

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและ  
การเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



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.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2558  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF AN ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITY USING  
PROBLEM-BASED APPROACH AND SCAFFOLDING ON  
MATHEMATICAL CONNECTION AND COMMUNICATION ABILITIES  
OF EIGHTH GRADE STUDENTS

Mr. Santhanat Punyasettro



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 2015  
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด  
การใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อ  
ความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

โดย

นายสรรฐณัฐ ปัญญาเสฏฐโธ

สาขาวิชา

การศึกษาคณิตศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....คนบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมยศ ชิตมงคล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร. อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์)

สรุจรูณัฐ ปัญญาเสฏฐโฐ : ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (EFFECT OF AN ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITY USING PROBLEM-BASED APPROACH AND SCAFFOLDING ON MATHEMATICAL CONNECTION AND COMMUNICATION ABILITIES OF EIGHTH GRADE STUDENTS) อ.ที่ปริภษาวิทยาลัยพนธ์หลัก: รศ. ดร. อัมพร ม้าคองง, 203 หน้า.

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ 4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 5) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 6) เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 99 คน ระยะเวลาในการทดลอง 7 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ t-test และ ANCOVA เทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

- 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 2) นักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการที่ดีขึ้น
- 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 5) นักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 6) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการที่ดีขึ้น

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน

ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2558

# # 5583348027 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEYWORDS: PROBLEM-BASED APPROACH / SCAFFOLDING / MATHEMATICAL CONNECTION ABILITY / MATHEMATICAL COMMUNICATION ABILITY

SANTHANAT PUNYASETTRO: EFFECT OF AN ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITY USING PROBLEM-BASED APPROACH AND SCAFFOLDING ON MATHEMATICAL CONNECTION AND COMMUNICATION ABILITIES OF EIGHTH GRADE STUDENTS. ADVISOR: ASSOC. PROF. AUMPORN MAKANONG, 203 pp.

The purposes of this research were to: 1) compare the mathematical connection ability of students between, before, and after being taught by problem-based approach and scaffolding; 2) to compare the mathematical connection ability of student between group being taught by problem-based approach and scaffolding; 3) develop the mathematical connection ability of students being taught by problem-based approach and scaffolding; 4) compare the mathematical communication ability of students between, before, and after being taught by problem-based approach and scaffolding; 5) to compare the mathematical communication ability of student between group being taught by problem-based approach and scaffolding; and 6) develop the mathematical communication ability of students being taught by problem-based approach and scaffolding. The sample were 99 eighth students of Suksanari's school in the second of the 2015 academics year. The instruments for data collection were mathematical learning plan, pretest and posttest for connection and communication ability. The data were analyzed by using arithmetic mean, standard deviation, F-test and ANCOVA. The results of the study revealed that:

1) mathematical connection ability of students after being taught by organizing mathematics learning activities using the treatment was higher than those before Instruction at 0.05 level of significance;

2) mathematical connection ability of students after being taught by organizing mathematics learning activities using the treatments was higher than those of students being taught by conventional approach at 0.05 level of significance;

3) mathematical connection ability of students after being taught by organizing mathematics learning activities using the treatment.

4) mathematical connection ability of students after being taught by organizing mathematics learning activities using the treatment was higher than those before Instruction at 0.05 level of significance;

5) mathematical connection ability of students after being taught by organizing mathematics learning activities using the treatments was not higher than those of students being taught by conventional approach at 0.05 level of significance;

6) mathematical connection ability of students after being taught by organizing mathematics learning activities using the treatment.

Department: Curriculum and Instruction

Student's Signature .....

Field of Study: Mathematics Education

Advisor's Signature .....

Academic Year: 2015

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการดูแลเอาใจใส่ ให้คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์และทรงคุณค่า อีกทั้งได้ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ งานวิจัยเล่มนี้ได้ถูกผลิตออกมาอย่างสมบูรณ์ พร้อมทั้งให้โอกาสผู้วิจัยในการเรียนรู้ในวงการการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ในทุกๆด้าน ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิตมงคล ผู้ซึ่งเป็นประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เนาว์เย็นผล ผู้ซึ่งเป็นกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.อรรถศาสตร์ นิमितพันธ์ ผู้ซึ่งเป็นกรรมการภายนอกในการสอบจบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณาจารย์สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคณาจารย์สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย จนทำให้งานวิจัยมีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจนถูกต้องสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ คณะครูโรงเรียนศึกษานารีที่ทำให้กำลังใจและให้แสงคาบเพื่อผู้วิจัยได้ทำงานวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์ และขอปณิธานนักเรียนโรงเรียนศึกษานารี ม.2/10 และ ม.2/12 ปีการศึกษา 2558 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ผู้ซึ่งเป็นครูคนแรก ผู้ที่ได้อบรมเลี้ยงดู สั่งสอนให้เป็นคนดี และการสนับสนุนในการศึกษาทุกระดับ รวมทั้งเพื่อนร่วมรุ่น พี่น้อง ที่คอยถามไถ่สารทุกข์สุขดิบ และเป็นกำลังใจที่ตีเสมอมา

## สารบัญ

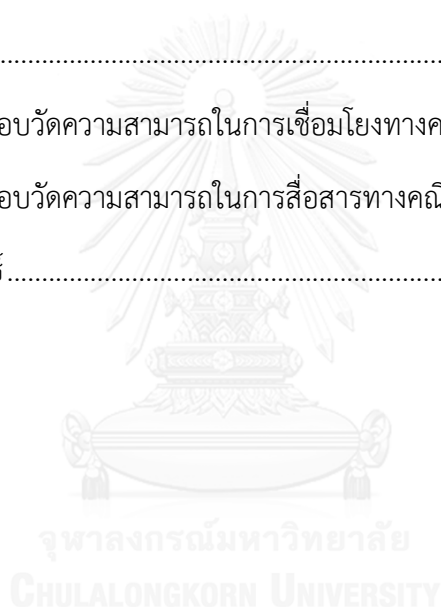
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	1
สารบัญรูปภาพ.....	1
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย .....	7
ขอบเขตของการวิจัย .....	9
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	9
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	13
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก .....	16
1.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก .....	16
1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นหลัก.....	17
1.3 ลักษณะทั่วไปของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก .....	18
1.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก .....	20
1.5 ข้อแตกต่างระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักกับการจัด กิจกรรมในแบบอื่นๆ.....	22

1.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก.....	24
1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก.....	26
2. การเสริมต่อการเรียนรู้.....	28
2.1 ความหมายของการเสริมต่อการเรียนรู้.....	28
2.2 ทฤษฎีประวัติศาสตร์ทางสังคมของ Vygotsky.....	29
2.3 การเสริมต่อการเรียนรู้กับพื้นที่รอยต่อของพัฒนาการ.....	31
2.4 กลวิธีในการเสริมต่อการเรียนรู้.....	32
2.5 ข้อเสนอแนะในการเสริมต่อการเรียนรู้.....	36
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมต่อความรู้.....	37
3. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	39
3.1 ความหมายและลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	39
3.2 ความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	40
3.3 แนวทางการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	41
3.4 การประเมินการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	42
3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	45
4. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	47
4.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	47
4.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	48
4.3 แนวทางการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	49
4.4 การประเมินการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	51
4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	57
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	58
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	59



1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	59
2. การออกแบบงานวิจัย.....	60
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	61
4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	64
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	89
6. การวิเคราะห์ข้อมูล .....	90
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย .....	92
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	94
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ.....	95
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ.....	99
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	126
สรุปผลการวิจัย.....	131
อภิปรายผลการวิจัย.....	132
ข้อเสนอแนะ .....	141
รายการอ้างอิง .....	142
ภาคผนวก.....	148
ภาคผนวก ก .....	149
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	149
ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ.....	149
ตัวอย่างหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย .....	149
ภาคผนวก ข .....	156
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้.....	156

ภาคผนวก ค .....	183
ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จาก ผู้เชี่ยวชาญ.....	183
ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จาก ผู้เชี่ยวชาญ.....	183
ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	183
ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	183
ภาคผนวก ง.....	196
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	196
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	196
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	203



## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	ตารางแสดงสรุปกลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ที่นำไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอน.....	34
ตารางที่ 2	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระดับ 4 คะแนน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	52
ตารางที่ 3	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระดับ 3 คะแนน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	53
ตารางที่ 4	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระดับ 2 คะแนน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	54
ตารางที่ 5	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระดับ 1 คะแนน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	55
ตารางที่ 6	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระดับ 4 คะแนน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	55
ตารางที่ 7	รูปแบบแผนในการออกแบบงานวิจัย.....	60
ตารางที่ 8	แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที่ (t-test) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง (คะแนนเต็ม 45 คะแนน).....	62
ตารางที่ 9	แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที่ (t-test) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง (คะแนนเต็ม 45 คะแนน).....	62
ตารางที่ 10	แสดงกรอบแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	68
ตารางที่ 11	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	75
ตารางที่ 12	แสดงข้อเสนอแนะและสิ่งที่แก้ไขใหม่ด้านความถูกต้องของเนื้อหาจากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ.....	76
ตารางที่ 13	แสดงข้อเสนอแนะและสิ่งที่แก้ไขใหม่ด้านความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์จากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ.....	76
ตารางที่ 14	แสดงข้อเสนอแนะและสิ่งที่แก้ไขใหม่ด้านความเหมาะสมของภาษาและการสื่อความหมายของข้อคำถาม จากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ.....	77

ตารางที่ 15	จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน.....	78
ตารางที่ 16	จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน .....	78
ตารางที่ 17	จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน.....	79
ตารางที่ 18	จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน .....	80
ตารางที่ 19	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	83
ตารางที่ 20	แสดงข้อเสนอแนะและสิ่งที่แก้ไขใหม่ด้านความถูกต้องของเนื้อหา จากคำแนะนำ ของผู้ทรงคุณวุฒิ .....	84
ตารางที่ 21	แสดงข้อเสนอแนะและสิ่งที่แก้ไขใหม่ด้านความเหมาะสมของภาษาและ การสื่อความหมายของข้อคำถาม จากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ.....	84
ตารางที่ 22	จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน.....	85
ตารางที่ 23	จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน .....	86
ตารางที่ 24	จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน.....	87
ตารางที่ 25	จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน .....	87
ตารางที่ 26	แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที่ (t-test) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและ การเสริมต่อการเรียนรู้ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน (คะแนนเต็ม 45 คะแนน)....	95
ตารางที่ 27	แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที่ (t-test) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการ เสริมต่อการเรียนรู้ กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ ปกติ (คะแนนเต็ม 45 คะแนน).....	96

ตารางที่ 28	แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	97
ตารางที่ 29	แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าเอฟ (F-test) ของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้ กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบปกติ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	98
ตารางที่ 30	แสดงการเปรียบเทียบพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	114
ตารางที่ 31	แสดงการเปรียบเทียบพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	125
ตารางที่ 32	แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านความถูกต้องของเนื้อหา.....	184
ตารางที่ 33	แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์.....	184
ตารางที่ 34	แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านความเหมาะสมด้านภาษาและการสื่อความหมายของข้อสอบ.....	185
ตารางที่ 35	แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านความถูกต้องของเนื้อหา.....	186
ตารางที่ 36	แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์.....	186
ตารางที่ 37	แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านความเหมาะสมด้านภาษาและการสื่อความหมายของข้อสอบ.....	187
ตารางที่ 38	แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านความถูกต้องของเนื้อหา.....	188
ตารางที่ 39	แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์.....	188

ตารางที่ 40	แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านความเหมาะสมด้านภาษาและการสื่อความหมายของข้อสอบ.....	189
ตารางที่ 41	แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านความถูกต้องของเนื้อหา.....	190
ตารางที่ 42	แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์.....	190
ตารางที่ 43	แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านความเหมาะสมด้านภาษาและการสื่อความหมายของข้อสอบ.....	191
ตารางที่ 44	ผลการวิเคราะห์ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบอัตนัย .....	192
ตารางที่ 45	ผลการวิเคราะห์ คะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวน และค่า SD. รายข้อ .....	192
ตารางที่ 46	ผลการวิเคราะห์ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบอัตนัย .....	193
ตารางที่ 47	ผลการวิเคราะห์ คะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวน และค่า SD. รายข้อ .....	193
ตารางที่ 48	ผลการวิเคราะห์ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบอัตนัย .....	194
ตารางที่ 49	ผลการวิเคราะห์ คะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวน และค่า SD. รายข้อ .....	194
ตารางที่ 50	ผลการวิเคราะห์ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบอัตนัย .....	195
ตารางที่ 51	ผลการวิเคราะห์ คะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวน และค่า SD. รายข้อ .....	195







# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ด้วยสภาวะการณ์ของสังคมไทยในยุคปัจจุบันได้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายๆด้านอย่างรวดเร็วมากมาย ซึ่งเป็นผลมาจากความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการและเทคโนโลยีต่างๆทั้งจากภายในประเทศเอง และรับมาจากต่างประเทศ ซึ่งในการที่จะพัฒนาประเทศไทยเพื่อให้เจริญก้าวหน้าเท่าทันชาติมหาอำนาจต่างๆนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องพัฒนาคนในชาติให้มีคุณภาพและศักยภาพที่เพียงพอ การที่จะพัฒนาคนให้มีคุณภาพและศักยภาพนั้นต้องประกอบด้วยปัจจัยในหลากหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็น การศึกษา การอบรมเลี้ยงดูในครอบครัว การฝึกความมีระเบียบวินัย และการศึกษาที่เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะสามารถพัฒนาให้คนมีคุณภาพการศึกษา เพราะรากเหง้าที่ยังลึกของมนุษย์นั้นก็คือพื้นฐานทางการศึกษานั้นเองโดยคุณูแจสำคัญที่จะทำให้คนประสบความสำเร็จดำรงชีวิตอย่างมีความสุข สามารถที่จะปรับตัวให้เข้ากับสภาพสังคมของโลกยุคโลกาภิวัตน์ได้ก็คือการศึกษา (สมศักดิ์สินธุรเวชญ์, 2542) ดังนั้นในการจัดการศึกษาจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ ต้องจัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย (กรมวิชาการ, 2539) ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ที่ได้กล่าวไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องจัดเนื้อหาและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างของผู้เรียน ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ใช้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้ฝึกปฏิบัติ คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น พร้อมทั้งปลูกฝัง ให้ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ เพื่อให้ดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข” ซึ่งระบบการศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบันนั้นเป็นจัดการศึกษาโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถทั้งในด้านความรู้และทักษะกระบวนการโดยมีการยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ นอกจากนี้ควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) เพื่อให้มีความสอดคล้องกับแนวทางการจัดการศึกษาที่ได้บัญญัติไว้ โดยผู้สอนจำเป็นต้องตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น โดยการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ได้เกิดทักษะการเรียนรู้ในการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมและได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้น

คณิตศาสตร์มีบทบาทที่สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 56) ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นต่อมนุษย์มาก แต่ในปัจจุบันการเรียนสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังที่จะเห็นได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระดับประเทศในปี พ.ศ.2558 พบว่า คะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 32.40 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557: Online) และผลการประเมินของโครงการ PISA ในปี ค.ศ.2009 พบว่า ผลการประเมินการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย เมื่อเทียบกับนานาชาติมีคะแนนเฉลี่ย 419 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ และอยู่ในอันดับที่ 52 ซึ่งห่างจากประเทศเอเชียอื่นๆ ที่มีคะแนนสูงกว่า เช่น สิงคโปร์ ฮังการี เกาหลี และไทเป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554: 119) แสดงให้เห็นว่าคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่เป็นที่น่าพอใจเมื่อเทียบกับนานาชาติ การที่คุณภาพของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่น่าพอใจตามที่เราคาดหวังนั้น ทั้งนี้อาจเกิดจาก ปัญหาในเรื่องของการจัดการเรียนการสอน เช่น ปัญหาจากครูผู้สอน ปัญหาจากนักเรียน เป็นต้น ปัญหาจากครูผู้สอนนั้นโดยส่วนใหญ่ครูยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกคิด มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้น้อย สำหรับปัญหาจากนักเรียน สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550: 1) ได้ให้รายละเอียดไว้ว่า “ยังมีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ด้อยความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การนำเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับสถานการณ์ต่างๆ และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทาง คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ”

ดังนั้น การที่จะทำให้คุณภาพของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นนั้น สิ่งหนึ่งที่ต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง คือ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถของบุคคล ในการที่จะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์จึงกล่าวได้ว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นจะเป็นเครื่องมือของผู้เรียนในการทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และมีคุณค่ามากกว่าเป็นเพียงวิชาที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์และขั้นตอนการแก้ปัญหาในห้องเรียน ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จึงเป็นของคู่กันและเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (อัมพร ม้าคนอง, 2548: 94) โดยทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จะประกอบไปด้วย 1.การแก้ปัญหา 2.การให้เหตุผล 3.การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4.การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ และ 5.การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 3) ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกที่จะศึกษาทักษะกระบวนการด้านการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากว่าสภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนปกติ นั้น มีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนา

ทักษะด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ หลักการ วิธีการหรือประสบการณ์ต่างๆทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาสัมพันธ์กับความรู้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือสถานการณ์เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆที่ผู้เรียนพบได้ ซึ่งจะแบ่งการศึกษาใน 3 ด้าน คือ ด้านการระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ ด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ และด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับตัวแปรต้นที่จะศึกษาเพราะ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะประสบผลสำเร็จได้นั้น นักเรียนจะต้องมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำความรู้ที่ไปใช้ต่อ จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่างๆในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน (กรมวิชาการ 2544, 203) เช่น การใช้ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกฎการนับในการศึกษาความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเซตในการให้คำจำกัดความหรือคำนิยามในเนื้อหาเรื่องอื่นๆ เช่น การนิยามฟังก์ชันในรูปแบบของเซต การนิยามลำดับในรูปของฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก อีกทั้งยังมีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆที่ใช้วิชาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้หรือใช้วิชาคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา เช่น งานศิลปะที่ใช้รูปทรงเรขาคณิตในการออกแบบ การสร้างทางเดินในสวนสนุกโดยใช้ทฤษฎีกราฟ การออกแบบบรรจุภัณฑ์ต่างๆที่นำเรื่องของปริมาตรและพื้นที่ผิวเข้าไปเกี่ยวข้อง เป็นต้น รวมไปถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สามารถมองเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การซื้อของขายของการชั่ง การตวง การวัด การคำนวณระยะทาง การวัดมุม เป็นต้น แต่เกิดปัญหาตรงที่ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นนักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้พื้นฐานที่มีอยู่แต่ก่อนมาใช้ได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพราะผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นมีส่วนสำคัญมากในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้เกิดการนำความรู้ที่มีอยู่แต่เดิมแล้วมาใช้ในการเรียนเพื่อต่อยอดในเนื้อหาถัดไป ในการนี้ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาใช้ซึ่งการแก้ปัญหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ครูกำหนดให้นั้นนักเรียนจะต้องนำการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ต่างๆมาใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา และอีกหนึ่งทักษะกระบวนการ คือ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอเพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์และอธิบายลำดับขั้นตอนในการดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะแบ่งการศึกษาใน 2 ด้าน คือ ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับตัวแปรต้นที่จะศึกษา โดยเลือกเนื้อหาการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาใช้ ซึ่งการแก้ปัญหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ครูกำหนดให้นั้นนักเรียนจะต้องเกิดการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และเขียนแสดงออกมาถึงวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งทั้งสองตัวแปรที่กล่าวมานี้จะไปส่งเสริมกับลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหามาตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้

ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ปกติ การใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based) จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนพยายามที่จะค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหาต่างๆ ช่วยทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน เป็นการเรียนที่ให้นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่เดียวกันยังคงรักษารูปแบบของการเรียนในชั้นเรียนที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการจัดห้องเรียนในโรงเรียนทั่วไปในปัจจุบันที่แต่ละห้องเรียนจัดคละกันทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันสามารถร่วมกันเรียนรู้ได้เลือกปัญหา วิธีการเรียนบนพื้นฐานของพัฒนาการและความสนใจ (Greenwald, 2000) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักเมื่อนำมาจัดในกระบวนการเรียนการสอนสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ที่น่าสนใจ ซึ่งจะเป็นการส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนเกิดการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเอง และพัฒนาศักยภาพในการเรียนได้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก ในกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องได้รับความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหา เพราะเนื่องจากปัญหาหรือสถานการณ์ที่นำมาใช้นั้นมีความสลับซับซ้อน แปลกใหม่ ต่างออกไปจากปัญหาทั่วไปที่สามารถพบเจอได้ตามหนังสือแบบเรียน อีกทั้งยังเป็นปัญหาที่เกิดการทำทนายให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหาและเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้จริงและสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน โดยจะมีการนำเอาการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) มาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน การเสริมต่อการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นการที่ผู้สอน เพื่อน หรือผู้ที่มีความสามารถมากกว่าให้ความช่วยเหลือในการปฏิบัติงานแก่นักเรียนในรูปแบบต่างๆ โดยมุ่งให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา หรือปฏิบัติได้ด้วยตนเองไปสู่ความสามารถในการปฏิบัติงานนั้นให้สำเร็จได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ (Eggen and Kauchack, 1997; McInerney and McInerney, 1998; Wu, 2001, อ้างถึงในกมล โพธิเย็น, 2547) รูปแบบของการเสริมต่อการเรียนรู้มีอยู่หลากหลายรูปแบบด้วยกันขึ้นอยู่กับการใช้รูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียน และเมื่อนักเรียนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายหรือสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองสำเร็จแล้ว การเสริมต่อการเรียนรู้ของการทำกิจกรรมนั้นยุติลง การเสริมต่อการเรียนรู้ คือ บทบาทเชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน โดยการจัดเตรียมสิ่งที่เอื้ออำนวยการให้คำแนะนำ การช่วยเหลือและการสนับสนุนผู้เรียน และเป็นการส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้ก้าวไปสู่ขั้นหรือระดับพัฒนาการที่สูงขึ้นไป (Raymond & Tharp and Gillimore, 2002) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหามากขึ้น ขณะเดียวกันการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นวิธีการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง การเสริมต่อการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถทำงานและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างถูกต้อง การเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดโอกาสที่จะเกิดความล้มเหลวในงานที่นักเรียนกำลังทำเป็นการช่วยให้นักเรียนสามารถทำงานที่ตัวเองไม่สามารถทำได้ด้วยตนเองสำเร็จ ทำให้เกิดความเข้าใจในระดับที่สูงขึ้น และนำไปสู่ความสามารถในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (McLoughlin, 2002)

การวิจัยครั้งนี้ได้จัดให้มีรูปแบบในการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ที่ได้พัฒนามาจากแนวคิดของ Wood, Bruner และ Ross. (1976) Roehler และ Cautlon (1996) Eggen และ Kauchak (1997) ซึ่งได้เสนอวิธีการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ไว้ โดยพิจารณา 4 ประเด็น คือ

1. **การใช้คำถาม** จะเป็นประเด็นการช่วยเหลือผู้เรียนสร้างความสนใจ และการแนะนำทางเลือกในการแก้ปัญหา (Roehler และ Cautlon, 1996); (Eggen และ Kauchak, 1997)
2. **การให้คำอธิบาย** จะเป็นการช่วยเหลือการเรียนรู้เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน (Roehler และ Cautlon, 1996); (Wood, 1976); (Eggen และ Kauchak, 1997)
3. **การสนับสนุนให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วมโดยนักเรียนได้เล่าหรือตอบคำถามในสิ่งที่รู้** การให้นักเรียนแสดง ประเด็นหลักฐานต่างๆ เพื่อสนับสนุนการคิด การตรวจสอบความถูกต้อง แสดงความชัดเจนของความเข้าใจของนักเรียน (Roehler และ Cautlon, 1996)
4. **การสาธิต** เป็นการแสดงตัวอย่างเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนเผชิญอยู่ และรวมถึงการให้นักเรียนเกิดการเลียนแบบ (Wood, 1976); (Eggen และ Kauchak, 1997)

จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้จะทำให้ผู้เรียนสามารถหากระบวนการแก้ปัญหาได้ถูกทาง โดยอาศัยการช่วยเหลือจากการเสริมต่อการเรียนรู้ อีกทั้งยังพบว่า การเสริมต่อการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนการสอนของนักเรียนทั้งในและนอกชั้นเรียน ขณะเดียวกันการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นวิธีการเรียนการสอนที่สามารถนำการเสริมต่อการเรียนรู้มาใช้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการนำไปใช้พัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์หรือรายวิชาอื่นๆต่อไป

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเนื้อหาประกอบด้วย โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนร้อยละ และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว พร้อมทั้งให้เห็นถึงประโยชน์ที่นำไปใช้แก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยเนื้อหานี้เหมาะสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูควรให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงและมีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนได้หาข้อสรุปร่วมกัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 39) ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าการนำเนื้อหานี้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้และวิธีการต่างๆมาใช้ในการแก้ปัญหาร่วมกับการใช้คำถาม ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ควบคุมและกำกับความคิดของตนเองประกอบกับการจัดให้ผู้เรียนได้ทำงานทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคลเพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปราย ได้ร่วมกันนำเสนอหรือ

แลกเปลี่ยนแนวคิด และช่วยกันวางแผนในการแก้ปัญหาสิ่งเหล่านี้ น่าจะช่วยในการส่งเสริมหรือพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### คำถามวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ จะช่วยพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้จริงหรือไม่ อย่างไร

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
6. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้

## สมมติฐานของการวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วาสนา กิมเทิง (2553: บทคัดย่อ) ศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based-Learning) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความรู้ที่เรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และความรู้ที่เรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เบญจมาศ เทพบุตรดี (2550: บทคัดย่อ) ศึกษา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL) และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยม ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยมจำนวน 10 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.06/80.72 และแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก จำนวน 10 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพเท่ากับ เท่ากับ 84.95/83.11 ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ปกติและแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีค่าเท่ากับ 0.5602 และ 0.6671 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 56.02 และร้อยละ 66.71 ตามลำดับ นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ปกติ และนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

วันดี ต่อเพ็ง (2553: บทคัดย่อ) ศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากการที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: บทคัดย่อ) เรื่อง ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนการสอน ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการจัดการเรียนรู้มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็มและเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01

โคจิวัจน์ เสริฐศรี (2553: บทคัดย่อ) เรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวความคิดเชิงสัมพันธ์และแนวความคิดเสริมต่อการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวความคิดเชิงสัมพันธ์และแนวความคิดเสริมต่อการเรียนรู้หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวความคิดเชิงสัมพันธ์และแนวความคิดเสริมต่อการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักจึงส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านต่างๆ และการเสริมต่อการเรียนรู้เป็นการช่วยเหลือและสนับสนุนผู้เรียน อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนให้ก้าวไปสู่ขั้นหรือระดับพัฒนาการที่สูงขึ้นไป เพราะจากการศึกษางานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยครั้งนี้ว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถทางการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถทางการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
3. นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
5. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
6. นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้



## ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
3. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้
  - 3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่
    - 3.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้
    - 3.1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบปกติ
  - 3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
    - 3.2.1 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
    - 3.2.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

## คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. **แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก** หมายถึง การใช้ปัญหาหรือสถานการณ์เป็นจุดเริ่มต้นของการแสวงหาความรู้ เพื่อที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามที่จะค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหานั้นๆ อย่างเป็นระบบขั้นตอน โดยให้นักเรียนได้เกิดการคิด วิเคราะห์ แสวงหาความรู้และบูรณาการความรู้ที่มีอยู่มาใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของปัญหา
2. **การเสริมต่อการเรียนรู้** หมายถึง บทบาทเชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนโดยการจัดเตรียมสิ่งที่เอื้ออำนวยให้คำแนะนำ การช่วยเหลือและการสนับสนุนผู้เรียน และเป็นการส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้ก้าวไปสู่ขั้นหรือระดับพัฒนาการที่สูงขึ้นไป เป็นการที่ผู้สอน เพื่อน หรือผู้ที่มีความสามารถมากกว่าให้ความช่วยเหลือในการปฏิบัติงานแก่นักเรียนในรูปแบบต่างๆ โดยมุ่งให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา หรือปฏิบัติได้ด้วยตนเองไปสู่ความสามารถในการปฏิบัติงานนั้นให้สำเร็จได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ รูปแบบของการเสริมต่อการเรียนรู้มีอยู่หลากหลายรูปแบบด้วยกัน ขึ้นอยู่กับการใช้รูปแบบการเสริมต่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียน และเมื่อนักเรียนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายหรือสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองสำเร็จแล้วการเสริมต่อการเรียนรู้ของการทำกิจกรรมนั้นยุติลง ในการวิจัยครั้งนี้ได้จัดให้มีรูปแบบในการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ที่ได้พัฒนามาจากแนวคิดของ Wood, Bruner และ Ross. (1976) Roehler และ Cautlon (1996) Eggen และ Kauchak (1997) ซึ่งได้เสนอวิธีการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ไว้โดยพิจารณา 4 ประเด็น คือ

1. การใช้คำถาม จะเป็นประเด็นการช่วยเหลือผู้เรียน เป็นสร้างความสนใจและการแนะนำทางเลือกในการแก้ปัญหา (Roehler และ Cautlon, 1996); (Eggen และ Kauchak, 1997)
2. การให้คำอธิบาย จะเป็นการช่วยเหลือการเรียนรู้เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน (Roehler และ Cautlon, 1996); (Wood, 1976); (Eggen และ Kauchak, 1997)
3. การสนับสนุนให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วม โดยนักเรียนได้เล่าหรือตอบคำถามในสิ่งที่รู้ การให้นักเรียนแสดงประเด็นหลักฐานต่างๆ เพื่อสนับสนุนการคิด การตรวจสอบความถูกต้อง แสดงความชัดเจนของความเข้าใจของนักเรียน (Roehler และ Cautlon, 1996)
4. การสาธิต จะเป็นการแสดงตัวอย่างเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนเผชิญอยู่ และรวม ถึงการให้นักเรียนเกิดการเลียนแบบ (Wood, 1976); (Eggen และ Kauchak, 1997)

**3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีการนำปัญหามาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างเป็นระบบมีขั้นตอน ซึ่งลักษณะของปัญหานั้นจะเป็นปัญหาที่ท้าทาย แปลกใหม่ หรือเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนสำหรับผู้เรียน และมีการเสริมต่อการเรียนรู้ซึ่งเป็นบทบาทเชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนโดยการจัดเตรียมสิ่งที่เอื้ออำนวย การให้คำแนะนำ การช่วยเหลือ และการสนับสนุนผู้เรียน ซึ่งเป็นการที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนให้ก้าวไปสู่ขั้นหรือระดับพัฒนาการที่สูงขึ้นไป ซึ่งมีทั้งหมด 6 ขั้น ดังนี้

#### ขั้นที่ 1 ชี้นำเสนอปัญหา

ครูนำเสนอปัญหาที่ท้าทายแปลกใหม่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนสำหรับนักเรียน และใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไปให้แก่ผู้เรียน ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการใช้คำถามสร้างความสนใจจากการให้นักเรียนได้บอกเล่าและให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในสถานการณ์หรือปัญหาที่นำมาเป็นโจทย์ปัญหา

#### ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างประเด็นระบุถึงปัญหาและข้อเท็จจริง

ครูให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหา พิจารณาปัญหาหรือสถานการณ์หาข้อมูลที่ โจทย์กำหนดให้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการสนับสนุนให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วม จากการที่ให้นักเรียนได้อธิบายหรือตอบคำถามจากสิ่งที่ครูถาม รวมทั้งการให้นักเรียนแสดงประเด็นหลักฐานต่างๆ โดยการใช้คำถามที่ชี้นำจากครูว่าโจทย์กำหนดให้อะไรมา โจทย์ต้องการถามอะไร วิธีการที่จะได้ มาซึ่งคำตอบเป็นอย่างไร พร้อมทั้งครูใช้คำถามเพื่อชี้แนะและแนะแนวทางในการสร้างปัญหาย่อย ซึ่งจะเป็น ประเด็นในการช่วยเหลือนักเรียนในการวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหา และครูให้คำอธิบายเพิ่มเติมหากนักเรียน ถาม จากนั้นครูคอยตรวจสอบความถูกต้องแสดงความชัดเจนของความเข้าใจของนักเรียน

### ขั้นที่ 3 ขั้นตั้งสมมติฐาน

ครูให้นักเรียนร่วมกันกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยการนำข้อมูลต่างๆมาวางแผน กำหนดแนวทางการแก้ปัญหา ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยครูให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อ แลกเปลี่ยนแนวคิด และครูให้คำอธิบาย ชี้แนะจุดสำคัญในการแก้ปัญหาให้นักเรียนเห็น ได้แก่ การกำหนดสิ่งที่ต้องการหามาเป็นตัวแปร รวมทั้งการแนะนำทางเลือกในการวางแผนการ แก้ปัญหาให้นักเรียน

### ขั้นที่ 4 ขั้นค้นหาคำตอบ

ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาคำตอบตามแผนการที่ได้วางไว้ ครูเสริม ต่อการเรียนรู้โดยการใช้คำถามชี้แนะเพื่อให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์ กำหนดให้เพื่อนำไปสู่ การสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และครูสาธิตโดยการยกตัวอย่างแสดง วิธีคิดเพื่อให้นักเรียนได้เห็นแนวทางในการแก้สมการ ครูคอยสร้างแรงจูงใจ สนับสนุน คอยส่งเสริม ให้กำลังใจแก่นักเรียนในระหว่างการแก้ปัญหา โดยการถามความคืบหน้าในแต่ละกลุ่มอย่างเป็น ละเอียดจนกระทั่งนักเรียนแก้ปัญหาสำเร็จ

### ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ที่ได้นำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา

ครูให้นักเรียนนำเสนอผลงาน และวิธีการแก้ปัญหาซึ่งแสดงถึงความรู้และความสามารถในการ เรียนรู้ในชั้นเรียน ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการ ได้มาซึ่งคำตอบของโจทย์ ครูคอยให้คำอธิบายเพิ่มเติมสนับสนุนการคิดของนักเรียน และดูความ ถูกต้องในการแก้ปัญหา และให้นักเรียนกลุ่มอื่นที่สามารถแสดงวิธีคิดที่แตกต่างออกไปจากกลุ่มที่ นำเสนอ

### ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปผลและประเมินผล

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป เมื่อนักเรียนสามารถหาข้อมูลได้ครบถ้วนต่อการพิสูจน์ข้อ สมมติฐานทั้งหมดและสามารถสรุปถึงหลักการต่างๆที่ได้จากการศึกษาปัญหาแล้ว รวมทั้งเห็น แนวทางในการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ทั่วไปได้ ครูเสริมต่อการเรียนรู้ โดยการให้นักเรียนได้ แสดงหลักฐานต่างๆ เพื่อสนับสนุนและยืนยันการคิดที่นำไปสู่ข้อสรุป และ ครูถามคำถามเพิ่มเติมในสิ่งที่โจทย์ไม่ได้ระบุไว้หรือถามคำถามในสถานการณ์อื่นๆในแง่มุมที่ หลากหลายมากขึ้น รวมทั้งตรวจสอบความเข้าใจที่ถูกต้องของนักเรียน

4. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ

5. **ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้หลักการ วิธีการ หรือประสบการณ์ต่างๆทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาสัมพันธ์กับความรู้ปัญหาคณิตศาสตร์หรือสถานการณ์เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆที่ผู้เรียนพบได้ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยมีองค์ประกอบที่จะแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ตามแนวคิดในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM: 2000) ดังนี้
- 5.1 **การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา** เป็นความสามารถในการระบุรายละเอียดของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นสมบัติ กฎ ทฤษฎีบท นิยาม สูตร แบบรูป หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้และสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆได้
  - 5.2 **การอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา** เป็นความสามารถในการสร้างแนวคิดหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบมาสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้
  - 5.3 **การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง** เป็นความสามารถที่ทำให้นักเรียนมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตประจำวันและสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้
6. **ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ เพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์และอธิบายลำดับขั้นตอนในการดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยมีองค์ประกอบที่จะแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 2 องค์ประกอบ ตามแนวคิดในการวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM: 2000) ดังนี้
- 6.1 **ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์** เป็นความสามารถของผู้เรียนในการใช้สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ และอธิบายเพื่อสื่อสาร สื่อความหมายได้
  - 6.2 **ด้านการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์** เป็นความสามารถในการนำเสนอข้อมูล และอธิบายลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจนเป็นระบบ

7. **นักเรียน** หมายถึง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ สำนักพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร

### ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อ การเรียนรู้มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น
2. ครูสามารถนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มากขึ้น
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อ การเรียนรู้มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น
4. ครูสามารถนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มากขึ้น
5. ข้อมูลจากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางและเป็นประโยชน์ต่อการนำไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูให้มีความชัดเจนและสมบูรณ์ในการสอนคณิตศาสตร์มากขึ้น

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดโดยการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลัก
  - 1.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลัก
  - 1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลัก
  - 1.3 ลักษณะทั่วไปของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลัก
  - 1.4 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลัก
  - 1.5 ข้อแตกต่างระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลักกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะอื่นๆ
  - 1.6 ข้อดีและข้อจำกัดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลัก
  - 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลัก
2. การเสริมต่อการเรียนรู้
  - 2.1 ความหมายของการเสริมต่อการเรียนรู้
  - 2.2 ทฤษฎีเรื่องประวัติศาสตร์ทางสังคมของ Vygotsky
  - 2.3 การเสริมในการเรียนรู้และพื้นที่รอยต่อของพัฒนาการ
  - 2.4 กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้
  - 2.5 ข้อจำกัดเกี่ยวกับการเสริมต่อการเรียนรู้
  - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมต่อการเรียนรู้
3. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 3.2 ความสำคัญเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 3.3 แนวทางการพัฒนาเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 3.4 การประเมินเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

#### 4. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

- 4.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.2 ความสำคัญเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.3 แนวทางการพัฒนาเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.4 การประเมินของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์



## 1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

### 1.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

นักการศึกษาให้ความหมายเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ดังนี้

Allen and Duch (1998 อ้างในอาภรณ์แสงรัมย์,2543:14) ให้ความหมายว่า การจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก คือ การเรียนซึ่งเริ่มต้นด้วยปัญหาการสอบถาม หรือ สิ่งที่ผู้เรียนต้องการแก้ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนระบุและค้นคว้ามโนทัศน์และหลักการ ที่พวกเขา อยากรู้เพื่อความก้าวหน้าซึ่งผ่านปัญหา ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มเล็กๆซึ่งเป็นการเรียนที่จะได้ทักษะ ต่างๆ เช่น การติดต่อสื่อสาร การบูรณาการความรู้ เป็นต้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่คล้ายกับ การหา ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์

Howard (1999 อ้างในอาภรณ์แสงรัมย์,2543:14) ให้ความหมายว่า การจัด กิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นวิธีการศึกษาซึ่งนำเสนอผู้เรียนโดยปัญหาซึ่งมี รูปแบบของ โครงสร้างที่ซับซ้อนในระยะเริ่มแรกของประสบการณ์การเรียนรู้ ข้อมูลในระยะเริ่มแรกไม่ เพียงพอต่อการแก้ปัญหาคำถามต่างๆ ปัญหาต่างๆจะเป็นตัวผลักดันให้ไปค้นคว้าหาความรู้จากคำ จำกัดความดังกล่าว จึงจะเห็นได้ว่าการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก คือ การใช้ปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียน ทำการหาความรู้เพื่อจะแก้ไขปัญหาได้ คิดเป็น ทำเป็น มีการตัดสินใจที่ดี และสามารถเรียนรู้ วิธี ทำงานเป็นทีม โดยจะเน้นให้ ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถนำทักษะจากการเรียนมาช่วย แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

บาร์โรว์ส (Barrow. 1980) ให้ความหมายว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหา เป็นหลัก เป็นวิธีการเรียนรู้ซึ่งใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ คิด แสวงหาและนำ ความรู้ใหม่ไปใช้ให้เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริง โดยไม่จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้นมาก่อน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก คือ การจัด กิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งใช้ปัญหาหรือสถานการณ์เป็นจุดเริ่มต้นของการแสวงหาความรู้ เพื่อที่จะได้ กระตุ้นให้ ผู้เรียนพยายามค้นหาวิธีการแก้ปัญหานั้นๆ อย่างเป็นขั้นเป็นตอนโดยให้นักเรียนได้เกิดการ วิเคราะห์ การคิด การแสวงหาความรู้ และนำความรู้ใหม่ไปใช้ให้เหมาะสมกับความเป็นจริง โดยมีครู เป็นแค่เพียงผู้อำนวยความสะดวกและคอยชี้แนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



## 1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

นักการศึกษาให้ความหมายเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ดังนี้

โนลส์ (อาภรณ์ แสงรัศมี, 2543:17; อ้างอิงจาก Knowles, 1975:48) มีแนวคิดซึ่งสนับสนุนว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ ของผู้ใหญ่ที่เชื่อว่า การเรียนรู้จะเรียนรู้ได้มากที่สุดก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ ด้วยตนเอง โดยทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ตั้งอยู่บนข้อสมมุติฐานการเรียนรู้ 4 ประการ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. อັตมโนทัศน์ เมื่อบุคคลมีการเจริญเติบโตและมีวุฒิภาวะมากขึ้น ความรู้สึกที่ต้องรับผิดชอบ ต่อตนเองก็มีมากขึ้น และหากบุคคลรู้สึกว่าการเจริญวัยและมีวุฒิภาวะมากขึ้นถึงขั้นที่จะ สามารถควบคุมตนเองได้ บุคคลก็จะต้องเกิดความ ต้องการทางจิตใจ เพื่อที่จะสามารถ ควบคุมและนำตนเองได้
2. ประสบการณ์ บุคคลเมื่อมีอายุมากขึ้นก็ยังมีประสบการณ์เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ประสบการณ์ต่างๆ ที่แต่ละคนได้รับจะเสมือนแหล่งทรัพยากรมหาศาลของการเรียนรู้ และ ก็จะสามารถรองรับการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เพิ่มขึ้นอย่างกว้างขวาง
3. ความพร้อมซึ่งผู้ใหญ่ที่พร้อมจะเรียนต้องเห็นว่าสิ่งที่เรียนนั้นมีความหมายและจะจำเป็นต่อ บทบาทและสถาน ภาพทางสังคม ผู้ใหญ่คือผู้ที่มีหน้าที่การงาน มีบทบาทในสังคมและต้อง พร้อมที่จะเรียนเสมอถ้าหากว่าสิ่งนั้นมีประโยชน์ต่อตน
4. แนวโน้มในการเรียนรู้ ผู้ใหญ่คือผู้ที่มีบทบาทและสถานภาพทางสังคม การเรียนรู้ของ ผู้ใหญ่จึงเป็นการเรียนรู้เพื่อจะนำมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ยึดปัญหาเป็นหลักในการ เรียนรู้

จากแนวคิดและทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้นนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักได้มีแนวคิดพื้นฐานจากแรงผลักดันในตัวบุคคลที่ต้องการจะตอบ คำถามหรือหาวิธีการแก้ปัญหาที่ตนเองสนใจโดยจะอาศัยความรู้เดิมเป็นพื้นฐานรวมทั้งได้มีการ เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ๆ ที่ได้รับจากแหล่งข้อมูล ข่าวสาร และประสบการณ์เดิมของตน

### 1.3 ลักษณะทั่วไปของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

นักการศึกษาและองค์กรการศึกษาได้กล่าวถึง ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ดังนี้

บาโรว์ส และแทมบลิน (Barrows ; & Tamblyn. 1980: 191-192) ได้สรุป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีลักษณะดังนี้

1. ปัญหาจะถูกเสนอให้นักเรียนเป็นอันดับหนึ่งในขั้นตอนการเรียนรู้
2. ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้เป็นปัญหาที่เหมือนกันกับปัญหาที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตจริง
3. นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มในการที่จะแก้ปัญหา โดยจะได้อิสระในการแสดงความสามารถ ในการใช้เหตุผล การประยุกต์ใช้ความรู้และการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวเองที่ เหมาะสมกับขั้นตอนการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน
4. การเรียนรู้ด้วยตนเองมีขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นแนวทางใน การกำหนดการทำงานเพื่อแก้ปัญหา
5. ความรู้และทักษะที่อยากให้นักเรียนได้รับจะเกิดหลังจากการแก้ปัญหาหรือ ทำงานที่ใช้ความรู้ และทักษะเหล่านั้น
6. การเรียนรู้จะประกอบด้วยการทำงานในการแก้ปัญหาและการศึกษาด้วยตนเองโดยมี ลักษณะที่บูรณาการทั้งความรู้ที่นักเรียนมีและทักษะกระบวนการเข้าด้วยกัน

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science Academy.2006: Online ) ได้กล่าวถึงลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก จะเริ่มโดยนำเสนอปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลายเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้
2. ปัญหาซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้จะมีแนวทางแก้ปัญหาได้หลากหลายมีความซับซ้อนไม่ตายตัวและยังมีรูปแบบการแก้ปัญหาที่ไม่แน่นอน ซึ่งอาจจะใช้เวลาในการหาคำตอบ
3. ในชั้นเรียนผู้เรียนจะมีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ผู้สอนจะมีบทบาทคือเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ
4. กระบวนการเรียนการสอนจะมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูล แต่ความรู้ที่ผู้เรียนจะต้อง การคิดต้องชัดเจนและมีความหมาย

จากลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นจะสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีลักษณะสำคัญ 4 ประการดังนี้

1. ใช้ปัญหาที่น่าสนใจ ทำท่าย และสามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี มาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ ของผู้เรียน
2. ผู้เรียนมีบทบาทในการแสวงหาความรู้ แลกเปลี่ยนความรู้หรือประสบการณ์กันเพื่อที่จะได้นำข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหา
3. ผู้สอนนั้นจะมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ให้คำปรึกษา และคำแนะนำ
4. การประเมินผลการเรียนรู้จะต้องประเมินจากสภาพจริงโดยประเมินทั้งด้านผลงาน และกระบวนการ



#### 1.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

นักการศึกษาคณิตศาสตร์และองค์กรทางการศึกษาได้กำหนดขั้นตอนของ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ดังนี้

กู๊ด (Good. 1973 : 25-30) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มี 7 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 กลุ่มผู้เรียนทำความเข้าใจคำศัพท์และข้อความที่ปรากฏในปัญหาให้ชัดเจน โดยอาศัย ความรู้พื้นฐานของสมาชิกในกลุ่มหรือการศึกษาค้นคว้า จากเอกสารหรือตำราหรือสื่ออื่นๆ
- ขั้นตอนที่ 2 กลุ่มผู้เรียนระบุปัญหาหรือข้อมูลสำคัญร่วมกัน โดยทุกคนในกลุ่มจะต้อง เข้าใจปัญหาเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่กล่าวถึงในปัญหานั้น
- ขั้นตอนที่ 3 กลุ่มผู้เรียนระดมสมองเพื่อวิเคราะห์ปัญหาต่างๆและอธิบาย ความเชื่อมโยง ต่างๆ ของข้อมูลหรือปัญหานั้น
- ขั้นตอนที่ 4 กลุ่มผู้เรียนกำหนดและจัดลำดับความสำคัญของสมมติฐานพยายาม หา เหตุผลที่จะอธิบายปัญหาหรือข้อมูลที่พบ โดยใช้พื้นฐานความรู้เดิมของ ผู้เรียน การแสดงความคิดอย่างมีเหตุและมีผลสมมติฐานอย่าง สมเหตุสมผลสำหรับปัญหานั้น
- ขั้นตอนที่ 5 กลุ่มผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อจะได้ค้นหาข้อมูลหรือ ความรู้ที่จะอธิบายหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่า ความรู้ส่วนไหนรู้แล้วส่วนใดที่จะต้องกลับไปทบทวน ส่วนใดที่ยังไม่รู้หรือ จำเป็นต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติม
- ขั้นตอนที่ 6 ผู้เรียนค้นคว้าและรวบรวมสารสนเทศจากสื่อและแหล่งการเรียนรู้ต่างๆเพื่อ จะพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- ขั้นตอนที่ 7 จากรายงานข้อมูลหรือสารสนเทศใหม่ที่ได้ออกมา กลุ่มผู้เรียนนำมาอภิปราย วิเคราะห์และสังเคราะห์ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แล้วนำมาสรุปเป็นหลักการ และประเมินผลการเรียนรู้

Barrow, 2000; Trop and Sage, 2002; อ้างถึงใน Hmelo-Silver 2004 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่นำปัญหา มาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ โดยมีขั้นตอนการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ขั้นตอนดังนี้

- |           |   |
|-----------|---|
| ขั้นที่ 1 | ผู้เรียนนำเสนอปัญหาโดยการเข้าไปศึกษาจากสถานการณ์ที่ครูได้จัดเตรียมไว้ให้  |
| ขั้นที่ 2 | สร้างประเด็นระบุถึงปัญหา ข้อเท็จจริง โดยจะต้องมีความเข้าใจ เกี่ยวกับปัญหาอย่างถูกต้อง โดยอย่างน้อยจะต้องเข้าใจเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ ไตบ้างที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้น   |
| ขั้นที่ 3 | ตั้งสมมติฐาน การให้ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหาที่จะได้มาซึ่งความคิด และจะมีการเชื่อมโยงในโครงสร้างของปัญหาโดยอาศัยความรู้เดิมของผู้เรียน รวมทั้งความคิดอย่างมีเหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการคิดและกลไก ในการแก้ปัญหา   |
| ขั้นที่ 4 | ค้นหาคำตอบเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา เป็นการจัดลำดับของสมมติฐาน จากสมมติฐานต่างๆ ที่ได้นำมาพิจารณาจัดลำดับความสำคัญอีกครั้งโดย อาศัยข้อสนับสนุนจากข้อมูลความจริง พิจารณาหาข้อยุติจากสมมติฐาน ที่ได้คัดเลือกไว้และสมมติฐานที่ต้องแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมต่อไปทำ การอภิปรายและตัดสินว่าข้อมูลอะไรที่จำเป็นและยังขาดอยู่ซึ่งทำให้ ไม่สามารถตอบคำถามหรือสมมติฐานที่ตั้งขึ้นไว้ได้ กลุ่มจะช่วยกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เพื่อที่จะนำไปค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่มโดยสามารถที่จะไปหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ทั้งจากตำราเรียน เอกสาร รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง ซึ่ง การทำงานจะทำงานเป็นกลุ่มหรือทำเป็น รายบุคคลก็ได้ |
| ขั้นที่ 5 | นำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อจะพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ล่วงหน้าโดยสมาชิกของกลุ่มแต่ละคน จะนำความรู้ที่ได้ไปทดลองตามสมมติฐานและแก้ปัญหาตามที่วางไว้   |
| ขั้นที่ 6 | สรุปผลและประเมินผล เมื่อสามารถหาข้อมูลได้ครบถ้วนต่อการพิสูจน์สมมติฐานทั้งหมดและสามารถสรุปถึงหลักการต่างๆที่ได้จากการศึกษาปัญหา รวมทั้งได้เห็นแนวทางในการนำความรู้ที่ได้ ไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ทั่วไปได้  |

จากที่กล่าวมาข้างต้น ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหา เป็นหลักมีหลายขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนจะต้องกำหนดขั้นตอนให้เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้น สารวิชา รวมทั้งเนื้อหาสาระในการเรียนแต่ละครั้ง การวิจัยครั้งนี้วิจัยใช้รูปแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลักของ Barrow, 2000; Trop and Sage, 2002 เพื่อ ใช้เป็นกรอบความคิดในการวิจัยมี 6 ขั้นตอนตามที่ได้ไว้เพราะเป็น ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ที่ไม่ยุ่งยากและซับซ้อนเกินไป

### 1.5 ข้อแตกต่างระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลักกับการจัดกิจกรรมในรูปแบบอื่นๆ

นักการศึกษาคณิตศาสตร์และองค์การทางการศึกษาได้กล่าวถึง ข้อแตกต่างระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลักกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบอื่น

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิสลินอยส์ (IMSA. 2006:Online) เปรียบเทียบการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นหลักกับการจัดกิจกรรมในรูปแบบอื่นๆ โดยพิจารณาที่หลักสูตรการเรียนไว้ใน ภาพที่ 1

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบรรยาย	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอื่นๆ	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก
<p>หลักสูตรคือตัวกำหนดการเรียนรู้ ซึ่ง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. มาจากแนวคิดของครู/ผู้เชี่ยวชาญ</li> <li>2. เป็นลักษณะเส้นตรงและจัดตามหลักการ</li> <li>3. จัดข้อมูลจากส่วนย่อยๆ ไปสู่ส่วนรวม</li> <li>4. การสอนเป็นการถ่ายทอด</li> <li>5. การเรียนคือการรับความรู้</li> <li>6. บรรยากาศสิ่งแวดล้อมมีโครงสร้างแน่นอน</li> </ol>		<p>หลักสูตรคือแนวทางการเรียน ซึ่ง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. มาจากแนวคิดของนักเรียน/ผู้เรียน</li> <li>2. มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน</li> <li>3. จัดข้อมูลจากส่วนรวมไปสู่ส่วนย่อยๆ</li> <li>4. การสอนเป็นการอำนวยความสะดวก</li> <li>5. การเรียนคือการสร้างความรู้</li> <li>6. บรรยากาศสิ่งแวดล้อมมีความยืดหยุ่น</li> </ol>

ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบรรยายโดยพิจารณาที่หลักสูตรการเรียน (IMSA.2006: Online)

จากข้อแตกต่างระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักกับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแบบอื่นๆที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปความแตกต่างระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบรรยายได้ดังนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบรรยายนั้น ครูจะมีบทบาทคือเป็นผู้กำหนด ผู้วางแผน ผู้นำเสนอ และจะเป็นผู้ประเมินความรู้ของผู้เรียน ส่วนนักเรียนมีบทบาทเป็นผู้รับความรู้เท่าที่จะนำไปใช้ใน การทดสอบ ส่วนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักนั้น ครูจะมีบทบาทเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์ การเรียนรู้ที่ท้าทายเพื่อให้นักเรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยแสวงหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่ครูได้จัดไว้เพื่ออำนวยความสะดวก ส่วนการประเมินการเรียนรู้นั้นนักเรียนจะเป็นผู้ประเมินด้วยตนเอง



## 1.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

### 1.6.1 ข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

นักการศึกษาคณิตศาสตร์และองค์กรทางการศึกษาได้เสนอแนะข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ดังนี้

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (IMSA. 2006: Online) ได้เสนอ ประโยชน์ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก โดยสรุปว่า การจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีส่วนช่วยส่งเสริมในเรื่องต่อไปนี้

1. แรงจูงใจ ( Motivation) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักทำให้นักเรียนมีความมุ่งมั่น ในการเรียนมากยิ่งขึ้น เพราะพวกเขาจะต้องพยายามค้นหาคำตอบของปัญหาอย่างมาก เนื่องจากเขาจะมีความรู้สึกว่าได้ได้รับความไว้วางใจในการหาคำตอบหรือทำงานนั้น
2. ความเกี่ยวข้องและบริบท (Relevance and Context) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ช่วยให้นักเรียน สามารถตอบคำถามได้อย่างชัดเจนแจ่มแจ้งว่า “ทำไมเราจึงต้องเรียนในเนื้อหา” และ “ฉันกำลังทำ อะไรที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆในโลกแห่งความเป็นจริง ในขณะที่อยู่ในโรงเรียน”
3. ลำดับการคิดระดับสูง (Higher-Order Thinking) ปัญหาที่มีลักษณะที่สามารถหาคำตอบได้มากมาย (ill-structured problem) จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณและ คิดอย่างสร้างสรรค์ (critical and creative thinking) โดยผู้เรียนจะจดจ่อกับการเดาหรือคาดคะเนว่า “อะไรคือคำตอบที่ถูกต้องที่ครูต้องการให้เขาค้นหา”
4. เรียนรู้ว่าจะเรียนอย่างไร (Learning How To Learn) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก จะช่วยส่งเสริมโดยการที่บุคคลระลึกว่าตนรู้และยังไม่รู้ในสิ่งใดสามารถควบคุมและตรวจสอบ ความคิดทั้งหมดของตนเองได้และการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการถามให้นักเรียน ค้นคิด ยุทธวิธีสำหรับนิยามปัญหา การจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และ การทดสอบสมมติฐานด้วยตนเอง มีการเปรียบเทียบข้อมูลยุทธวิธีที่ค้นพบกับคนอื่น แลกเปลี่ยน ความคิดเห็นซึ่งกันและกันกับเพื่อนและเปรียบเทียบกับยุทธวิธีของครู
5. สภาพที่เป็นจริง (Authenticity ) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก จะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับสิ่งที่เขาเคยเรียนผ่านมาหรือสามารถทำได้และ มีผลต่อสภาวะการณ์ในอนาคต และประเมินผลการเรียนรู้ในแนวทางที่บ่งบอกถึงความเข้าใจไม่ใช่แค่การรู้เท่านั้น



จากข้อดีของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ได้ดังนี้

1. เพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียนเนื่องมาจากผู้เรียนมีส่วนร่วม
2. พัฒนาทักษะกระบวนการ การทำงานเป็นทีม และพัฒนาความคิด
3. ส่งเสริมผู้เรียนให้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นพื้นฐานของทักษะการเรียนรู้ไปตลอดชีวิต
4. ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ได้ โดยนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในอนาคตได้

#### 1.6.2. ข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

นักการศึกษาจิตศาสตร์และองค์กรทางการศึกษา ได้เสนอแนะข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ดังนี้

บาร์โรวส์ และ แทมบลิน (Barrows; & Tamblyn. 1980: 13 -14) กล่าวว่า “ความสำเร็จของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักขึ้นอยู่กับวินัยในการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน เพื่อทำงานกับสิ่งที่ไม่รู้และปัญหาที่เป็นปริศนาซึ่งจะทำนายผู้เรียน ให้เกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนจะต้องมีทักษะที่จำเป็นเพื่อชี้ทิศทางและแนะแนวทางให้ผู้เรียน เกี่ยวกับกระบวนการและ การออกแบบการคำตอบ ซึ่งเสมือนเป็นการผลิตหรือรวบรวมสื่ออุปกรณ์ในการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก”

จากข้อจำกัดของการเรียนรู้โดย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ได้ดังนี้

1. เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบางวิชาเท่านั้น
2. ครูผู้สอนจะต้องมีทักษะและมีความมุ่งมั่นในการสอนอย่างมาก
3. ผู้เรียนจะต้องมีวินัยและมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. สภาพและบรรยากาศในห้องเรียนจะต้องมีแหล่งเรียนรู้ที่เอื้อต่อการแสวงหาความรู้

## 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

### 1.7.1 งานวิจัยต่างประเทศ

แม็คคาธี (McCarthy. 2001: Online) ได้ทำการทดลองสอนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดรวบยอด เรื่อง ทศนิยม โดยทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 2 กลุ่มเล็กๆ ในเวลา 8 คาบ คาบละ 45 นาที โดยจุดมุ่งหมาย เพื่อสำรวจความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วในตัว นักเรียนและมีการวิเคราะห์ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร จากหลักฐานการบันทึก เทปวิดีโอได้ชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ ตลอดเวลาที่ได้พยายาม หาวิธีแก้ปัญหาโดยนักเรียนใช้ภาษาพูดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความรู้เกี่ยวกับ ทศนิยมที่ตัวนักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว และความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ที่เกิดขึ้นกับทศนิยม อย่างถูกต้อง

แคนเตอร์กและเบเซอร์ (Canturk; & Baser. 2009a: 134-155; 2009b: 451-482) ได้ศึกษาเจตคติของนักเรียน ครู และคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยที่มีต่อการเรียน โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์นักเรียน 7 ระดับชั้น จำนวน 20 คน ครูสอนวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 7 คน และคณาจารย์ 6 คน จาก 2 คณะในมหาวิทยาลัยที่ใช้วิธีการนี้ ในปีการศึกษา 2005 - 2006 โดยผลการศึกษานั้นพบว่า นักเรียน ครู และคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยมีเจตคติที่ดีและได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design กลุ่มทดลองได้รับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก กลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักมีทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณสูงกว่า นักเรียนที่เรียนรู้จากแบบปกติ

### 1.7.2 งานวิจัยในประเทศ

ราตรี เกตบุตรตา (2546: 96-98) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องผลของการเรียนโดยใช้ปัญหา เป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยได้มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 35 คน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 แต่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

รังสรรค์ ทองสุখনอก (2547: 82-86) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน ที่ได้จากการอาสาสมัคร ผลการวิจัย พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียน เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักมีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนที่มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนี้สำคัญ .01



## 2. การเสริมต่อการเรียนรู้

### 2.1 ความหมายของการเสริมต่อการเรียนรู้

นักการศึกษาและองค์กรทางการศึกษาได้ให้ความหมายการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ดังนี้

Wood, Bruner & Ross. (1976: 98) ได้กล่าวไว้ว่า การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) หมายถึง บทบาทเชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนที่ให้การช่วยเหลือ ด้วยวิธีการต่างๆ ตามสภาพปัญหาที่เผชิญอยู่ในขณะนั้น เพื่อให้ผู้เรียนนั้นสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองได้ โดยเป็นการจัดเตรียมสิ่งที่เอื้ออำนวยให้การช่วยเหลือ การแนะนำและการสนับสนุน ขณะที่ผู้เรียนกำลังแก้ปัญหาหรือกำลังอยู่ในระหว่างการเรียนรู้ เรื่องใดเรื่องหนึ่ง (ผู้เรียนกำลังอยู่ในพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ) ทำให้ผู้เรียนต้องสร้างความรู้ความเข้าใจ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และปรับการสร้างความรู้ ความเข้าใจภายในตน (Internalization) ให้กลายเป็นความรู้ความเข้าใจใหม่ภายในตนเอง ซึ่งจะส่งเสริมพัฒนาการ ของผู้เรียนให้ก้าวไปสู่ขั้นหรือระดับพัฒนาการที่สูงขึ้นไป ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถทำกับตนเอง ในการเรียนรู้และมีความเชื่อมั่นในตนเองในการเรียนรู้ที่เพิ่มมากขึ้น

สุจิตรา เขียวศรี (2550) การเสริมต่อการเรียนรู้เป็นการช่วยในกระบวนการ เรียนรู้ ของนักเรียน โดยเริ่มจากการจำกัดความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้และ ค่อยๆลดการจำกัดนี้ ออกไปเมื่อนักเรียนได้รับความรู้ ทักษะและความมั่นใจในการจัดการกับ บริบทที่มีความซับซ้อน การ ให้ความช่วยเหลือนี้ต้องอยู่บนพื้นฐานความต้องการของนักเรียน และเมื่อนักเรียนมีความสามารถ ใน การแก้ปัญหาในการทำงานนั้นๆแล้วความช่วยเหลือนี้ก็ลดลงไป

จากการศึกษาความหมายของ การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) สรุปได้ว่า การเสริมต่อการเรียนรู้ หมายถึง บทบาทเชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนที่ให้การช่วยเหลือ ด้วยวิธีการต่างๆ ตามสภาพปัญหาที่เผชิญอยู่ในขณะนั้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหา นั้นด้วยตนเองได้ โดยเป็นการจัดเตรียมสิ่งที่เอื้ออำนวย การให้การช่วยเหลือ การแนะนำ การสนับสนุน ขณะที่ผู้เรียน กำลังแก้ปัญหา หรือกำลังอยู่ในระหว่างการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ทำให้ผู้เรียนต้องสร้างความรู้และความเข้าใจ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และปรับการสร้างความรู้ความเข้าใจภายในตน (Internalization) ให้กลายเป็นความรู้ความเข้าใจใหม่ภายในตนเองซึ่งจะส่งเสริมพัฒนาการของ ผู้เรียนให้ก้าวไปสู่ขั้นหรือระดับพัฒนาการที่สูงขึ้นไป ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถทำกับตนเองในการเรียนรู้ และมีความเชื่อมั่นในตนเองในการเรียนรู้ ที่เพิ่มมากขึ้นและเมื่อนักเรียนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับ มอบหมายหรือสามารถแก้ปัญหา ได้ด้วยตนเองสำเร็จแล้วการช่วยเหลือในการทำกิจกรรมนั้นยุติลง

## 2.2 ทฤษฎีประวัติศาสตร์ทางสังคมของ Vygotsky

พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) เป็นหนึ่งในมโนทัศน์ของ เลฟ เซเมโนวิช ไวก็อตสกี (Lev Semenovich Vygotsky) ที่มีชื่อเสียงเป็นอย่างมาก ซึ่งได้อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้กับพัฒนาการ และเป็นที่ยอมรับอย่างดี ในวงการการศึกษาของเด็กปฐมวัยและพัฒนาการเด็กว่าเด็กเรียนรู้และพัฒนาความคิด ความเข้าใจตนเองได้อย่างไร

ไวก็อตสกี (Vygotsky) เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซียเชื้อสายยิว เกิดในปี ค.ศ.1896 ซึ่งเป็นปีเดียวกันกับที่เพียเจต์ (Jean Piaget) นักจิตวิทยาผู้โด่งดังชาวสวิสเซอร์แลนด์ จากการมีประสบการณ์การทำงานเป็นนักจิตวิทยาเพียงแค่ 10 ปี ในช่วงเวลานั้นนักพัฒนาการชาวรัสเซีย ท่านนี้ได้สร้างความตื่นตัวให้แก่วงการการศึกษาในช่วงปี ค.ศ.1920 ถึง ค.ศ.1930 อันเป็น ช่วงเดียวกันกับที่เพียเจต์กำลังสร้างทฤษฎีของเขาขึ้นมา ในช่วงบรรยากาศหลังการปฏิวัติของสหภาพโซเวียต เป้าหมายของไวก็อตสกี คือ การสร้างแนวคิดทางจิตวิทยาขึ้นมาใหม่ตามแนวทาง มาร์กซิสต์และประยุกต์ใช้จิตวิทยา โดยเฉพาะในสาขาจิตวิทยาการศึกษา เพื่อเผชิญกับปัญหา ของประชาชนในสภาพการณ์ฉุกเฉิน ในช่วงเวลานั้นเขาได้ท่องเที่ยวไปยังที่ต่างๆมากมาย และทำงานวิจัยรวมทั้งมีส่วนช่วยในการฝึกอบรมครู โดยการสอนและช่วยเหลือในการวางรากฐาน สถาบันฝึกอบรมครูแห่งใหม่ ชีวิตเขาค่อนข้างยากจน เขาไม่มีพาร์ทเมนท์ส่วนตัวอยู่หลายปี แต่พักอาศัยอยู่ในห้องใต้ถุนตึก ในสถาบันจิตวิทยาขณะที่อยู่ในมอสโคว์มีหลักฐานยืนยันว่า เขาสร้างงานเขียนขึ้นมาภายใต้สภาพแวดล้อมเช่นนี้ แต่ผลงานของเขากลับถูกคำสั่ง ของรัฐบาลคอมมิวนิสต์ยุคสตาลินห้ามเผยแพร่ ตราบจนกระทั่งสตาลินถึงแก่อนิจกรรมในปีค.ศ.1953 ผลงานของเขาจึงได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในโลกตะวันตกในปี ค.ศ.1962 ได้มีการตีพิมพ์เผยแพร่ หนังสือของเขาในรูปแบบฉบับย่อซึ่งมีชื่อ Myshlenie i rech' (ความคิดและการพูด) ภายใต้ชื่อเรื่อง การคิดและภาษา (Thought and Language) โดย Jerome Bruner นักจิตวิทยาแนวพุทธิปัญญา เป็นผู้เขียนคำนำให้นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาได้มีการแปลงาน ของไวก็อตสกี นำมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เช่น “ Developmental of the Higher Mental Functions ” (1966) “Play and its role in the Mental Development of the Child” (1967) “Mind in Society” (1978) เป็นต้น โชคร้ายที่ไวก็อตสกีเสียชีวิตก่อนถึงเวลาอันควรด้วยวัยเพียง 38 ปีเท่านั้น ก่อนที่งานของเขาจะได้บรรลุความสำเร็จจากการป่วยเป็นโรคควินโรค (Daniels. 1996:1-4) อย่างไรก็ตาม ผลงานที่ไวก็อตสกีสร้างสรรค์ออกมาล้วนมีคุณค่าต่อวงการการศึกษาและจิตวิทยาอย่างมาก จนกระทั่งในปี ค.ศ.1978 เทลล์มิน (Stephen Toulmin) ได้อ่านและวิจารณ์หนังสือของไวก็อตสกีชื่อ “Mind in Society” จึงให้ฉายาแก่ไวก็อตสกีว่า “The Mozart of Psychology”

แนวคิดของไวก็อตส์กีเรื่องพื้นที่รอยต่อพัฒนาการและการเสริมต่อการเรียนรู้ พื้นที่รอยต่อพัฒนาการเป็นระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการที่เป็นจริงกับระดับพัฒนาการที่สามารถเป็นไปได้ได้ก็สามารถแก้ปัญหา ปัญหาที่ยากเกินกว่าระดับพัฒนาการที่แท้จริงของเขาได้ หากได้รับการแนะนำ การช่วยเหลือหรือได้รับความร่วมมือจากผู้ที่เชี่ยวชาญที่มีความสามารถมากกว่า ต่อมาจะอธิบายแนวความคิดเรื่อง การเสริมต่อการเรียนรู้ การเสริมต่อการเรียนรู้เป็นบทบาทผู้สอนในการส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนและการจัดเตรียม การชี้แนะหรือการให้ความช่วยเหลือเพื่อให้ผู้เรียนไปสู่พัฒนาการในระดับที่สูงขึ้น จากนั้นก็จะอธิบายข้อเสนอแนะที่ทำให้การเสริมต่อการเรียนรู้ประสบความสำเร็จ



### 2.3 การเสริมต่อการเรียนรู้กับพื้นที่รอยต่อของพัฒนาการ

ไวท์ฮอตสกี อธิบายว่าการจัดการเรียนรู้จะต้องคำนึงถึงระดับพัฒนาการ 2 ระดับ คือ ระดับพัฒนาการที่เป็นจริง (Actual Development Level) และ ระดับพัฒนาการที่สามารถจะเป็นไปได้ (Potential Development Level) ระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการที่เป็นจริงและระดับพัฒนาการที่สามารถจะเป็นไปได้ เรียกว่า พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) ซึ่งไวท์ฮอตสกี เปรียบเทียบการเรียนรู้กับพัฒนาการไว้ ดังนี้

Past Learning	:	Actual Development Level
Present Learning	:	Zone of Proximal Development
Future Learning	:	Potential Development Level

(Wing & Putney. 2002:95)

พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) เป็นการทำหน้าที่ หรือ ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งที่ในปัจจุบันที่บุคคลยังไม่มีความสามารถจะทำได้ แต่อยู่ในกระบวนการที่จะทำให้บุคคลมีความพร้อมสามารถทำหน้าที่หรือทำงานได้ อย่างสมบูรณ์ในอนาคต เป็นกระบวนการที่ยังอยู่ในระหว่างการเริ่มต้น (Embryonic State) ซึ่งไวท์ฮอตสกีเปรียบเทียบว่าเป็น “ดอกตูม” (Buds) หรือดอกไม้ (Flowers) ของพัฒนาการมากกว่า ที่จะเป็น “ผล” (Fruits) ของพัฒนาการ (Vygotsky. 1978:86)

พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ คือ บริเวณที่เด็กกำลังจะเข้าใจในบางสิ่งบางอย่าง จากการเป็นครูและนักวิจัยของเขา เขาตระหนักอยู่เสมอว่าเด็กมีความสามารถที่จะ แก้ปัญหาที่เกินกว่าระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของเขาที่จะทำได้ หากเขาได้รับคำแนะนำ ถูกกระตุ้นหรือชักจูง โดยใครบางคนที่มีสติปัญญาที่ดีกว่าบุคคลเหล่านี้ อาจเป็นเพื่อนที่มี ความสามารถนักเรียนคนอื่นๆ พ่อแม่ ครู หรือใครก็ได้ที่มีความเชี่ยวชาญ ไวท์ฮอตสกีได้ให้คำนิยาม พื้นที่รอยต่อพัฒนาการนี้ว่า “ระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการที่แท้จริงซึ่งกำหนดโดย ลักษณะการแก้ปัญหา ของแต่ละบุคคลกับระดับของศักยภาพแห่งพัฒนาการที่กำหนด โดยผ่านการแก้ปัญหาภายใต้คำแนะนำของผู้ใหญ่ หรือในการร่วมมือช่วยเหลือกับเพื่อนที่มี ความสามารถเหนือกว่า” และได้กล่าวสนับสนุนอีกว่า “พื้นที่รอยต่อพัฒนาการในวันนี้ จะเป็นระดับของพัฒนาการในวันพรุ่งนี้ อะไรก็ตามที่เด็กสามารถทำได้โดย อยู่ภายใต้ความช่วยเหลือในวันนี้ วันพรุ่งนี้เขาจะสามารถทำได้ด้วยตัวของเขาเอง เพียงได้รับการเรียนรู้ที่ดีก็จะนำมาซึ่งพัฒนาการที่เจริญขึ้น” (Vygotsky. 1978:86-89)

## 2.4 กลวิธีในการเสริมต่อการเรียนรู้

แนวทางที่ไว้วางใจที่เสนอไว้ ซึ่งต่อมาบรูเนอร์ริเริ่มนำมาเผยแพร่ขยายความ และมีชื่อเสียงเป็นอย่างมาก คือ การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ซึ่งได้มีนักการศึกษาอธิบายไว้ ดังนี้

วูด บรูเนอร์ และโรส (Wood, Bruner & Ross. 1976) ได้เสนอวิธีการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ไว้ 6 ประการ คือ

1. การสร้างความสนใจ (Recruitment) กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้ ด้วยความสมัครใจ โดยผู้เรียนจะต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของงานหรือการเรียนรู้
2. ลดระดับการเรียนรู้ที่ไร้หลักการ ระเบียบหรือกฎเกณฑ์ (Reduction in degree of freedom) เพราะจะทำให้ยากต่อการจัดการหรือการให้ความช่วยเหลือ ดังนั้น ผู้สอนจะต้องสะท้อน ผลการเรียนรู้(Feedback) เป็นระยะสม่ำเสมอต่อเนื่องกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำไปใช้ เพื่อเพิ่มระดับการเรียนรู้ในแต่ละขั้นได้อย่างถูกต้อง
3. รักษาทิศทางการเรียนรู้ (Direction maintenance) ผู้สอนต้องดูแลกดขี่ ผู้เรียนเป็นพิเศษ เพื่อให้เรียนรู้ที่ จะมุ่งไปสู่จุดมุ่งหมายตั้งไว้
4. กำหนดลักษณะสำคัญที่ควรพิจารณาของสิ่งที่เรียนรู้ให้เด่นชัด (Marking critical features) เช่น ผู้สอน เมื่ออธิบายเนื้อหาสาระบางอย่างที่ต้องการให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ ก็ควรเน้นเสียงเป็นพิเศษหรือหากผู้เรียนเกิดความขัดแย้ง ในการทำความเข้าใจสิ่งที่เรียนรู้ ผู้สอนควรแปลความหมาย ของเรื่องที่กำลังเรียนรู้นั้นๆ เสียใหม่ด้วยภาษาที่ให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายๆ และถูกต้องตรงกัน
5. ควบคุมความคับข้องใจของผู้เรียน (Frustration control) รับรู้ต่ออารมณ์ของผู้เรียนที่แสดงออกมา เช่น ผู้สอน ต้องยอมรับความรู้สึกของผู้เรียนกรณีที่เขาเกิดความไม่เข้าใจสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ไม่ควรเพิกเฉยหรือปล่อยให้ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ค้างคาใจ เพราะจะทำให้ผู้เรียนมีความคับข้องใจเพิ่มมากขึ้น
6. ควรมีการสาธิต (Demonstration) หรือ มีแบบอย่างให้กับผู้เรียน ในการแก้ปัญหาการเรียนรู้



Roehler และ Cautlon (1996, อ้างถึงใน กมล โพธิ์เย็น, 2547) แบ่งชนิดของ การเสริมต่อการเรียนรู้ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. การให้คำอธิบาย (Offering Explanation) เป็นการช่วยเหลือการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน ให้อธิบายในเรื่องที่เรียน รู้เงื่อนไขว่าทำไมต้องใช้ความรู้นั้น ใช้เมื่อไหร่และใช้อย่างไร
2. การสนับสนุนให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วม (Inviting Students Participation) ให้ออกสั นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการที่เกิดขึ้น โดยให้นักเรียนได้เล่า หรือตอบคำถาม ในสิ่งที่รู้
3. การตรวจสอบความถูกต้องและแสดงความชัดเจนของความเข้าใจของนักเรียน (Verifying and Clearifying Student Understanding) ครูตรวจสอบความเข้าใจ ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนว่ามีเหตุผลถูกต้องชัดเจนหรือไม่
4. การเป็นต้นแบบของพฤติกรรมที่ต้องการ (Modeling of Desiring Behaviors) ได้แก่
  - 4.1 การคิดต่างๆ (Think - Around) เป็นการแสดงความคิดที่มีอยู่ในปรากฏออกมา อย่างชัดเจน เช่น ครูแสดงความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาออกมาโดย การพูดต่างๆให้นักเรียนทำตาม
  - 4.2 การพูดต่างๆ (Talk - Around) เป็นการใช้ต้นแบบของารถามคำถาม ตั้งคำถาม และการให้คำแนะนำ
  - 4.3 การเป็นต้นแบบในการปฏิบัติ(Performance Modeling) ครูแสดงการทำงานที่ สมบูรณ์โดยไม่ได้คิดหรือพูดต่างๆเกี่ยวกับการนั้น เช่น ครูแสดงต้นแบบ ท่าทาง ที่สนุกสนาน การยิ้ม การหัวเราะ การแสดงท่าทีที่ขำขัน เป็นต้น
5. การให้นักเรียนแสดงประเด็นหลักฐานต่างๆ เพื่อสนับสนุนการคิด (Inviting Student to Contribute Clues) เป็นการให้นักเรียนแสดงประเด็นชี้แนะหรือ หลักฐานเพื่อแสดง ความมีเหตุผลหรือ การทำงานให้สำเร็จโดยครูและนักเรียนจะร่วมกันพูดถึง ประเด็น เหล่านั้น เช่น การให้นักเรียนเรียนรู้ความหมายของการเปรียบเทียบและ ระบุถึงประเด็น ที่แตกต่างกัน เป็นต้น

Eggen และ Kauchak (1997) ได้แบ่งกลวิธีในการเสริมต่อการเรียนรู้ไว้ 5 ประเภท ดังนี้

1. การเป็นต้นแบบ (Modeling) เช่น การแสดงวิธีการแก้ปัญหา เป็นต้น
2. การคิดต่างๆ (Think - Around) เป็นต้นแบบของกระบวนการโดยให้ผู้เรียนได้ทราบถึง การคิด ของครูในขณะที่กำลังแก้ปัญหา
3. การใช้คำถาม (Questions) การใช้คำถามจะเป็นการช่วยเหลือ การสร้างประเด็น การสร้าง ความสนใจ และการแนะนำทางเลือก

4. การปรับสาระการเรียนรู้การสอน (Adapting Instructional Material) เช่น การปรับให้มีความง่ายหรือเป็นลำดับงานย่อยๆ
5. การใช้สิ่งเตือนหรือตัวชี้แนะ (Prompts and Clues) เช่น การวางแผนการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนจัดการระบบความคิดของตนเองก่อนเขียนงานที่ได้รับมอบหมาย การช่วยเหลือนี้ จะหยุดลงเมื่อนักเรียนซึมซับเอาแผนงานต่างๆ หรือขั้นตอนต่างๆ ไว้ในตนเอง อย่างอัตโนมัติแล้ว

จากกลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปเป็น กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอน ดังตารางที่ 1

ชื่อนักการศึกษาที่เสนอกลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้			สรุปกลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้
Wood และคนอื่นๆ	Roehler และ Caution	Eggen และ Kauchak	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การคัดสรรงานและการแจกแจงงานให้มีความเหมาะสม</li> <li>2. การลดงานให้เป็นงานย่อยๆ</li> <li>3. การสร้างแรงจูงใจอย่างต่อเนื่อง</li> <li>4. การชี้จุดสำคัญ</li> <li>5. การควบคุมปัญหาหรือความคับข้องใจ</li> <li>6. การสาธิต</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การให้คำอธิบาย</li> <li>2. การสนับสนุนให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วม</li> <li>3. การตรวจสอบความถูกต้องแสดงความเข้าใจอย่างชัดเจนของนักเรียน</li> <li>4. การเป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการ</li> <li>5. การให้นักเรียนแสดงประเด็นหลักฐานต่างๆเกี่ยวกับการคิด</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การเป็นตัวแบบ</li> <li>2. การคิดตั้งๆ</li> <li>3. การใช้คำถาม</li> <li>4. การปรับสาระการเรียนรู้การสอน</li> <li>5. การใช้สิ่งเตือนหรือตัวชี้แนะ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การใช้คำถาม</li> <li>2. การสาธิต</li> <li>3. การให้คำอธิบาย</li> <li>4. การให้นักเรียนมีส่วนร่วมโดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิด</li> <li>5. การให้นักเรียนแสดงประเด็นหลักฐานต่างๆเพื่อสนับสนุนการคิด</li> <li>6. การตรวจสอบความถูกต้อง แสดงความเข้าใจอย่างชัดเจนของนักเรียน</li> </ol>

ตารางที่ 1 ตารางแสดงสรุปกลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ที่จะนำไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอน

สรุปได้ว่า การให้การช่วยเหลือการเรียนรู้แก่นักเรียนจะมีกลวิธี ในการให้การช่วยเหลือ ในกระบวนการเรียนการสอนนี้ คือ การใช้คำถามซึ่งนำกระตุ้นความคิด การสาธิตวิธีคิด การอธิบายชี้แจง รายละเอียดให้ชัดเจนขึ้น การให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหา การให้นักเรียนแสดงประเด็นหลักฐานต่างๆ เพื่อสนับสนุนการคิดและการตรวจสอบความถูกต้อง โดยให้นักเรียนแสดงผลเพื่อสนับสนุน การคิด



## 2.5 ข้อเสนอแนะในการเสริมต่อการเรียนรู้

นักการศึกษา ได้ให้ข้อเสนอแนะในการเสริมต่อการเรียนรู้ ดังนี้

ปรีชา ศรีเรืองฤทธิ์. (2549:42-43) ได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้ การเสริมต่อการเรียนรู้ ประสบความสำเร็จ ดังนี้

### 1. ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน

พื้นที่รอยต่อพัฒนาการแสดงให้เห็นถึงขีดจำกัดของพัฒนาการของเด็ก ณ ช่วงเวลาใด เวลาหนึ่ง เราไม่สามารถสอนเด็กๆ ได้ตลอดเวลาหรือ เราไม่สามารถสอนทักษะหรือพฤติกรรม ให้แก่ เด็กๆเกินกว่าพื้นที่รอยต่อพัฒนาการของพวกเขาได้ เช่น เราไม่อาจจะสอนให้เด็กทารกยืน ด้วยมือบน คานทรงตัว (Balance Beam) ได้เพราะว่า ทักษะนั้นอยู่นอกห่างไกลจากระดับพัฒนาการ ที่แท้จริงของเขา มาก ถ้าทักษะนั้นอยู่นอกพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ ไวก็อตสกีได้บันทึกไว้ว่า โดยทั่วไปเด็กๆจะ เพิกเฉยไม่เอาใจใส่หรือใช้ทักษะ กลวิธี รวมทั้งใช้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นใน แต่ละครั้งที่จัดการเรียนรู้ ให้แก่ผู้เรียนก็ควรจะมีการตั้งจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนและ สามารถคาดการณ์ได้ว่า เมื่อผู้เรียนได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้ จะมีความเจริญงอกงามทางสติปัญญา ใหม่ๆอย่างไร ที่จะเกิดขึ้นกับเขาบ้างเพื่อให้ผู้เรียนสามารถ ก้าวขึ้นไปสู่ขีดสูงสุดตามพัฒนาการที่เขา สามารถจะเป็นไปได้

### 2. การให้ความช่วยเหลือควรมีความเหมาะสม

การช่วยเหลือผู้เรียนที่มากเกินไปอาจส่งผลทำให้ผู้เรียนลดระดับความพยายามที่จะ บรรลุ เป้าหมายในการเรียนรู้และลดระดับการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง (Self-directed Learning) ลง การเรียนรู้ด้วยการนำตนเองเป็นการที่ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการ วางเป้าหมาย กำหนดแผนการเรียนและแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ สร้างกลวิธีในการเรียนรู้ และ ประเมินสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยตนเอง แต่ถ้าช่วยเหลือผู้เรียนน้อยเกินไปก็อาจจะทำให้ผู้เรียนไม่มี ความสามารถเพียงพอที่จะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ จึงนำไปสู่ความวิตกกังวล ความคับข้องใจ และในที่สุดก็จะสูญเสียแรงจูงใจในการเรียนรู้

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมต่อความรู้

### 2.6.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Brownwyn (2000) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาตามแนวคิดของบรูเนอร์ ในการฟื้นฟูความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยการเสริมต่อการเรียนรู้โดยการสอนแบบตัวต่อตัว วิธีการศึกษาโดยสังเกตการณ์มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูสองคนกับนักเรียน 6 - 7 ปี ในชั้นเรียนผ่านวิดีโอ แล้วนำมาอภิปรายร่วมกัน ผลจากการสังเกตแสดงให้เห็นว่า การเสริมต่อการเรียนรู้ในลักษณะตัวต่อตัว เป็นลักษณะการสอนที่เหมาะสมแก่การฟื้นฟู ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การเรียนรู้ถึงเทคนิคการสอน เพื่อฟื้นฟูความรู้ทางคณิตศาสตร์โดย วิธีการบันทึกภาพวิดีโอเป็นวิธีที่ดีเยี่ยมเพราะครูผู้สอนจะได้เห็นภาพในขณะที่ตัวเองสอน โดยใช้เทคนิคที่พัฒนาขึ้นมา ภาพวิดีโอที่บันทึกไว้จะใช้ในการประเมินการสอน วิธีในการสอน และพัฒนาการของนักเรียนด้านคณิตศาสตร์ ครูทั้งสองคนนี้จะใช้การเสริมต่อการเรียนรู้ที่คล้ายกัน คือ ใช้วิธีการสอนแบบเสริมต่อการเรียนรู้ในการให้นักเรียนแสดงออกในสิ่งที่เขาคิด และครูต้องใช้เวลาสำหรับให้นักเรียนคิด เมื่อนักเรียนต้องพยายามหาคำตอบที่ทำได้ยาก โดยการลดอุปสรรคของการแก้ปัญหาและช่วยให้นักเรียนมีความตั้งใจกับปัญหาจนสำเร็จ ในที่สุดครูทั้งสองค่อยๆปรับงานที่ละน้อยเพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหา ได้ง่ายขึ้นโดยสังเกตจาก การตอบสนองของนักเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนตัดปัญหาต่างๆออกไปได้ สิ่งที่สำคัญที่เด่นชัดของครู ทั้งสองคน คือ การสอนแบบตัวต่อตัวทำให้สามารถดูแลและกระตุ้น เด็กได้เป็นอย่างดี แนวคิดเสริมต่อการเรียนรู้มีผลอย่างมากกับครูและนักเรียน ครูที่มีลักษณะการสอน ที่เสริมต่อการเรียนรู้จะเป็นการส่งเสริมคุณภาพของครูในด้านการมีทักษะในการสังเกตและ การปฏิบัติตนของครูจะทำให้ครูสามารถวางรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ครูสามารถที่จะสร้าง บรรยากาศการเรียนเพื่อส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูและนักเรียน ถ้านักเรียนไม่มีการตอบสนองครูก็สามารถกระตุ้นและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ได้

### 2.6.2 งานวิจัยในประเทศ

สนิท ตีเมืองซ้าย , มนต์ชัย เทียนทอง และ สุพจน์นิตย์ สุวัฒน์ ได้ทำการศึกษา เรื่องระบบเสริมศักยภาพทางการเรียน (Scaffolding) 4 แบบ เพื่อช่วยในการเรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ วิชา การเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ 1 การวิจัยนี้ใช้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิค และวิธีการจำนวน 5 คน และกลุ่มผู้เรียน จำนวน 22 คน เพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลอง ใช้กลุ่มย่อย หลังจากนั้นดำเนินการวิจัยตามรูปแบบ ADDIE ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การทดลองใช้งานและการประเมินผล ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์ระดับเหมาะสมมาก และความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ระดับพอใจ

สุปรีย์ บุรณะกนิษฐ, ปราวินยา สุวรรณรัฐโชติ ได้ทำการศึกษา เรื่อง กลยุทธ์การใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิด วิเคราะห์ในการโปรแกรมหุ่นยนต์ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Different Types of Technology - Enhanced Scaffolding Strategies in ProjectBased Learning upon Problem Solving and Analytical Thinking Abilities in Programming Robots of Lower Secondary School Students) ในกระบวนการทำวิจัยครั้งนี้ กำลังอยู่ในระหว่างการสร้างเครื่องมือในการวิจัยและตรวจสอบ คุณภาพของเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญ



### 3. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

#### 3.1 ความหมายและลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาคณิตศาสตร์และองค์กรทางการศึกษาได้ให้ความหมายของ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา(The National Council of Teacher of Mathematics, [NCTM]. 1991: 102) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยง คือ การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องของกันเวมรวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งได้ตามต่อไปนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวไปสัมพันธ์กัน ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริงช่วยนักเรียนให้ทำความเข้าใจถึง ความแตกต่างของเนื้อหาวิชา รวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะช่วยให้ การเรียนของผู้เรียนมีความหมาย
2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชาเป็นการรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้เนื้อเรื่องที่เกี่ยวของกันใหม่สัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬาหรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป\*

อัมพร มาคทอง (2547 : 101) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้ หรือ ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียน คณิตศาสตร์มี 3 ประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่น

จากการศึกษาความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยง สัมพันธ์ความรู้ กับเนื้อหาการเรียนรู้อัจจุบัน โดยอาศัยความรู้เดิม โดยแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

### 3.2 ความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาคณิตศาสตร์และองค์กรทางการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 84 – 86) กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยงมีประโยชน์ในการแก้ปัญหา การอภิปราย และการจำลองปรากฏการณ์ ที่อยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง และการสื่อสารความคิดและข้อมูลที่ซับซ้อนในลักษณะที่ละเอียด และชัดเจน การนำเสนอของปัญหา ช่วยให้ผู้มองสิ่งต่างๆได้ทั่วและชัดเจนขึ้นทำให้นักเรียนอธิบายปัญหาและคำตอบได้

อัมพร มาคนอง (2547:101) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็น สำหรับการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียน เข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนใน ห้องเรียนได้ดีขึ้นและมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่สามารถ นำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้จากความสำคัญ ของการเชื่อมโยง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงและประยุกต์ในการเรียน สาขาวิชาอื่นๆ ตลอดจนนำไปเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเห็นคุณค่าและความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความสำคัญของการเชื่อมโยงทำให้นักเรียน สามารถนำความรู้ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงและประยุกต์ในการเรียนสาขาวิชาอื่นๆ ตลอดจนนำไปเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะส่งผลให้ นักเรียนเห็นคุณค่าและ ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ลึกซึ้งและ ยาวนานเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา ทำให้เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจมีชีวิตชีวา และนำไปใช้ในชีวิตจริงได้



### 3.3 แนวทางการพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาคณิตศาสตร์และองค์กรทางการศึกษาได้ให้เสนอแนะแนวทางในการพัฒนา การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (7 : 21; อ้างอิงจาก NCTM. 1991: Online) กล่าวถึง การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์วาทกรรมมีบทบาทในการพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สาธิตความรู้ในเรื่องความคิดรวบยอดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. นำเสนอคณิตศาสตร์ในลักษณะเช่นเดียวกันกับเครือข่ายการเชื่อมโยงความคิดรวบยอด และกระบวนการร่วมกัน
3. เน้นให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นและเป็นการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน
4. ร่วมทำกิจกรรมกับนักเรียนโดยส่งเสริมความเข้าใจในความคิดรวบยอดกระบวนการและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
5. ร่วมกันอภิปรายคณิตศาสตร์ โดยขยายความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดกระบวนการและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

กรมวิชาการ (2545: 203 – 205) กล่าวว่า องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนา การเรียนรู้ทักษะกระบวนการเชื่อมโยง มีดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่นๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้อง เชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะกระบวนการที่มีใน เนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้องด้วย
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามี ความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผลในการจัดการเรียนรู้ให้ ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้นผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือ สถานการณ์สอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียน เห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน

### 3.4 การประเมินการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การประเมินตามสภาพจริง การใช้แบบทดสอบซึ่งเครื่องมือทางการวัดผลแต่ละวิธีก็มีจุดเด่นและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการเลือกใช้เครื่องมือหรือวิธีในการวัดผลประเมินผลในแต่ละครั้งควรคำนึงถึงความเหมาะสมและจากการศึกษาเอกสาร เกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือในการวัดผลประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ เอกสารหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุมสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และคู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบอัตนัยหรือแบบทดสอบ ความเรียง (Essay Test) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

#### 3.4.1 เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)

กูดริช (Goodrich, 1997) กล่าวว่า รูบรีค (Rubric) เป็นเครื่องมือการให้คะแนน ซึ่งจะแสดงเกณฑ์สำหรับชิ้นงานจะเป็นการเชื่อมต่อกัน ในการแบ่งลำดับของคุณลักษณะแต่ละเกณฑ์จากดีมาก จนถึงต้องปรับปรุงแก้ไขและกูดริชยังได้กล่าวถึงประโยชน์ของรูบรีคไว้ ดังนี้

1. รูบรีคสามารถพัฒนาการปฏิบัติงานของนักเรียนคล้ายกับเป็นการกำกับติดตาม โดยทำให้ความคาดหวังของ ครูมีความชัดเจนและเป็นการแสดงว่านักเรียนจะพบกับ สิ่งที่คาดหวังได้อย่างไร ผลที่ได้จะเป็นการบอกการปรับปรุงแก้ไขในคุณลักษณะของ งานนักเรียนและในการเรียนรู้
2. รูบรีคสามารถช่วยตัดสินเกี่ยวกับคุณลักษณะงานของนักเรียนด้วยตนเองและงานอื่นๆเมื่อรูบรีค นำมาใช้ประเมินตนเอง และกลุ่มจะทำให้เพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหาที่นั้น
3. รูบรีคจะช่วยลดเวลาของครูที่ใช้ในการประเมินงานของนักเรียนได้
4. รูบรีคในง่าย และมีการอธิบายที่ชัดเจน

กรมวิชาการ (2539: 54) กล่าวถึง “รูบรีค” (Rubrics) คือ แนวทางการให้คะแนน (Scoring Guide) ซึ่งจะต้องกำหนดมาตรวัด (Scale) และรายการคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกของแต่ละจุดในมาตรวัดไว้ อย่างชัดเจน การให้คะแนนของรูบรีค ก็คือการตอบคำถามว่านักเรียนทำอะไรได้สำเร็จหรือว่ามีระดับความสำเร็จในชั้นต่างๆ กันหรือมีผลงานเป็นอย่างไรรวมทั้งจากความหมายสรุปได้ว่า รูบรีคมีประโยชน์ หลายประการ ดังนี้

1. ช่วยพัฒนาผลงานของนักเรียน ขณะเดียวกันก็เป็นเครื่องมือในการติดตามพัฒนาผลงานของนักเรียนเองด้วยเพราะรูบรีคบอกไว้ชัดเจนว่าครูคาดหวังอะไรและนักเรียนจะได้อะไรที่จะก้าวไปถึงความคาดหวังนั้นได้อย่างไร

2. ช่วยให้นักเรียนหัดใช้ความคิดในการพิจารณาคุณภาพงานของตนเองและผู้อื่น จากการใช้รูบรีค ประเมินผลงานของตนเองและเพื่อน การฝึกให้ทำงานหลายๆครั้ง จะช่วยให้นักเรียนเป็นคนที่มีความรับผิดชอบต่องาน
3. ช่วยลดเวลาที่ครูต้องใช้สำหรับการประเมินผลงานนักเรียน เพราะหลังจากนักเรียนประเมินตนเอง และให้นักเรียนประเมินโดยใช้รูบรีคแล้ว ครูมักพบว่าสิ่งที่ครูต้องปรับปรุงแก้ไขนั้นจะมีไม่มาก
4. ครูสามารถปรับรูบรีคให้เหมาะสมกับการประเมินผลงานนักเรียนกลุ่มต่างๆ ที่ต่างกันมาก
5. เป็นสิ่งที่ง่ายและอธิบายให้คนอื่นเข้าใจได้ง่าย เช่น การอธิบายให้ ผู้ปกครองทราบ

### 3.4.2 วิธีการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย

วิธีการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย ทำได้ 2 วิธี (Stenmark. 1991: 20)

1. วิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method หรือ Point Method) ใช้การวิเคราะห์ด้วยประเด็นที่มีลักษณะแตกต่างกันของคำตอบ
2. วิธีประเมินรวม (Holistic Method) เป็นวิธีที่ผู้ประเมินพิจารณาคำตอบโดยรวมมากกว่า ตรวจสอบรายละเอียดปลีกย่อยเฉพาะ

นักวัดผลการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับวิธีการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบทั้ง 2 วิธีนี้ไว้

เมอร์เรนและเลห์ (238-Mehrens; & Lehmann. 1969: 229) ได้อธิบายถึง การตรวจให้คะแนน วิธีวิเคราะห์และวิธีประเมินรวมไว้ ดังนี้

1. วิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method) หรือ (Point Method) เป็นวิธีที่มีรูปแบบคำตอบประกอบด้วย ประเด็นเฉพาะที่กำหนดไว้ก่อนแล้ว คะแนนของนักเรียนที่ได้จะขึ้นอยู่กับจำนวนประเด็นที่เขาตอบรวมไปถึงส่วนอื่นๆ เช่น แสดงความคิดเห็นได้ชัดเจน การให้เหตุผลและการยกตัวอย่างสนับสนุนในประเด็นคำตอบและ การกำหนดคะแนนในแต่ละประเด็นจะขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการตอบความซับซ้อนของคำถามและเนื้อหาที่ครูสอน
2. วิธีประเมินรวม (Global Scoring หรือ Holistic หรือ Rating Method) วิธีนี้คำตอบจะไม่ถูกแบ่งเป็นส่วนๆเป็นประเด็นเฉพาะ แต่ผู้ตรวจจะอ่านคำตอบอย่างรวดเร็วแล้วใช้ความประทับใจและใช้มาตรฐานบางอย่าง กำหนดระดับของคำตอบ การตรวจคำตอบจะขึ้นอยู่กับระดับของการแบ่งอาจจะแบ่งข้อสอบเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ยอมรับได้และกลุ่มที่ยอมรับไม่ได้ หรือ 5 กลุ่ม คือ ดีมากจนถึงต่ำกว่ามาตรฐาน โดยมากจะแบ่งประมาณ 4 หรือ 5 กลุ่ม ซึ่งได้แก่

1. คุณภาพดีมาก
2. คุณภาพดีกว่ปานกลาง
3. คุณภาพปานกลาง
4. คุณภาพต่ำกว่าปานกลาง
5. คุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน

ส.วาสนา ประवालพฤษ (2544: 39-42) ได้เสนอวิธีการกำหนดระดับคะแนน ทั้งแบบองค์ประกอบที่มีคะแนนเดียวสำหรับงานหรือข้อเขียนนั้น และแบบองค์ประกอบที่มีคะแนนหลายคะแนนสำหรับงานหรือข้อเขียนนี้ ดังนี้

1. แยกประเด็นพิจารณาออกเป็นประเด็นย่อยแล้วทำเป็นตารางพิจารณาความถูกต้องในแต่ละประเด็นกำหนดระดับคะแนนตามจำนวนที่ปฏิบัติถูกต้องในประเด็นเหล่านั้น
2. กำหนดระดับความสมบูรณ์ตามเสนอแสดงความต่อเนื่องของความสามารถ (Continuous Ability)
3. กำหนดระดับความผิดพลาด พิจารณาความบกพร่องจากคำตอบว่ามีมากน้อยเท่าใด โดยจะหักจากระดับคะแนนสูงสุดลงมาที่ระดับ
4. กำหนดระดับการยอมรับและคำอธิบาย
5. ใช้หลักการจัดกลุ่มแบบอิงกลุ่ม

### 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

#### 3.5.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ลอร์สันและชินนาพพาน (Lawson & Chinnappan. 2000: 26-43) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหากับการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนและศึกษาต่อไปถึงตัวชี้วัดความสามารถด้านเนื้อหา และการเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตกับนักเรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จุดมุ่งหมายในการศึกษา คือ เพื่อให้ข้อมูล กับครูผู้สอนในการหาวิธีสอนที่ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ที่มีคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ขึ้นเองได้มากกว่าและสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ครูจัดตามแผนการสอนมาสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่และตัวชี้วัดความสามารถด้านการเชื่อมโยงมีผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาสูงกว่าตัวชี้วัดความสามารถด้านเนื้อหาแพนดิสซิโอ (Pandiscio. 2002: 216-221) ได้สร้างการเชื่อมโยงมโนมติกการพิสูจน์กับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เรขาคณิตของนักศึกษาฝึกสอน 4 คน (ชาย 2 คน หญิง 2 คน) แก้ปัญหาเรขาคณิตที่ไม่คุ้นเคย โดยใช้พื้นฐานมโนมติกของยูคลิดจำนวน 2 ข้อ ให้สร้างการพิสูจน์ตามรูปแบบที่ให้ผลออกมาเป็นแบบกรณีทั่วไปและให้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต ผลปรากฏว่า นักศึกษาทั้ง 4 คน ยอมรับว่า แม้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตจะไม่ได้ช่วยพิสูจน์แต่ก็เป็นเครื่องมือช่วยสร้างความรู้สึก (Sense) ให้เกิดความเข้าใจความสัมพันธ์ในปัญหาหรือทฤษฎีบท เพื่อนำไปใช้ในการพิสูจน์ได้

พิงจุง (Ping-Jung. 2004: Online) ได้ศึกษา การใช้เครื่องคำนวณกราฟในการเรียนพีชคณิตในวิทยาลัย : การวิเคราะห์รูปแบบการเรียนของนักศึกษาผู้ใหญ่และความเชื่อมั่นต่อตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมาย

1. เพื่อสำรวจผลของการใช้เครื่องคำนวณกราฟ (รุ่น TI-83 หรือ รุ่น TI-83+) ในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาผู้ใหญ่ (อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป) ในวิชาพีชคณิต
2. เพื่อสำรวจการเชื่อมโยงระหว่างความเชื่อมั่นต่อตนเองของนักศึกษา กับผลงานทางวิชาการของนักศึกษาที่ใช้เครื่องคำนวณกราฟในการเรียนพีชคณิต
3. เพื่อพัฒนาความเชื่อมั่นต่อตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาให้สูงขึ้น
4. เพื่อสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อมั่นต่อตนเองในวิชาคณิตศาสตร์กับรูปแบบการเรียนเป็นรายบุคคล

งานวิจัยครั้งนี้สามารถใช้ในการเก็บข้อมูล GPA ของนักเรียน วิชาเอก เชื้อชาติ รูปแบบการเรียนและความเชื่อมั่นต่อตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียน วิชาพีชคณิตจากวิทยาลัย 6 แห่งในท้องถิ่น จำนวน 163 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่าง ใช้ระยะเวลาในการวิจัย 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า การใช้เครื่องคำนวณกราฟสามารถช่วยฝึกการแก้ปัญหาให้ได้ผลดียิ่งขึ้นโดยเฉพาะปัญหาที่ใช้การแสดงภาพกราฟจะมีความถูกต้องแม่นยำสูงซึ่งทำให้เกิดความเชื่อมั่นต่อตนเองสูงขึ้น

### 3.5.2 งานวิจัยในประเทศ

สมบัติ แสงทองคำสุก (2545: 94-97) ได้ศึกษา การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์บูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริม ทักษะการเชื่อมโยงและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์บูรณาการเชิงเนื้อหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ระดับชั้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศึกษานารีวิทยา เขตบางบอน จังหวัด กรุงเทพมหานคร จำนวน 45 คน ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบการเชื่อมโยงความรู้ที่อยู่ในขั้นดี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองของนักเรียนสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุจริรัตน์ วงศ์วิริยะพันธ์ (2546: 62-66) ได้ทำการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคาร จังหวัดน่าน มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคาร จังหวัดน่าน จำนวน 50 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการ ทางด้านความสามารถในการแก้ปัญหา การเชื่อมโยง การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 89.84/82.32 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงดังกล่าวหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิธร แก้วรักษา (2547: 58-59) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนละหานทราย จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 45 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปาที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปาที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ผลการศึกษา พบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปาที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 82.11/83.59 และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## 4. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

### 4.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาคณิตศาสตร์และองค์กรทางการศึกษาได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1989: 21) ได้ระบุว่า การสื่อสารเป็นความสามารถในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อแนวคิดหรือทำความเข้าใจแนวคิดและความสำคัญของแนวคิดนั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2543: 286) กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทักษะในการสื่อสาร (Communication Skills) หมายถึง การให้หรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการอ่าน การฟัง การสังเกต และการตรวจสอบในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผลโดยการพูดและการเขียนข่าวสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร โดยผ่านช่องทางการสื่อสารเพื่อมีอิทธิพลต่อผู้รับไม่ว่าทางใดก็ตาม

อัมพร ม้าคนอง (2553: 56-57) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ ตัวอย่างของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เช่น การใช้ภาษา การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมายและการนำเสนอ การอธิบายลำดับขั้นตอนในการทำงาน การแสดงผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ภาษา สัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ เพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์และอธิบายลำดับขั้นตอนในการดำเนินการ ให้บรรลุเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง

#### 4.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาคณิตศาสตร์ และ องค์กรทางการศึกษาได้กล่าวถึง ความสำคัญ ของ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1989: 21-22) กล่าวว่า การสื่อสาร มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจภาษาของคณิตศาสตร์ เป็นสะพาน เชื่อมโยงสาระ หรือความคิดที่ไม่เป็นทางการหรือสามัญสำนึกไปสู่ภาษาที่เป็นนามธรรม และ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และยังมีบทบาทสำคัญในการ ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยง ที่สำคัญ ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นวัตถุ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ต่างๆ คำพูดและการแทน ความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง NCTM ได้ระบุความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูด การเขียน และการสาธิต
2. สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมายและประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอ โดยการเขียน การพูด หรือ แผนภาพต่างๆ
3. สามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบาย ความสัมพันธ์หรือจำลองสถานการณ์ได้

จากความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการ สื่อสารจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และยังช่วยให้ผู้เรียนมี ความเข้าใจ ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น



### 4.3 แนวทางการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาคณิตศาสตร์และองค์กรทางการศึกษาได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 270-272) กล่าวว่า บทบาท ของครูในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6-8 ว่า ครูจะต้องจัด สภาพ ห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้ เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหาปัญหาร่วมกัน รวมถึงการให้คำแนะนำจากครู การให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้ เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนมีการสื่อสารทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยครูจะ ต้องกำหนดชิ้นงานที่ ประกอบด้วย

1. ความสัมพันธ์เกี่ยวกับความสำคัญของแนวคิดทางคณิตศาสตร์
2. มีแนวทางในการหาคำตอบได้หลายวิธี
3. อนุญาตให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดได้อย่างหลากหลาย
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย แสดงเหตุผล การคาดเดาในการแก้ปัญหา การอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูจะมีบทบาทในการให้คำแนะนำโดยที่ ครูเดินไปตามกลุ่มและรับฟังคำตอบที่แตกต่างกันของนักเรียนการพูด และการเขียนเป็นการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญที่ช่วยให้นักเรียน

กรมวิชาการ (2545ข: 197-199) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ทำได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการให้คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เช่น ในวิชาเรขาคณิตมีเนื้อหาที่ต้องการฝึกวิเคราะห์ การให้ เหตุผลและการพิสูจน์ ผู้เรียนต้องฝึกทักษะในการสังเกต การนำเสนอรูปภาพต่างๆ เพื่อสื่อความหมาย แล้วนำความรู้ทางเรขาคณิตไปอธิบายปรากฏการณ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวัน โดยมีแนวทางในการดำเนินการ ดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนะแนวทางใน การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การฝึกทักษะกระบวนการนี้ ต้องทำอย่างต่อเนื่องโดยสอดแทรกในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้ ผู้เรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีการแก้ปัญหายังไง เขียน รูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพตารางหรือกราฟ ใดช่วยในการ สื่อสารความหมาย

จากแนวทางการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถทำได้หลากหลายวิธี แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว การส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นจะเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและคิดวิเคราะห์ปัญหาต่างๆด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนได้มีการแสดงความคิดเห็นโดยการพูด การเขียนหรือ การนำเสนอ ทั้งในกลุ่มและหน้าชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางจึงจะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด กับผู้เรียนอย่างแท้จริง



#### 4.4 การประเมินการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาคณิตศาสตร์และองค์กรทางการศึกษาได้กล่าวถึงการประเมิน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Kennedy and Tipps (1994: 112) ได้แบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ด้านภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)
  - 1.1 ไม่ใช่หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
  - 1.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
  - 1.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
  - 1.4 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
2. ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Representations)
  - 2.1 ไม่ใช่แนวคิดทางคณิตศาสตร์
  - 2.2 มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
  - 2.3 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
  - 2.4 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ ชัดเจน
3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)
  - 3.1 การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)
  - 3.2 การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
  - 3.3 การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
  - 3.4 การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ)

SuZanne (1996: 264 – 266) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกทั่วไป (General Rubric) ซึ่งพัฒนาโปรแกรมการประเมินผลของแคลิฟอร์เนีย (California state Department of Education. 1989) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างรูบริกเฉพาะ (Specific Rubric) สำหรับการตรวจ ให้คะแนนด้วยวิธีประเมินรวม (Holistic) ไว้ 5 ระดับ คือ 0-4 คะแนน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 206) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการสื่อสาร สื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอไว้ ดังนี้

ความรู้	ระดับคะแนน 4
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการด้านคณิตศาสตร์ปัญหา</li> <li>- ใช้คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม</li> <li>- ปฏิบัติตามขั้นตอนการคำนวณให้สมบูรณ์ถูกต้อง</li> </ul>
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ข้อมูลตรงประเด็น ตามคุณสมบัติที่เป็นแบบแผน</li> <li>- ระบุส่วนประกอบที่สำคัญทั้งหมดของปัญหาและแสดงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น</li> <li>- พิจารณาความเหมาะสมและวิธีที่เป็นระบบสำหรับการแก้ปัญหา</li> <li>- แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขให้ชัดเจน และ อธิบายกระบวนการให้สมบูรณ์และเป็นระบบ</li> </ul>
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ</li> <li>- อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์</li> <li>- สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ)</li> <li>- แสดงความเชี่ยวชาญในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์</li> </ul> <p>อาจมีการยกตัวอย่างประกอบการให้เหตุผล</p>

ตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระดับ 4 คะแนน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความรู้	ระดับคะแนน 3
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์และปัญหาเกือบสมบูรณ์</li> <li>- ใช้คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ถูกต้องเกือบหมด</li> <li>- ปฏิบัติตามขั้นตอนการคำนวณส่วนมากถูกต้องแต่อาจมีความผิดพลาดอยู่เล็กน้อย</li> </ul>
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ข้อมูลตรงประเด็นตามคุณสมบัติที่เป็นแบบแผนและไม่เป็นแบบแผน</li> <li>- ระบุส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของปัญหา และแสดงความเข้าใจทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น</li> <li>- แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขได้ชัดเจนและอธิบายกระบวนการได้สมบูรณ์และเป็นระบบ</li> </ul>
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ</li> <li>- อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์</li> <li>- การสื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน(ผู้ตรวจ)</li> <li>- แสดงการสนับสนุนการให้เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจจะมีช่องว่างเล็กน้อย</li> </ul>

ตารางที่ 3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระดับ 3 คะแนน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความรู้	ระดับคะแนน 2
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์ บางส่วน</li> <li>- ใช้คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ส่วนมากผิด</li> <li>- การคำนวณอาจผิดพลาด</li> </ul>
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาได้บ้างแต่แสดงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น</li> <li>- แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขได้บ้าง แต่การอธิบายกระบวนการแก้ไขอาจจะไม่สมบูรณ์หรือบางที่ไม่เป็นระบบ</li> </ul>
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือมีสองนัย</li> <li>- แผนภาพประกอบบกพร่องหรือไม่ชัดเจน</li> <li>- การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก</li> <li>- การให้เหตุผลอาจไม่สมบูรณ์หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน</li> </ul>

ตารางที่ 4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระดับ 2 คะแนน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความรู้	ระดับคะแนน 1
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการในคณิตศาสตร์ปัญหาได้น้อยมาก</li> <li>- ใช้คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ผิด</li> <li>- การคำนวณผิดพลาด</li> </ul>
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- พยายามใช้ข้อมูลที่ไม่ตรงประเด็น</li> <li>- ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาผิดหรือเน้นส่วนประกอบที่ไม่สำคัญมากเกินไป</li> <li>- แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขไม่สมบูรณ์หรือไม่เหมาะสม</li> <li>การอธิบายกระบวนการแก้ไขผิดพลาดหรือไม่เป็นระบบ</li> </ul>
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายคำตอบอาจจะผิดหรือเข้าใจยาก</li> <li>- แผนภาพประกอบไม่ถูกต้องตามสถานการณ์ปัญหา หรือ แผนภาพไม่ชัดเจนตีความหมายยาก</li> </ul>

ตารางที่ 5 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระดับ 1 คะแนน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความรู้	ระดับคะแนน 0
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	แสดงความไม่เข้าใจในแนวคิดและหลักการในคณิตศาสตร์ปัญหา
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- พยายามใช้ข้อมูลที่ไม่ตรงประเด็น (ไม่เกี่ยวข้อง)</li> <li>- ระบุส่วนประกอบของปัญหาผิด</li> <li>- ลอกส่วนปัญหาของโจทย์มาแต่ไม่พยายามแก้ปัญหา</li> </ul>
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ</li> <li>- คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหาแผนภาพประกอบผิดหมด</li> </ul>

ตารางที่ 6 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ระดับ 4 คะแนน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากการประเมินการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยปรับจากเกณฑ์ของ Kennedy and Tipps (1994: 112) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 206)

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงให้ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารสื่อความหมาย และการนำเสนอเพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์และ อธิบายลำดับขั้นตอนในการดำเนินการให้บรรลุ เป้าหมายได้อย่างถูกต้องซึ่งวัดได้จาก แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับจากเกณฑ์ของ Kennedy and Tipps (1994: 112) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (2551: 206) ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องและรัดกุม
2. ความสามารถด้านการนำเสนอแนวคิดและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถ ของนักเรียนในการนำความรู้ที่มีอยู่มาใช้ในการแสดงแนวคิดและอธิบายลำดับขั้นตอนในการแสดงแนวคิด และอธิบายลำดับขั้นตอนในการดำเนินการ ทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างเหมาะสม



#### 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

##### 4.5.1 งานวิจัยต่างประเทศ

โรจาส (Rojas. 1992 : 53-05A) ได้ศึกษาการส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยพัฒนานักเรียนด้านทักษะการอ่านและการเขียน โดยให้นักเรียนได้เรียนเป็นกลุ่มซึ่งให้นักเรียน เรียนเนื้อหาเรื่องความน่าจะเป็นและใช้เทคนิคในการเสริมกิจกรรมทางภาษาในการเรียนคณิตศาสตร์ฝึกการสื่อสารให้นักเรียนโดยการกระตุ้น ให้นักเรียนได้ค้นคว้าโดยใช้การเสริมแรงในการอ่าน เขียน และ พูด ผลปรากฏว่า การทดลองนี้ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้นในกิจกรรมการเขียน แต่ว่ากิจกรรมการอ่าน นักเรียนเห็นประโยชน์เพียงเล็กน้อย โดยไม่รู้ว่า การอ่านจะมีประโยชน์อย่างไรและ อะไรที่เป็นความสามารถในการอ่านของพวกเขา

เทอร์โลว์ (Thurlow. 1996 : 2620) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติของนักเรียนระดับ 5 ระหว่างการสอนโดยเน้นการฝึกให้เขียนบทความลงในวารสารกับการสอนตามปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน สำหรับกลุ่มทดลองนักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่าค่ามัธยฐานของกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่ำกว่านักเรียนที่มีความสามารถสูงกว่าค่ามัธยฐานของกลุ่มและเพศชายมีเจตคติต่ำกว่าเพศหญิง

##### 4.5.2 งานวิจัยในประเทศ

สมชาย วรภิรมย์กุล (2540 : 154) ได้ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการสอน วิชาคณิตศาสตร์โดยการสื่อสารแนวความคิดเพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาพบว่าภาพรวมของการสอน วิชาคณิตศาสตร์ โดยการสื่อสารแนวความคิดเพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา มีประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์โดยเฉลี่ยเท่ากับ 86.23 และ 77.62 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์สมมุติฐานที่กำหนดไว้

สมเดช บุญประจักษ์ (2540 : 91-92) ได้ศึกษาการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งศักยภาพทางคณิตศาสตร์ สื่อสารพัฒนาโดยฝึกผ่านกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า ศักยภาพด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารหลังการทดลองกับก่อนการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยศักยภาพของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

## กรอบแนวคิดในการวิจัย

## แนวคิด / หลักการ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีการนำปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบมีขั้นตอน ซึ่งลักษณะของปัญหานั้นจะเป็นปัญหาที่ท้าทาย แปลกใหม่ หรือเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนสำหรับผู้เรียน และมีการเสริมต่อการเรียนรู้ซึ่งเป็นบทบาทเชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนโดยการเตรียมสิ่งที่เอื้ออำนวย การให้คำแนะนำ การช่วยเหลือและการสนับสนุนผู้เรียน ซึ่งเป็นการที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนให้ก้าวไปสู่ขั้นหรือระดับพัฒนาการที่สูงขึ้นไป ซึ่งมี 6 ชั้น ดังนี้

**ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา**

ครูนำเสนอปัญหาที่ท้าทายแปลกใหม่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันหรือปัญหาที่มีความซับซ้อนสำหรับนักเรียน และใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไปแก่ผู้เรียน ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยใช้คำถามสร้างความสนใจจากการให้นักเรียนได้บอกเล่าและให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในสถานการณ์หรือปัญหาที่นำมาเป็นโจทย์ปัญหา

**ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างประเด็นระบุถึงปัญหาและข้อเท็จจริง**

ครูให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหา พิจารณาปัญหาหรือสถานการณ์หาข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการสนับสนุนให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วม จากการที่ให้นักเรียนได้อธิบายหรือตอบคำถามจากสิ่งที่ครูถาม รวมทั้งให้นักเรียนแสดงประเด็นหลักฐานต่างๆ

**ขั้นที่ 3 ขั้นตั้งสมมติฐาน**

ครูให้นักเรียนร่วมกันกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยการนำข้อมูลต่างๆมาวางแผน กำหนดแนวทางการแก้ปัญหา ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยครูให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด และครูให้คำอธิบายชี้แนะจุดสำคัญในการแก้ปัญหาให้นักเรียนเห็น

**ขั้นที่ 4 ขั้นค้นหาคำตอบ**

ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาคำตอบตามแผนการที่ได้วางไว้ ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยใช้คำถามชี้แนะเพื่อให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และครูสาธิตโดยการยกตัวอย่างแสดงวิธีคิดเพื่อให้นักเรียนได้เห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

**ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ที่ได้นำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา**

ครูให้นักเรียนนำเสนอผลงานและวิธีการแก้ปัญหาซึ่งแสดงถึงความรู้และความสามารถในการเรียนรู้ในชั้นเรียน ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา และให้นักเรียนกลุ่มอื่นที่สามารถแสดงวิธีคิดที่แตกต่างออกไปจากกลุ่มที่นำเสนอ

**ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปผลและประเมินผล**

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป เมื่อนักเรียนสามารถหาข้อมูลได้ครบถ้วนต่อการพิสูจน์ข้อสมมติฐานทั้งหมดและสามารถสรุปถึงหลักการต่างๆที่ได้จากการศึกษาปัญหาแล้ว รวมทั้งเห็นแนวทางในการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ทั่วไปได้ ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้แสดงหลักฐานต่างๆ เพื่อสนับสนุนและยืนยันการคิดที่นำไปสู่ข้อสรุป

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการดำเนินการวิจัยตามหัวข้อ ดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบงานวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

โดยในงานวิจัยนั้นมีขั้นตอนต่างๆตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าความรู้จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยทั้งในประเทศและ ต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการทำวิจัย ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสาร ตำรา ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักการเสริมต่อการเรียนรู้ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2. ผู้วิจัยทำการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวมถึงทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
3. ผู้วิจัยทำการศึกษาเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หนังสือคู่มือครู และหนังสืออ่านประกอบของสำนักพิมพ์อื่นๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

4. ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสาร วารสาร ตำราเรียน เกี่ยวกับวิธีการวิจัยทางการศึกษา หลักการวัด และหลักการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

## 2. การออกแบบงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนการทดลอง	การทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
E	- ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	X	- ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
C	- ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	~X	- ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 7 รูปแบบแผนในการออกแบบงานวิจัย

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

- |    |     |  |
|----|-----|--|
| E  | แทน | กลุ่มทดลอง   |
| C  | แทน | กลุ่มควบคุม  |
| X  | แทน | การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้ |
| ~X | แทน | การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ  |

### 3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา เขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนศึกษานารี จังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โดยเป็นโรงเรียนที่ผู้วิจัยทำการปฏิบัติการสอนประจำการอยู่แล้วและโรงเรียนศึกษานารียังเป็นโรงเรียนที่จัดนักเรียนเข้าชั้นเรียนแบบความสามารถทางการเรียน โดยผู้วิจัยเลือกนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน ที่นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใกล้เคียงกันซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียนทั้งสองห้อง มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $s$ )
2. ผู้วิจัยได้ทำการเลือกห้องในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน ที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $s$ ) ใกล้เคียงกัน ได้แก่ นักเรียนห้อง ม.2/10 และ ม.2/12 ซึ่งคะแนนเต็มของนักเรียนทั้งสองห้องคือ 20 คะแนน นักเรียนห้อง ม.2/10 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 51 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 14.03 คะแนน และนักเรียนห้อง ม.2/12 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 48 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 13.67 ผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $s$ ) ของนักเรียนทั้ง 2 ห้องมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F - test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองห้องพบว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จากนั้นจึงนำไปทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนโดยใช้ค่าที (t - test) เพื่อดูว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียน 2 ห้องนี้มีความแตกต่างกันหรือไม่ พบว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน
3. ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนซึ่งมีคะแนนเต็ม 45 คะแนน และจึงคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F - Test) ซึ่งผลการทดสอบ พบว่าความแปรปรวนของคะแนนสอบของนักเรียนทั้งสองห้อง

ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จึงทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากการทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ด้วยค่าที่ (t - Test) พบว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ( $p = .384$ ) แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 8

**ตารางที่ 8** แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที่ (t-test) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง (คะแนนเต็ม 45 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	$n$	$\bar{x}$	S.D.	$t$
ม.2/10	49	22.19	9.61	.874
ม.2/12	49	20.56	8.87	

\* $p < 0.05$

4. ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน และจึงคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F - Test) ซึ่งผลการทดสอบ พบว่าความแปรปรวนของคะแนนสอบของนักเรียนทั้งสองห้องแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จึงทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากการทำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ด้วยค่าที่ (t - Test) ผลการทดสอบค่าที่ (t-Independent Sample test) เท่ากับ 1.420 พบว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้อง ม.2/10 สูงกว่านักเรียนห้อง ม.2/12 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 9

**ตารางที่ 9** แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที่ (t-test) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง (คะแนนเต็ม 45 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	$n$	$\bar{x}$	S.D.	$t$
ม.2/10	49	16.35	6.56	1.420*
ม.2/12	47	14.77	4.00	

\* $p < 0.05$

5. ผู้วิจัยทำการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากเพื่อจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยที่

กลุ่มทดลอง	คือ	นักเรียนระดับชั้น ม.2/10 จะเป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้
กลุ่มควบคุม	คือ	นักเรียนระดับชั้น ม.2/12 จะเป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ



#### 4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

##### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

- 1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 15 แผน
- 1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 15 แผน

##### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

- 2.1 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
- 2.2 แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

##### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- 1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการทดลองจะครอบคลุมเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 15 แผน ระยะเวลาในการสอน 15 คาบ คาบละ 55 นาที ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

- 1.1.1 ผู้วิจัยศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้จากเอกสารและตำราต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 1.1.2 ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนที่อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- 1.1.3 ผู้วิจัยศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน



1.1.4 ผู้วิจัยเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ โดยที่แต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดการสอน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 15 แผน ดังนี้

- |                  |  |
|------------------|--|
| แผนที่ 1 เรื่อง  | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน            |
| แผนที่ 2 เรื่อง  | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน            |
| แผนที่ 3 เรื่อง  | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน            |
| แผนที่ 4 เรื่อง  | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน            |
| แผนที่ 5 เรื่อง  | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน            |
| แผนที่ 6 เรื่อง  | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วน ร้อยละ |
| แผนที่ 7 เรื่อง  | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วน ร้อยละ |
| แผนที่ 8 เรื่อง  | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วน ร้อยละ |
| แผนที่ 9 เรื่อง  | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วน ร้อยละ |
| แผนที่ 10 เรื่อง | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วน ร้อยละ |
| แผนที่ 11 เรื่อง | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว        |
| แผนที่ 12 เรื่อง | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว        |
| แผนที่ 13 เรื่อง | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว        |
| แผนที่ 14 เรื่อง | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว        |
| แผนที่ 15 เรื่อง | โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว        |

1.1.5 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม ของเนื้อหาเพื่อให้ข้อเสนอแนะ ปรับปรุงแก้ไข ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

- ก. ผู้วิจัยควรที่จะเขียนอธิบายเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของการจัดกิจกรรมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้มีความชัดเจน
- ข. การใช้คำถามที่จะใช้กับการเสริมต่อการเรียนรู้ที่ใช้กับกลุ่มทดลองนั้น ควรจะเป็นคำถามที่แตกต่างออกไปจากคำถามที่ใช้กับกลุ่มควบคุม

- ค. สถานการณ์หรือปัญหาที่นำมาใช้ควรมีความแตกต่างจากหนังสือเรียนทั่วไป แต่ไม่ยากและไม่ยากจนเกินไปและจูงใจหรือสร้างความสนใจให้กับนักเรียนที่อยากจะแก้ปัญหา มากขึ้นด้วย อีกทั้งยังเป็นการเพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกตามลำดับขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักให้มากขึ้น
- ง. ใ้กิจกรรมของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมใช้ให้เหมือนกัน เพราะจะส่งผลต่อผลของการเก็บข้อมูล
- จ. ควรเขียนลำดับการคิดของปัญหาย่อยๆให้ชัดเจน

1.1.6 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง

## 1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการทดลองจะครอบคลุม เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 15 แผน ระยะเวลาในการสอน 15 คาบ คาบละ 55 นาที ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

- 1.2.1 ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนที่อิงตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- 1.2.2 ผู้วิจัยศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดของ สาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และ แบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน
- 1.2.3 ผู้วิจัยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยที่แต่ละแผนจะประกอบไปด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นนำ ชั้น สอน ขั้นสรุป การวัดและ การประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดการ สอน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว จำนวน 15 แผน ดังนี้

แผนที่ 1 เรื่อง	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน
แผนที่ 2 เรื่อง	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน
แผนที่ 3 เรื่อง	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน
แผนที่ 4 เรื่อง	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน
แผนที่ 5 เรื่อง	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน

- แผนที่ 6 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วน ร้อยละ
- แผนที่ 7 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วน ร้อยละ
- แผนที่ 8 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วน ร้อยละ
- แผนที่ 9 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วน ร้อยละ
- แผนที่ 10 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วน ร้อยละ
- แผนที่ 11 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว
- แผนที่ 12 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว
- แผนที่ 13 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว
- แผนที่ 14 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว
- แผนที่ 15 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว

- 1.2.4 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความ ถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา เพื่อให้ข้อเสนอแนะปรับปรุงแก้ไข
- 1.2.5 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 10 แสดงกรอบแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มทดลอง</b></p> <p>การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้</p>	<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มควบคุม</b></p> <p>การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p><b>ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา</b></p> <p>ขั้นนำเสนอปัญหา ครูนำเสนอปัญหาที่ท้าทายแปลกใหม่ สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน และใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไป</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว</li> <li>- ครูเตรียมความพร้อมให้นักเรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไป</li> <li>- ครูตอบคำถามที่นักเรียนสงสัย</li> <li>- ครูนำเสนอปัญหาที่ท้าทายแปลกใหม่และเป็นปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ครูจะสอน</li> <li>- ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการใช้คำถามสร้างความสนใจจากการให้นักเรียนได้บอกเล่าและได้มีส่วนร่วมในสถานการณ์หรือปัญหาที่นำมาเป็นโจทย์ปัญหา</li> </ul> <p><b>ขั้นที่ 2</b></p> <p><b>ขั้นสร้างประเด็นระบุถึงปัญหาและข้อเท็จจริง</b></p> <p>ขั้นสร้างประเด็นระบุถึงปัญหาและข้อเท็จจริง โดยครูให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหาพิจารณาปัญหาหรือสถานการณ์หาข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา</p>	<p><b>ขั้นนำ</b></p> <p>ครูทบทวนพื้นฐานความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียน หรือกล่าวถึงสถานการณ์ หรือยกตัวอย่างเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้การสนทนา ซักถาม ยกตัวอย่างและอภิปราย</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการสร้างปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน โดยการสนทนา ซักถาม รวมทั้งยกตัวอย่างปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน</li> <li>- ครูตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของนักเรียนว่ามีเพียงพอในการเรียนหัวข้อใหม่หรือปัญหาใหม่หรือไม่ ถ้าพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ พื้นฐาน ครูจะทำการทบทวนความรู้เดิมให้นักเรียนทั้งชั้นเรียน แต่หากพบว่ามึ้นักเรียนบางคนขาดความรู้พื้นฐานเดิม ครูอาจจะสอนเพิ่มเติมในระหว่างทำกิจกรรมหรือนัดเวลาซ่อมเสริม</li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มทดลอง</b></p> <p>การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้</p>	<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มควบคุม</b></p> <p>การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3-5 คนตามความเหมาะสม</li> <li>- ครูให้สมาชิกในกลุ่มทำความคุ้นเคยกันแนะนำตนเอง</li> <li>- ครูแจกใบกิจกรรมและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียนตามปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดเป็นรายกลุ่ม เพื่อให้ นักเรียนลงมือทำ</li> <li>- ครูให้เวลานักเรียนในการร่วมกันอภิปรายถึงปัญหาหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้</li> <li>- ครูให้สมาชิกในกลุ่มเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา</li> <li>- ครูให้นักเรียนกำหนดข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในปัญหารวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา</li> <li>- ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการสนับสนุนให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมจากการที่ให้นักเรียนได้อธิบายหรือตอบคำถามจากสิ่งที่ครูถาม</li> </ul>	<p><u>ชั้นสอน</u></p> <p>ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำในคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสได้ลงมือปฏิบัติร่วมกันในการทำความเข้าใจหัวข้อใหม่หรือแก้ปัญหาและเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในสิ่งที่ไม่เข้าใจ และคอยกำกับควบคุมการทำงานของนักเรียนอย่างใกล้ชิด</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มจำนวนกลุ่มละ 3 - 5 คน ตามความสนใจของนักเรียน</li> <li>- ครูให้นักเรียนกำหนดบทบาทของสมาชิกแต่ละคนให้ชัดเจน</li> <li>- ครูสอนมนต์ศน์หรือสอนการแก้ปัญหา</li> <li>- ครูยกตัวอย่างประกอบการสอนทีละตัวอย่าง โดยครูเป็นผู้สาธิตและอธิบาย</li> <li>- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถาม หากเกิดข้อสงสัย หลังจากทีครูสอนจบทีละตัวอย่าง</li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มทดลอง</b></p> <p>การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้</p>	<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มควบคุม</b></p> <p>การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูเสริมต่อการเรียนรู้ให้นักเรียนแสดงประเด็นหลักฐานต่างๆ โดยการใช้คำถามที่ชี้แนะจากครูว่า โจทย์กำหนดให้อะไรมา โจทย์ต้องการถามอะไร วิธีการที่จะได้มา ซึ่งคำตอบเป็นอย่างไร พร้อมทั้งครูใช้คำถามเพื่อชี้แนะและแนะแนวทางในการสร้างปัญหาย่อย ซึ่งจะเป็ประเด็นในการช่วยเหลือนักเรียนในการวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหา</li> <li>- ครูให้คำอธิบายเพิ่มเติมหากนักเรียนถามและตรวจสอบความถูกต้องแสดงความชัดเจนของความเข้าใจของนักเรียน</li> </ul> <p><b>ขั้นที่ 3 ขั้นตั้งสมมติฐาน</b></p> <p>ขั้นตั้งสมมติฐาน โดยครูให้นักเรียนร่วมกันกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการนำข้อมูลต่างๆ มาวางแผนกำหนดแนวทางการแก้ปัญหารวมทั้งวิเคราะห์ปัญหาย่อย</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูให้นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาย่อยนั้นๆ สมมติฐานที่ตั้งมีลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหาย่อยๆที่ตั้งอยู่บนเหตุผลและความรู้พื้นฐานที่มีอยู่ก่อน</li> <li>- ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยครูให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด และครูให้คำอธิบายชี้แนะจุดสำคัญในการแก้ปัญหาให้นักเรียนเห็น ได้แก่ การกำหนด ตัวแปร การแนะนำทางเลือกในการวางแผนการแก้ปัญหาให้นักเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูแจกใบกิจกรรม และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนตามปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด เป็นรายกลุ่ม โดยให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มได้มีโอกาสร่วมกันแก้ปัญหา</li> <li>- ครูให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันลงมือแก้ปัญหา</li> <li>- ครูให้นักเรียนส่งตัวแทนออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนเลือกกันเองจากสมาชิกภายในกลุ่ม</li> <li>- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่นๆที่มีวิธีการแก้ ปัญหาที่แตกต่างออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนโดยมีครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง</li> <li>- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาและความคิดรวบยอดที่ได้จากการทำกิจกรรม</li> <li>- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเพื่อเป็นการยืนยันความเข้าใจและเพิ่มความเข้าใจ</li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มทดลอง</b></p> <p>การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด การใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้</p>	<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มควบคุม</b></p> <p>การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p><b>ชั้นที่ 4 ชั้นค้นหาคำตอบ</b></p> <p>ชั้นค้นหาคำตอบ โดยครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาคำตอบตามแผนการ ที่ได้วางไว้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนการที่ได้วางไว้</li> <li>- ครูให้นักเรียนสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาว่าเพียงพอกับการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่</li> <li>- ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบสมมติฐานและแก้ปัญหา ถ้าหากไม่เพียงพอ กลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่เรียนรู้เพิ่มเติมแล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์</li> <li>- ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการใช้คำถามชี้แนะเพื่อให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์การเชิงเส้นตัวแปรเดียว</li> <li>- ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยครูยกตัวอย่างแสดงวิธีคิดเพื่อให้นักเรียนได้เห็นแนวทางในการแก้สมการ</li> <li>- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามหากนักเรียนมีข้อสงสัยเกี่ยวกับปัญหาย่อยนั้นๆด้วย</li> </ul>	<p><b>ชั้นสรุป</b></p> <p>ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปจากความรู้ที่ได้ และครูฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆพร้อมทั้งทำแบบฝึกเสริมทักษะ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละได้ศึกษาค้นคว้า และแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้กับชีวิตจริง</li> <li>- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียน และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเป็นการบ้าน</li> <li>- ครูแจกแบบฝึกทักษะแก่นักเรียน</li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มทดลอง</b></p> <p>การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด การใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้</p>	<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มควบคุม</b></p> <p>การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p><b>ชั้นที่ 5</b> <b>ชั้นนำความรู้ที่ได้นำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา</b></p> <p style="text-align: center;">ชั้นนำความรู้ที่ได้นำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา โดยครูให้นักเรียนนำเสนอผลงาน และวิธีการ แก้ปัญหาซึ่งแสดงถึงความรู้และความสามารถในการเรียนรู้ในชั้นเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูให้นักเรียนออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน</li> <li>- ครูทำการสุ่มเลือกนักเรียนในแต่ละกลุ่ม 1 คน และให้นักเรียนที่สุ่มได้นั้นเลือกเพื่อนออกมาช่วยในการนำเสนออีก 1 คน</li> <li>- ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการได้มาซึ่งคำตอบของโจทย์ ครูคอยให้คำอธิบายเพิ่มเติมสนับสนุนการคิดของนักเรียน</li> <li>- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่นที่สามารถแสดงวิธีคิดที่แตกต่างออกไปจากกลุ่มที่นำเสนอ โดยจะเสนอผลการดำเนินการของกลุ่มตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึง ขั้นตอนี่ 5</li> </ul>	



<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มทดลอง</b></p> <p>การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด การใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้</p>	<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มควบคุม</b></p> <p>การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p><b>ชั้นที่ 6 ชั้นสรุปผลและประเมินผล</b></p> <p>ชั้นสรุปผลและประเมินผล เมื่อสามารถหาข้อมูลได้ครบถ้วนต่อการพิสูจน์ข้อสมมติฐานทั้งหมดและสามารถสรุปถึงหลักการต่างๆที่ได้จากการศึกษาปัญหานี้รวมทั้งเห็นแนวทางในการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ทั่วไปได้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละได้ศึกษาค้นคว้า และแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้กับชีวิตจริง</li> <li>- ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนได้แสดงหลักฐานต่างๆ เพื่อสนับสนุนและยืนยันการคิดที่นำไปสู่ข้อสรุป และครูตรวจสอบความเข้าใจที่ถูกต้องของนักเรียน</li> <li>- ครูแจกแบบฝึกทักษะให้แก่ นักเรียน</li> </ul>	

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

### 2.1 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มี 2 ฉบับ คือ ฉบับก่อนการทดลองและ ฉบับหลังการทดลอง แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยโดยแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะวัดในองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ความสามารถด้านการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา
2. ความสามารถด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา
3. ความสามารถด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง

โดยมีขั้นตอนและวิธีในการสร้าง ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำการศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ผู้วิจัยทำการศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียว จากหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
3. ผู้วิจัยสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ
4. ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ชุด ฉบับก่อนเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และฉบับหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว จากนั้นจึงทำการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน โดยปรับตามแนวคิดของกรมวิชาการ (2546: 133-148) และสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 206) โดยการนำหลักการวัด และเกณฑ์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้ให้มีความเหมาะสมกับลักษณะงานของผู้วิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น	คะแนน
<p>1. การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นสมบัติ กฎ ทฤษฎีบท นิยาม สูตร แบบรูป</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด</li> <li>● ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่</li> <li>● ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน</li> <li>● ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุความรู้ใดเลย</li> </ul>	<p>3 2 1 0</p>
<p>2. การเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องทั้งหมด</li> <li>● เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่</li> <li>● เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วน</li> <li>● เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา</li> </ul>	<p>3 2 1 0</p>
<p>3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง จากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม</li> <li>● ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสม</li> <li>● ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงไม่ถูกต้อง</li> <li>● ไม่ยกตัวอย่างปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาใดเลย</li> </ul>	<p>3 2 1 0</p>

5. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนทั้ง 2 ฉบับ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม ให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามที่ได้รับคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้อง(IOC) ของโครงสร้างข้อสอบ และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้แบบวัดมีคุณภาพและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นก่อนนำไปทดลองใช้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ได้แนะนำในการแก้ไขปรับปรุง ดังต่อไปนี้

**ประเด็นที่ 1** ด้านความถูกต้องของเนื้อหา ตัวอย่าง เช่น

ข้อที่	ข้อแนะนำ และสิ่งที่แก้ไขใหม่ให้เป็น
1.	โจทย์ปัญหาบางข้อนักเรียนสามารถใช้ความรู้ในบทอื่นทำได้ ครูควรพิจารณาให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดด้วย
2.	โจทย์ปัญหาบางข้อนักเรียนอาจจะทำการแก้ปัญหาวัยวิธีที่ละเอียดหรืออ้อมค้อมกว่าครู จึงทำให้มีการนำสมบัติอื่นๆทางคณิตศาสตร์มาใช้ด้วย แต่ผู้วิจัยไม่ได้ระบุไว้ในส่วนของเฉลย

ตารางที่ 12 แสดงข้อเสนอแนะและสิ่งที่แก้ไขใหม่ด้านความถูกต้องของเนื้อหาจากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

**ประเด็นที่ 2** ด้านความสอดคล้องของข้อความกับนิยามศัพท์ ตัวอย่าง เช่น

ข้อที่	ข้อแนะนำ และสิ่งที่แก้ไขใหม่ให้เป็น
1.	นักเรียนอาจจะสับสนการเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา จึงแนะนำให้ผู้วิจัยเน้นทำตัวหนาหรือขีดเส้นใต้ เพื่อให้ นักเรียนไม่สับสน
2.	การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบนั้น นักเรียนอาจจะตอบเหมือนกันในทุกๆข้อเนื่องจากข้อความเดียวกัน

ตารางที่ 13 แสดงข้อเสนอแนะและสิ่งที่แก้ไขใหม่ด้านความสอดคล้องของข้อความกับนิยามศัพท์ จากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

**ประเด็นที่ 3** ด้านความเหมาะสมของภาษาและการสื่อความหมายของข้อความ ตัวอย่าง เช่น

ข้อที่	โจทย์เดิม	แก้ไขเป็น
1.	น้องสไปรท์ซื้อน้ำดื่มจากร้านค้าส่งในราคา แพคละ 80 บาท และทางร้านจะนำมาส่งให้ที่บ้านซึ่งจะต้องเสียค่าส่ง <b>ทียวละ 60 บาท</b>	น้องสไปรท์ซื้อน้ำดื่มจากร้านค้าส่งในราคา แพคละ 80 บาท และทางร้านจะนำมาส่งให้ที่บ้านซึ่งจะต้องเสียค่าส่ง <b>ครั้งละ 60 บาท</b> (ครั้งละ กับ ทียวละ อาจทำให้นักเรียนสับสนว่าต้องจ่ายสองครั้งหรือไม่)
2.	ครูสมศรีซื้อปากกามาจำนวนหนึ่งเพื่อจะนำไปเป็นรางวัลให้เด็กที่ทำความดีจำนวน 12 คน <b>ปรากฏว่าครูสมศรีไม่สามารถแบ่งปากกาจำนวนนี้ให้เท่ากันได้</b>	ครูสมศรีซื้อปากกามาจำนวนหนึ่งเพื่อจะนำไปเป็นรางวัลให้เด็กที่ทำความดีจำนวน 12 คน <b>แต่ไม่เพียงพอที่จะแบ่งให้นักเรียนได้คนละเท่าๆกัน</b>

ตารางที่ 14 แสดงข้อเสนอแนะและสิ่งที่แก้ไขใหม่ด้านความเหมาะสมของภาษาและการสื่อความหมายของข้อความ จากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

**ข้อเสนอแนะประเด็นอื่นๆ**

ผู้วิจัยควรที่จะลองนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทั้งฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียนไปให้นักเรียนกลุ่มอื่นๆที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ทดลองทำ เพื่อวัดความเข้าใจในการใช้ภาษาของแบบวัดตามที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากข้อ 5. นำไปทดลองโดยฉบับก่อนการทดลองนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคต้น ปีการศึกษา 2557 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยนำแบบทดสอบฉบับก่อนเรียนไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และฉบับหลังเรียนไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทพศิรินทร์ สำนักพื้นที่การศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร แล้วจึงนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ผู้วิจัยนำคะแนนทั้ง 2 ฉบับที่ได้จากข้อ 6. มาหาค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ความเที่ยงตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาหา ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้แสดงไว้ตามตารางที่ 13 และตารางที่ 14

เนื้อหา	จำนวนข้อที่ผ่านเกณฑ์	จำนวนข้อที่ที่ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข	รวม
แบบรูปและความสัมพันธ์	2	0	2
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	3	4	7
รวม	5	4	9

ตารางที่ 15 จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำแนกตามเนื้อหา

ผลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเทพศิรินทร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อสอบ พบว่า ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ คือ 0.68 ค่าความยากง่าย ( $p$ ) คือ 0.10 – 0.44 และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) คือ 0.20 – 0.62 ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ผ่านเกณฑ์จำนวน 5 ข้อ และข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 4 ข้อ จึงนำมาปรับปรุงแก้ไขและเลือกข้อสอบที่เหมาะสมเพื่อนำไปทดสอบในครั้งที่ 2 ซึ่งแสดงในตารางที่ 15

เนื้อหา	จำนวนข้อที่ผ่านเกณฑ์	จำนวนข้อที่ที่ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข	รวม
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน	3	0	3
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนร้อยละ	3	0	3
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว	3	0	3
รวม	9	0	9

ตารางที่ 16 จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำแนกตามเนื้อหา

ผลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเทพศิรินทร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อสอบ พบว่า ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบคือ 0.875 ค่าความยากง่าย ( $p$ ) คือ 0.47 – 0.64 และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) คือ 0.59 – 0.86 ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ผ่านเกณฑ์ทั้งหมดจำนวน 9 ข้อ จึงเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสมมากที่สุด และนำไปทดสอบในครั้งที่ 2 ซึ่งแสดงในตารางที่ 16

8. ผู้วิจัยเลือกข้อสอบที่มีค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์และครอบคลุม ตามโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แล้วนำข้อสอบที่ไม่ตรงตาม เกณฑ์มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบอีกครั้ง โดยผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถ ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำไปทดลองโดยฉบับก่อนการทดลองนำไป ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคต้น ปีการศึกษา 2557 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยนำแบบทดสอบฉบับก่อนเรียนไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และฉบับหลังเรียนไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวัดระฆัง สำนักพื้นที่การศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร แล้วจึงนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด หาค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้ สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ความเที่ยง ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาหา ค่าความยาก ( $p$ ) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) มีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้แสดงไว้ตามตารางที่ 15 และตารางที่ 16

เนื้อหา	จำนวนข้อที่ผ่านเกณฑ์	จำนวนข้อที่ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข	รวม
แบบรูปและความสัมพันธ์	1	0	1
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	4	0	4
รวม	1	0	5

ตารางที่ 17 จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนจากการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำแนกตามเนื้อหา

ผลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวัดระฆัง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อสอบ พบว่า ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ คือ 0.73 ค่าความยากง่าย (p) คือ 0.37 – 0.48 และค่าอำนาจจำแนก (r) คือ 0.41 – 0.77 ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ผ่านเกณฑ์ทั้งหมดจำนวน 5 ข้อ

เนื้อหา	จำนวนข้อที่ผ่านเกณฑ์	จำนวนข้อที่ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข	รวม
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน	2	0	2
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนร้อยละ	3	0	3
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว			
รวม	5	0	5

ตารางที่ 18 จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำแนกตามเนื้อหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวัดระฆัง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อสอบ พบว่า ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ คือ 0.769 ค่าความยากง่าย (p) คือ 0.33 – 0.55 และค่าอำนาจจำแนก (r) คือ 0.23 – 0.62 ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ผ่านเกณฑ์ทั้งหมดจำนวน 5 ข้อ

9. นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งสองฉบับที่เป็นไปตามเกณฑ์จำนวนฉบับละ 5 ข้อ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ก่อนนำไปใช้ในการทดลอง ดังนี้
  - แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน
    - ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ คือ 0.73
    - ค่าความยากง่าย (p) คือ 0.37 – 0.48
    - ค่าอำนาจจำแนก (r) คือ 0.41 – 0.77



- แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน
  - ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ คือ 0.769
  - ค่าความยากง่าย (p) คือ 0.33 – 0.55
  - ค่าอำนาจจำแนก (r) คือ 0.23 – 0.62

10. นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนศึกษานารีที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



## 2.2 แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มี 2 ฉบับ คือ ฉบับก่อนการทดลองและ ฉบับหลังการทดลอง แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จะวัดในองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ด้านความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
2. ด้านการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ผู้วิจัยศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ผู้วิจัยศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว จากหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
3. ผู้วิจัยสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ
4. ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสาร จำนวน 2 ชุด เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว และสร้างเกณฑ์การให้คะแนนโดยปรับตามแนวคิดของกรมวิชาการ (2546: 133-148) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 206) โดยการนำหลักการวัด และเกณฑ์ต่างๆมาประยุกต์ใช้ให้มีความเหมาะสมกับลักษณะงานของผู้วิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**ตารางที่ 19** เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น 1. การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้ถูกต้องทั้งหมด และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้อง</li> </ul>	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้ถูกต้องทั้งหมด และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้</li> <li>เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้อง</li> </ul>	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้ถูกต้องบางส่วน และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้แต่ไม่ชัดเจน</li> </ul>	1
<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้ไม่ถูกต้อง และไม่มีการอธิบายเพื่อสื่อความหมาย</li> </ul>	0
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น 2. การนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียนอธิบายเพื่อนำเสนอข้อมูลได้อย่างชัดเจน และมีลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นระบบ</li> </ul>	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียนอธิบายเพื่อนำเสนอข้อมูลได้อย่างชัดเจน แต่ลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นระบบ</li> <li>เขียนอธิบายเพื่อนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน แต่ลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นระบบ</li> </ul>	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>เขียนอธิบายเพื่อนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน และลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นระบบ</li> </ul>	1
<ul style="list-style-type: none"> <li>ไม่มีการเขียนอธิบายเพื่อนำเสนอข้อมูล</li> </ul>	0

5. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนทั้ง 2 ฉบับ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม ให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้น ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตาม คำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้อง (IOC) ของโครงสร้างข้อสอบและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้แบบวัดมี คุณภาพและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นก่อนนำไปทดลองใช้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ได้แนะนำในการแก้ไขปรับปรุง ดังต่อไปนี้

**ประเด็นที่ 1** ด้านความถูกต้องของเนื้อหา ตัวอย่าง เช่น

ข้อที่	ข้อแนะนำ และสิ่งที่แก้ไขใหม่ให้เป็น
1.	ตัวแปรที่ใช้ในข้อคำถามกับเฉลยควรใช้ตัวแปรเดียวกัน
2.	ผู้วิจัยควรใช้เครื่องหมายจุลภาค ( , ) ในกรณีที่เป็นตัวเลขมากกว่า 3 หลัก
3.	โจทย์ปัญหาไม่สมจริง เช่น อัตราการโยนลูกบาสเกตบอลของมนุษย์ที่ลงห่วง จึงควรเปลี่ยนให้เป็นสิ่งที่สามารถควบคุมได้ดีกว่า เช่น อัตราการผลิตของเครื่องจักร เป็นต้น
4.	โจทย์ปัญหาบางข้อราคาสินค้าในปัจจุบันไม่สมจริง จึงควรทำให้สมจริง เช่น ราคาไข่ไก่ปัจจุบัน ฟองละประมาณ 4 – 5 บาท ไม่ควรต่ำกว่านี้

ตารางที่ 20 แสดงข้อเสนอแนะและสิ่งที่แก้ไขใหม่ด้านความถูกต้องของเนื้อหา จากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

**ประเด็นที่ 2** ด้านความเหมาะสมของภาษาและการสื่อความหมายของข้อคำถาม ตัวอย่าง เช่น

ข้อที่	โจทย์เดิม	แก้ไขเป็น
1.	จงเขียนอธิบายเพื่อนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างชั่วโมงการทำงานกับค่าตอบแทน <b>ในรูปของคู่อันดับบนระนาบ</b>	จงเขียนอธิบายเพื่อนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างชั่วโมงการทำงานกับค่าตอบแทน <b>ในระบบพิกัดฉาก</b>
2.	เมื่อ 2 ปีที่แล้ว แจ็กมีอายุเป็น 6 เท่าของจ๊อบ อีก 18 ปีข้างหน้าเขาจะมีอายุเป็นสองเท่าของจ๊อบ ปัจจุบันจ๊อบมีอายุกี่ปี	เมื่อ 2 ปีที่แล้ว แจ็กมีอายุเป็นหกเท่าของจ๊อบ อีก 18 ปีข้างหน้าเขาจะมีอายุเป็นสองเท่าของ จ๊อบ ปัจจุบันจ๊อบมีอายุกี่ปี (การใช้ตัวเลขหรือตัวหนังสือแทนจำนวนเท่า ควรใช้ให้เหมือนกันทั้งข้อ)

ตารางที่ 21 แสดงข้อเสนอแนะและสิ่งที่แก้ไขใหม่ด้านความเหมาะสมของภาษาและการสื่อความหมายของข้อคำถาม จากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

6. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากข้อ 5. นำไปทดลองโดยฉบับก่อนการทดลองนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคต้น ปีการศึกษา 2557 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยนำแบบทดสอบฉบับก่อนเรียนไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และฉบับหลังเรียนไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทพศิรินทร์ สำนักพื้นที่การศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร แล้วจึงนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด
7. ผู้วิจัยนำคะแนนทั้ง 2 ฉบับที่ได้จากข้อ 6. มาหาค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ความเที่ยงตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาหาค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้แสดงไว้ตามตารางที่ 20 และตารางที่ 21

เนื้อหา	จำนวนข้อที่ผ่านเกณฑ์	จำนวนข้อที่ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข	รวม
แบบรูปและความสัมพันธ์	2	0	2
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	4	3	7
รวม	6	3	9

ตารางที่ 22 จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำแนกตามเนื้อหา

#### CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเทพศิรินทร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อสอบ พบว่า ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ คือ 0.68 ค่าความยากง่าย (p) คือ 0.17 – 0.48 และค่าอำนาจจำแนก (r) คือ 0.16 – 0.50 ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ผ่านเกณฑ์จำนวน 6 ข้อ และข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 ข้อ จึงนำมาปรับปรุงแก้ไขและเลือกข้อสอบที่เหมาะสมเพื่อนำไปทดสอบในครั้งที่ 2 ซึ่งแสดงในตารางที่ 22

เนื้อหา	จำนวนข้อที่ผ่านเกณฑ์	จำนวนข้อที่ที่ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข	รวม
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน	3	0	3
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนร้อยละ	3	0	3
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว	3	0	3
รวม	9	0	9

ตารางที่ 23 จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำแนกตามเนื้อหา

ผลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทพศิรินทร์ ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อสอบ พบว่า ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ คือ 0.585 ค่าความยากง่าย (p) คือ 0.33 – 0.62 และค่าอำนาจจำแนก (r) คือ 0.29 – 0.86 ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ทั้งหมดจำนวน 9 ข้อ จึงเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสมมากที่สุด และนำไปทดสอบในครั้งที่ 2 ซึ่งแสดงในตารางที่ 23

- ผู้วิจัยเลือกข้อสอบที่มีค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตรงกับเกณฑ์และครอบคลุม ตามโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แล้วนำข้อสอบที่ไม่ ตรงตามเกณฑ์มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบอีกครั้ง โดยผู้วิจัยนำแบบวัด ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองโดยฉบับก่อน การทดลองนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง โดยนำแบบทดสอบฉบับก่อนเรียนไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และฉบับหลังเรียนไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวัดระฆัง สำนักพื้นที่การศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร แล้วจึงนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดหาค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ความเที่ยงตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาหา ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจ จำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้แสดงไว้ตามตารางที่ 22 และตารางที่ 23

เนื้อหา	จำนวนข้อที่ผ่านเกณฑ์	จำนวนข้อที่ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข	รวม
แบบรูปและความสัมพันธ์	1	0	1
โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	3	1	4
รวม	4	1	5

ตารางที่ 24 จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนจากการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำแนกตามเนื้อหา

ผลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนจากการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวัดระฆัง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อสอบ พบว่า ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ คือ 0.518 ค่าความยากง่าย (p) คือ 0.25 – 0.91 และค่าอำนาจจำแนก (r) คือ 0.13 – 0.76 ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ผ่านเกณฑ์จำนวน 4 ข้อ และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 ข้อ จึงนำมาปรับปรุงแก้ไขและเลือกข้อสอบที่เหมาะสมเพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มทดลองต่อไป

เนื้อหา	จำนวนข้อที่ผ่านเกณฑ์	จำนวนข้อที่ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข	รวม
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน	1	0	1
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนร้อยละ	4	0	4
โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว			
รวม	5	0	5

ตารางที่ 25 จำนวนข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนจากการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำแนกตามเนื้อหา

ผลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวัดระฆัง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อสอบ พบว่า ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ คือ 0.828 ค่าความยากง่าย (p) คือ 0.43 – 0.83 และ ค่าอำนาจจำแนก (r) คือ 0.20 – 0.91 ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ผ่านเกณฑ์ทั้งหมดจำนวน 5 ข้อ

9. นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งสองฉบับที่เป็นไปตามเกณฑ์จำนวนฉบับละ 5 ข้อ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ก่อนนำไปใช้ในการทดลอง ดังนี้
  - แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน
    - ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ คือ 0.518
    - ค่าความยากง่าย (p) คือ 0.25 – 0.91
    - ค่าอำนาจจำแนก (r) คือ 0.13 – 0.76
  - แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน
    - ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ คือ 0.828
    - ค่าความยากง่าย (p) คือ 0.43 – 0.83
    - ค่าอำนาจจำแนก (r) คือ 0.20 – 0.91
10. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม



## 5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ
  - 1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม และแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลอง
  - 1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม
  - 1.3 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนศึกษานารี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
2. ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
  - 2.1 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนการทดลอง เพื่อวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงและแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง
  - 2.2 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนและทำการวิเคราะห์ผล
  - 2.3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้เตรียมไว้ คือ ม.2/10 เป็นกลุ่มทดลอง และ ม.2/12 เป็นกลุ่มควบคุม โดยทำการสอนตามชั่วโมงปกติของโรงเรียนศึกษานารี ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
  - 2.4 เมื่อดำเนินการสอนครบตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอนเป็นจำนวน 15 คาบ ผู้วิจัยจะดำเนินการทดสอบ นักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังการทดลอง เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
  - 2.5 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนและทำการวิเคราะห์ผล

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบวัด ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยทำการวิเคราะห์ ข้อมูลเชิงปริมาณ ดังนี้

### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

- 1.1 เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ โดยใช้คะแนนสอบก่อนและหลังการทดลองที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test for dependent sample)
- 1.2 เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนนสอบหลังการทดลองจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test for dependent sample)
- 1.3 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ โดยใช้คะแนนสอบก่อนและหลังการทดลองที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test for dependent sample)
- 1.4 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนนสอบหลังการทดลองจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test for dependent sample) และการทดสอบโดยใช้เทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์ข้อมูลภูมิหลังและพัฒนาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ จากร่องรอยในการทำงานของนักเรียนในกลุ่มทดลองจากการทำใบกิจกรรม แบบฝึกหัด การตอบคำถามในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากบันทึกหลังการสอนรายคาบ และจากการทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียน โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อประกอบการอธิบายผลที่เกิดขึ้นระหว่าง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้ มาวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาสรุปจัดหมวดหมู่และนำเสนอในลักษณะพรรณนา



## 7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถ ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. หาความเที่ยง (Reliability) เป็นแบบอัตนัย โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบวัด
	k	แทน	จำนวนข้อในแบบวัด
	$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ
	$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 128)

2. หาค่าความยาก (p) เป็นแบบอัตนัย โดยใช้สูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ (Whitnet and Sabers)

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

เมื่อ	p	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: 147-148)

3. หาค่าอำนาจจำแนก ( r ) เป็นแบบอัตรันัย โดยใช้สูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ (Whitnet and Sabers)

$$r = \frac{s_h - s_l}{n_h (x_{max} - x_{min})}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$s_h$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	$s_l$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	$x_{max}$	แทน	คะแนนสูงสุดที่ได้
	$x_{min}$	แทน	คะแนนต่ำสุดที่ได้
	$n_h$	แทน	จำนวนคนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

(พร้อมพรรณ อุตมสิน, 2544: 147-148)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน การวิเคราะห์ค่าที (t - test) การวิเคราะห์ค่าเอฟ (F - test) และ เทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for Social Science : SPSS)

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ และผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังนี้

#### ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนนำเสนอผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 24

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ นำเสนอผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 25

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน นำเสนอผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 26

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ นำเสนอผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 27

#### ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน ครู และนักเรียน
2. พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้
3. พัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนมีรายละเอียด ดังนี้

## ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน นำเสนอผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 24

**ตารางที่ 26** แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน (คะแนนเต็ม 45 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	<i>t</i>
ก่อนเรียน	49	22.19	9.61	-1.725*
หลังเรียน	46	25.45	9.00	

\* $p < 0.05$

จากตารางที่ 24 พบว่าคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตก่อนเรียนเท่ากับ 22.19 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.61 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตหลังเรียนเท่ากับ 25.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.00 และผลการทดสอบค่าที (t-Paired Sample test) เท่ากับ -1.725 สรุปได้ว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้ กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ นำเสนอผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 25

**ตารางที่ 27** แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้ กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ (คะแนนเต็ม 45 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	<i>t</i>
กลุ่มทดลอง	46	25.64	9.00	1.731*
กลุ่มควบคุม	48	22.38	9.23	

\* $p < 0.05$

จากตารางที่ 25 พบว่าคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 25.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.00 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 22.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.23 และผลการทดสอบค่าที (t-Independent Sample test) เท่ากับ 1.731 สรุปได้ว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน นำเสนอผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 26

**ตารางที่ 28** แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	$\bar{x}$	<i>S.D.</i>	<i>t</i>
ก่อนเรียน	49	16.35	6.56	-2.034*
หลังเรียน	44	19.24	5.89	

\* $p < 0.05$

จากตารางที่ 26 พบว่าคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตก่อนเรียนเท่ากับ 16.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.56 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตหลังเรียนเท่ากับ 19.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.89 และผลการทดสอบค่าที (t-Paired Sample test) เท่ากับ -2.034 สรุปได้ว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ นำเสนอผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 27

**ตารางที่ 29** แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าเอฟ (F-test) ของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้ กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	n	คะแนนสอบหลังเรียน		คะแนนสอบหลังเรียนที่ปรับแล้ว		F
		$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	
กลุ่มทดลอง	44	19.24	5.89	18.86	0.98	3.29
กลุ่มควบคุม	48	16.05	7.11	16.40	0.93	

\*p < 0.05

จากตารางที่ 27 พบว่าคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 19.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.89 และมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตที่ปรับแล้วเท่ากับ 18.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.98 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 16.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.11 และมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตที่ปรับแล้วเท่ากับ 16.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.93 และเมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้เทคนิควิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) พบว่าคะแนนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองที่ปรับค่าแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ไม่สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

### 1. ข้อมูลทั่วไป

ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน ครู และนักเรียน ของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

#### ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน

โรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เป็นโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ สำนักพื้นที่มัธยมศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งอยู่ในกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ แต่โรงเรียนมีพื้นที่ค่อนข้างเล็กและถูกใช้สอยอย่างจำกัด โรงเรียนจัดการเรียนการสอนให้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยแบ่งออกเป็น 2 ภาคการศึกษา คือ ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 จัดเวลาคาบเรียนตั้งแต่ คาบ 1 เวลา 08.10 น. จนถึง คาบ 9 เวลา 16.25 น. โดยแบ่งออกเป็น 9 คาบ ขึ้นกับแผนการเรียนของนักเรียน คาบละ 55 นาที แบ่งออกเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลัก 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา และกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ในช่วงเวลาหลังเลิกเรียนนักเรียนส่วนใหญ่จะทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อรอผู้ปกครองมารับ เช่น การเรียนพิเศษหน้าโรงเรียน การเล่นเกม การเล่นดนตรี รวมไปถึงมีห้องคอมพิวเตอร์เปิดให้บริการแก่นักเรียนในการสืบค้นข้อมูล เป็นต้น นักเรียนส่วนใหญ่เดินทางไปและกลับจากโรงเรียนด้วยรถยนต์ส่วนตัวของผู้ปกครอง ทำให้สภาพการจราจรช่วงเช้าและช่วงเย็นบริเวณโรงเรียนค่อนข้างจะคับคั่ง และนักเรียนส่วนใหญ่ชอบที่จะเรียนพิเศษกับสถาบันกวดวิชาต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2558

#### ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับครู

โรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง มีครูประมาณ 130 คน เป็นครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระและฝ่ายบริหาร ครูสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีมีประมาณร้อยละ 60 ส่วนที่เหลือสำเร็จการศึกษาในระดับชั้นที่สูงกว่าปริญญาตรี จากการสอบถามพูดคุยกับครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพออกมาว่า ครูได้รับมอบหมายชั่วโมงสอนโดยเฉลี่ย 18 คาบต่อสัปดาห์ และยังมีรายวิชาอื่นๆ เช่น กิจกรรมชุมนุมระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กิจกรรมชุมนุมระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กิจกรรมโฮมรูม กิจกรรมลูกเสือ-เนตรนารี-ยุวกาชาด เป็นต้น อีกทั้งยังมีภาระหน้าที่อื่นๆตามที่ได้รับมอบหมายนอกเหนือจากงานสอน เช่น งานการเงิน งานทะเบียนและวัดผลทางการศึกษา งานวิจัยทางการศึกษา งานฝ่ายวิชาการ งานแผนงานโรงเรียน งานฝ่ายพัฒนา

บุคลากรภายในโรงเรียน งานฝ่ายโภชนาการ เป็นต้น และยังพบว่าครูส่วนใหญ่มีแนวทางในการสอนที่หลากหลายวิธี แต่โดยมากแล้วจะเป็นการสอนแบบบรรยาย การใช้สื่อและนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ และครูส่วนใหญ่ก็ยังมีปัญหาที่ต้องพบเจออยู่เป็นประจำคืองานอื่นที่ได้รับมอบหมาย นอกเหนือจากงานสอนเยอะเกินไป ทำให้งานสอนยังอาจจะไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุดเพราะขาดเวลาในการเตรียมการสอน

### ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียน

โรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง มีนักเรียนประมาณ 3,000 คน เป็นนักเรียนเพศหญิงทั้งหมด นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีจำนวนโดยประมาณ 500 คน เป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 99 คน กลุ่มทดลองจำนวน 51 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 48 คน นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมากกว่าร้อยละ 80 อาศัยอยู่กับบิดามารดา ส่วนที่เหลืออาศัยอยู่กับผู้ปกครองที่ไม่ใช่บิดามารดา ได้แก่ ญาติพี่น้อง ปู่ ย่า ตา ยาย ลุง ป้า น้า อา ลักษณะของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างนั้น เป็นครอบครัวเดี่ยวมีภูมิลำเนาอยู่ในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผู้ปกครองของนักเรียนประกอบอาชีพที่หลากหลาย เช่น ธุรกิจส่วนตัว รับราชการ รัฐวิสาหกิจ พนักงานบริษัท ขายประกัน ขายแอมเวย์ เป็นต้น จากการที่ผู้วิจัยได้พูดคุยกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างพบว่าส่วนใหญ่ไม่คิดว่าทางบ้านของตนมีปัญหาด้านการเงิน และผู้ปกครองเป็นผู้อุปการะทุนการศึกษา ได้เงินมาโรงเรียนเฉลี่ยวันละ 100 บาท

**ผลการศึกษาพัฒนาการ**

1. ผลการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้

ในการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์จากแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ร่องรอยการทำงานจากเอกสารประกอบการจัดกิจกรรม การพูดคุยในชั้นเรียน และใบกิจกรรม โดยใช้การวิเคราะห์เพื่อประกอบการอธิบายผลที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น 4 ระยะ คือ ระยะที่ 1 (สัปดาห์ที่ 1) ระยะที่ 2 (สัปดาห์ที่ 2-3) ระยะที่ 3 (สัปดาห์ที่ 4-6) และระยะที่ 4 (สัปดาห์ที่ 7) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

**ระยะที่ 1 (สัปดาห์ที่ 1)**

ในระยะที่ 1 (สัปดาห์ที่ 1) เป็นระยะเริ่มต้นที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ด้านการระบุนิยามทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ในระยะที่ 1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถใช้การเชื่อมโยงหรือความเกี่ยวข้องระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยเป็นการระบุนิยามที่เกี่ยวข้องได้เลยที่เป็นสมบัติ กฎ ทฤษฎี บทนิยาม สูตร แบบรูป หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ ดังภาพประกอบที่ 2

**ปัญหาที่ 1** ใน "จัดรถกลับตัวเลขปริศนา" ต่อไปนี้ ผลบวกของจำนวนในแต่ละแถว ผลบวกของจำนวนในแต่ละหลัก ผลบวกของจำนวนในแต่ละแนวเส้นทแยงมุม เท่ากันหมด คือ 27 แต่จัดรถกลับนี้ยังไม่สมบูรณ์ เพราะยังไม่ได้หาค่าของ  $x$  และบางช่องยังมีจำนวนไม่ปรากฏอยู่ จึงเติมจัดรถกลับให้สมบูรณ์

	$17 - (15 + 3) = 0$										
	$(27 - 22) = 5$										
	$(x + 3) \times 77$										
		$17 + x = 27$									
		$x = 27 - 17$									
		$x = 10$									
ผลบวกของจำนวนในแต่ละแถว : 27 ผลบวกของจำนวนในแต่ละหลัก : 27 ผลบวกของจำนวนในแต่ละแนว : 27	<table border="1" style="width: 100%; height: 150px;"> <tr> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;"><math>3x</math> 9</td> <td style="text-align: center;">11</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>3 + 5</math> <math>x + 5</math> 4</td> <td style="text-align: center;">13</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> </table>	12	5	10	7	$3x$ 9	11	$3 + 5$ $x + 5$ 4	13	6	$(x + 3) \times 77$ $17 + x = 27$ $x = 27 - 17$ $x = 10$
12	5	10									
7	$3x$ 9	11									
$3 + 5$ $x + 5$ 4	13	6									
	$17 - (10 + 11) = 0$										
	$27 - 22 = 5$										

**ภาพที่ 2 (ก)**

$3x + 11 = 27$        $27 - (9 + 6) = 0$   
 $3x = 27 - 11$        $27 - 15 = 12$

4. สมบัติการเท่ากันที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา

สมบัติการสลับ

.....

.....

.....

ภาพที่ 2 (ข)

ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านการระบุนิยามทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ในระยะที่ 1 ของการเรียนรู้

จากภาพที่ 2 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 1 ยังไม่สามารถใช้การเชื่อมโยงหรือความเกี่ยวข้องระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และมีความสับสนในการใช้สมบัติการเท่ากันซึ่งจากภาพ 2 (ข) ที่นักเรียนเข้าใจว่า สมบัติการสะท้อน คือหนึ่งในสมบัติการเท่ากันที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

ปัญหาที่ 2      สี่เท่าของจำนวน ๆ หนึ่งบวกด้วยจำนวนเต็มที่มีมากกว่า 4 แต่น้อยกว่า 6 แล้วจะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของ 50 จำนวนนั้นคือจำนวนใด

ภาพที่ 3 (ก)

4. สมบัติการเท่ากันที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา

สมบัติการสลับ

.....

สมบัติการหาร

.....

.....

ภาพที่ 3 (ข)

ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านการระบุนิยามทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ในระยะที่ 1 ของการเรียนรู้

จากภาพที่ 3 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 1 ยังไม่สามารถใช้การเชื่อมโยงหรือความเกี่ยวข้องระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับการสร้างแนวคิดหรือแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และมีความสับสนในการใช้สมบัติการเท่ากันซึ่งจากภาพ 3 (ข) ที่นักเรียนเข้าใจว่ามี สมบัติการลบ และสมบัติการหาร ที่สามารถนำมาใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้

2. ด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา ในระยะที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถใช้การเชื่อมโยงหรือความเกี่ยวข้องระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับการสร้างแนวคิดหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบมาสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาจากการสอบถามนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนหนึ่งตอบว่านักเรียนสามารถที่จะหาคำตอบของปัญหาที่ครูกำหนดให้ได้ แต่ไม่สามารถที่จะเขียนอธิบายหรือแสดงวิธีคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ และมีนักเรียนอีกส่วนหนึ่งที่สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในการหาคำตอบได้ แต่ไม่สามารถเขียนอธิบายหรือแสดงวิธีคิดเป็นลำดับขั้นตอนได้ ดังภาพประกอบที่ 4

**ปัญหาที่ 1** โน - จักร์กลกับตัวเลขปริศนา" ต่อไปนี้ ผลบวกของจำนวนในแต่ละแถว ผลบวกของจำนวนในแต่ละหลัก ผลบวกของจำนวนในแต่ละแนวเส้นทแยงมุม เท่ากันหมด คือ 27 แต่จักร์กลนี้ยังไม่สมบูรณ์ เพราะยังไม่ได้หาค่าของ  $x$  และบางช่องยังมีจำนวนไม่ปรากฏอยู่ จงเติมจักร์กลนี้ให้สมบูรณ์

12 $27 - 7 - 8 = 12$	5 $27 - 12 - 10 = 5$	10 $27 - 8 - 9 = 10$	
7 $27 - 9 - 11 = 7$	$(3 \times 3) = 9$ $3x$	11 $27 - 10 - 6 = 11$	$3x \neq x$
$\frac{8}{3+5=8}$ $x+5$	13 $27 - 5 - 9 = 13$	6 $27 - 12 - 9 = 6$	$4x - 5 = 27$
	$3x$	$\frac{9}{9}$	$x \neq 3$

ภาพที่ 4

ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านการอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ในระยะที่ 1 ของการเรียนรู้

จากภาพที่ 4 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 1 ยังไม่สามารถใช้การเชื่อมโยงหรือความเกี่ยวข้องระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับการสร้างแนวคิดหรือแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง จากภาพ 4 นักเรียนแทนค่าเพื่อหาคำตอบจากเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาและ แสดงให้เห็นถึงการได้มาของคำตอบ แต่ไม่สามารถที่จะเขียนอธิบายหรือแสดงวิธีคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นลำดับขั้นตอนได้

3. ด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ จากการที่ครูใช้วิธีการถามตอบในชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถที่จะยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ และมีนักเรียนบางส่วนที่สามารถยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องนั้น แต่มีความคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ เช่น นักเรียนทำการเปลี่ยนชื่อตัวละคร นักเรียนทำการเปลี่ยนตัวเลข เป็นต้น





### ระยะที่ 2 (สัปดาห์ที่ 2-3)

ในระยะที่ 2 (สัปดาห์ที่ 2-3) เป็นระยะเริ่มต้นที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้เป็นระยะที่แผนการเรียนรู้ที่ 3 – 7 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ด้านการระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ในระยะที่ 2 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีความสับสนในการใช้การเชื่อมโยงหรือความเกี่ยวข้องระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องครบถ้วนทั้งหมด แต่คำตอบของนักเรียนก็มีความถูกต้องเป็นบางส่วน จากการสังเกตร่องรอยใบกิจกรรมนั้นนักเรียนมีการเขียนตอบสมบัติการเท่ากันที่ใช้ในการแก้ปัญหาแต่ไม่ครบทั้งหมด ทำให้ครูต้องใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนคิดตามแนวทางการเสริมต่อการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนได้เห็นถึงปัญหาย่อยของแต่ละสถานการณ์ ซึ่งใช้ระยะเวลาค่อนข้างนานในการให้นักเรียนได้เข้าใจถึงสมบัติการเท่ากันที่สามารถนำมาใช้ในการแก้สมการได้ และนักเรียนยังมีความสับสนเกี่ยวกับการเท่ากันและการประมาณค่าของ ค่า  $\pi$  และจากการสังเกตนักเรียนก็ยังไม่แน่ใจว่าครูต้องการคำตอบในแนวทางใดกันแน่ จึงไม่ค่อยกล้าตอบคำถามของครูในชั้นเรียน ดังภาพประกอบที่ 5

ปัญหาที่ 1

ถึงบรรจุก๊าซใบหนึ่งเป็นรูปจรวดหัวแหลมตามรูปที่กำหนดให้ โดยที่ส่วนหัวจรวดเป็นทรงกรวยซึ่งมีรัศมี  $\sqrt{\frac{21}{22}}$  เมตร และส่วนลำจรวดเป็นทรงกระบอก พบว่าความยาวของลำจรวดยาวกว่า 6 เท่าของความยาวหัวจรวดอยู่ 1.5 เมตร ถ้าถึงบรรจุก๊าซรูปจรวดมีความยาว 37 เมตร ถึงบรรจุก๊าซนี้จะมีปริมาตรที่ใช้บรรจุก๊าซเท่าไร

Handwritten calculations in the diagram:

- $6 \times 1.5 = 37$
- $\frac{22}{7} = 3.14$

ภาพที่ 5 (ก)

3. สูตรที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา

สูตรหาปริมาตรทรงกระบอก คือ  $\pi r^2 h$  ( $\pi = \frac{22}{7}$  หรือ 3.14) ( $h =$  ความสูง) ( $r =$  รัศมี)

### ภาพที่ 5 (ข)

**ภาพที่ 5** แสดงตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านการระบุนิยามทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ในระยะที่ 2 ของการเรียนรู้

จากภาพที่ 5 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 2 ยังไม่สามารถใช้การเชื่อมโยงหรือความเกี่ยวข้องระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องครบถ้วนทั้งหมด ภาพ 5 (ข) นักเรียนมีการระบุถึงสูตรที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาแต่ยังไม่ครบ และนักเรียนยังมีความมีความสับสนเกี่ยวกับการเท่ากัน และการประมาณค่าของ ค่า  $\pi$  จากภาพนักเรียนระบุว่า  $\pi = \frac{22}{7}$

2. ด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา ในระยะที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในการสร้างแนวคิดหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบมาสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่ขึ้นกว่าระยะที่ 1 แต่นักเรียนยังไม่สามารถที่จะเขียนอธิบายหรือแสดงวิธีคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาแยกออกมาเป็นข้อๆได้อย่างชัดเจน และมีนักเรียนอีกส่วนหนึ่งที่ยังไม่เข้าใจในการเขียนอธิบายหรือแสดงวิธีคิดเป็นลำดับขั้นตอนแต่เขียนการแสดงวิธีทำของปัญหาข้อนั้นๆออกมา ดังภาพประกอบที่ 6

ปัญหาที่ 1 ไตโอแฟนทัส (Diophantus) เป็นชาวเมืองอะเล็กซานเดรีย เกิดเมื่อประมาณ ค.ศ. 200 เขาได้ชื่อว่า "บิดาของพีชคณิต" มีเรื่องเล่ากันว่าข้อความจารึกบนป้ายหินหลุมฝังศพของเขาเป็น ดังนี้



วัยเด็กของไตโอแฟนทัส เป็น  $\frac{1}{6}$  ของอายุของเขา



เขามีชีวิตในช่วงวัยหนุ่มอยู่เป็นเวลา  $\frac{1}{12}$  ของชีวิต



ต่อจากนั้น อีก  $\frac{1}{7}$  ของชีวิต ไตโอแฟนทัสก็แต่งงาน



ห้าปีต่อมา เขาได้ลูกชายคนแรก



ลูกชายของเขามีอายุอยู่เพียง  $\frac{1}{2}$  ของชีวิตพ่อ  
ไตโอแฟนทัสตายหลังลูกชาย 4 ปี



ไตโอแฟนทัส มีชีวิตอยู่ในช่วงเวลาที่กล่าวนี้

จงหาว่าไตโอแฟนทัสเสียชีวิตเมื่ออายุเท่าไร

ภาพที่ 6 (ก)

จากโจทย์ที่โจทย์ราคา=แทน  $x$  เป็นอายุของไอโฟนหนึ่งตัว แล้วนำทุกข้อของไอโฟน  
 หนึ่งตัว มาบวกกันแล้วแทนค่ากับ  $x$  จะได้เป็น  $x + x + x + 5 + x + 4 = x$  สำหรับข้อต่อ  
 เพื่อที่จะได้เศษส่วน ครน. = 84 ดังนั้นจึงนำ 84 คูณทั้งสองข้างของไอโฟน  
 $(x \cdot 84) + (x \cdot 84) + (x \cdot 84) + (5 \cdot 84) + (x \cdot 84) + (4 \cdot 84) = (x \cdot 84) = 14x + 7x + 12x + 420 + 42x$   
 $+ 336 = 84x = 75x + 756 = 84x = 756 = 84x - 75x = 756 = 9x = 756 = x = 84$   
 สรุปคือ อายุของไอโฟนหนึ่งตัว = 84 ปี และเมื่อเอาอายุของไอโฟนหนึ่งตัวไปแทนค่า  $x$   
 ก็ตรงตามเงื่อนไขทุกประการ

ภาพที่ 6 (ข)

**ภาพที่ 6** แสดงตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านการอธิบาย  
 แนวทางในการแก้ปัญหา ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการ  
 ใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ในระยะที่ 2 ของการเรียนรู้

จากภาพที่ 6 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 2 ยังไม่สามารถใช้การเชื่อมโยงหรือ  
 ความเกี่ยวข้องระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับการสร้างแนวคิดหรือแนวทางในการแก้ปัญหาได้  
 อย่างถูกต้องทั้งหมด และนักเรียนยังไม่สามารถเขียนแยกออกมาเป็นข้อๆได้อย่างชัดเจน

**3. ด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ** จากการที่ครูใช้วิธีการถามตอบใน  
 ชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้ พบว่า นักเรียน  
 ส่วนใหญ่ยังไม่สามารถที่จะยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ และยังไม่ได้มีพัฒนาการที่  
 แตกต่างออกไปจากระยะที่ 1 นี้ เนื่องจากนักเรียนยังคงไม่คุ้นชินกับข้อคำถามในแนวทางนี้

### ระยะที่ 3 (สัปดาห์ที่ 4-6)

ในระยะที่ 3 (สัปดาห์ที่ 4-6) เป็นระยะกลางที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้เป็นระยะที่แผนการเรียนรู้ที่ 8 – 12 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ด้านการระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ในระยะที่ 3 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านการระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีกว่า 2 ระยะแรกที่ผ่านมา โดยนักเรียนเริ่มที่จะมองเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นระหว่างสถานการณ์ของปัญหา กับความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งครูได้สังเกตว่านักเรียนพอที่จะจับแนวทางในการหาคำตอบได้แล้วว่าครูต้องการแนวทางการตอบเป็นอย่างไร และนักเรียนดีขึ้นจาก 2 ระยะแรก เนื่องจากนักเรียนได้พบเจอคำถามแนวเดิมซ้ำๆ แต่ก็ยังไม่ถูกต้องครบถ้วนทั้งหมด ดังภาพประกอบที่ 7

**ปัญหาที่ 1** โชติขี่จักรยานยนต์ออกจากศาลาหน้าหมู่บ้านไปตามถนนสายหนึ่งด้วยอัตราเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อีกหนึ่งชั่วโมงต่อมา อีระขี่รถจักรยานยนต์ออกจากศาลาหน้าหมู่บ้านเช่นเดียวกัน และไปตามถนนสายเดียวกับที่โชติไป ด้วยอัตราเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาว่าเป็นเวลานานเท่าไร อีระจึงจะขี่รถนำหน้าโชติไป 10 กิโลเมตร

ภาพที่ 7 (ก)

1. สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

เวลาที่อีระขี่รถออกจากศาลาหน้าหมู่บ้าน คือ  $x$  .....

โชติขี่รถออกจากจุดตั้งต้นก่อนอีระหนึ่งชั่วโมง  
ดังนั้น เวลาที่โชติขี่รถออกจากจุดตั้งต้น คือ  $x+1$  .....

ในเวลา  $x$  ชั่วโมง อีระขี่รถเป็นระยะทาง  $50x$  กิโลเมตร .....

ในเวลา  $x+1$  ชั่วโมง โชติจะขี่รถเป็นระยะทาง  $40(x+1)$  กิโลเมตร .....

ภาพที่ 7 (ข)

- ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านการระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ในระยะที่ 3 ของการเรียน

จากภาพที่ 7 พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 3 สามารถใช้การเชื่อมโยงหรือความเกี่ยวข้องระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยมีการนำเสนอสูตรในการหาระยะทางมาใช้  $s = vt$  หรือ ระยะทาง = อัตราเร็ว  $\times$  เวลา ภาพ 7 (ข) นักเรียนมีการระบุถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น แต่ไม่ได้ระบุที่มาของสิ่งที่โจทย์ถามว่ามาจากสูตรใด

2. ด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา ในระยะที่ 3 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในการสร้างแนวคิดหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบมาสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาค่อนข้างกว่า 2 ระยะที่ผ่านมา และนักเรียนมีความกระตือรือร้นในการตอบคำถามครูและให้แนวทางในการหาคำตอบของปัญหา โดยมีการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆมาใช้ในการเรียนรู้ในเนื้อหาใหม่ และสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาเป็นระบบมากขึ้น และนักเรียนเริ่มจับหลักการของคำถามครูได้สังเกตจากการมีการเขียนแก้ปัญหาโจทย์ตามรูปแบบของการแก้ปัญหาทั่วไป และนำมาเขียนเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาอีกครั้งหนึ่ง ดังภาพประกอบที่ 8

**ปัญหาที่ 1** ปัจจุบันเตี้ยอายุมากกว่าเต่า 6 ปี อีก 14 ปีข้างหน้าอัตราส่วนของอายุของเตี้ยต่ออายุของเต่าเป็น 5 : 4 ปัจจุบันเตี้ยและเต่าอายุเท่าไร

$$\begin{array}{l} \text{เตี้ย} \quad x + 6 \\ \text{เต่า} \quad x \\ \text{เตี้ย} \quad x + 20 \\ \text{เต่า} \quad x + 14 \end{array}$$


$$\begin{array}{l} x + 20 = 5 \\ x + 14 = 4 \end{array}$$

$$4(x + 20) = 5(x + 14)$$

$$4x + 80 = 5x + 70$$

$$80 - 70 = 5x - 4x$$

$$10 = x$$



ภาพที่ 8 (ก)

ได้สมการที่หน้าตั้ง (เช่น)  $4(x+20) = 5(x+14) \rightarrow 4x+80 = 5x+70 \rightarrow 80-70 = 5x-4x$   
 $\rightarrow 10 = x$  ดังนั้น  $x$  ได้มี 10,  $x$  คือ อายุของเต่า ดังนั้น  $x+6 = 10+6 = 16$   
 ที่อายุของเต่า  
 ทางตรงตัว ตอนตัว อายุของเต่ามากกว่าอายุของแมว 6 ปี ครึ่ง และอีก  
 หนึ่ง ปี ทั้ง 2 คนจะมีอายุทั้งหมด 5:4

ภาพที่ 8 (ข)

**ภาพที่ 8** แสดงตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านการอธิบาย  
 แนวทางในการแก้ปัญหา ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด  
 การใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ในระยะที่ 3 ของการเรียนรู้

จากภาพที่ 8 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 3 สามารถใช้การเชื่อมโยงหรือความ  
 เกี่ยวข้องระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับการสร้างแนวคิดหรือแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่าง  
 ถูกต้อง โดยมีการเขียนเขียนแก้ปัญหาโจทย์ตามรูปแบบของการแก้ปัญหาทั่วไป และนำมาเขียนเป็น  
 แนวทางในการแก้ปัญหาอีกครั้งหนึ่ง

**3. ด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ** จากการใช้วิธีการถามตอบใน  
 ชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้ พบว่า นักเรียน  
 ส่วนใหญ่เริ่มให้ความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการยกมือเพื่อนำเสนอตัวอย่างหรือ  
 สถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน แต่ก็ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่  
 เข้าใจแนวทางของการตอบคำถามในลักษณะข้อคำถามแนวนี้

#### ระยะที่ 4 (สัปดาห์ที่ 7)

ในระยะที่ 4 (สัปดาห์ที่ 7) เป็นระยะสุดท้ายที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้เป็นระยะที่แผนการเรียนรู้ที่ 13 – 15 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ด้านการระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ในระยะที่ 4 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านการระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ดีกว่า 3 ระยะแรกที่ผ่านมา โดยนักเรียนเริ่มที่จะมองเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นกว่าเดิม ระหว่างสถานการณ์ของปัญหากับความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งครูได้สังเกตว่านักเรียนพอที่จะจับแนวทางในการหาคำตอบได้แล้วว่าครูต้องการแนวทางการตอบเป็นอย่างไร และนักเรียนดีขึ้นจาก 3 ระยะแรก เนื่องจากนักเรียนได้พบเจอคำถามแนวเดิมซ้ำๆ และส่วนใหญ่สามารถระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ครูถามได้ถูกต้องครบถ้วนเกือบทั้งหมด ดังภาพประกอบที่ 9

**ปัญหาที่ 1** ทหารกลุ่มเสือดำออกเดินลาดตระเวนบริเวณตะเข็บชายแดนจากอำเภอ ก. ไปยังอำเภอ ข. ด้วยอัตราเร็ว 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 1 ชั่วโมงต่อมา ทหารกลุ่มเสือหมอบออกลาดตระเวนจากอำเภอ ก. ไปยัง อำเภอ ข. โดยใช้เส้นทางเดียวกับทหารกลุ่มเสือดำเช่นเดียวกัน ด้วยอัตราเร็ว 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อยากทราบว่าเป็นเวลานานเท่าไร ทหารกลุ่มเสือหมอบจึงจะเดินนำทหารกลุ่มเสือดำไป 1 กิโลเมตร

ภาพที่ 9 (ก)

#### 1. สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

ให้  $x$  แทน จำนวนชั่วโมงที่ทหารกลุ่มเสือหมอบนำทหารกลุ่มเสือดำไป 1 กม.

ดังนั้น ทหารกลุ่มเสือดำใช้เวลา .....  $S = vt$      $v = \frac{S}{t}$      $t = \frac{S}{v}$  ;  $x+1$  ชั่วโมง

ในเวลา  $x$  ชั่วโมง ทหารกลุ่มเสือหมอบได้ระยะทาง .....  $5x$  กม.

ในเวลา  $x + 1$  ชั่วโมง ทหารกลุ่มเสือดำได้ระยะทาง .....  $4(x+1)$  กม.

ภาพที่ 9 (ข)

**ภาพที่ 9** แสดงตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านการระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ในระยะที่ 4 ของการเรียน



จากภาพที่ 9 พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 4 สามารถใช้การเชื่อมโยงหรือความเกี่ยวข้องระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องครบถ้วนเกือบทั้งหมด โดยมีการนำสูตรในการหาระยะทางมาใช้  $s = vt$  หรือ ระยะทาง = อัตราเร็ว  $\times$  เวลา นักเรียนมีการระบุถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นได้

2. ด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา ในระยะที่ 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในการสร้างแนวคิดหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบมาสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาคือขึ้นกว่า 3 ระยะที่ผ่านมา และนักเรียนมีความกระตือรือร้นในการตอบคำถามครูและให้แนวทางในการหาคำตอบของปัญหา โดยมีการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆมาใช้ในการเรียนรู้ในเนื้อหาใหม่ และสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาเป็นระบบมากขึ้น มีการวาดแผนภาพแสดงแนวทางการแก้ปัญหา และนักเรียนเริ่มจับหลักการของคำถามครูได้สังเกตจากการมีการเขียนแก้ปัญหาลงตามรูปแบบของการแก้ปัญหาที่ทุกๆไป และนำมาเขียนเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาอีกครั้งหนึ่ง ดังภาพประกอบที่ 10

**ปัญหาที่ 1** นักกีฬาขี่จักรยานทางไกลในระยะทาง 57 กิโลเมตร โดยใช้อัตราเร็วช่วงแรก 12 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และช่วงต่อไป 16 กิโลเมตรต่อชั่วโมงถ้าเขาใช้เวลาในการขี่จักรยานตลอดทางรวม 4 ชั่วโมงจงหาระยะทางและเวลาที่ขี่จักรยานของแต่ละช่วง

**Ex.** จงวาดรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับอัตราเร็ว

The diagram shows a horizontal line representing a total distance of 57 km. The line is divided into two segments. The left segment is labeled 'ช่วงที่อัตราเร็ว 12 กม' and the right segment is labeled 'ช่วงอัตราเร็ว 16 กม'. Above the line, the total distance is labeled '57 กม' and '57 - x กม'. The diagram is labeled 'เริ่มจาก' at the start and 'สิ้นสุด' at the end.

ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ในระยะที่ 4 ของการเรียนรู้

จากภาพที่ 10 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 4 สามารถใช้การเชื่อมโยงหรือความเกี่ยวข้องระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับการสร้างแนวคิดหรือแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยนักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาเป็นระบบมากขึ้น มีการวาดแผนภาพแสดงแนวทางการแก้ปัญหา

**3. ด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ** จากการที่ครูใช้วิธีการถามตอบในชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการยกมือเพื่อนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ตัวอย่างที่ยกส่วนใหญ่จะเป็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ เนื่องจากนักเรียนเรียนสูตร  $s = vt$  หรือ ระยะทาง = อัตราเร็ว  $\times$  เวลา แล้วนักเรียนยกตัวอย่างถึงการเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปฏิกิริยาที่เปลี่ยนไปของสารตั้งต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยที่นักเรียนสามารถระบุความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา แนวทางในการแก้ปัญหา และนักเรียนสามารถยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับความรู้ต่างๆ ในลักษณะต่างๆ ที่มากขึ้น โดยพัฒนาการด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดนั้นเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่ได้มีการส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักคิดและได้นำข้อมูลความรู้ต่างๆ มาสัมพันธ์กับปัญหาหรือสถานการณ์นั้นๆ ได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น สรุปได้ดังตารางนี้

**ตารางที่ 30** แสดงการเปรียบเทียบพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ช่วงเวลา / พัฒนาการการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	ระยะที่ 1 (สัปดาห์ที่ 1)	ระยะที่ 2 (สัปดาห์ที่ 2 - 3)	ระยะที่ 3 (สัปดาห์ที่ 4 - 6)	ระยะที่ 4 (สัปดาห์ที่ 7)
ด้านการระบุความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา	- นักเรียนส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถระบุความรู้ได้อย่างถูกต้อง	- นักเรียนส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถระบุความรู้ได้ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่สามารถระบุได้บ้าง	- นักเรียนเริ่มมีพัฒนาการการเชื่อมโยงดีขึ้น เริ่มมีการระบุความรู้ได้ตามที่ครูต้องการ - นักเรียนพอจับแนวทางในการตอบคำถามของครูได้ว่าควรจะตอบในลักษณะใด	- นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นกว่าเดิม และระบุความรู้ที่ครูถามได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด - นักเรียนเข้าใจในแนวทางการตอบคำถามของครู และมีความกล้าในการแสดงคำตอบ

<p><b>ด้านการอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถใช้การเชื่อมโยงหรือสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง</li> <li>- นักเรียนยังไม่เข้าใจในการเขียนแนวทางการแก้ปัญหา และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่แสดงวิธีทำในการแก้ปัญหามาส่งครู</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนเริ่มพบความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหา แต่ยังไม่สามารถเขียนออกมาได้อย่างชัดเจน</li> <li>- นักเรียนยังไม่ค่อยกล้าตอบคำถามครู เนื่องจากกลัวผิดและไม่แน่ใจในคำตอบที่ครูต้องการ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่มากขึ้นในการตอบคำถามที่เกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหา</li> <li>- นักเรียนสามารถเขียนแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น โดยการแสดงวิธีทำและจึงเขียนออกมาเป็นแนวทาง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนมีความกระตือรือร้นและสามารถเขียนอธิบายแนวทาง การแก้ปัญหาได้มากขึ้น มีความถูกต้องในการตอบคำถามตามที่ครูต้องการ</li> </ul>
<p><b>ด้านการยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถยกตัวอย่างได้อย่างถูกต้อง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูยังไม่พบพัฒนาการที่แตกต่างจากระยะที่ 1 เนื่องจากนักเรียนยังสับสนกับคำถามที่ครูถามและไม่เข้าใจในการยกตัวอย่างตามที่ครูต้องการ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มให้ความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการยกตัวอย่างมากขึ้น แต่ยังไม่ถูกต้อง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากขึ้นในการตอบคำถามและมีความสามารถที่จะยกตัวอย่างได้มากขึ้นกว่าเดิม</li> </ul>

2. ผลการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้

ในการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์จากแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ร่องรอยการทำงานจากเอกสารประกอบการจัดกิจกรรม การพูดคุยในชั้นเรียน และใบกิจกรรม โดยใช้การวิเคราะห์เพื่อประกอบการอธิบายผลที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น 4 ระยะ คือ ระยะที่ 1 (สัปดาห์ที่ 1) ระยะที่ 2 (สัปดาห์ที่ 2-3) ระยะที่ 3 (สัปดาห์ที่ 4-6) และระยะที่ 4 (สัปดาห์ที่ 7) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

### ระยะที่ 1 (สัปดาห์ที่ 1)

ในระยะที่ 1 (สัปดาห์ที่ 1) เป็นระยะเริ่มต้นที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในระยะที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องตามแบบที่โจทย์กำหนด เช่น การกำหนดตัวแปร การเขียนสมการเชิงเส้น เป็นต้น และมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่เขียนอะไรเลย ดังภาพประกอบที่ 11

X  
↑

ในวันตรุษจีน อากงได้เตรียมเงินไว้จำนวนหนึ่งเพื่อเป็นเงินอั่งเปาแจกให้แก่หลานๆ โดยอากงมีเงินไขที่จะแจก ดังนี้

ให้หลานคนที่หนึ่งเป็นเงิน 1,000 บาท และให้อีก หนึ่งในสิบของเงินที่เหลืออยู่

ให้หลานคนที่สองเป็นเงิน 2,000 บาท และให้อีก หนึ่งในสิบของเงินที่เหลืออยู่

ให้หลานคนที่สามเป็นเงิน 3,000 บาท และให้อีก หนึ่งในสิบของเงินที่เหลืออยู่

อากงได้ทำการแจกเงินอั่งเปาแบบนี้กับหลานคนที่สี่เป็นต้นไปจนกระทั่งเงินที่เตรียมไว้หมดพอดี ผลปรากฏว่าหลานๆทุกคนได้รับเงินครบทุกคนเป็นจำนวนเงินที่เท่ากัน จงหาว่าอากงมีหลานอยู่ทั้งหมดกี่คน

ภาพที่ 11 (ก)

3. สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากปัญหาคือ  $1000 + \frac{1}{10}(x - 1000)$ ,  $2000 + \frac{1}{10}(\frac{9x}{10} - 900 - 9000)$

ภาพที่ 11 (ข)

**ภาพที่ 11** แสดงตัวอย่างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ในระยะที่ 1 ของการเรียนรู้

จากภาพที่ 11 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 1 ยังไม่สามารถใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ตามคำถามของโจทย์ปัญหาที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง จากภาพข้างต้นโจทย์ถามเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ใช้ในการแก้ปัญหา แต่นักเรียนยังไม่สามารถระบุได้ โดยเขียนได้แค่ความสัมพันธ์บางส่วนที่โจทย์กำหนดให้

2. ด้านการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ในระยะที่ 1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ สังเกตได้จากการที่ครูได้ให้นักเรียนบางส่วนออกมานำเสนอหน้าชั้น แต่นักเรียนก็ยังขาดความมั่นใจในการออกมาพูดเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน และลำดับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ก็ยังไม่มีความชัดเจนหรือถูกต้องตามที่โจทย์ต้องการ เนื่องจากการคิดลัดบรรทัดในการหาคำตอบและการอ่านโจทย์ไม่ครบถ้วนของนักเรียน ดังภาพประกอบที่ 12

ในวันตรุษจีน อาจจะได้เตรียมเงินไว้จำนวนหนึ่งเพื่อเป็นเงินอั่งเปาแจกให้แก่หลานๆ โดยอาจมีเงินในซองที่จะแจก ดังนี้

ให้หลานคนที่หนึ่งเป็นเงิน 1,000 บาท และให้อีก หนึ่งในสิบของเงินที่เหลืออยู่

ให้หลานคนที่สองเป็นเงิน 2,000 บาท และให้อีก หนึ่งในสิบของเงินที่เหลืออยู่

ให้หลานคนที่สามเป็นเงิน 3,000 บาท และให้อีก หนึ่งในสิบของเงินที่เหลืออยู่

อาจได้ทำการแจกเงินอั่งเปาแบบนี้กับหลานคนที่สี่เป็นต้นไปจนกระทั่งเงินที่เตรียมไว้หมดพอดี ผลปรากฏว่าหลานๆทุกคนได้รับเงินครบทุกคนเป็นจำนวนเงินที่เท่ากัน

จงหาว่าอาจมีหลานอยู่ทั้งหมดกี่คน

ภาพที่ 12 (ก)

### 5. ดำเนินการแก้ปัญหา และ การตรวจคำตอบ

1.) แปลงโจทย์ของภาษาไทย เป็นภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์.....

2.) กำหนด  $x$  แทนจำนวนเงินทั้งหมดของอากง.....

3.) คำนวณ  $\frac{x}{10} + 900 = \frac{9x}{100} + 1710$ .....

4.) แก้สมการ  $\frac{x}{10} + 900 = \frac{9x}{100} + 1710$ .....

$$\frac{x}{10} - \frac{9x}{100} = 1710 - 900$$

$$\frac{10x}{100} - \frac{9x}{100} = 810$$

$$\frac{x}{100} = 810$$

$$x = 81000$$

ภาพที่ 12 (ข)

**ภาพที่ 12** แสดงตัวอย่างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการนำเสนอข้อมูล และลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ในระยะที่ 1 ของการเรียนรู้

จากภาพที่ 12 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 1 ยังไม่สามารถใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง จากภาพ 12 (ข) นักเรียนยังไม่สามารถหาคำตอบที่โจทย์ต้องการได้ และนักเรียนยังเขียนลำดับขั้นตอนในการนำเสนอยังไม่ชัดเจน เพราะจากโจทย์ถามว่า อากงมีหลานทั้งหมดกี่คน แต่นักเรียนหาจำนวนเงินทั้งหมดของอากงออกมา ซึ่งยังไม่ถูกต้องตามที่โจทย์ถาม

## ระยะที่ 2 (สัปดาห์ที่ 2-3)

ในระยะที่ 2 (สัปดาห์ที่ 2-3) เป็นระยะเริ่มต้นที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้เป็นระยะที่แผนการเรียนรู้ที่ 3 – 7 แผนโดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในระยะที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องตามแบบที่โจทย์กำหนด แต่ดีขึ้นกว่าระยะที่ 1 เพราะครุคอย้าเตือนถึงการใช้ภาษาและสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง เช่น จำนวนคู่ จำนวนคี่ (นักเรียนเรียกว่าเลขคู่ เลขคี่) เป็นต้น และมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เขียนเพื่อสื่อสารออกมาได้อย่างถูกต้อง ดังภาพประกอบที่ 13

ปัญหาที่ 1

$x, x+3, x+5$

จงหาจำนวนคี่สามจำนวนที่เรียงติดกัน ซึ่งผลต่างของสองเท่าของจำนวนคี่ที่มากที่สุดกับจำนวนคี่ที่น้อยที่สุดเป็น  $-45$

$2(x), 2(x+3), 2(x+5) \quad | \quad -2(x), -2(x+3), -2(x+5)$

ภาพที่ 13 (ก)

1. สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

จำนวนคี่ที่น้อยที่สุด คือ  $x$

จำนวนคี่สามจำนวนที่เรียงติดกันจากน้อยไปมาก คือ  $x, x+3, x+5$

ผลต่างของสองเท่าของจำนวนคี่ที่มากที่สุดกับจำนวนคี่ที่น้อยที่สุด คือ  $-2(x+5) - 2(x)$

2. สิ่งที่โจทย์ถาม คือ  $จำนวนสามจำนวนที่เรียงติดกัน$

3. สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากปัญหา คือ  $-2(x+(x+3)+(x+5)) = -45, 2(x+(x+3)+(x+5)) = 45$

ภาพที่ 13 (ข)

- ภาพที่ 13 แสดงตัวอย่างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ในระยะที่ 2 ของการเรียน

จากภาพที่ 13 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 2 ยังไม่สามารถใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ตามคำถามของโจทย์ปัญหาที่กำหนดได้อย่างถูกต้องครบถ้วน แต่มีพัฒนาการดีขึ้นจากระยะที่ 1 จากภาพข้างต้นข้อคำถามที่ 1 ยังมีความผิดพลาดและไม่ถูกต้องอยู่ และข้อคำถามที่ 3 โจทย์ถามเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา แต่นักเรียนเขียนมา 2 สมการซึ่งยังไม่ถูกต้อง

2. ด้านการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ในระยะที่ 2 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน แต่มีพัฒนาการดีขึ้นจากระยะที่ 1 และจากการที่ครูได้ให้นักเรียนบางส่วนออกมานำเสนอหน้าชั้น มีนักเรียนจำนวนน้อยที่กล้าออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวเอง และลำดับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ก็ยังไม่มีความชัดเจนหรือถูกต้องตามที่โจทย์ต้องการ แต่มีพัฒนาการที่ดีขึ้นมีการแยกแยะปัญหามากขึ้นเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ ดังภาพประกอบที่ 14

ปัญหาที่ 1

$x, x+3, x+5$

จงหาจำนวนสี่จำนวนที่เรียงติดกัน ซึ่งผลต่างของสองเท่าของจำนวนที่มากที่สุดกับจำนวนที่น้อยที่สุดเป็น -45  
 $2(x), 2(x+3), 2(x+5) - 2(x), -2(x+3), -2(x+5)$

ภาพที่ 14 (ก)

5. ดำเนินการแก้ปัญหา และ การตรวจคำตอบ

กำหนด  
กำหนด

$$\begin{aligned} -2(x + (x+3) + (x+5)) &= -45 \\ -2(3x+8) &= -45 \\ -6x + 16 &= -45 \\ -6x &= -45 - 16 \\ x &= \frac{-61}{-6} \\ x &= 4.83 \end{aligned}$$

ดังนั้นจำนวนที่กำหนด 4.83

กำหนด  
กำหนด

$$\begin{aligned} 2(x + (x+3) + (x+5)) &= -45 \\ 2(3x+8) &= -45 \\ (6x+16) &= -45 \\ 6x &= -45 - 16 \\ x &= \frac{-61}{6} \\ x &= 1.16 \end{aligned}$$

ดังนั้นจำนวนที่กำหนด = 1.16

ตรวจคำตอบ 3 ตัวที่เรียงติดกันคือ 1.16, 1.16+3, 1.16+5 เท่ากับ 1.16, 4.16, 6.16

กลุ่มทดลอง

ภาพที่ 14 (ข)



**ภาพที่ 14** แสดงตัวอย่างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการนำเสนอ ข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มที่ได้รับการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการ เรียนรู้ ในระยะที่ 2 ของการเรียนรู้

จากภาพที่ 14 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 2 ยังไม่สามารถใช้การสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง จากภาพ 14 (ข) นักเรียนยังไม่สามารถเขียนลำดับขั้นตอนการดำเนินการ ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้อง นักเรียนมีการแยกคิดออกเป็น 2 จำนวนซึ่งยังไม่ถูกต้อง และนักเรียนยังเขียนลำดับขั้นตอนในการนำเสนออย่างไม่ชัดเจน เพราะจาก โจทย์ถามว่า อาจจะมีหลานทั้งหมดกี่คน แต่นักเรียนหาจำนวนเงินทั้งหมดของอาจออกมา ซึ่งยังไม่ ถูกต้องตามที่โจทย์ถาม

### **ระยะที่ 3 (สัปดาห์ที่ 4-7)**

ในระยะที่ 3 (สัปดาห์ที่ 4-7) เป็นระยะกลางที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้เป็นระยะที่แผนการเรียนรู้ที่ 8 – 12 แผนโดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. **ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์** ในระยะที่ 3 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องตามแบบที่โจทย์กำหนดแต่ยังไม่ครบถ้วน แต่ดีขึ้นกว่า 2 ระยะที่ผ่านมา เพราะครูคอยย้ำเตือนถึงการใช้ภาษาและสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ที่ ถูกต้อง และนักเรียนระมัดระวังการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มากขึ้น สังเกตจากการ ตอบคำถาม เช่น ถ้าโจทย์ปัญหาอยู่ในรูปเศษส่วนและต้องการการดำเนินการบวกหรือลบ นักเรียน จะใช้คำว่า ตัวคูณร่วมน้อย แทนการใช้คำว่า ค.ร.น. หรือมีการใช้เครื่องหมายเท่ากับมากกว่า 1 ครั้งใน 1 บรรทัด เป็นต้น ดังภาพประกอบที่ 15
2. **ด้านการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์** ในระยะที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนด ให้กับการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน แต่มีพัฒนาการดีขึ้นจากระยะที่ 1 และจากการที่ครูได้ให้นักเรียนบางส่วนออกมา นำเสนอหน้าชั้น มีนักเรียนอีกจำนวนที่กล้าออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวเองซึ่งถือว่า นักเรียนนั้นได้มีความกระตือรือร้นมากกว่า 2 ระยะที่ผ่านมา และลำดับขั้นตอนการดำเนินการทาง คณิตศาสตร์ก็ยังไม่มีความชัดเจนหรือถูกต้องตามที่โจทย์ต้องการ แต่มีพัฒนาการที่ดีขึ้นมีการ แยกแยะปัญหามากขึ้นเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ ดังภาพประกอบที่ 15

**ปัญหาที่ 1** พ่อค้าคนหนึ่งซื้อข้าวกล้องและข้าวมันปูเพื่อนำมาผสมกันให้ได้ 100 กิโลกรัม เขาซื้อข้าวมันปู กิโลกรัมละ 20 บาท ซื้อข้าวกล้องกิโลกรัมละ 18 บาท เมื่อนำมาผสมกันแล้ว เขาขายไปได้กำไร 40% คิดเป็นกำไร 776 บาท อยากทราบว่า พ่อค้าซื้อข้าวแต่ละชนิดอย่างละกี่กิโลกรัม

ภาพที่ 15 (ก)

5. ดำเนินการแก้ปัญหา และ การตรวจคำตอบ

$$\begin{aligned} \text{สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากปัญหา คือ } & \frac{240}{100} [18x + 20(100 - x)] = 776 \\ & = 18x + 2000 - 20x = 776 \times 5 \\ & = 2000 - 2x = 1940 \\ & = 2000 - 1940 = 2x \\ & = \frac{60}{2} = x \\ & = 30 \end{aligned}$$

∴ จำนวนพ่อค้าซื้อข้าวกล้อง จำนวน 30 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน  $18 \times 30 = 540$  บาท และ  
พ่อค้าซื้อข้าวมันปู จำนวน 70 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน  $20 \times 70 = 1400$  บาท

กลุ่มทดลอง

ภาพที่ 15 (ข)

**ภาพที่ 15** แสดงตัวอย่างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการนำเสนอข้อมูล และลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ในระยะที่ 3 ของการเรียนรู้

จากภาพที่ 15 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 3 สามารถใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ตามคำถามของโจทย์ปัญหาที่กำหนดได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด และดีกว่า 2 ระยะที่ผ่านมา แต่ยังมีข้อผิดพลาดด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์อยู่บ้าง จากภาพ 15 (ข) พบว่านักเรียนมีการใช้เครื่องหมายเท่ากับมากกว่า 1 ครั้งต่อ 1 บรรทัด และการไม่ใส่จุลภาค (comma) กับจำนวนหลักพัน ซึ่งครูได้กำชับให้ระมัดระวังมากขึ้นและนักเรียนยังมีพัฒนาการในการนำเสนอและการเขียนลำดับขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นด้วย

#### ระยะที่ 4 (สัปดาห์ที่ 7)

ในระยะที่ 3 (สัปดาห์ที่ 7) เป็นระยะสุดท้ายที่นักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้เป็นระยะที่แผนการเรียนรู้ที่ 13 – 15 แผนโดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. **ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์** ในระยะที่ 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องเกือบทั้งหมดตามแบบที่โจทย์กำหนดและดีขึ้นกว่า 3 ระยะที่ผ่านมาเรื่อยๆ นักเรียนจะคอยระมัดระวังการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ทั้งในส่วนของกำหนดยกตัวแปร การแปลงประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ โดยครูจะคอยใช้คำถามเพื่อเสริมต่อการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนมากขึ้น ดังภาพประกอบที่ 16
2. **ด้านการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์** ในระยะที่ 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างโจทย์ปัญหาที่ครูกำหนดให้กับการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องเกือบทั้งหมด และมีการนำเสนอข้อมูลที่ชัดเจนมากขึ้นจากการวาดรูปเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของ ระยะทาง อัตราเร็ว และเวลา แม้ว่าจะมีนักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้องทั้งหมด แต่มีการเขียนแสดงแนวคิดออกมาหลากหลายรูปแบบ และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนลำดับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นและมีความถูกต้องมากขึ้นอย่างเหมาะสม ดังภาพประกอบที่ 16

<b>ปัญหาที่ 1</b>	<p style="text-align: right;">5 ๗ ๖๗</p> <p>นักกีฬาจักรยานทางไกลในระยะทาง 57 กิโลเมตร โดยใช้อัตราเร็วช่วงแรก 12 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และช่วงต่อไป 16 กิโลเมตรต่อชั่วโมงถ้าเขาใช้เวลาในการขี่จักรยานตลอดทางรวม 4 ชั่วโมงจงหาระยะทางและเวลาที่ขี่จักรยานของแต่ละช่วง</p> <p style="text-align: right;">- 4      ๕/๖</p>
-------------------	---

ภาพที่ 16 (ก)

สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากปัญหา คือ  $\frac{12+x}{60} = 4(57-x)$

$\frac{12+x}{60} = 4(57-x)$

กำหนดให้  $\frac{12+x}{60}$   $\frac{16+x}{60}$   
 จำนวน คือ  $12+x$   
 จำนวน คือ  $16+x$   
 อัตรา คือ 4 ชั่วโมง  
 เวลาได้รวมรวม  $4(57-x)$

$\frac{12+x}{60} = 4(57-x)$ $\frac{12+x}{60} = 228-4x$ $-2x+4x = 228-12$ $\frac{2x}{60} = 216$ $x = \frac{216 \cdot 60}{2}$ $x = 743.2$	$\frac{16+x}{60} = 4(57-x)$ $\frac{16+x}{60} = 228-4x$ $4x+x = 228-16$ $5x = 212$ $x = \frac{212}{5}$ $x = 42.4$
---	--

∴ ดังนั้นจำนวนวิ่งได้รวมรวม 13.8 km/h. ดังนั้นจำนวนวิ่งได้รวมรวม 6 km/hr  
 = จำนวน 4 ชม. จำนวน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 16 (ข)

**ภาพที่ 16** แสดงตัวอย่างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการนำเสนอ ข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มที่ได้รับการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการ เรียนรู้ ในระยะที่ 4 ของการเรียนรู้

จากภาพที่ 16 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองของระยะที่ 4 สามารถใช้การสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ตามคำถามของโจทย์ปัญหาที่กำหนดได้ ถูกต้องเกือบทั้งหมด และดีกว่า 3 ระยะที่ผ่านมา และนักเรียนมีการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอน ทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนมากขึ้นมีการนำเสนอแบ่งส่วนให้เห็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน

จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยที่นักเรียนสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการเขียนเพื่อนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ในทางที่ดีขึ้น โดยพัฒนาการด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดนั้นเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่ได้มีการส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักคิดและได้นำข้อมูลความรู้ต่างๆมาสัมพันธ์กับปัญหาหรือสถานการณ์นั้นๆได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น สรุปได้ดังตารางนี้

ตารางที่ 31 แสดงการเปรียบเทียบพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ช่วงเวลา / พัฒนาการการ สื่อสารทาง คณิตศาสตร์	ระยะที่ 1 (สัปดาห์ที่ 1)	ระยะที่ 2 (สัปดาห์ที่ 2 - 3)	ระยะที่ 3 (สัปดาห์ที่ 4 - 6)	ระยะที่ 4 (สัปดาห์ที่ 7)
ด้านการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์	- นักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นเรียนยังใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง	- นักเรียนบางส่วนสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ยังไม่ถูกต้อง	- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ยังไม่ถูกต้องทั้งหมด	- นักเรียนส่วนใหญ่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด
ด้านการนำเสนอ ข้อมูลและลำดับ ขั้นตอนในการ ดำเนินการทาง คณิตศาสตร์	- นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถนำเสนอข้อมูลและเขียนลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง	- นักเรียนมีความกล้าในการนำเสนอมากขึ้น แต่ลำดับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ยังไม่ชัดเจนหรือถูกต้องตามที่โจทย์ต้องการ	- นักเรียนมีความกล้ามากขึ้นในการออกมาเสนอข้อมูล แต่ยังไม่ชัดเจนและความถูกต้อง	- นักเรียนมีความกล้าในการนำเสนอมากขึ้นและยังพบว่า มีนักเรียนมีแนวคิดต่างๆมากมายหลากหลายรูปแบบและสามารถใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
6. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคการเลือกตัวอย่างแบบ เจาะจง (Purposive Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนศึกษานารี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดกรุงเทพมหานคร



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ชนิด คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียด ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รวมแผนการจัดการเรียนรู้มีทั้งหมดจำนวน 15 แผน ใช้ในการทดลองสอน 15 คาบ เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนและแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน รายละเอียด ดังนี้

2.1 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน เป็นแบบวัดชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.639 ค่าความยากง่าย (p) 0.28-0.60 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.43-0.63

2.2 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน เป็นแบบวัดชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.763 ค่าความยากง่าย (p) 0.44 - 0.57 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.35 - 0.59

2.3 แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน เป็นแบบวัดชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.48 ค่าความยากง่าย (p) 0.33-0.85 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.08-0.66

2.4 แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน เป็นแบบวัดชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.683 ค่าความยากง่าย (p) 0.53 - 0.66 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.41 - 0.85



การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยได้ดำเนินการขั้นเตรียมการ ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

### 1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม

1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารเกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

1.3 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนศึกษานารี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

### 2. ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) แล้วเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศึกษานารี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ใกล้เคียงกันมากที่สุดจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง ม.2/10 และ ม.2/12 จากนั้นนำค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของทั้ง 2 ห้องเรียนไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F - test) ผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้านความรู้ทางการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้านความรู้ทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนำค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของสองห้องเรียน ไปทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยค่าที (t - test) ผลการทดสอบพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้านความรู้ทางการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของทั้งสองเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องเรียนมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แล้วทำการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีจับสลาก ผลออกมาเป็นดังนี้ ม.2/10

เป็นกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ และ ม.2/12 เป็นกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

2.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 ห้อง ทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วจึงนำมาตรวจให้คะแนนและทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากนั้นนำค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F – test) พบว่าความแปรปรวนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกัน แล้วนำมาทดสอบความแตกต่างด้วยค่าที (t – test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน

2.3 ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 ห้อง ทำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วจึงนำมาตรวจให้คะแนนและทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากนั้นนำค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F – test) พบว่าความแปรปรวนของทั้งสองห้องมีความแตกต่างกัน แล้วนำมาทดสอบความแตกต่างด้วยค่าที (t – test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของทั้งสองห้องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองแตกต่างกัน

2.4 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและควบคุม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยสอนตามชั่วโมงปกติของโรงเรียน ในสาระการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 15 คาบ โดยเริ่มทดลองสอนตั้งแต่วันที่ 26 พฤศจิกายน 2558 ถึงวันที่ 20 ธันวาคม 2558

2.5 ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและควบคุมทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.6 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มาตรวจให้คะแนน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for Social Science: SPSS) และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยศึกษาจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ร่องรอยการทำงานจากข้อความจากเอกสารประกอบการจัดกิจกรรม

ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด โดยใช้การวิเคราะห์เพื่อประกอบการอธิบายผลที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการที่ดีขึ้น
4. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. นักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
6. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการที่ดีขึ้น

## อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำการแก้ปัญหา เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อย่างเป็นขั้นตอนตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก ตามแนวคิดของ Barrow, 2000; Trop and Sage, 2002; อ้างถึงใน Hmelo-Silver 2004 ซึ่งเป็นความรู้ที่นักเรียนคุ้นเคยอยู่แล้วมาทำการแก้ปัญหา โดยในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักนั้น ผู้วิจัยนำการเสริมต่อการเรียนรู้เข้าไปเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถทำการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น การเสริมต่อการเรียนรู้ ได้แก่ การใช้คำถาม การให้คำอธิบาย การสนับสนุนให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วมโดยนักเรียนได้เล่าหรือตอบคำถามในสิ่งที่รู้ การสาธิต และผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัย โดยแยกออกตามความสามารถของตัวแปรตามที่ได้ศึกษา ได้แก่ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

### 1. ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ในข้อ 1. ข้อ 2. และข้อ 3. ซึ่งผลที่ปรากฏขึ้นจากงานวิจัยนี้ส่งผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ฝึกฝนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และฝึกฝนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่นๆ เนื่องจากมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้น ที่รวมแล้วทำให้นักเรียนได้เกิดการพัฒนากการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจจะมีสาเหตุสำคัญ คือ อาจจะเป็นผลเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ทั้ง 6 ด้าน มาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาทางการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนสอดคล้องกับแนวคิดของ คลอสไมเออร์ (Klausmier, 1985 อ้างถึงในทิตานา แชมมณี, 2558:31) ที่ได้สนับสนุนการนำแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักมาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านต่างๆให้กับนักเรียนโดยเกิดการสัมพันธ์กับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ใหม่กับความรู้เดิมของนักเรียนที่นักเรียนได้เคยมีมาอยู่แล้ว ซึ่งในแนวคิดการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักนี้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับที่เคนเนดี้ และทิปส์ (Kennedy and Tipps. 1994: 194-198) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า “การเชื่อมโยงทาง

คณิตศาสตร์ครูควรจะทำให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในระหว่างการจัดการเรียนการสอน โดยการให้นักเรียนทำในสิ่งที่เป็นรูปธรรมและทำการแปลงการกระทำนั้นมาเป็นรูปภาพ แผนภาพ แผนผัง กราฟ และสัญลักษณ์” ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นนี้ส่งผลให้ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้” และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ โทมัสและซานเตียโก (Thomas & Santiago.2002: 484-488) ที่ได้กล่าวว่า “การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ถ้านำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยมีการจัดการเรียนรู้ในเชิงสร้างสรรค์ นักเรียนจะเกิดความตื่นเต้น และกระตือรือร้นที่จะเรียน ซึ่งจะทำให้นักเรียนรักในการเรียนคณิตศาสตร์”

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในครั้งนี้ที่ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้ใช้ขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนตามแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการใช้ปัญหาเป็นหลัก ดังนี้

### ขั้นที่หนึ่ง

ครูได้นำเสนอปัญหาที่ท้าทายแปลกใหม่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันโดยแจกใบกิจกรรมให้กับนักเรียนในแต่ละกลุ่มซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้พบเจอและไม่คุ้นเคยกับปัญหานั้นๆ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในปัญหานั้นๆ มากขึ้น อีกทั้งครูยังได้ทำการเสริมต่อการเรียนรู้โดยการใช้คำถามสร้างความสนใจจากการให้นักเรียนได้บอกเล่าและให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในสถานการณ์หรือปัญหาที่ครูนำมาเป็นโจทย์ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้จะมีนักเรียนบางส่วนที่พยายามจะแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยที่ไม่รอเพื่อนในกลุ่มโดยเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของตนเองที่มีพื้นฐานเดิมอยู่แล้วมาใช้ในการแก้ปัญห และผู้วิจัยยังมีการสอดแทรกสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนสามารถแก้ปัญห โดยการเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เช่น ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม สมบัติทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น นำมาใช้ในการแก้ปัญหซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงความรู้เข้าด้วยกันได้ โดยมีการให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุย แลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม ร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มภายใต้การกำกับดูแลของผู้วิจัย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการปฏิบัติงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ต้องมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน การทำงานร่วมกันเป็นทีม นักเรียนจะมีความพยายามที่จะ

เรียนรู้กับปัญหาที่ครูให้เพื่อให้กลุ่มของตนเองประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา

### ขั้นที่สอง

ครูให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหาที่ครูนำเสนอปัญหา และครูให้นักเรียนพิจารณาปัญหาหรือสถานการณ์หาข้อมูลตามที่โจทย์กำหนดให้เพื่อที่จะได้นำไปใช้แก้ปัญหา และครูจะทำการเสริมต่อการเรียนรู้โดยการสนับสนุนให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมจากการที่ให้นักเรียนได้อธิบายหรือตอบคำถามจากสิ่งที่ครูถามโดยการตอบคำถามที่มีการนำความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งการที่ครูให้นักเรียนแสดงประเด็นหลักฐานต่างๆจากการใช้คำถามของครูที่ชี้แนะว่า โจทย์กำหนดให้อะไรมา โจทย์ต้องการถามอะไร วิธีการที่จะได้มาซึ่งคำตอบเป็นอย่างไรซึ่งทั้งหมดนี้ทำให้เกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

### ขั้นที่สาม

ครูให้นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐาน ครูให้นักเรียนได้ร่วมกันกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยการนำข้อมูลต่างๆมาวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา จากขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนได้เกิดการพัฒนาทักษะทางด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในด้านการอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา และครูได้ทำการเสริมต่อการเรียนรู้โดยครูให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยน แนวคิด ชี้แนะจุดสำคัญในการแก้ปัญหาให้นักเรียนเห็น เช่น การที่ครูให้นักเรียนขีดเส้นใต้ประโยคที่สำคัญที่จะนำมาใช้ในการตั้งสมการเชิงเส้นเพื่อแก้ปัญหาได้

### ขั้นที่สี่

ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาคำตอบตามแผนการที่ได้วางไว้ ในขั้นตอนนี้ได้เกิดความหลากหลายในการแก้ปัญหามาก เพราะนักเรียนแต่ละกลุ่มมีวิธีการแก้ปัญหาแตกต่างกัน เช่น นักเรียนบางกลุ่มสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อแก้ปัญหา นักเรียนบางกลุ่มใช้การแทนค่าของตัวแปรในการแก้ปัญหา เป็นต้น แต่ครูก็พยายามที่จะชักนำให้นักเรียนให้แก้ปัญหาด้วยการใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งในระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหานั้นครูเสริมต่อการเรียนรู้การยกตัวอย่างแสดงวิธีคิดเพื่อให้

นักเรียนได้เห็นในการแก้สมการซึ่งจะมีลำดับขั้นตอนของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ว่าจะต้องทำอะไรก่อนหลัง

### ขั้นที่ห้า

หลังจากที่นักเรียนแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ครูก็จะให้นักเรียนนำเสนอผลงานและวิธีการแก้ปัญหาซึ่งแสดงถึงความรู้และความสามารถในการเรียนรู้ในชั้นเรียน ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา ครูคอยให้คำอธิบายเพิ่มเติมสนับสนุนการคิดของนักเรียนและดูความถูกต้องในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่มและให้นักเรียนกลุ่มอื่นที่สามารถแสดงวิธีคิดที่แตกต่างออกไปจากกลุ่มที่นำเสนอ

### ขั้นที่หก

ขั้นตอนสุดท้ายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก ครูและนักเรียนจะร่วมกันสรุปผล เมื่อนักเรียนสามารถหาข้อมูลได้ครบถ้วนต่อการพิสูจน์ข้อ สมมติฐานทั้งหมดแล้ว รวมทั้งการที่นักเรียนสามารถที่จะสรุปถึงหลักการต่างๆที่ได้จากการศึกษาปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ขึ้นจากการที่นักเรียนเห็นโจทย์ปัญหาแล้วสามารถระบุได้ว่าจะนำความรู้ใดมาใช้ในการแก้ปัญหา สามารถบอกได้ถึง ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม สมบัติต่างๆที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา และครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนได้แสดงหลักฐานต่างๆที่สนับสนุนการคิดและยืนยันการคิดที่นำไปสู่ข้อสรุป รวมทั้งครูถามคำถามเพิ่มเติมในสิ่งที่โจทย์ไม่ได้ระบุไว้หรือถามคำถามในสถานการณ์อื่นๆในแง่มุมที่หลากหลายมากขึ้น ทำให้นักเรียนได้คิดเพิ่มเติมฝึกทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มากขึ้นค่อยๆสะสมจนเกิดพัฒนาการด้านการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

เมื่อนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ผ่านการทำเอกสารประกอบการจัดกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนนั้น จะเป็นการช่วยฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดการอธิบาย แสดงแนวคิด โดยใช้ความรู้มาประกอบอย่างสมเหตุสมผล โดยนำสมบัติ กฎ บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบท ความรู้ไปหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล และเมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ จะมีพัฒนาการด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นตามลำดับ ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า การให้นักเรียนทำเอกสารประกอบการจัดกิจกรรมหรือใบ

กิจกรรม ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนเป็นระยะเวลาพอสมควรเพื่อให้นักเรียนได้คิด เขียนแสดงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยนำสมบัติ กฎ บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบท ความรู้เพื่อนำไปหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลและหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง โดยมีครูเป็นผู้ควบคุมการดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียนจนทำให้ให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นตามลำดับ นอกจากนี้แล้วนักเรียนกลุ่มทดลองนี้ยังมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอีกด้วย เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองว่าจะต้องนำความรู้ใดมาใช้ มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไร

ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยในต่างประเทศของ แม็คคาธี (McCarthy. 2001: Online) ได้ทำการทดลองสอน ด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อพัฒนา ความคิดรวบยอด เรื่อง ทศนิยม พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ตลอดเวลาที่ได้ พยายามหาวิธีแก้ปัญหาโดยนักเรียนใช้ภาษาพูดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความรู้เกี่ยวกับทศนิยมที่ตัวนักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว และความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ที่เกิดขึ้นกับทศนิยมอย่างถูกต้อง และงานวิจัยของ แคนเตอร์ก และเบเซอร์ (Canturk; & Baser. 2009a: 134-155; 2009b: 451-482 ) ได้ศึกษาเจตคติของนักเรียน ครู และคณาจารย์ ในมหาวิทยาลัยที่มีต่อการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ผลการศึกษาพบว่า นักเรียน ครู และคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยมีเจตคติที่ดี และได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นหลักมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้จากแบบปกติและยังสอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศไทยของ ราตรี เกตบุตรดา (2546: 96-98) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ เรื่อง ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 แต่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 และงานวิจัยของ รังสรรค์ ทองสุখনอก (2547: 82-86) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ เรื่อง ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักมีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ บงกชรัตน์ สมานสินธุ์ (2551: บทคัดย่อ) ซึ่งได้ศึกษา ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



## 2. ด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ในข้อ 4. และข้อ 6. และนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ในข้อ 5. ซึ่งผลที่ปรากฏขึ้นจากงานวิจัยนี้ส่งผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่เป็นกิจกรรมการเรียนที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และฝึกฝนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่นๆ เนื่องจากมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ที่รวมแล้วทำให้นักเรียนได้เกิดการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจจะมีสาเหตุสำคัญ คือ อาจจะเป็นผลเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ ทั้ง 6 ด้าน มาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนสอดคล้องกับแนวคิดของ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 270-272) กล่าวว่า บทบาทของครูในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นครูจะต้องจัดสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้ เหตุผลเป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหาปัญหาร่วมกันรวมถึงการให้คำแนะนำจากครู การให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียน มีการสื่อสารทำให้เกิดการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับที่ กรมวิชาการ (2545ข: 197-199) กล่าวว่า “การจัด การเรียนรู้ให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ทำได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการ ให้คิดวิเคราะห์สังเคราะห์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เช่น ในวิชาเรขาคณิตมีเนื้อหาที่ต้องการฝึกวิเคราะห์ การให้ เหตุผลและการพิสูจน์ ผู้เรียนต้องฝึกทักษะในการสังเกต การนำเสนอรูปภาพต่างๆ เพื่อสื่อความหมายแล้วนำ ความรู้ทางเรขาคณิตไปอธิบาย ปรากฏการณ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน”

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในครั้งนี้ที่ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้ใช้ขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนตามแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก

### ขั้นที่หนึ่ง

ครูได้นำเสนอปัญหาที่ท้าทายแปลกใหม่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันโดย แจกใบกิจกรรมให้กับนักเรียนในแต่ละกลุ่มซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้พบเจอ และไม่คุ้นเคยกับปัญหานั้นๆ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในปัญหานั้นๆ มากขึ้น อีกทั้งครูยังได้ทำการเสริมต่อการเรียนรู้โดยการใช้คำถามสร้างความสนใจจากการให้นักเรียนได้บอกเล่าและให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมใน สถานการณ์หรือปัญหาที่ครูนำมาเป็นโจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนได้เกิด ทักษะการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน โดยในช่วงแรกนี้นักเรียนส่วนใหญ่เกือบทั้งห้องจะนิ่งไม่ตอบคำถามครู เพราะยังงงและสงสัยว่าครู ต้องการคำตอบในรูปแบบใด จนในช่วงสัปดาห์ที่ 3 เป็นต้นไป นักเรียนถึง จะมีความกล้าที่จะตอบคำถามตามที่ครูถามมากขึ้น

### ขั้นที่สอง

ครูให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลจากปัญหาที่ครูนำเสนอไปในขั้นที่หนึ่ง และให้พิจารณาปัญหาหรือสถานการณ์หาข้อมูลตามที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อที่จะได้นำไปใช้แก้ปัญหา และครูจะทำการเสริมต่อการเรียนรู้โดย การสนับสนุนให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมจากการที่ให้นักเรียนได้อธิบายหรือ ตอบคำถามจากสิ่งที่ครูถามโดยการตอบคำถามที่มีการนำความรู้ คณิตศาสตร์มาใช้ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในด้านของการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

### ขั้นที่สาม

ครูให้นักเรียนได้ร่วมกันกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยการนำข้อมูล ต่างๆมาวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา จากขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนได้เกิดการพัฒนาทักษะทางด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในด้านการนำเสนอข้อมูลและอธิบายลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและครูได้ทำการเสริมต่อการเรียนรู้โดยครูให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยน แนวคิด ชี้แนะจุดสำคัญในการแก้ปัญหาให้นักเรียนเห็นเพื่อจะได้ทำให้นักเรียนได้เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไปได้อย่างเป็นระบบ

### ขั้นที่สี่

ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบตามแผนการที่ได้วางไว้ในขั้นตอนนี้ได้เกิดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทั้งสองด้านตามที่ได้ กำหนดไว้ คือ ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์จากการที่ นักเรียนได้เขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาในใบกิจกรรม และด้านการนำเสนอ

ข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์จากการที่นักเรียนได้เขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาในใบกิจกรรม ครูเสริมต่อการเรียนรู้การยกตัวอย่างแสดงวิธีคิดเพื่อให้นักเรียนได้เห็นในการแก้สมการซึ่งจะมีลำดับขั้นตอนของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ว่าจะต้องทำอะไรก่อนหลัง

#### ขั้นที่ห้า

ครูให้นักเรียนนำเสนอผลงาน และวิธีการแก้ปัญหาซึ่งแสดงถึงความรู้และความสามารถในการเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นการฝึกให้นักเรียนได้ใช้ทักษะด้านการสื่อสารจากการออกมาพูดนำเสนอวิธีแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา ครูคอยให้คำอธิบายเพิ่มเติมสนับสนุนการคิดของนักเรียนและดูความถูกต้องในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้ครูฝึกให้นักเรียนกลุ่มอื่นที่สามารถแสดงวิธีคิดที่แตกต่างออกไปจากกลุ่มที่นำเสนอออกมานำเสนอด้วยวิธีการที่ต่างออกไป

#### ขั้นที่หก

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล เมื่อนักเรียนสามารถหาข้อมูลได้ครบถ้วนต่อการพิสูจน์ข้อสมมติฐานทั้งหมดแล้ว รวมทั้งการที่นักเรียนสามารถที่จะสรุปถึงหลักการต่างๆที่ได้จากการศึกษาปัญหา และครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนได้แสดงหลักฐานต่างๆที่สนับสนุนการคิดและยืนยันการคิดที่นำไปสู่ข้อสรุป จากร่องรอยการทบทวนของนักเรียนทำให้รู้ถึงการใช้ลำดับขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ว่าถูกต้องหรือไม่อย่างไร รวมทั้งครูถามคำถามเพิ่มเติมในสิ่งที่โจทย์ไม่ได้ระบุไว้หรือถามคำถามในสถานการณ์อื่นๆในแง่มุมที่หลากหลายมากขึ้น ทำให้นักเรียนได้คิดเพิ่มเติมฝึกทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทางด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งค่อยๆสะสมจนเกิดพัฒนาการด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เมื่อนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ผ่านการทำเอกสารประกอบการจัดกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนนั้น จะเป็นการช่วยฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดการอธิบาย แสดงแนวคิด โดยใช้ความรู้มาประกอบอย่างสมเหตุสมผล โดยได้มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และมีการนำเสนอข้อมูลจากการเขียนอธิบายในใบกิจกรรม หรือจากการตอบคำถามของครู รวมทั้งได้มีการพัฒนาลำดับ

ขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ จะมีพัฒนาการด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นตามลำดับ ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า การให้นักเรียนทำเอกสารประกอบการจัดกิจกรรมหรือใบกิจกรรม ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนเป็นระยะเวลาพอสมควรเพื่อให้นักเรียนได้คิด เขียนแสดงการแก้ปัญหา เพื่อนำไปหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง โดยมีครูเป็นผู้ควบคุมการดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียนจนทำให้ให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นตามลำดับ นอกจากนี้แล้วนักเรียนกลุ่มทดลองนี้ยังมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอีกด้วย เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้นั้นทำให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองว่าจะต้องมีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์แบบใด และมีการนำเสนอข้อมูลอย่างไรเพื่อให้ครูและเพื่อนๆกลุ่มอื่นได้เข้าใจ รวมทั้งการที่จะต้องมียุทธศาสตร์ขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องด้วย

ผลการวิจัยครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน ข้อ 5. ที่ได้ตั้งไว้ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่ต่อเนื่อง และในบางช่วงที่ระยะเวลาสั้น แต่นักเรียนกลุ่มทดลองก็ยังได้มีพัฒนาการด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

## ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย ทำให้ในช่วงแรกๆเกิดอุปสรรคมากมายในการจัด ครูอาจจะต้องให้เวลานักเรียนในการคิด ในการตอบคำถาม จึงอยากให้ครูมีความอดทนและให้นักเรียนได้เกิดพัฒนาการอย่างค่อยเป็นค่อยไป และครูอย่าเพิ่งยอมแพ้ ครูควรดำเนินการต่อไปตามกระบวนการของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปจะพบว่านักเรียนค่อยๆมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ

1.2 ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ได้ตอบคำถาม รวมทั้งให้นักเรียนได้แสดงความคิดอย่างเต็มที่ เช่น การวิเคราะห์ปัญหาย่อย การวางแผนทางในการแก้ปัญหา เป็นต้น ครูต้องให้เวลากับนักเรียนในแต่ละขั้นตอน หากนักเรียนคิดไม่ออกหรือติดขัดในกระบวนการแก้ปัญหา ครูจึงเสริมต่อการเรียนรู้ด้วยการสาธิต อาจจะเป็นการยกตัวอย่างง่ายๆ เพื่อให้นักเรียนได้เกิดความเข้าใจและดำเนินไปในขั้นถัดไปได้

### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ เนื้อหาที่ใช้เป็นเนื้อหาเพียงแค่บทเดียวเท่านั้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้มีการทำวิจัยในระยะยาว เพื่อให้เกิดพัฒนาการของผู้เรียนอย่างชัดเจน ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับคณิตศาสตร์อื่นๆที่มีลักษณะของการแก้โจทย์ปัญหา เช่น การประยุกต์อนุพันธ์ ทฤษฎีกราฟ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิต สมการภาคตัดกรวย เป็นต้น

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก อาจจะไปดัดแปลงหรือนำไปประยุกต์ใช้ใหม่ในการพัฒนาผู้เรียน เช่น การมีการศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพในการศึกษาคณิตศาสตร์ เป็นต้น เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

## รายการอ้างอิง

### เอกสารอ้างอิง (ภาษาไทย)

- กรมวิชาการ. (2539). **ผังมโนทัศน์และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ. (2552). **เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). **รายงานการวิจัยการศึกษาความเป็นไปได้ของแนวทางการจัดการศึกษา ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอาชีวศึกษาไทย**. กรุงเทพฯ : การศาสนา.
- กมล โปธิเย็น. (2547). **รูปแบบการพัฒนาความคิดอย่างเป็นระบบเพื่อสร้างเสริมความสามารถด้านทักษะ การเขียนภาษาไทยของนักศึกษาระดับปริญญาตรีโดยใช้แนวคิดทฤษฎีไตรอาร์ชิกและวิธีการแบบสแกฟโฟลด์** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เฉลิมลาภ ทองอาจ. (2555). **เทคนิคการใช้คำถามเพื่อพัฒนาการคิดของผู้เรียน**. [Online]. 2555. แหล่งที่มา <http://www.thaiteachers.tv/blog/chalermlahp/2012/6/120> [12 กรกฎาคม 2556]
- โซเบล, แมกซ์ เอ. **ศิลปะการสอนคณิตศาสตร์**, (2544). แปลจาก Teaching Mathematics : A Sourcebook of Aids, Activities, and Strategies โดย ฉวีวรรณ เสวตมาลย์. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ณัฐกานต์ รักษานาค. (2552). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทินรัตน์ กาญจนกฤษช. (2530) **ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะและกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเตรียมทหาร**. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- บงกชรัตน์ สมานสินธุ์. (2551). ผลการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาณิพนธกศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ภายเอกสาร.
- ปรีชา เนาวเย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ภายเอกสาร.
- ปรีชา ศรีเรืองฤทธิ์. (2549). การใช้แนวคิดเรื่อง พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) ของวิกี้อตสกี เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการเขียนภาษาอังกฤษ สำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นงลักษณ์ แก้วมาลา. (2547) ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.
- พวงรัตน์ บุญญานุกรักษ์ และ Majumdar, Basanti. (2544). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2538). การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน. กรุงเทพฯ: บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.
- มนสภรณ์ วิฑูรเมธา. (2544, มกราคม-มิถุนายน). การเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem Based Learning / PBL). วารสารรังสิตสารสนเทศ. 7(1): 57-68

มัทธรา ธรรมบุศย. (2545, กุมภาพันธ์). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (ProblemBased Learning). วารสารวิชาการ. 5(2): 11-17.

ยุรวัฒน คลายมมงคล. (2545). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิด การ  
ใช้ปัญหาเป็น หลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ค.ด.  
(หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.  
ถ่ายเอกสาร.

รังสรรค์ ทองสุขนอก. (2547). ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem  
Based Learning) เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญา  
นิพนธ์ คศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
ถ่ายเอกสาร.

ราตรี เกตบุตรตา. (2546). ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้  
ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์  
ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.  
ถ่ายเอกสาร.

สมศักดิ์ สีนธระเวชญ์. มุ่งสู่คุณภาพการศึกษา กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช , 2542.

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ. คู่มือการสอนโครงงานคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ  
: 2545.

สนิท ตีเมืองซ้าย, มนต์ชัย เทียนทอง และสุพจน์นิตย์ สุวัฒน์ (2553). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้  
ร่วมกันโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีการเสริมศักยภาพทางการเรียนผ่านเครือข่าย  
คอมพิวเตอร์. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สุจิตรา เขียวศรี ปีการศึกษา 2550. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบบนเว็บวิชา  
วิทยาศาสตร์ โดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน  
มัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.

ไสว พักขาว. (2543). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง”. ใน เอกสารประกอบ  
การสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การใช้เทคนิคแนวคิด 5 ทฤษฎีในการจัดกิจกรรมการ  
เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์. หน้า 4 – 27. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์.



ส.วาสนา ประवालพฤกษ์. (2544). **หลักการและเทคนิคการประเมินทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2543). **คู่มือวัดผลและประเมินผล คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

อลิสรา ชมชื่น. (2550). **การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยบูรณาการทฤษฎีการพัฒนาความเข้าใจ ทางคณิตศาสตร์การสื่อสารและการให้เหตุผล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2547). **การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: ในประมวลบทความหลักการ และแนวจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.

อาภรณ์ แสงรัศมี. (2543). **ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

#### เอกสารอ้างอิง (ภาษาอังกฤษ)

Barrows, Howard S. (1996). **Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview**. In L.

Wilkerson and W.H. Gijselears (eds.), **Bringing Problem-Based Learning to Higher Education : Theory and Practice**, pp. 3 -12. San Francisco: Jossey – Bass.

Barrows, Howard S. and Tamblyn, Robyn M. (1980). **Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education**. New York: Springer.

Bransford, J., Brown, A.; & Cocking, R. (2000). **How People Learn : Brain, Mind, and Experience & School**. Washington, DC: National Academy Press.

Daniels, H. (1996). **An introduction to Vygotsky**. London: Routledge.

- Dixon-Krauss, L. (1996). **Vygotsky in the classroom: Mediated literacy instruction and assessment.** New York: Longman.
- Engen P, Kauchak D (2002). **Strategies for teachers: Teaching content and thinking skills (4th ed.).** Needham Heights: M.A. Allyn and Bacon.
- Gijseleers, Wim H. (1996). **Connecting Problem-Based Practices with Educational Theory.** In Wilkerson, L and Gijseleers, Wim H (eds.), **Bringing Problem-Based Learning to Higher Education.** Theory and Practice, pp. 13-21. San Francisco: Jossey-Bass.
- Good, Carter V. (1973). **Dictionary of Education. (3rd ed.)** New York : McGraw-Hill Book Company.
- Goodrich, H. (1997). **Understanding rubrics.** Educational Leadership, 54 (4), 14-17.
- Illinois Mathematics and Science Academy (IMSA). (2006). **Introduction to PBL.** Retrieved May, 22 2006, From <http://www.imsa.edu/team/cpbl/whatis/whatis/slide3.html>.
- Kennedy & Tipps. (1994). **Guiding Children ' s Learning of Mathematics.** Belmont, CA: Wadsworth Publishing.
- Kreger, C. (1998). **Problem-Based Learning.** Online Retrieved, June, 28 2007, <http://www.cotf.edu/ete/teacher/tprob/trob.html>.
- McCarthy,D.S. (2001). **A Teaching Experiment Using Problem-Based Learning at the Elementary Level to Develop Decimal Concepts.**Dissertation. Online. Retrieved, June, 12 2007, <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>.
- Melo, C.E. and Evensen, D.H. (2000). **Introduction Problem-Based Learning: Gaining Insights on Learning Interactions Through Multiple Methods of Inquiry.** In D.H. Evensen and C.E. Hmelo (eds.), **Problem-Based Learning A Research Perspective on Learning Interactions,** pp. 1-16. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

- National Council of Teacher of Mathematics. [NCTM]. (2000). **Principle and Standards for School Mathematics**. Reston, Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Raymond, E. (2000). **Cognitive Characteristics. Learners with Mild Disabilities**. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon, A Pearson Education Company.
- Shaffer, D. (1999). **Developmental psychology: childhood & adolescence**. (5th edition). Pacific Grove: Brooks/Cole.
- Thomas, Christine D. & Santiago Carmelita Tips. (2002) **Building Mathematically Powerful students through Connections**. National Council of Teachers of Mathematics. Mathematics Teaching in the Middle School.
- Vygotsky, L. (1978). **Mind in society: The developmental of higher psychological process**. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- White, Harold B. (1996). **Dan Tries Problem-Based Learning: A Case Study**, Retrieved, June, 12 2003, from <http://www.udel.edu./pbl/dancase3.html>
- Wing, J.; & Putney, L. (2002). **A vision of Vygotsky**. Boston: Allyn & Bacon.
- Wood, D.; Bruner, J.; & Ross, G. (1976). **The role of tutoring in problem-solving**. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 17(2):89-100.





ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ

ตัวอย่างหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจพิจารณาความตรงต่อคำจำกัดความ และความเหมาะสมที่ตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งการให้ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบแบบทดสอบวัดความรู้ทางการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ ได้แก่

- |  |   |
|--|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา ผาติวิสันต์ | ผู้ช่วยผู้อำนวยการฯ<br>ผู้กำกับสาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น<br>สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี    |
| 2. อาจารย์ ดร.รัชฎาธิ์ เทียมธรรม             | อาจารย์โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัย-<br>เกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |
| 3. อาจารย์ มงคล วงศ์พยัคฆ์                   | ครูประจำการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์<br>โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์   |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

- |  |  |
|--|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด | รองคณบดี คณะศึกษาศาสตร์<br>ประธานคณะกรรมการหลักสูตรศึกษาศาสตร์<br>ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. อาจารย์ พนิดา พิสิฐอมรชัย             | ครูชำนาญการพิเศษ<br>กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์<br>โรงเรียนเทพศิรินทร์  |
| 3. อาจารย์ มงคล วงศ์พยัคฆ์               | ครูประจำการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์<br>โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์  |



ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- 3681

คณะคุรุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

10 พฤศจิกายน 2557

เรื่อง ขอลาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภัทรา ผาติวิรัตน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนายสรรฐณัฐ ปัญญาเสฏฐิ์ นิสิตหลักสูตรคุรุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร มีาคนสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ขอลาของท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นารัตน์ สุงคราน)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 608



ที่ ศธ 0512.6(2771)/57-3677

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

10 พฤศจิกายน 2557

เรื่อง ขอลือเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อัครศิลป์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในสารวิจัย

ด้วยนายบรรณัฐ ปัญญาเสฏฐ์ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการศึกษาเป็นงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ไม้คอบอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัย จะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมากในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นาวา นงคราม)

รองคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี





ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- 3678

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

10 พฤศจิกายน 2557

เรื่อง ขอบัญชีเป็นผู้ทรงคุณวุฒิทรงเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ใหญ่ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนายสรยุทธ ปัญญาเสถียร นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการทำนิตงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญ อาจารย์ ดร.อัมพร เข็มธรรม เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจ เครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนารินดี สงคราม)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ที่ ศบ 0512.6(2771)/57- 3680

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

10 พฤศจิกายน 2557

เรื่อง ขอลือเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถานศึกษา โรงเรียนเทพศิรินทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนายสรรฐณัฐ ปัญญาเสฏฐ์ นิสิตหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศนิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวศีกการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ใคร่ขออนุญาต อาจารย์เทวธิดา ทิสิฐอมรชัย เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี



ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- 3679

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

10 พฤศจิกายน 2557

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถานศึกษา โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนายสรรฐณัฐ ปัญญาเสถียร นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวความคิดการให้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ไม้คณอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญ อาจารย์อัมงคล วงศ์พิศม์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมากในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ไม้คณอง)

รองคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ  
โทร. 0-2218-2691-82 ต่อ 608

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

	<b>แผนการจัดการเรียนรู้ 1 (ตัวอย่าง)</b>		
กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	ภาคเรียนที่ 2	
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8	เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	ระดับชั้น ม.2	
หน่วยย่อยที่ 4	เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน	เวลา 1 คาบ	

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐานที่ ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนสถานการณ์ต่างๆตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. นักเรียนเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. นักเรียนหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดให้ได้ ที่มีรูปทั่วไปเป็น  $ax + b = 0$  เมื่อ  $x$  เป็นตัวแปรโดยที่  $a, b$  เป็นค่าคงตัวและ  $a \neq 0$
2. นำความรู้ที่เรียนมาเพื่อแสดงวิธีคิดและหาคำตอบโดยใช้สมบัติการเท่ากันช่วยในการหาคำตอบซึ่งสมบัติการเท่ากันนี้ได้แก่สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวก และสมบัติการคูณ

ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ

1. แก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหาได้
2. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอแนวคิด ในการแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ตามขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
3. เชื่อมโยงความคิด หลักการ ความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และชีวิตประจำวัน เพื่ออธิบายข้อสรุปและแก้ปัญหาของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้
4. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบในการแก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้

ด้านคุณลักษณะ : นักเรียนมี

1. ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน
2. ความมีระเบียบวินัย
3. ความรับผิดชอบ

## 2. สารการเรียนรู้

### ตัวอย่างที่ 1 (กลุ่มทดลอง/กลุ่มควบคุม)

ในวันตรุษจีน อากงได้เตรียมเงินไว้จำนวนหนึ่งเพื่อเป็นเงินอั่งเปาแจกให้แก่หลานๆ โดยอากงมีเงื่อนไขที่จะแจก ดังนี้

ให้หลานคนที่หนึ่งเป็นเงิน 1,000 บาท และให้อีก หนึ่งในสิบของเงินที่เหลืออยู่

ให้หลานคนที่สองเป็นเงิน 2,000 บาท และให้อีก หนึ่งในสิบของเงินที่เหลืออยู่

ให้หลานคนที่สามเป็นเงิน 3,000 บาท และให้อีก หนึ่งในสิบของเงินที่เหลืออยู่

อากงได้ทำการแจกเงินอั่งเปาแบบนี้กับหลานคนที่สี่เป็นต้นไปจนกระทั่งเงินที่เตรียมไว้หมดพอดี ผลปรากฏว่าหลานๆทุกคนได้รับเงินครบทุกคนเป็นจำนวนเงินที่เท่ากัน จงหาว่าอากงมีหลานอยู่ทั้งหมดกี่คน

#### วิธีทำ

ให้  $a$  แทนจำนวนเงินทั้งหมดที่อากงเตรียมไว้แจกให้แก่หลานๆ

จากวิธีการแจกที่กำหนดให้ แสดงว่า

หลานคนที่หนึ่งได้รับเงิน ดังนี้

$$\begin{aligned} 1,000 + \frac{1}{10}(a - 1,000) &= 1,000 + \frac{a}{10} - 100 \\ &= 900 + \frac{a}{10} \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น อากงเหลือเงินไว้แจกเท่ากับ } a - (900 + \frac{a}{10}) = \frac{9}{10}a - 900$$

หลานคนที่สองได้รับเงินเท่ากับ

$$\begin{aligned} 2,000 + \frac{1}{10}(\frac{9}{10}a - 900 - 2,000) &= 2,000 + \frac{1}{10}(\frac{9}{10}a - 2,900) \\ &= \frac{9}{100}a + 1,710 \end{aligned}$$

จากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ หลานทุกคนได้รับเงินเท่ากัน

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad 900 + \frac{a}{10} &= \frac{9}{100}a + 1,710 \\ \frac{a}{10} &= 810 \\ a &= 81,000 \end{aligned}$$

$$\text{นั่นคือหลานคนที่หนึ่งได้รับแจกเป็นเงิน } 900 + \frac{81,000}{10} = 9,000 \text{ บาท}$$

เนื่องจากหลานทุกคนได้รับเงินเท่ากัน ดังนั้นเงินทั้งหมด 81,000 บาท แจกคนละ 9,000 บาท แสดงว่า อากงมีหลานทั้งหมด 9 คน

ตอบ 9 คน

### ตัวอย่างที่ 2 (กลุ่มทดลอง/กลุ่มควบคุม)

แก๊ปและกายช่วยกันเก็บมะนาวในสวน รวมกันได้จำนวนหนึ่ง แก๊ปกองมะนาวของตนไว้ กองละ 15 ลูก กายกองไว้กองละ 10 ลูก ทั้งสองคนนับมะนาวรวมกันได้ทั้งหมด 40 กอง จงหาจำนวนของมะนาวที่แต่ละคนเก็บได้

#### วิธีทำ

ให้จำนวนมะนาวที่แก๊ปเก็บได้มีจำนวน	x	ลูก
สองคนเก็บรวมกันได้	450	ลูก
ดังนั้น กายเก็บมะนาวได้	450 - x	ลูก
แก๊ปกองมะนาวไว้ กองละ	15	ลูก
คิดเป็นมะนาว	$\frac{x}{15}$	กอง
กายกองมะนาวไว้ กองละ	10	ลูก
คิดเป็นมะนาว	$\frac{450 - x}{10}$	กอง

เนื่องจากทั้งสองคนเก็บมะนาวรวมกันได้ทั้งหมด 40 กอง

$$\begin{aligned} \text{จะได้สมการ} \quad \frac{x}{15} + \frac{450 - x}{10} &= 40 \\ \frac{10x + 15(450 - x)}{150} &= 40 \\ 10x + 6750 - 15x &= 6000 \\ -5x &= -750 \\ x &= 150 \end{aligned}$$

ตอบ แก๊ปเก็บมะนาวได้ 150 ลูก และกายเก็บมะนาวได้ 300 ผล

ตรวจคำตอบ

แก้ปเก็บมะนาวได้ 150 ลูก คิดเป็นมะนาว  $\frac{150}{15} = 10$  กอง

กายเก็บมะนาวได้ 300 ลูก คิดเป็นมะนาว  $\frac{450-150}{10} = 30$  กอง

นับมะนาวรวมกันได้  $10 + 30 = 40$  กอง ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์

### 3. สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเสริมการพัฒนาผู้เรียน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ม.2
2. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ม.2
3. ใบกิจกรรมที่ 2
4. แบบฝึกทักษะที่ 2





## 4. กิจกรรมการเรียนรู้

<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มทดลอง</b></p> <p style="text-align: center;">การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด การใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้</p>	<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มควบคุม</b></p> <p style="text-align: center;">การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ปกติ</p>
<p><b>ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหา</b></p> <p>1.1 ครูนำเสนอปัญหาที่ 1 หน้าชั้นเรียนโดยใช้ Power Point ในการนำเสนอ เรื่อง “อั่งเปาวันตรุษจีน” ซึ่งเป็นปัญหาที่ท้าทาย แปลกใหม่ และสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน</p> <p>1.2 ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนคิดต่อเพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียน โดยการถามนักเรียนเกี่ยวกับเทศกาลในวันตรุษจีน ของนักเรียนแต่ละคนโดยครูสุ่มถามนักเรียนในชั้นเรียนที่มีแนวโน้มโครงหน้าออกทางลูกครึ่งไทยจีน จำนวน 3 คน ด้วยคำถาม ถามว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เทศกาลตรุษจีนนั้นมีความหมายอย่างไรกับคนจีน</li> <li>- กิจกรรมในวันตรุษจีนที่บ้านนักเรียนมีอะไรบ้าง</li> <li>- ปีใหม่ไทย ปีใหม่จีน ปีใหม่ฝรั่ง ต่างกันอย่างไร</li> </ul> <p>1.3 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน ออกเป็นกลุ่มละ 4 -5 คน โดยคละความสามารถ ทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวน 1, 2 และ 1 คน ตามลำดับ</p> <p>1.4 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง “อั่งเปาวันตรุษจีน” ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ใบ</p>	<p><b>ขั้นนำ</b></p> <p>1. ครูทบทวนความรู้เดิม เรื่อง สมบัติของการเท่ากัน (<u>สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวก สมบัติการคูณ</u>) โดยการใช้ตัวอย่างของการบ้านจากคาบที่ผ่านมาจำนวน 2 ข้อ โดยครูเป็นผู้เลือกเอาเองว่าจะใช้ข้อไหนดี พร้อมทั้งแสดงวิธีทำในการหาค่าตัวแปรให้นักเรียนดูบนกระดานหน้าชั้นเรียน</p> <p>2. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 -5 คน โดยคละความสามารถ ทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวน 1, 2 และ 1 คน ตามลำดับ</p> <p>3. ครูให้นักเรียนสนทนากับครูโดยการถามตอบถึงเทศกาลตรุษจีน ว่าแต่ละบ้านมีกิจกรรมใดเป็นพิเศษ เช่น การไหว้เจ้า การยกน้ำชาให้ผู้ใหญ่ การรับประทานอาหารร่วมกันในครอบครัวใหญ่ เป็นต้น</p>

<b>กลุ่มทดลอง</b> การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด การใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้	<b>กลุ่มควบคุม</b> การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ
<p><b>ขั้นที่ 2</b> <b>ขั้นสร้างประเด็นระบุถึงปัญหาข้อเท็จจริง</b></p> <p>2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากปัญหา โดยการทำการศึกษาข้อมูลจากปัญหาที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง “อั่งเปาวันตรุษจีน” โดยครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาปัญหาตามที่กำหนดให้เพื่อที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยให้เขียนตอบลงไปว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร ตามลำดับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมที่ 2</li> <li>- สิ่งที่โจทย์ถามคืออะไร ลงในใบกิจกรรมที่ 2</li> </ul> <p>2.2 ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการใช้คำถาม ถามนักเรียนทั้งห้องว่า ก่อนที่นักเรียนนักเรียนจะหาคำตอบของปัญหาได้นั้น นักเรียนต้องหาสิ่งใดได้ก่อน จากนั้นครูจึงให้นักเรียนคิดต่อโดยการชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเงินที่อาจแจกไปกับลำดับของหลานแต่ละคนที่มารับเงินอั่งเปา เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาย่อยๆ อื่น ตามเงื่อนไขที่โจทย์ได้กำหนดให้ เพื่อนำไปสู่ความสามารถในการสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ได้</p> <p><b>ขั้นที่ 3</b> <b>ขั้นตั้งสมมติฐาน</b></p> <p>3.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานของคำตอบ โดยการนำข้อมูลต่างๆ จากปัญหา จากนั้นจึงการร่วมกันกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา ระหว่างนั้นครูให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันพิจารณาปัญหาย่อยหรือเงื่อนไขตามที่โจทย์กำหนดให้</p>	<p>4. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น และให้นักเรียนในกลุ่มอ่านและทำความเข้าใจโจทย์ตัวอย่างที่ 1</p> <p><b>ขั้นสอน</b></p> <p>5. ครูอ่านตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 2 “อั่งเปาวันตรุษจีน”</p> <p>6. ครูสุ่มเรียกนักเรียนรายกลุ่ม แล้วให้ตัวแทนกลุ่มตอบคำถามครู โดยการให้นักเรียนแสดงความเห็นว่าจะแก้โจทย์ปัญหานี้อย่างไร</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้</li> <li>- ครูให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าโจทย์ถามอะไร</li> <li>- ครูให้นักเรียนวิเคราะห์ว่านักเรียนสามารถสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้อย่างไร</li> </ul> <p>7. ครูอ่านขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือให้นักเรียนทราบ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.) วิเคราะห์โจทย์เพื่อหาว่าโจทย์กำหนดอะไรให้มา และให้หาอะไร ต้องใช้ความรู้อะไรใน ทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหานั้นๆ</li> <li>2.) กำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ให้หา</li> <li>3.) พิจารณาเงื่อนไขการเท่ากันในโจทย์ แล้วนำมาเขียนเป็นสมการ</li> <li>4.) แก้สมการเพื่อหาคำตอบของโจทย์</li> </ol>

<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มทดลอง</b></p> <p style="text-align: center;">การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด การใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้</p>	<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มควบคุม</b></p> <p style="text-align: center;">การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p>3.2 ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันแสดงแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของแนวทางที่จะเป็นไปได้ในการหาคำตอบ <u>(นักเรียนบางกลุ่มอาจจะบอกให้สองแทนค่าตัวแปร ดูบางกลุ่มอาจจะบอกให้สร้างสมการเพื่อดูว่าวงแจกเงินไปทั้งหมดเท่าไร)</u> พร้อมทั้งให้นักเรียนแสดงประเด็นหลักฐานการคิดให้ครูดูว่าถูกต้องหรือไม่ โดยครูจะเน้นวิธีการทำให้นำไปสู่การสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</p> <p>3.3 ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาย่อยและเงื่อนไขต่างๆที่โจทย์กำหนดมาให้ จนกระทั่งนักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเงินกับจำนวนหลาน จนนำไปสู่การสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</p> <p><b>ขั้นที่ 4 ขั้นค้นหาคำตอบ</b></p> <p>4.1 ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มสนทนากันถึงความสัมพันธ์ของจำนวนเงินกับจำนวนหลานที่จะนำมาสร้างเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ โดยเริ่มแก้ปัญหาจากหลานคนที่ 1 และไล่ลำดับของหลานต่อไปเรื่อยๆ</p> <p>4.2 ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาทั้งหมดเพื่อค้นหาคำตอบตามแผนการแก้ปัญหาที่ได้วางไว้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ จนกระทั่งพบความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขของสมการเชิงเส้นที่เพียงพอนำไปสู่การหาคำตอบ</p>	<p>9. ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาตัวอย่างที่ 1 โดยให้นักเรียนปรึกษากันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ โดยให้นักเรียนช่วยกันคิดวิเคราะห์เงื่อนไขต่างๆที่โจทย์กำหนดมาให้ทีละเงื่อนไข และมุ่งเน้นการแก้สมการเชิงเส้นไปที่การใช้สมบัติการเท่ากัน</p> <p>10. ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมากลุ่มละ 1-2 คน เพื่อแสดงวิธีทำให้เพื่อนดูหน้าชั้นเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- หลังจากทีนักเรียนกลุ่มที่หนึ่งแสดงวิธีทำเสร็จแล้ว ครูถามนักเรียนกลุ่มอื่นว่ามีกลุ่มไหนที่มีวิธีคิดที่ต่างออกไปจากกลุ่มที่ 1 ถ้ามีให้ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ถ้าไม่มีจบการนำเสนอ</li> </ul> <p>11. ครูสุ่มนักเรียนอีก 1 คน ออกมาตรวจคำตอบจากการแทนค่า <math>x</math> ที่ได้จากการแก้สมการลงไปในสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการแทนค่าลงไปในสมการที่ตั้งขึ้นมาและแทนลงไปปัญหาตั้งต้นของโจทย์แล้วตรวจสอบดูว่าคำตอบนั้นสอดคล้องกับโจทย์ปัญหาหรือไม่</p> <p>12. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามหากนักเรียนมีข้อสงสัย</p>

<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มทดลอง</b></p> <p style="text-align: center;">การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด การใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้</p>	<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มควบคุม</b></p> <p style="text-align: center;">การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p>4.3 ครูเสริมต่อการเรียนรู้ระหว่างที่นักเรียน ดำเนินการแก้ปัญหา โดยการใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนได้คิด และเป็นคำถามที่ชี้นำไปสู่การ สร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากนั้นให้ นักเรียนเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวลงไป ในใบกิจกรรมที่ 2</p> <p>4.4 ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการใช้คำถามเกี่ยวกับ การแก้ปัญหสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดย เน้นแนวทางของคำตอบในแนวทางการตอบ ของสมบัติการเท่ากันที่จะต้องใช้ในการหาค่า ของตัวแปร <u>(สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวก สมบัติการคูณ)</u></p> <p>4.5 ครูเสริมต่อการเรียนรู้ด้วยการยกตัวอย่างแสดง วิธีคิดที่เป็นสมบัติการเท่ากัน ที่จำเป็นต้องใช้ใน การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อให้ นักเรียนได้เห็นแนวทางในการแก้สมการ และ ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการสนับสนุน ให้ กำลังใจนักเรียนระหว่างการแก้ปัญหา จากการ ถามความคืบหน้าในแต่ละกลุ่มเป็นระยะๆ จนกระทั่งนักเรียนแก้ปัญหาได้สำเร็จ</p> <p><b>ขั้นที่ 5</b> ชี้นำความรู้มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา</p> <p>5.1 ครูให้นักเรียนนำเสนอผลงานของนักเรียนแต่ละ กลุ่มหน้าชั้นเรียน ซึ่งครูจะดูถึงวิธีการและความ สามารถในการแก้ปัญหา และความถูกต้องของ คำตอบของปัญหา</p>	<p>13. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกัน ยกตัวอย่างปัญหาหรือสถานการณ์ที่ คล้ายกับโจทย์ที่ครูกำหนดให้โดยใช้ ความรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งแสดงวิธีทำกับปัญหาของ นักเรียนด้วยลงในใบกิจกรรมที่ 2</p> <p><b>ขั้นสรุป</b></p> <p>14. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปข้อมูลหรือ ความรู้ที่แต่ละได้ศึกษาค้นคว้า และ แนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้กับ ชีวิตจริงอีกครั้งหนึ่งเพื่อเป็นการ ต่อยอดวิธีคิดในการแสดงการ แก้ปัญหา โดยครูและนักเรียนร่วมกัน สรุปขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.) วิเคราะห์โจทย์เพื่อหาว่าโจทย์กำหนด อะไร ให้มา และให้หาอะไร ต้องใช้ ความรู้อะไรในทางคณิตศาสตร์มา แก้ปัญหานั้น</li> <li>2.) กำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ให้หา</li> <li>3.) พิจารณาเงื่อนไขการเท่ากันในโจทย์ แล้วนำมาเขียนเป็นสมการ</li> <li>4.) แก้สมการเพื่อหาคำตอบของโจทย์</li> </ol> <p>15. ครูให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันทำใบ กิจกรรมที่ 2</p>

<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มทดลอง</b></p> <p style="text-align: center;">การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด การใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้</p>	<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มควบคุม</b></p> <p style="text-align: center;">การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p>5.2 ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาของกลุ่มที่ออกมานำเสนอ หากนักเรียนมีแนวคิดหรือวิธีการที่หลากหลาย ครูจะคอยสนับสนุนแนวคิดนั้นๆของนักเรียน และดูความถูกต้องของแนวคิดในการแก้ปัญหานั้นๆ</p> <p><b>ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปผล/ประเมินผล</b></p> <p>6.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้า และแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้กับชีวิตจริง โดยครูสรุปขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.) วิเคราะห์โจทย์เพื่อหาว่าโจทย์กำหนดอะไร ให้มา และให้หาอะไร ต้องใช้ความรู้อะไรในทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหานั้นๆ</li> <li>2.) กำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ให้หา</li> <li>3.) พิจารณาเงื่อนไขการเท่ากันในโจทย์ แล้วนำมาเขียนเป็นสมการ</li> <li>4.) แก้สมการเพื่อหาคำตอบของโจทย์</li> </ol> <p>6.2 ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนได้แสดงประเด็นหลักฐานต่างๆ จากการแก้ปัญหของนักเรียน เช่น ร่องรอยการทด ร่องรอยในการคำนวณต่างๆ วิธีคิดต่างๆจากปัญหาย่อย เป็นต้น</p> <p>6.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำโจทย์ปัญหาที่ 2 และให้ส่งท้ายคาบ</p> <p>6.4 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 2 เป็นการบ้าน</p>	<p>16. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 2 เป็นการบ้าน ส่งในวันถัดไป</p>

## 5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล (ด้านความรู้)	การประเมินผล
1. สังเกตจากการซักถาม การแสดงความคิดเห็น การให้ข้อเสนอแนะ และการอภิปรายร่วมกัน	
2. ตรวจสอบผลการปฏิบัติตามใบกิจกรรมที่ 2	
3. ตรวจสอบผลการทำแบบฝึกหัด 2	
การวัดผล (ด้านทักษะ/กระบวนการ)	การประเมินผล
1. สังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยงหลักการความรู้ทางคณิตศาสตร์	
2. สังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	
การวัดผล (ด้านคุณลักษณะ)	การประเมินผล
1. สังเกตพฤติกรรมขณะทำงานกลุ่ม	
2. ผู้เรียนส่งงานที่ได้รับมอบหมายตรงตามเวลาที่กำหนด	

## 6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการสอน

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

แนวทางแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 2

### อั่งเปาวันตรุษจีน



คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้แล้วช่วยกันทำใบกิจกรรม

#### ปัญหาที่ 1

ในวันตรุษจีน อากงได้เตรียมเงินไว้จำนวนหนึ่งเพื่อเป็นเงินอั่งเปาแจกให้แก่หลานๆ โดยอากงมีเงื่อนไขที่จะแจก ดังนี้

ให้หลานคนที่หนึ่งเป็นเงิน 1,000 บาท และให้อีก หนึ่งในสิบของเงินที่เหลืออยู่

ให้หลานคนที่สองเป็นเงิน 2,000 บาท และให้อีก หนึ่งในสิบของเงินที่เหลืออยู่

ให้หลานคนที่สามเป็นเงิน 3,000 บาท และให้อีก หนึ่งในสิบของเงินที่เหลืออยู่

อากงได้ทำการแจกเงินอั่งเปาแบบนี้กับหลานคนที่สี่เป็นต้นไปจนกระทั่งเงินที่เตรียมไว้หมดพอดี ผลปรากฏว่าหลานๆทุกคนได้รับเงินครบทุกคนเป็นจำนวนเงินที่เท่ากัน จงหาว่าอากงมีหลานอยู่ทั้งหมดกี่คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

#### สมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ - สกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
2. ชื่อ - สกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
3. ชื่อ - สกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
4. ชื่อ - สกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....
5. ชื่อ - สกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....







## แบบฝึกทักษะที่ 2

ชื่อ - สกุล.....ห้อง.....เลขที่.....

คำชี้แจง                      จงแสดงวิธีทำจากสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

1. น้องบีมีหนังสืออยู่จำนวนหนึ่ง เศษสองส่วนสามของหนังสือทั้งหมดเป็นหนังสือเรียนและเศษหนึ่งส่วนสามของหนังสือทั้งหมดเป็นหนังสืออ่านเล่น นอกนั้นเป็นหนังสืออื่นๆจำนวน 10 เล่ม จงหาว่าน้องบีมีหนังสือเรียนและหนังสืออ่านเล่นอย่างละกี่เล่ม

.....

.....

.....

.....

.....

2. พี่น้องสองคนช่วยกันเก็บส้มในสวนได้ส้มรวมกัน 252 ผล คนที่กองส้มของตนไว้กองละ 9 ผล คนน้องกองไว้กองละ 6 ผล นับส้มรวมกันได้ทั้งหมด 34 กอง จงหาจำนวนส้มที่แต่ละคนเก็บได้

.....

.....

.....

.....

.....

3. ในการขายบัตรชมดนตรีครั้งหนึ่ง ซึ่งมีจำหน่ายอยู่ด้วยกันทั้งหมดสามราคา คือ 100 บาท 300 บาท และ 600 บาท ปรากฏว่า ขายบัตรราคา 600 บาท ได้เป็นจำนวนหนึ่งในสี่ของราคาบัตร 300 บาท และขายบัตรราคา 300 บาท ได้เป็นจำนวนหนึ่งในสามของบัตรราคา 100 บาท ถ้าจำหน่ายบัตรได้เงิน 384,000 บาท การจัดดนตรีครั้งนี้จำหน่ายบัตรออกไปทั้งหมดกี่ใบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### แผนการจัดการเรียนรู้ (ตัวอย่าง 2)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8	เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	ระดับชั้น ม.2
หน่วยย่อยที่ 4	เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว	เวลา 1 คาบ
จัดทำโดย นายสรยุทธ ญัตติปัญญานันท์	ปัญญาเสฏฐ์ คณะครุศาสตร์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐานที่ ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนสถานการณ์ต่างๆตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. นักเรียนเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
2. นักเรียนหาคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

**ด้านความรู้** : นักเรียนสามารถ

1. เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดให้ได้ ที่มีรูปทั่วไปเป็น  $ax + b = 0$  เมื่อ  $x$  เป็นตัวแปรโดยที่  $a, b$  เป็นค่าคงตัวและ  $a \neq 0$
2. นำความรู้ที่เรียนมาเพื่อแสดงวิธีคิดและหาคำตอบโดยใช้สมบัติการเท่ากันช่วยในการหาคำตอบซึ่งสมบัติการเท่ากันนี้ได้แก่สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวก และสมบัติการคูณ

**ด้านทักษะ/กระบวนการ** : นักเรียนสามารถ

1. แก้ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์หรือปัญหาได้
2. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ตามขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
3. เชื่อมโยงความคิด หลักการ ความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และชีวิตประจำวัน เพื่ออธิบายข้อสรุปและแก้ปัญหาของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้
4. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบในการแก้ปัญหสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้

**ด้านคุณลักษณะ** : นักเรียนมี

1. ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน
2. ความมีระเบียบวินัย
3. ความรับผิดชอบ

## 2. การเรียนรู้

ปัญหาที่เกี่ยวกับระยะทาง อัตราเร็ว และเวลา เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่สามารถหาคำตอบได้โดยใช้ความรู้เรื่องสมการความเกี่ยวข้องระหว่างระยะทาง อัตราเร็ว และเวลา จะเป็นดังนี้

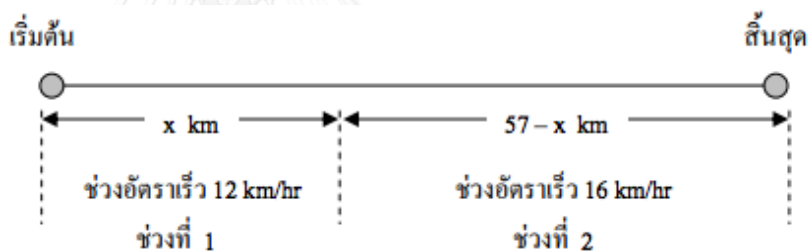
$$\text{ระยะทาง} = \text{อัตราเร็ว} \times \text{เวลา}$$

อัตราเร็วที่กล่าวถึงข้างต้นจะหมายถึง อัตราเร็วเฉลี่ย

### ตัวอย่างที่ 1

นักกีฬาขี่จักรยานทางไกลในระยะทาง 57 กิโลเมตร โดยใช้อัตราเร็วช่วงแรก 12 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และช่วงต่อไป 16 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถ้าเขาใช้เวลาในการขี่จักรยานตลอดทางรวม 4 ชั่วโมง จงหาระยะทางและเวลาที่ขี่จักรยานของแต่ละช่วง

#### วิธีทำ



ช่วงที่ 1 อัตราเร็ว 12 กม./ชม แสดงว่า ระยะทาง 12 กม. ใช้เวลา 1 ชม.

ดังนั้น ระยะทาง  $x$  กม. ใช้เวลา  $x/12$  ชม ----- ①

ช่วงที่ 2 อัตราเร็ว 16 กม./ชม. แสดงว่า ระยะทาง 16 กม. ใช้เวลา 1 ชม.

ดังนั้น ระยะทาง  $57 - x$  กม. ใช้เวลา  $57-x / 16$  ชม ----- ②

จากโจทย์จะได้เวลาช่วงที่ 1 + เวลาช่วงที่ 2 = 4 ชั่วโมง

$$\text{จะได้สมการ} \quad \frac{x}{12} + \frac{57-x}{16} = 4$$

$$\text{แก้สมการได้} \quad 4x + 171 - 3x = 4 \times 48 = 192$$

$$4x - 3x = 192 - 171 \quad x = 21 \text{ กม.}$$

ดังนั้น ช่วงที่ 1 ระยะทางที่เข่าขี่จักรยาน คือ กิโลเมตร และ 21

ช่วงที่ 2 ระยะทางที่เข่าขี่จักรยาน คือ  $57 - x = 57 - 21 = 36$  กม.

**ตัวอย่างที่ 2**

P และ Q อยู่ห่างกัน 500 เมตร ทั้งสองออกเดินทางพร้อมกันด้วยอัตราเร็ว 3 และ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามลำดับ จงหาว่า

1. ถ้าเขาเดินสวนทางกัน จะต้องใช้เวลากี่นาทีทั้งสองจึงจะพบกัน
2. ถ้า P เดินตามหลัง Q ไปทางเดียวกัน ต้องใช้เวลากี่นาทีเขาทั้งสองจึงจะพบกัน

**วิธีทำ**

1. กรณี P และ Q เดินสวนทางกัน

สมมติใช้เวลา  $x$  ชั่วโมง แล้ว P และ Q เดินสวนทางมาพบกัน

เวลา  $x$  ชั่วโมง P เดินได้ระยะทาง  $3x$  กิโลเมตร

Q เดินได้ระยะทาง  $2x$  กิโลเมตร

จะได้ว่า  $3x + 2x = 500 / 1,000$

$$x = 1 / 10 \text{ ชั่วโมง}$$

นั่นคือ ใช้เวลา  $(1/10) \times 60 = 6$  นาที P และ Q จึงเดินมาพบกัน

2. กรณี P เดินตามหลัง Q ไปทางเดียวกัน

สมมติใช้เวลา  $y$  ชั่วโมง แล้ว P เดินไปตามทัน Q

เวลา  $y$  ชั่วโมง P เดินได้ระยะทาง  $3y$  กิโลเมตร

Q เดินได้ระยะทาง  $2y$  กิโลเมตร

จะได้ว่า  $3y - 2y = 500 / 1,000$

$$y = 1 / 2 \text{ ชั่วโมง}$$

นั่นคือ ใช้เวลา  $(1/2) \times 60 = 30$  นาที P จึงเดินตามไปทัน Q

**3. สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้**

1. หนังสือเสริมการพัฒนาผู้เรียน สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ม.2
2. หนังสือเรียนสารการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ม.2
3. ใบกิจกรรมที่ 14
4. แบบฝึกทักษะที่ 14

## 4. กิจกรรมการเรียนรู้

<b>กลุ่มทดลอง</b> การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด การใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้	<b>กลุ่มควบคุม</b> การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ
<p><b>ขั้นที่ 1</b> <u>ขั้นนำเสนอปัญหา</u></p> <p>1.1 ครูนำเสนอปัญหาโดยการแจกใบกิจกรรมที่ 14 เรื่อง “จักรยานมาราธอน” ซึ่งเป็นปัญหาที่ท้าทาย แปลกใหม่และสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน</p> <p>1.2 ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประสบการณ์ในการเข้าร่วมกิจกรรมมาราธอนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการวิ่งมาราธอน การปั่นจักรยานมาราธอน หรือกีฬาทางไกลต่างๆ ถ้าหากพบว่านักเรียนคนใดเคยลงแข่งมาราธอนให้ออกมาเล่าประสบการณ์ให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียนในลักษณะการตอบคำถามจากครูผู้สอน</p> <p>1.3 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน ออกเป็นกลุ่มละ 3 - 5 คน โดยคละความสามารถ ปานกลาง และอ่อน หรือ ทั้งเก่ง ปานกลาง อ่อน จำนวนอย่างละ 1 คน</p> <p><b>ขั้นที่ 2</b> <u>ขั้นสร้างประเด็นระบุถึงปัญหาข้อเท็จจริง</u></p> <p>2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากปัญหา โดยการทำการศึกษาข้อมูลจากปัญหาที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 14 เรื่อง “จักรยานมาราธอน” โดยครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาปัญหาตามที่กำหนดให้เพื่อที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยให้เขียนตอบลงไปว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สิ่ง โจทย์กำหนดให้คืออะไร ตามลำดับเงื่อนไขที่ โจทย์กำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมที่ 14</li> <li>- สิ่ง โจทย์ถามคืออะไร ลงในใบกิจกรรมที่ 14</li> </ul>	<p><b>ขั้นนำ</b></p> <p>1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการให้นักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดในการทำแบบฝึกทักษะที่ 13 จำนวน 1 คน ออกมาเฉลยให้เพื่อนดูหน้าชั้นเรียน พร้อมครูให้คำอธิบายที่มาของแต่ละบรรทัด</p> <p>2. ครูใช้วิธีทำบนกระดานทบทวนชื่อสมบัติการเท่ากันทั้ง 4 สมบัติ โดยการสุ่มเรียกนักเรียนถามตอบ สมบัติละ 1 คน</p> <p>3. ครูสนทนากับนักเรียนถึงเข้าร่วมกิจกรรมมาราธอนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการวิ่งมาราธอน การปั่นจักรยานมาราธอน หรือกีฬาทางไกลต่างๆ ถ้าหากพบว่านักเรียนคนใดเคยลงแข่งมาราธอนให้ออกมาเล่าประสบการณ์ให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียนในลักษณะการตอบคำถามจากครูผู้สอน</p> <p>4. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน ออกเป็นกลุ่มละ 3 - 5 คน โดยคละความสามารถ ปานกลาง และอ่อน หรือ ทั้งเก่ง ปานกลาง อ่อน จำนวนอย่างละ 1 คน</p> <p>5. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 14 เรื่อง “จักรยานมาราธอน” ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ใบ พร้อมกับให้นักเรียนเขียนรายชื่อของสมาชิกในกลุ่มแต่ละคนลงไป</p>

<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มทดลอง</b></p> <p style="text-align: center;">การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด การใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้</p>	<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มควบคุม</b></p> <p style="text-align: center;">การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p>2.2 ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการใช้คำถาม ถามนักเรียนทั้งห้องว่า ก่อนที่นักเรียนนักเรียนจะหาคำตอบของปัญหาได้นั้น นักเรียนต้องหาสิ่งใดได้ก่อน จากนั้นครูจึงให้นักเรียนคิดต่อโดยการชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง เวลา และอัตราเร็ว เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาย่อยๆ อื่น ตามเงื่อนไขที่โจทย์ได้กำหนดให้ เพื่อนำไปสู่ความสามารถในการสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ได้</p> <p><b>ขั้นที่ 3 ขั้นตั้งสมมติฐาน</b></p> <p>3.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานของคำตอบ โดยการนำข้อมูลต่างๆ จากปัญหา จากนั้นจึงการร่วมกันกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา ระหว่างนั้นครูให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันพิจารณาปัญหาย่อยหรือเงื่อนไขตามที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>3.2 ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันแสดงแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของแนวทางที่จะเป็นไปได้ในการหาคำตอบ <b>(นักเรียนบางกลุ่มอาจจะบอกให้ลองแทนค่าตัวแปรดู บางกลุ่มอาจจะบอกให้สร้างสมการ เพื่อดูว่าระยะทางทั้งหมดเท่าไร)</b> พร้อมทั้งให้นักเรียนแสดงประเด็นหลักฐานการคิดให้ครูดูว่าถูกต้องหรือไม่ โดยครูจะเน้นวิธีการทำให้นำไปสู่การสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</p> <p>3.3 ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาย่อยและเงื่อนไขต่างๆ จนกระทั่งนักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง เวลา และอัตราเร็ว จนนำไปสู่การสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</p>	<p><b>ขั้นสอน</b></p> <p>6. ครูอ่านตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 14 “จักรยานมาราธอน”</p> <p>7. ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มสร้างสมการจากโจทย์ปัญหา โดยครูอธิบายให้นักเรียนฟังว่า การแก้โจทย์ปัญหานั้น สิ่งแรกที่ต้องทำ คือ การอ่านโจทย์ให้เข้าใจเสียก่อน</p> <p>8. ครูอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในชั้นเรียนว่าจะแก้โจทย์ข้อนี้ได้อย่างไร โดยการถามรวมๆ ในชั้นเรียน และครูแนะนำขั้นตอนในการเขียนสมการ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.) อ่านโจทย์ให้เข้าใจมีข้อมูล อะไรบ้าง และโจทย์ต้องการอะไร</li> <li>2.) สมมุติตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ต้องการหา</li> <li>3.) สร้างสมการของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับข้อมูลต่าง ๆ ของโจทย์ เริ่มจากการกำหนดตัวแปร <math>x</math> แทน ระยะทางในช่วงแรกของนักขี่จักรยานมาราธอน</li> </ol> <p>9. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาค่าของตัวแปรจากสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวตามความสัมพันธ์ที่โจทย์กำหนดให้ โดยให้นักเรียนช่วยกันคิดวิเคราะห์เงื่อนไขต่างๆ ที่โจทย์กำหนดมาให้ทีละเงื่อนไข และมุ่งเน้นการแก้สมการเชิงเส้นไปที่การใช้สมบัติการเท่ากัน</p>

<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มทดลอง</b></p> <p style="text-align: center;">การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด การใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้</p>	<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มควบคุม</b></p> <p style="text-align: center;">การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p><b>ชั้นที่ 4 ชั้นค้นหาคำตอบ</b></p> <p>4.1 ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มสนทนากันถึงความสัมพันธ์ของ ระยะทาง เวลา และอัตราเร็วที่จะนำมาสร้างเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ โดยเริ่มแก้ปัญหาจากหลานคนที่ 1 และไล่ลำดับของหลานต่อไปเรื่อยๆ</p> <p>4.2 ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาทั้งหมดเพื่อค้นหาคำตอบตามแผนการแก้ปัญหาที่ได้วางไว้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้นี้ จนกระทั่งพบความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขของสมการเชิงเส้นที่เพียงพอนำไปสู่การหาคำตอบ</p> <p>4.3 ครูเสริมต่อการเรียนรู้ระหว่างที่นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา โดยการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิด และเป็นคำถามที่ชี้นำไปสู่การสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากนั้นให้นักเรียนเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียลงไปในใบกิจกรรมที่ 14</p> <p>4.4 ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการใช้คำถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยเน้นแนวทางของคำตอบในแนวทางการตอบของสมบัติการเท่ากันที่จะต้องใช้ในการหาค่าของตัวแปร (<u>สมบัติสมมาตร</u> <u>สมบัติถ่ายทอด</u> <u>สมบัติการบวก</u> <u>สมบัติการคูณ</u>)</p>	<p>10. ครูทำการสุ่มนักเรียนแสดงการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากปัญหาในใบกิจกรรมที่ 14 เรื่อง “จักรยานมาราธอน” โดยการให้นักเรียนออกมาทำการบรรยายหน้าชั้นเรียนพร้อมกับให้นักเรียนในห้องช่วยกันตอบถึงลำดับขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ในบรรทัดถัดไป พร้อมทั้งพูดทบทวนสมบัติการเท่ากันที่ใช้ในแต่ละบรรทัดด้วย</p> <p>11. ครูสุ่มนักเรียนอีก 1 คน ออกมาตรวจคำตอบจากการแทนค่า <math>x</math> ที่ได้จากการแก้สมการลงไปในสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแล้วดูว่าสอดคล้องกับโจทย์ปัญหาหรือไม่</p> <p>12. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามหากนักเรียนมีข้อสงสัย</p> <p>13. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันยกตัวอย่างปัญหาหรือสถานการณ์ที่คล้ายกับโจทย์ที่ครูกำหนดให้โดยใช้ความรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งแสดงวิธีทำกับปัญหาของนักเรียนด้วยลงในใบกิจกรรมที่ 14</p>



<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มทดลอง</b></p> <p>การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด การใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้</p>	<p style="text-align: center;"><b>กลุ่มควบคุม</b></p> <p>การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ</p>
<p>4.5 ครูเสริมต่อการเรียนรู้ด้วยการยกตัวอย่างแสดง วิธีคิดที่เป็นสมบัติการเท่ากัน ที่จำเป็นต้องใช้ ในการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อให้ นักเรียนได้เห็นแนวทางในการแก้สมการ และ ครูสนับสนุน ให้กำลังใจนักเรียนระหว่าง การแก้ปัญหา จากการถามความคืบหน้าในแต่ละ กลุ่มเป็นระยะๆ จนกระทั่งนักเรียนแก้ปัญหาได้ สำเร็จ</p> <p><b>ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา</b></p> <p>5.1 ครูให้นักเรียนนำเสนอผลงานของนักเรียนแต่ละ กลุ่มหน้าชั้นเรียน ซึ่งครูจะดูถึงวิธีการและ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความถูกต้อง ของคำตอบของปัญหา</p> <p>5.2 ครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนทั้งชั้น เรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการ แก้ปัญหาของกลุ่มที่ออกมานำเสนอ หาก นักเรียนมีแนวคิดหรือวิธีการที่หลากหลาย ครู จะคอยสนับสนุนแนวคิดนั้นๆ ของนักเรียน และดู ความถูกต้องของแนวคิดในการแก้ปัญหานั้นๆ</p> <p><b>ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปผล/ประเมินผล</b></p> <p>6.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปวิธีทำในการทำ โจทย์ปัญหา และครูเสริมต่อการเรียนรู้โดยการ ให้นักเรียนได้แสดงประเด็นหลักฐานต่างๆ จาก การแก้ปัญหาของนักเรียน เช่น ร่องรอยการทด ร่องรอยในการคำนวณต่างๆ วิธีคิดต่างๆ จาก ปัญหาย่อย เป็นต้น</p> <p>6.2 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 14 เป็น การบ้าน</p>	<p><b>ขั้นสรุป</b></p> <p>14. นักเรียนและครูช่วยกันสรุปบทเรียน เรื่อง การนำไปใช้ หรือการแก้โจทย์ ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เกี่ยวกับ อัตราเร็ว</p> <p>15. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 14 เป็น การบ้าน</p>

## 5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล (ด้านความรู้)	การประเมินผล
1. สังเกตจากการซักถาม การแสดงความคิดเห็น การให้ข้อเสนอแนะ และการอภิปรายร่วมกัน	
2. ตรวจสอบผลการปฏิบัติตามใบกิจกรรมที่ 14	
3. ตรวจสอบผลการทำแบบฝึกหัด 14	
การวัดผล (ด้านทักษะ/กระบวนการ)	การประเมินผล
1. สังเกตพฤติกรรมการสื่อสารและการเชื่อมโยง หลักการความรู้ทางคณิตศาสตร์	
การวัดผล (ด้านคุณลักษณะ)	การประเมินผล
1. สังเกตพฤติกรรมขณะทำงานกลุ่ม	
2. ผู้เรียนส่งงานที่ได้รับมอบหมายตรงตามเวลาที่กำหนด	

## 6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการสอน

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

แนวทางแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

.....

.....

# ใบกิจกรรมที่ 14

## จักรยานมาราธอน



คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้แล้วช่วยกันทำใบกิจกรรม

ปัญหาที่ 1 นักกีฬาขี่จักรยานทางไกลในระยะทาง 57 กิโลเมตร โดยใช้อัตราเร็วช่วงแรก 12 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และช่วงต่อไป 16 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถ้าเขาใช้เวลาในการขี่จักรยานตลอดทางรวม 4 ชั่วโมงจงหาระยะทางและเวลาที่ขี่จักรยานของแต่ละช่วง

1. จงวาดรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับอัตราเร็ว



สมาชิกในกลุ่ม

- |                      |            |              |
|----------------------|------------|--------------|
| 1. ชื่อ - สกุล ..... | ชั้น ..... | เลขที่ ..... |
| 2. ชื่อ - สกุล ..... | ชั้น ..... | เลขที่ ..... |
| 3. ชื่อ - สกุล ..... | ชั้น ..... | เลขที่ ..... |
| 4. ชื่อ - สกุล ..... | ชั้น ..... | เลขที่ ..... |
| 5. ชื่อ - สกุล ..... | ชั้น ..... | เลขที่ ..... |









ภาคผนวก ค

ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

(ฉบับก่อนเรียน)

ตารางที่ 32 แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านความถูกต้องของเนื้อหา

ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1
2	1	1	1	3	1
3	1	1	1	3	1
4	1	1	1	3	1
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1
7	1	1	1	3	1
8	1	1	1	3	1
9	1	1	1	3	1

ตารางที่ 33 แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์

ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1
2	1	1	1	3	1
3	1	1	1	3	1
4	1	1	1	3	1
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1
7	1	1	1	3	1
8	1	1	1	3	1
9	1	1	1	3	1



ตารางที่ 34 แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง  
ทางคณิตศาสตร์ ด้านความเหมาะสมด้านภาษาและการสื่อความหมายของข้อสอบ

ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1
2	-1	1	0	0	0
3	0	1	1	1	0.67
4	0	1	1	1	0.67
5	0	1	1	1	0.67
6	1	1	1	3	1
7	1	1	1	3	1
8	1	1	1	3	1
9	0	1	1	1	0.67

**ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์**  
(ฉบับหลังเรียน)

ตารางที่ 1

ตารางที่ 35 แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านความถูกต้องของเนื้อหา

ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1
2	1	1	1	3	1
3	1	1	1	3	1
4	1	1	1	3	1
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1
7	1	1	1	3	1
8	1	1	1	3	1
9	1	1	1	3	1

ตารางที่ 36 แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์

ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1
2	1	1	1	3	1
3	1	1	1	3	1
4	1	1	1	3	1
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1
7	1	1	1	3	1
8	1	1	1	3	1
9	1	1	1	3	1

ตารางที่ 37 แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง  
ทางคณิตศาสตร์ ด้านความเหมาะสมด้านภาษาและการสื่อความหมายของข้อสอบ

ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	-1	1	0	0	0
2	0	1	1	2	0.67
3	0	1	1	2	0.67
4	0	1	1	2	0.67
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1
7	1	1	1	3	1
8	0	1	1	2	0.67
9	1	1	1	3	1

ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

(ฉบับก่อนเรียน)

ตารางที่ 38 แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านความถูกต้องของเนื้อหา

ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1
2	-1	1	1	1	0.34
3	1	1	1	3	1
4	0	1	1	2	0.67
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1
7	-1	1	1	1	0.34
8	0	1	1	2	0.67
9	0	1	1	2	0.67

ตารางที่ 39 แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์

ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1
2	1	1	1	3	1
3	1	1	1	3	1
4	0	1	1	2	0.67
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1
7	0	1	1	2	0.67
8	1	1	1	3	1
9	1	1	1	3	1

ตารางที่ 40 แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสาร  
ทางคณิตศาสตร์ ด้านความเหมาะสมด้านภาษาและการสื่อความหมายของข้อสอบ

ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1
2	1	1	1	3	1
3	1	1	1	3	1
4	0	1	1	3	0.67
5	1	1	1	3	1
6	0	1	1	3	0.67
7	-1	1	1	3	0.34
8	-1	1	1	3	0.34
9	-1	1	1	3	0.34

ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

(ฉบับหลังเรียน)

ตารางที่ 41 แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านความถูกต้องของเนื้อหา

ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	-1	1	1	1	0.34
2	1	1	1	3	1
3	0	1	1	2	0.67
4	1	1	1	3	1
5	0	1	1	2	0.67
6	1	1	1	3	1
7	1	1	1	3	1
8	1	1	1	3	1
9	1	1	1	3	1

ตารางที่ 42 แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์

ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	0	1	1	2	0.67
2	1	1	1	3	1
3	0	1	1	2	0.67
4	1	1	1	3	1
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1
7	1	1	1	3	1
8	1	1	1	3	1
9	1	1	1	3	1

ตารางที่ 43 แสดงผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านความเหมาะสมด้านภาษาและการสื่อความหมายของข้อสอบ

ข้อคำถามที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	0	1	1	2	0.67
2	1	1	1	3	1
3	0	1	1	2	0.67
4	1	1	1	3	1
5	0	1	1	2	0.67
6	1	1	1	3	1
7	1	1	1	3	1
8	0	1	1	2	0.67
9	1	1	1	3	1

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์  
(ฉบับก่อนเรียน)

ตารางที่ 44 ผลการวิเคราะห์ ค่าความยาก/อำนาจจำแนก ของข้อสอบอัตนัย

ข้อที่	คะแนนเต็ม	f(H)	f(X)*X	f(L)	f(L)*X	N 25%	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1.	9	17	116	17	3	17	0.39	0.74
2.	9	17	121	17	3	17	0.41	0.77
3.	9	17	96	17	21	17	0.38	0.49
4.	9	17	97	17	15	17	0.37	0.54
5.	9	17	105	17	42	17	0.48	0.41

ตารางที่ 45 ผลการวิเคราะห์ คะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวน และค่า SD. รายข้อ

ข้อที่	Mean	จำนวนผู้ตอบ	ผลรวม (X-Mean)	ความแปรปรวน	SD.
1.	2.97	68	819.94	12.06	3.47
2.	3.15	68	798.53	11.74	3.43
3.	2.88	68	501.06	7.37	2.71
4.	3.09	68	557.47	8.20	2.86
5.	3.79	68	535.12	7.87	2.81

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัย

1. จำนวนข้อสอบ (ข้อ) 5
2. จำนวนผู้ตอบ (ฉบับ) 68
3. ความแปรปรวนรายข้อ (Si) 47.237
4. ความแปรปรวนทั้งฉบับ (St) 113.751
5. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 10.665
6. คะแนนเฉลี่ยทั้งกลุ่ม (Mean) 15.882
7. ความเชื่อมั่น ของข้อสอบทั้งฉบับ 0.731



ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์  
(ฉบับหลังเรียน)

ตารางที่ 46 ผลการวิเคราะห์ ค่าความยาก/อำนาจจำแนก ของข้อสอบอัตนัย

ข้อที่	คะแนนเต็ม	f(H)	f(X)*X	f(L)	f(L)*X	N 25%	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1.	9	12	59	12	13	12	0.33	0.43
2.	9	12	63	12	8	12	0.33	0.51
3.	9	12	64	12	14	12	0.36	0.46
4.	9	12	71	12	4	12	0.35	0.62
5.	9	12	72	12	47	12	0.55	0.23

ตารางที่ 47 ผลการวิเคราะห์ คะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวน และค่า SD. รายข้อ

ข้อที่	Mean	จำนวนผู้ตอบ	ผลรวม (X-Mean)	ความแปรปรวน	SD.
1.	3.24	50	153.12	3.06	1.75
2.	3.36	50	263.52	5.27	2.30
3.	3.26	50	247.62	4.95	2.23
4.	3.64	50	319.52	6.39	2.53
5.	4.96	50	163.92	3.28	1.81

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัย

1. จำนวนข้อสอบ (ข้อ) 5
2. จำนวนผู้ตอบ (ฉบับ) 50
3. ความแปรปรวนรายข้อ (Si) 22.954
4. ความแปรปรวนทั้งฉบับ (St) 59.648
5. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 7.723
6. คะแนนเฉลี่ยทั้งกลุ่ม (Mean) 18.460
7. ความเชื่อมั่น ของข้อสอบทั้งฉบับ 0.769

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
(ฉบับก่อนเรียน)

ตารางที่ 48 ผลการวิเคราะห์ ค่าความยาก/อำนาจจำแนก ของข้อสอบอัตนัย

ข้อที่	คะแนนเต็ม	f(H)	f(X)*X	f(L)	f(L)*X	N 25%	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1.	6	18	49	18	5	18	0.25	0.41
2.	6	18	85	18	3	18	0.41	0.76
3.	6	18	105	18	91	18	0.91	0.13
4.	6	18	65	18	0	18	0.30	0.60
5.	6	18	66	18	11	18	0.36	0.51

ตารางที่ 49 ผลการวิเคราะห์ คะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวน และค่า SD. รายข้อ

ข้อที่	Mean	จำนวนผู้ตอบ	ผลรวม (X-Mean)	ความแปรปรวน	SD.
1.	1.23	70	204.34	2.92	1.71
2.	3.11	70	471.09	6.73	2.59
3.	5.59	70	92.99	1.33	1.15
4.	1.46	70	303.37	4.33	2.08
5.	1.73	70	297.84	4.25	2.06

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัย

1. จำนวนข้อสอบ (ข้อ) 5
2. จำนวนผู้ตอบ (ฉบับ) 70
3. ความแปรปรวนรายข้อ (Si) 19.566
4. ความแปรปรวนทั้งฉบับ (St) 33.416
5. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 5.781
6. คะแนนเฉลี่ยทั้งกลุ่ม (Mean) 13.114
7. ความเชื่อมั่น ของข้อสอบทั้งฉบับ 0.518

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
(ฉบับหลังเรียน)

ตารางที่ 50 ผลการวิเคราะห์ ค่าความยาก/อำนาจจำแนก ของข้อสอบอัตนัย

ข้อที่	คะแนนเต็ม	f(H)	f(X)*X	f(L)	f(L)*X	N 25%	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1.	6	11	61	11	48	11	0.83	0.20
2.	6	11	60	11	0	11	0.45	0.91
3.	6	11	57	11	0	11	0.43	0.86
4.	6	11	65	11	2	11	0.51	0.95
5.	6	11	61	11	7	11	0.52	0.82

ตารางที่ 51 ผลการวิเคราะห์ คะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวน และค่า SD. รายข้อ

ข้อที่	Mean	จำนวนผู้ตอบ	ผลรวม (X-Mean)	ความแปรปรวน	SD.
1.	4.72	43	84.65	1.97	1.40
2.	3.12	43	288.42	6.71	2.59
3.	2.56	43	214.60	4.99	2.23
4.	3.47	43	282.70	6.57	2.56
5.	3.63	43	240.05	5.58	2.36

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัย

1. จำนวนข้อสอบ (ข้อ) 5
2. จำนวนผู้ตอบ (ฉบับ) 43
3. ความแปรปรวนรายข้อ (Si) 25.824
4. ความแปรปรวนทั้งฉบับ (St) 76.575
5. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 8.751
6. คะแนนเฉลี่ยทั้งกลุ่ม (Mean) 17.488
7. ความเชื่อมั่น ของข้อสอบทั้งฉบับ 0.828

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน)

เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นข้อสอบอัตนัย มีทั้งหมด 5 ข้อ (ข้อละ 3 ข้อย่อย ข้อย่อยละ 3 คะแนน คะแนนเต็ม 45 คะแนน) วัด 3 องค์ประกอบ คือ
  1. ความสามารถด้านการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา
  2. ความสามารถด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา
  3. ความสามารถด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 90 นาที
3. ก่อนทำแบบทดสอบให้นักเรียนเขียนชื่อ - สกุล โรงเรียน ชั้น/ห้องเรียน และเลขที่ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจนลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
4. หากมีปัญหาโปรดสอบถามอาจารย์คุมสอบ
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ให้ส่งแบบวัดกับอาจารย์ผู้คุมสอบ

\*\*\*\*\*



ชื่อ - สกุล .....

โรงเรียน ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

1. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนรูปหนึ่งมีเส้นทแยงมุมสองเส้นที่มีความยาวต่างกัน 5 เซนติเมตร ถ้าผลบวกของความยาวของเส้นทแยงมุมทั้งสองเท่ากับ 31 เซนติเมตร แล้ว จงหาว่าพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนนี้เท่ากับเท่าใด

1.1 จงระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นสมบัติ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม แบบรูป หรือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

.....  
.....  
.....

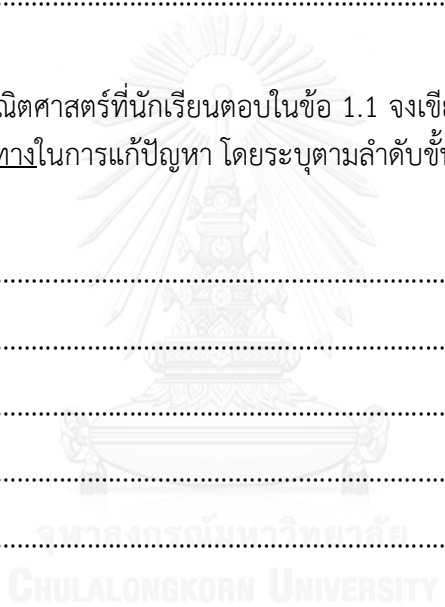
1.2 จากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนตอบในข้อ 1.1 จงเขียนอธิบาย แนวคิดหรือแนวทางในการแก้ปัญหา โดยระบุตามลำดับขั้นตอนก่อนหลัง

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

1.3 จงยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับข้อคำถาม โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ 1.1 จำนวน 1 สถานการณ์

.....  
.....  
.....

**สำหรับบท**



2. รูปสามเหลี่ยม PQR เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มี  $\overline{QR}$  เป็นฐานและมี  $\overline{PQ}$  และ  $\overline{PR}$  เป็นด้านประกอบมุมยอดโดยที่รูปสามเหลี่ยม PQR มีพื้นที่เท่ากับ 48 ตารางเซนติเมตร และมีความสูงเท่ากับ 8 เซนติเมตร ถ้าด้านประกอบมุมยอดด้านหนึ่งยาว 10 เซนติเมตร แล้วรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วนี้มีเส้นรอบรูปยาวเท่าใด

- 2.1 จงระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นสมบัติ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม  
แบบรูป หรือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

สำหรับบท

- 2.2 จากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนตอบในข้อ 2.1 จงเขียนอธิบาย  
แนวคิดหรือแนวทางในการแก้ปัญหา โดยระบุตามลำดับขั้นตอนก่อนหลัง

- 2.3 จงยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับข้อคำถาม  
โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ 2.1 จำนวน 1 สถานการณ์

## แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน)

### เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

#### คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นข้อสอบอัตนัย มีทั้งหมด 5 ข้อ (ข้อละ 3 ข้อย่อย คะแนนเต็ม 30 คะแนน) วัด 2 องค์ประกอบ คือ
  1. ความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
  2. ความสามารถด้านการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 90 นาที
3. ก่อนทำแบบทดสอบให้นักเรียนเขียนชื่อ – สกุล โรงเรียน ชั้น/ห้องเรียน และเลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจนลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
4. หากมีปัญหาโปรดสอบถามอาจารย์คุมสอบ
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ให้ส่งแบบวัดกับอาจารย์ผู้คุมสอบ

\*\*\*\*\*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชื่อ - สกุล .....

โรงเรียน ..... ชั้น ..... เลขที่ .....



1. เจ้าของร้านกาแฟแห่งหนึ่งวางแผนจัดเตรียมเครื่องชงกาแฟสดไว้เพื่อใช้ในร้าน โดยมี 2 ทางเลือก คือ เช่าหรือซื้อ สำหรับทุกๆวันที่ใช้งาน โดยมีเงื่อนไขดังต่อไปนี้  
 กรณีเช่า เสียค่าใช้จ่ายปีละ 36,000 บาท และมีค่าใช้จ่ายรายวันเพิ่มเติมอีกวันละ 180 บาท  
 กรณีซื้อ เสียค่าใช้จ่ายปีละ 20,000 บาท และมีค่าใช้จ่ายรายวันเพิ่มเติมอีกวันละ 230 บาท  
 สุดท้ายแล้วเจ้าของร้านเลือกที่จะเช่าเครื่องชงกาแฟ อยากทราบว่าทางเลือกของเขานั้น จะประหยัดกว่าและเป็นทางเลือกที่ถูกต้อง เมื่อร้านกาแฟใช้เครื่องชงกาแฟอย่างน้อยกี่วัน

- 1.1 จงใช้ตัวแปร และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แทน จำนวนรวมของค่าใช้จ่ายที่เพิ่มเติมในแต่ละวันที่ใช้งานจากการเช่าเครื่องชงกาแฟ และ จำนวนรวมของค่าใช้จ่ายที่เพิ่มเติมในแต่ละวันที่ใช้งานจากการซื้อเครื่องชงกาแฟ

.....

.....

.....

.....

- 1.2 จงเขียนอธิบายเพื่อนำเสนอความสัมพันธ์ ระหว่างค่าใช้จ่ายในการเช่าเครื่องชงกาแฟกับค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องชงกาแฟทั้งหมด

.....

.....

.....

.....

- 1.3 จงเขียนอธิบายแสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ว่า การเลือกของเจ้าของร้านนั้นจะประหยัดกว่าและเป็นทางเลือกที่ถูกต้อง เมื่อร้านกาแฟใช้เครื่องชงกาแฟอย่างน้อยกี่วัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนกลุ่มหนึ่งช่วยกันลงขันเพื่อจัดงานปีใหม่ โดยมี 2 กรณี คือ
- กรณีที่ 1 ถ้านักเรียนลงขันกันคนละ 90 บาท จะต้องหามาเพิ่มอีก 160 บาท จึงจะเพียงพอในการจัดงาน
  - กรณีที่ 2 ถ้านักเรียนลงขันกันคนละ 150 บาท จะมีเงินเหลือ 200 บาท จึงจะเพียงพอในการจัดงาน
- อยากทราบว่า ค่าใช้จ่ายในการจัดงานปีใหม่นี้เป็นเงินทั้งสิ้นกี่บาท

- 2.1 จงใช้ตัวแปร และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แทน จำนวนเงินลงขันที่เพียงพอในการจัดงานปีใหม่ทั้งสองกรณี

.....

.....

.....

.....

- 2.2 จงเขียนอธิบายเพื่อนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเงินลงขันที่เพียงพอในการจัดงานปีใหม่ใน กรณีที่ 1 กับ จำนวนเงินลงขันที่เพียงพอในการจัดงานปีใหม่ในกรณีที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- 2.3 จงเขียนอธิบายแสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ว่า ค่าใช้จ่ายในการจัดงานปีใหม่นี้เป็นเงินทั้งสิ้นกี่บาท

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสรรฐณัฐ ปัญญาเสฏฐ์ เกิดเมื่อวันที่ 30 กรกฎาคม พ.ศ.2530 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาที่ โรงเรียนราชวินิต สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาที่ โรงเรียนเทพศิรินทร์ (แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ในปีการศึกษา 2553 และเข้าศึกษาต่อหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2555 ปัจจุบันรับราชการครู ตำแหน่งครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนศึกษานารี และดำรงตำแหน่งผู้จัดการทั่วไป โรงพิมพ์ ชัยเจริญการพิมพ์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY