ตรงข้ามกัน
 เดียวกันของเส้นตัดคู่ขนานได้แก่

ภาพที่ 5 ตัวอย่างการตอบคำถามในบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

จากภาพที่ 5 พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามในบันทึกการเรียนรู้ได้ถูกต้อง ชัดเจน แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่ถูกต้อง นักเรียนสามารถอธิบายที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

2. ตัวอย่างผลงานของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการคำนวณโดยใช้สูตร และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

1. จากรูป จงพิจารณาว่า เส้นตรง l_1 ขนานกับเส้นตรง l_2 หรือไม่



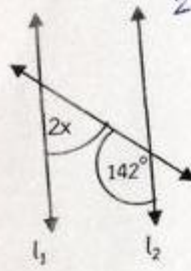
$l_1 \parallel l_2$ เพราะ $102^\circ + 78^\circ = 180^\circ$

ภาพที่ 6 ตัวอย่างการแสดงผลการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากภาพที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการพิจารณาว่าเส้นตรงสองเส้นขนานกันได้ แต่นักเรียนยังระบุขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ชัดเจน

2. กำหนด $l_1 \parallel l_2$ จงหาค่า x

$2x + 142 = 180$
 $x = 19^\circ$

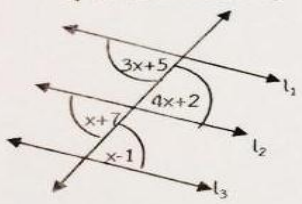


.....

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการแสดงผลการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

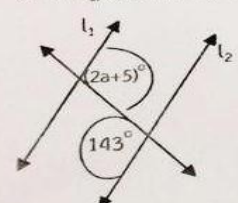
จากภาพที่ 7 พบว่า นักเรียนสามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการพิจารณาว่าเส้นตรงสองเส้นขนานกันได้ แต่นักเรียนยังระบุขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ชัดเจน

1. กำหนดเส้นตรง l_1 , เส้นตรง l_2 และเส้นตรง l_3 จงพิจารณาว่าเงื่อนไขใดบ้างที่ทำให้สามารถสรุปได้ว่าเส้นตรง l_1 ขนานกับเส้นตรง l_2 , เส้นตรง l_1 ขนานกับเส้นตรง l_3 และเส้นตรง l_2 ขนานกับเส้นตรง l_3



$l_1 \parallel l_2$ ก็ต่อเมื่อ $3x+5 = 4x+2$
 $l_1 \parallel l_3$ ก็ต่อเมื่อ $3x+5 = x-1$
 $l_2 \parallel l_3$ ก็ต่อเมื่อ $x+7 = x-1$

2. จากรูปจงหาค่า x ที่ทำให้เส้นตรง l_1 และเส้นตรง l_2 ขนานกัน

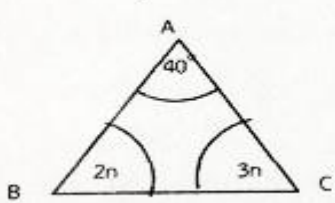


$2a + 5 = 143$
 $2a = 143 - 5$
 $2a = 138$
 $a = \frac{138}{2}$
 $a = 69$

ภาพที่ 8 ตัวอย่างการแสดงผลการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากภาพที่ 8 พบว่า นักเรียนสามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน และถูกต้องมากขึ้น นักเรียนระบุแนวทางในการดำเนินการได้ชัดเจน

1. จากรูป จงหาค่า n

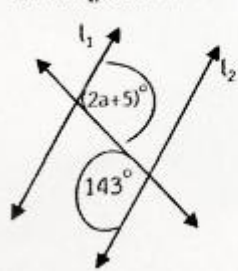


$40 + 2n + 3n = 180$
 $5n = 180 - 40$
 $5n = 140$
 $n = \frac{140}{5}$
 $n = 28$ Am

ภาพที่ 9 ตัวอย่างการแสดงผลการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากภาพที่ 9 พบว่า นักเรียนสามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน และถูกต้องมากขึ้น นักเรียนระบุแนวทางในการดำเนินการได้ชัดเจน

2. จากรูป จงหาค่า x ที่ทำให้เส้นตรง l_1 และเส้นตรง l_2 ขนานกัน



$2a + 5 = 143$ เนื่องจากมุมพหุ
 $2a = 143 - 5$
 $2a = 138$
 $a = 69$

ภาพที่ 10 ตัวอย่างการแสดงผลการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

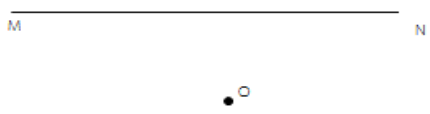
จากภาพที่ 10 พบว่า นักเรียนสามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน และถูกต้องมากขึ้น นักเรียนระบุแนวทางในการดำเนินการได้ชัดเจน อีกทั้งนักเรียนยังมีการระบุสมบัติที่ใช้ในการดำเนินการอีกด้วย

ตัวอย่างผลงานของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

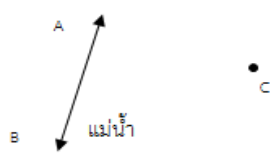
1. ตัวอย่างผลงานด้านที่ 1 ความสามารถของนักเรียนในการระบุดังความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. กำหนดปัญหา A และ ปัญหา B ดังนี้

ปัญหา A กำหนดจุด O และส่วนของเส้นตรง MN ดังรูป จงสร้างส่วนของเส้นตรงให้ผ่านจุด O และขนานกับส่วนของเส้นตรง MN



ปัญหา B กำหนดเส้นตรง AB เป็นแนวแม่น้ำ จงสร้างถนนให้อยู่ในแนวเส้นตรงที่ผ่านจุด C และขนานกับแม่น้ำ



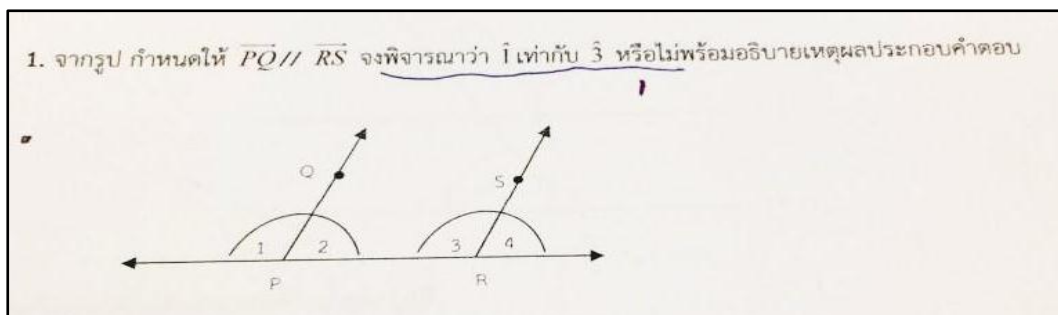
ภาพที่ 11 ข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

1.1 หากจะแก้ปัญหา A นักเรียนต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง โดยระบุมาในรูปทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม หรือสมบัติทางคณิตศาสตร์

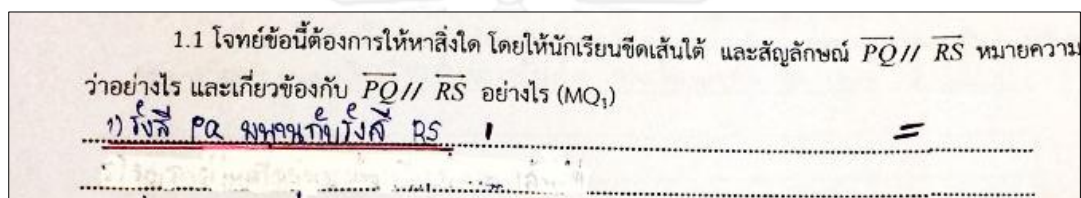
ใช้ความรู้เรื่อง เส้นขนาน

ภาพที่ 12 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในการตอบคำถามด้านที่ 1

จากภาพที่ 12 พบว่า นักเรียนสามารถระบุดังความรู้ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาได้ แต่ระบุได้อย่างกว้างๆ ทำให้นักเรียนระบุแนวทางการแก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจน

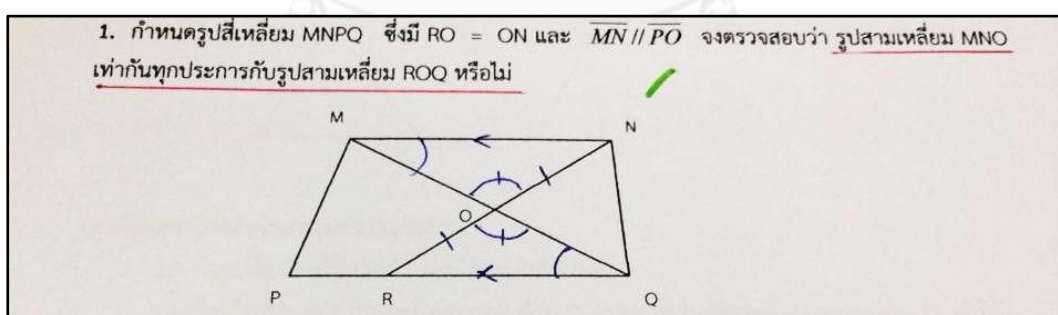


ภาพที่ 13 ตัวอย่างข้อคำถามในใบงานของนักเรียน



ภาพที่ 14 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในการตอบคำถามด้านที่ 1

จากภาพที่ 14 เป็นตัวอย่างผลงานนักเรียนในการตอบคำถามด้านที่ 1 ในระยะระหว่างทดลองช่วงแรกพบว่านักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ถาม และอธิบายในความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่ยังไม่ครบถ้วน



ภาพที่ 15 ตัวอย่างข้อคำถามในใบงานของนักเรียน

1.1 โจทย์ข้อนี้ต้องการให้หาสิ่งใด โดยให้นักเรียนขีดเส้นใต้ และสัญลักษณ์ $\overline{MN} \parallel \overline{PO}$ หมายความว่าอย่างไร และเกี่ยวข้องกับ $\overline{MN} \parallel \overline{PO}$ อย่างไร (MQ₁)

หมายเหตุจากโจทย์ สันของเส้นตรง mn ขนานกับ สันของเส้นตรง po
 เกี่ยวข้องกับ 180° สันของเส้นตรง mn เป็นส้นหนึ่งของเส้นตรง

ภาพที่ 16 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในการตอบคำถามจากใบงาน

จากภาพที่ 16 พบว่า นักเรียนสามารถระบุความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ชัดเจนขึ้น กล่าวคือ นักเรียนสามารถระบุความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา สามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด และสามารถบอกได้ว่าสัญลักษณ์ในโจทย์มีความหมายว่าอย่างไร

ปัญหา A จากรูป กำหนดเส้นตรง l_1 และเส้นตรง l_2 ขนานกัน จงหาค่า x และ y

ปัญหา B จากรูป แสดงแผนผังของท่าเทียบเรือ A ท่าเทียบเรือ B และท่าเทียบเรือ C ต้องการสร้างสะพานเชื่อมท่าเทียบเรือทั้งสามท่า โดยมีเส้นตรง l_1 และ เส้นตรง l_2 เป็นริมฝั่งแม่น้ำ อยากทราบว่า x และ y มีค่าเท่าไร

ภาพที่ 17 ตัวอย่างข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

1.1 หากจะแก้ปัญหา A นักเรียนต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง โดยระบุมาในรูปทฤษฎีบท ทฎ สูตร นิยาม หรือสมบัติทางคณิตศาสตร์

- 1) สมบัติในทศนิยมจึงเกี่ยวข้องกับเส้นตรง
- 2) สมบัติตั้ง
- 3) สมบัติในของรูปสามเหลี่ยม
- 4) สมบัติตรง

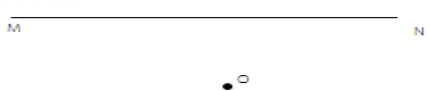
ภาพที่ 18 ตัวอย่างการตอบข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 18 พบว่า นักเรียนสามารถระบุความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน

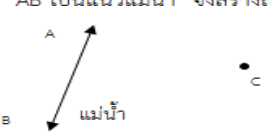
2. ตัวอย่างผลงานด้านที่ 2 ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. กำหนดปัญหา A และ ปัญหา B ดังนี้

ปัญหา A กำหนดจุด O และส่วนของเส้นตรง MN ดังรูป จงสร้างส่วนของเส้นตรงให้ผ่านจุด O และขนานกับส่วนของเส้นตรง MN



ปัญหา B กำหนดเส้นตรง AB เป็นแนวแม่น้ำ จงสร้างถนนให้อยู่ในแนวเส้นตรงที่ผ่านจุด C และขนานกับแม่น้ำ



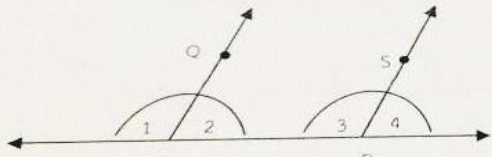
ภาพที่ 19 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
หลังเรียน

1.2 จงอธิบายแนวทาง/วิธีการ/ขั้นตอน ในการแก้ปัญหา A โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่พบในข้อ 1.1

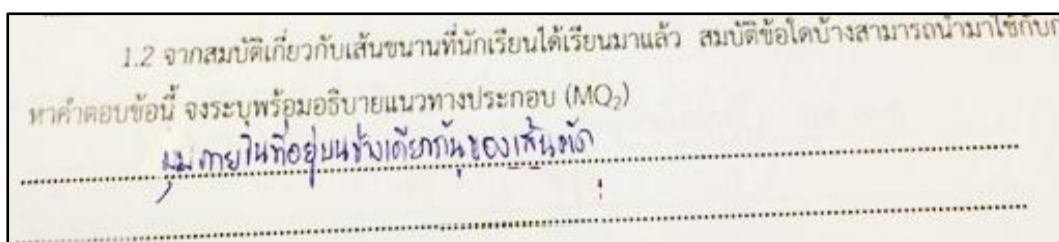
สร้างเส้นขนาน

ภาพที่ 20 ตัวอย่างการตอบข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
จากภาพที่ 20 พบว่านักเรียนไม่สามารถอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา
ได้ นักเรียนระบุเฉพาะหัวข้อเรื่อง แต่ไม่ได้ระบุแนวทางการแก้ปัญหา

1. จากรูป กำหนดให้ $\overline{PQ} \parallel \overline{RS}$ จงพิจารณาว่า $\angle 1$ เท่ากับ $\angle 3$ หรือไม่พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบ

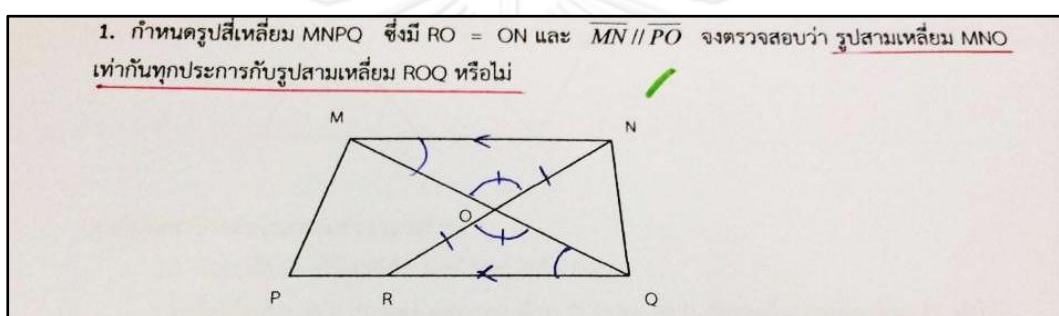


ภาพที่ 21 ตัวอย่างข้อคำถามในใบงาน

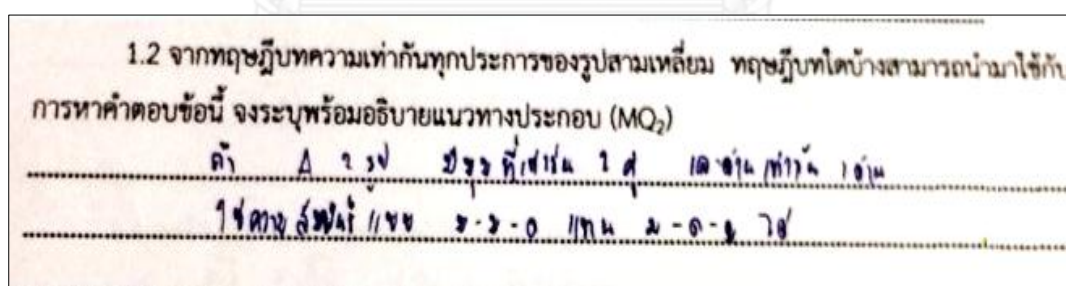


ภาพที่ 22 ตัวอย่างการตอบข้อคำถามในใบงาน

จากภาพ ที่ 22 พบว่า นักเรียนสามารถระบุความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่นักเรียนยังไม่
ระบุแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหา



ภาพที่ 23 ตัวอย่างข้อคำถามในใบงานของนักเรียน



ภาพที่ 24 ตัวอย่างการตอบข้อคำถามในใบงานของนักเรียน

จากภาพที่ 24 พบว่า นักเรียนระบุแนวทางในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ นักเรียน
สามารถอธิบายได้ว่า ต้องใช้ความรู้ใด และมีแนวทางใช้ความรู้อย่างไร

ปัญหา A จากรูป กำหนดเส้นตรง l_1 และเส้นตรง l_2 ขนานกัน จงหาค่า x และ y

ปัญหา B จากรูป แสดงแผนผังของท่าเทียบเรือ A ท่าเทียบเรือ B และท่าเทียบเรือ C ต้องการสร้างสะพานเชื่อมท่าเทียบเรือทั้งสามท่า โดยมีเส้นตรง l_1 และ เส้นตรง l_2 เป็นริมฝั่งแม่น้ำ อยากทราบว่า x และ y มีค่าเท่าไร

ภาพที่ 25 ตัวอย่างข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
หลังเรียน

1.2 จงอธิบายแนวทาง/วิธีการ/ขั้นตอน ในการแก้ปัญหา A โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ระบุในข้อ 1.1

- 1) หามุมแย้งที่เกิดบนเส้น l_2 โดยให้สมบัติเรื่องมุมแย้ง คือ เส้น $l_1 \parallel l_2$ ทำให้มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน
- 2) หามุมที่เหลื่อมอยู่ใน Δ โดยใช้สมบัติมุมภายใน จากมุมที่บนได้จากข้อ 1 จะมีขนาดเท่ากัน
- 3) หา y โดยใช้สมบัติมุมภายในรูปสามเหลี่ยมที่ l_2 ที่เมื่อมีกรอเส้นตั้งฉากกับ l_1 และ l_2 แล้วมุมที่เหลื่อมกันจะมีขนาดเท่ากัน
- 4) หา x โดยใช้สมบัติมุมภายในรูปสามเหลี่ยม แล้วนำค่าของ y

ภาพที่ 26 ตัวอย่างการตอบข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
หลังเรียน

จากภาพที่ 26 พบว่า นักเรียนสามารถระบุความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ระบุมาอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาได้เป็นลำดับ และชัดเจน

3. ตัวอย่างผลงานด้านที่ 3 ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จาก
ปัญหาเดิมไปสู่ปัญหาใหม่ทางคณิตศาสตร์

<p>ปัญหา A รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปหนึ่งมีความกว้างเท่ากับ 20 เซนติเมตร และมีความยาวยาวเป็นสามเท่าของความกว้างบวกด้วยหนึ่ง อยากทราบว่ารูปสี่เหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่เท่ากับเท่าไร</p>
<p>ปัญหา B รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งมีความยาวเส้นรอบรูปเท่ากับ 140 เซนติเมตร และมีด้านยาวยาวกว่าด้านกว้าง 10 เซนติเมตร ด้านกว้างและด้านยาวของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากมีขนาดกี่เซนติเมตร</p>

ภาพที่ 27 ตัวอย่างข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

4.1 หากจะแก้ปัญหา A นักเรียนต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง โดยระบุในรูปแบบทฤษฎีบท
กฎ สูตร นิยาม หรือสมบัติทางคณิตศาสตร์

ทศม คือ สมการ / เส้น พื้นที่ สี่เหลี่ยม

4.2 จงอธิบายแนวทาง/วิธีการ/ขั้นตอน ในการแก้ปัญหา A โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ 4.1

ตอบ 1. หาความยาว
2. หาความยาว
3. หาพื้นที่

ภาพที่ 28 ตัวอย่างแนวการตอบข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง
คณิตศาสตร์

4.3 จงพิจารณาว่า ความรู้คณิตศาสตร์และแนวทางวิธีการ/ขั้นตอน ในการแก้ปัญหาจากข้อ 4.1 และ 4.2 สามารถใช้แก้ปัญหา B ได้หรือไม่ โดยตอบคำถามต่อไปนี้

1) ความรู้คณิตศาสตร์ใดบ้างที่ระบุในข้อ 4.1 ที่ใช้ได้กับการแก้ปัญหา B จงระบุ

ตอบ เรื่อง จำนวนเต็มลบ / เรื่อง สมการ

2) มีความรู้คณิตศาสตร์อื่นที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา B ขึ้นเหนือข้อจากข้อ 4.1 หรือไม่ ถ้ามีโปรดระบุ

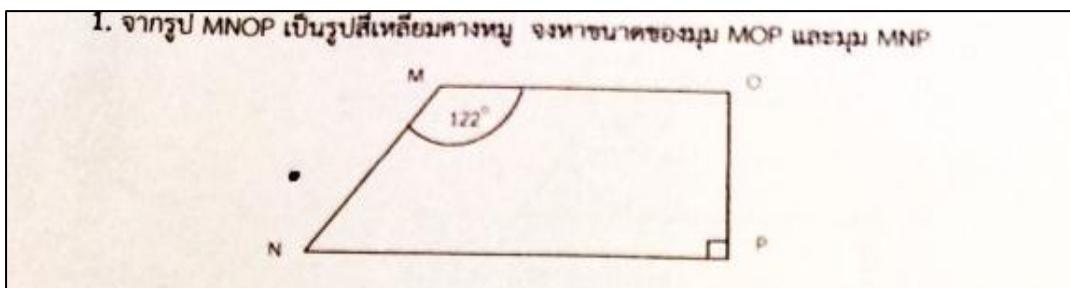
ตอบ ไม่มี

3) แนวทางการแก้ปัญหา B เหมือนหรือต่างกับแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 4.2 หรือไม่ อย่างไร

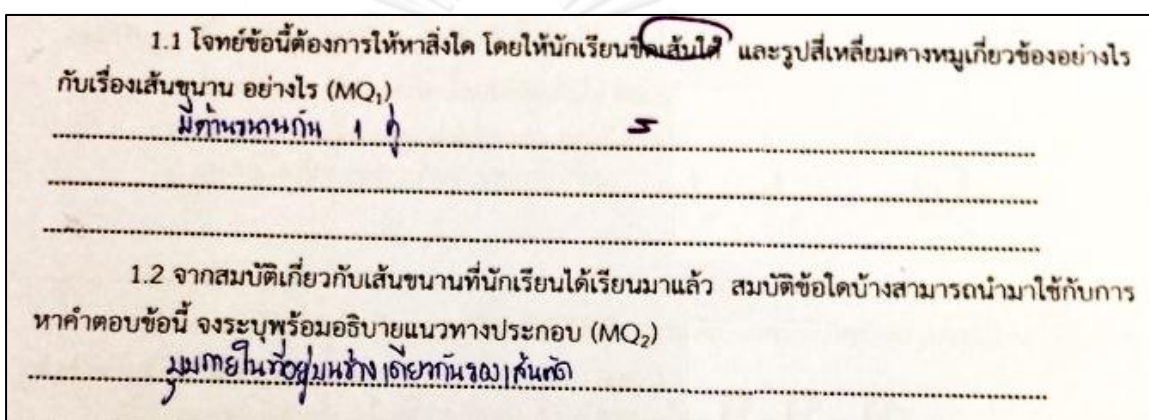
ตอบ ต่างจาก ข้อ 4.2 เพราะไม่ซับซ้อนเท่าข้อ 4.1

ภาพที่ 29 ตัวอย่างแนวการตอบข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

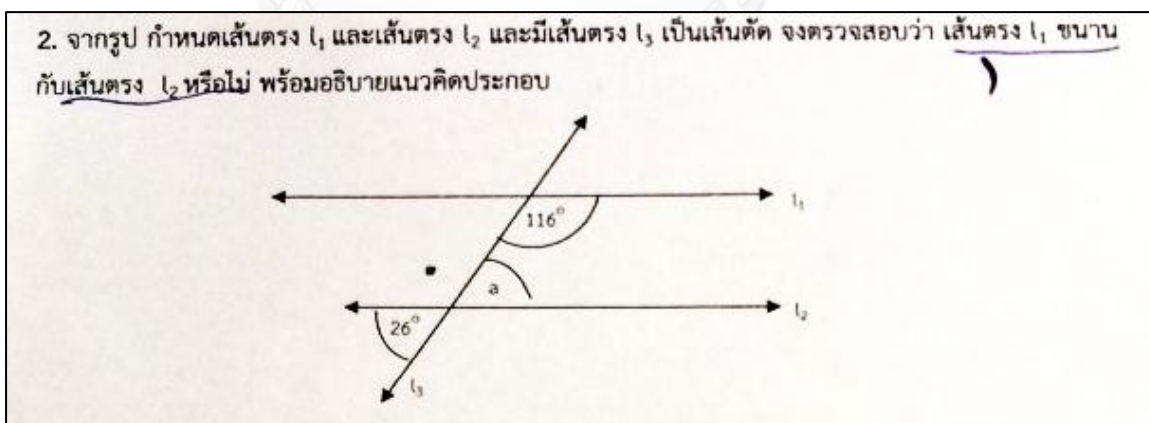
จากภาพที่ 28 – 29 พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้จากปัญหา A ไปใช้ในการแก้ปัญหา B ได้ แต่มีความรู้ส่วนที่ไม่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาเกินมา



ภาพที่ 30 ตัวอย่างข้อคำถามในใบงาน



ภาพที่ 31 ตัวอย่างแนวการตอบข้อคำถามในใบงาน



ภาพที่ 32 ตัวอย่างข้อคำถามในใบงาน

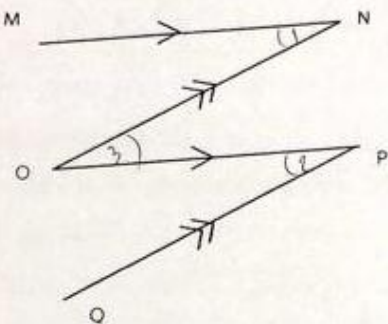
1.2 เขียนข้อใดบ้างที่สามารถทำให้สามารถสรุปได้ว่า l_1 ขนานกับ l_2 (MQ₁)
มุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด

1.3 จากสมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว สมบัติข้อใดบ้างสามารถนำมาใช้กับการ
 หาคำตอบข้อนี้ จงระบุพร้อมอธิบายแนวทางประกอบ (MQ₂)
มุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดตรงมุมกันได้ 180

ภาพที่ 33 ตัวอย่างแนวการตอบข้อคำถามในใบงาน

จากภาพที่ 31 – 33 พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้จากปัญหาข้อที่ 1 มาใช้ในการ
 แก้ปัญหาในความรู้ข้อที่ 2 ได้บางส่วน

1. กำหนดให้ \overline{MN} กับ \overline{OP} ขนานกัน และ \overline{NO} กับ \overline{PQ} ขนานกัน จงตรวจสอบว่า มุม MNO มีขนาด
เท่ากับมุม OPQ หรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบคำถาม



ภาพที่ 34 ตัวอย่างข้อคำถามในใบงาน

1.1 โจทย์ข้อนี้ต้องการให้หาสิ่งใด โดยให้นักเรียนขีดเส้นใต้ และสัญลักษณ์ $\overline{MN} \parallel \overline{OP}$ หมายความว่าอย่างไร และเกี่ยวข้องกับ $\overline{MN} \parallel \overline{OP}$ อย่างไร (MQ₁)

..... ส่วนของเส้นตรงที่เป็นส่วนหนึ่งของเส้นใต

.....

.....

1.2 จากสมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว สมบัติข้อใดบ้างสามารถนำมาใช้กับการหาคำตอบข้อนี้ จงระบุพร้อมอธิบายแนวทางประกอบ (MQ₂)

..... สมบัติที่ของมุมแย้งกับเส้นขนาน

..... เส้นเส้นตรงจะขนานกันเมื่อมีมุมแย้งที่มีขนาดเท่ากัน

ภาพที่ 35 ตัวอย่างแนวการตอบข้อคำถามในใบงาน

2. กำหนดให้ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ มุม CAB มีขนาดเท่ากับ 56 องศา และมุม ABC มีขนาดเท่ากับ 42 องศา ดังรูป จงหาขนาดของมุม ECD

ภาพที่ 36 ตัวอย่างข้อคำถามในใบงาน

1.1 โจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด และโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้ โดยให้ขีดเส้นใต้ (MQ₁)

1.2 $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ เกี่ยวข้องกับ $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ (MQ₁)

..... เกี่ยวข้องกับ ส่วนของเส้นตรงที่

..... ส่วนหนึ่งของเส้นตรง

.....

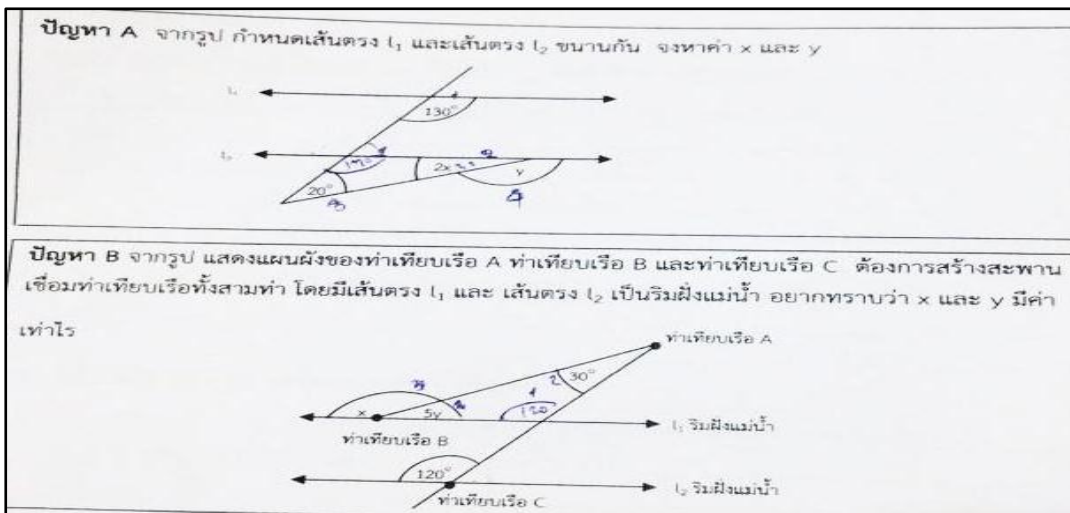
1.3 จากสมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว สมบัติข้อใดบ้างสามารถนำมาใช้กับการหาคำตอบข้อนี้ จงระบุพร้อมอธิบายแนวทางประกอบ (MQ₂)

..... ห้ามใช้สมบัติของมุมแย้ง

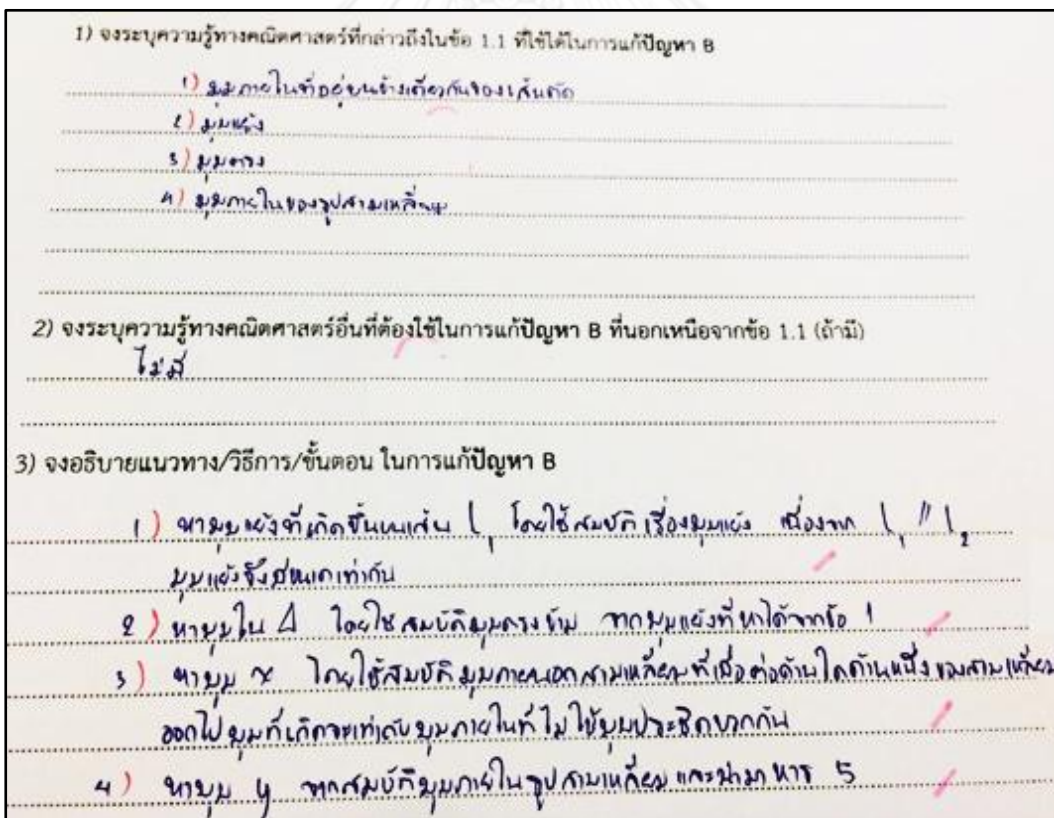
..... พงม. 2 ใช้สมบัติเส้นขนานที่มุมแย้ง

ภาพที่ 37 ตัวอย่างแนวการตอบข้อคำถามในใบงาน

จากภาพที่ 34 – 37 พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้จากปัญหาข้อที่ 1 มาใช้ในการแก้ปัญหในปัญหาข้อที่ 2 ได้ และมีการอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับรายละเอียดของความรู้ที่ใช้



ภาพที่ 38 ตัวอย่างข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน



ภาพที่ 39 ตัวอย่างแนวตอบในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

จากภาพที่ 39 พบว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ และนำความรู้จากปัญหาเดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาข้อใหม่ได้ถูกต้อง และสามารถระบุได้ว่าไม่มีความรู้อื่นที่นอกเหนือจากความรู้ในข้อเดิมที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

รายการอ้างอิง



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศุภลักษณ์ ครุฑคง เกิดเมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม พุทธศักราช 2531 อยู่บ้านเลขที่ 11 ถนนเทพทิพพาอุทิศ ซอย 2 ตำบลคูหาสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง 93000 สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากคณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2554 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตร ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2555



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY