

## รายงานการวิจัย

เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสาร  
และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

THE EFFECTS OF USING FIVE STEPS FOR STUDENT DEVELOPMENT  
AND COACHING AND MENTORING SYSTEM IN MATHEMATICS  
ACHIEVEMENTS , COMMUNICATION ABILITIES AND REASONING  
ABILITY OF PRATOMSUKSA SIX STUDENTS.

ชื่อผู้วิจัย

อังคณา อุทัยรัตน์



สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

รายงานวิจัยฉบับนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณกองทุนวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

พ.ศ. ๒๕๕๙

ชื่องานวิจัย	ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ผู้วิจัย	อังคณา อุทัยรัตน์
คณะ	ครุศาสตร์
ปี	2559

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring และเปรียบเทียบกับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนเพาะปัญญา ตำบลนาโง้งใต้ อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง จำนวน 21 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ระยะเวลาทดลองจำนวน 20 คาบ คาบละ 60 นาที โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และแบบสัมภาษณ์การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t-test for Dependent Samples และ t-test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and

เลข Bib#	1142612
วันที่	24 พ.ย. 2567
เลขเรียกหนังสือ	372.9 2112 ๗

Mentoring สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 16.76 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.80

3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 16.14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.70

5. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.75

7. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring จำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับสูง สามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน สื่อสารแนวคิดทุกครั้งได้อย่างชัดเจน จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 นักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับปานกลาง สามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 42.86 และมีส่วนน้อยที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งอธิบายโดยใช้ภาษาที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการสื่อสารแนวคิด จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 23.81

**Research Title** THE EFFECTS OF USING FIVE STEPS FOR STUDENT DEVELOPMENT AND COACHING AND MENTORING SYSTEM IN MATHEMATICS ACHIEVEMENTS , COMMUNICATION ABILITIES AND REASONING ABILITY OF PRATOMSUKSA SIX STUDENTS.

**Researcher** AUNGKANA UTHAIRAT

**Faculty** EDUCATION

**Year** 2559

#### **Abstract**

The purposes of this research were to compare mathematical achievement, communication abilities and reasoning ability of Pratomsuksa six students before and after obtaining five steps for student development and coaching and mentoring system and to compare all the three aspects to the criterion.

The subjects of this study were 21 Pratomsuksa six students in the first semester of the 2016 academic year at Phorpanya School, Muang, Trang. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experiment lasted for 20 fifty minute periods. The One-Group Pretest-Posttest Design was used for the study. The instruments used in data collection were the mathematics achievement test, writing communication ability and mathematical reasoning test, the mathematical speaking communication ability checklist, and the mathematical speaking communication interview form. The data were statistically analyzed by using t-test for dependent samples and t-test for one sample.

The findings were as follows:

1. The mathematics achievement of the experimental group after obtaining five steps for student development and coaching and mentoring system was statistically higher than before learning at the .01 level of significance.

2. The mathematics achievement of the experimental group after obtaining five steps for student development and coaching and mentoring system was statistically higher than the 70 percent criterion at the .01 level of significance. Its mean score 16.76 was as 83.80%.

3. The mathematical writing communication ability of the experimental group after obtaining five steps for student development and coaching and mentoring system was statistically higher than before learning at the .01 level of significance.

4. The mathematical writing communication ability of the experimental group after obtaining five steps for student development and coaching and mentoring system was statistically higher than the 70 percent criterion at the .01 level of significance. Its mean score 16.14 was as 80.70%.

5. The mathematical reasoning ability of the experimental group after obtaining five steps for student development and coaching and mentoring system was statistically higher than before learning at the .01 level of significance.

6. The mathematical reasoning ability of the experimental group after obtaining five steps for student development and coaching and mentoring system was statistically higher than the 70 percent criterion at the .01 level of significance. Its mean score 15.95 was as 79.75%.

7. The mathematical speaking communication ability of the experimental group through active learning emphasized representation could be categorized into three groups; the high, medium and low achievers. It was found that 33.33 percents of students were high achievers. They could explain clearly and accurately and used mathematical multiple representations such as diagrams, number lines, tables, and pictures to communicate ideas clearly. Almost half of students about 42.86 percents were medium achievers. They could explain almost correctly but incompletely. And sometimes mathematical representations were used as diagrams or pictures to communicate some ideas but not clearly enough. Minority of students about 23.81 percents were low achievers. They explained incorrectly or they could explain but incompletely and never used mathematical representations to communicate ideas.

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อติดตามและพัฒนาผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนหลังจากที่ครูเข้าร่วมโครงการ Coaching and Mentoring สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษารัง เขต 1 ร่วมกับคณะครู าศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาซึ่งได้รับทุนวิจัยจากกองทุนมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาในปีงบประมาณ 2556

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ และคณะครูอาจารย์โรงเรียนเพาะปัญญาท คนที่ได้อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกั นตั้ง พิศายกร ปีการศึกษา 2557 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวัดสังเวช ที่ให้ ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือ และดำเนินการทดลองจนทำให้การวิจัยครั้งสำเร็จลุล่วง ไป ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของรายงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา-มารดา และครู อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

ผู้วิจัย

อังคณา อุทัยรัตน์

8 ธันวาคม 2559





## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
ขอบเขตการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>11</b>
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นและกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring	12
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	41
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	57
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	83
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>	<b>113</b>
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	113
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	114
การรวบรวมข้อมูล	120
การวิเคราะห์ข้อมูล	122
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	<b>128</b>
<b>บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b>	<b>136</b>
บรรณานุกรม	149
ภาคผนวก	168
ประวัติผู้วิจัย	199



## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring	131
2	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)	131
3	การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring	132
4	การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)	132
5	การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring	133
6	การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)	133
7	ระดับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring	134
8	ผลการสังเคราะห์จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แตกต่างกัน	135
9	คำดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร	169

10	ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดแบบทดสอบวัด ความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เรื่อง เศษส่วน และ การบวก การลบ การคูณ การหาร	170
11	ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เรื่อง เศษส่วน และการ บวก การลบ การคูณ การหาร	171
12	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวน 40 ข้อ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Evana	172
13	ค่า $\sum x$ , $\sum x^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า $\sigma^2$ เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร	174
14	ค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร	176
15	ค่าความง่าย (P <sub>e</sub> ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร	178
16	ค่าความง่าย (P <sub>e</sub> ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร	179
17	ค่า $\sum X_i$ , $\sum X_i^2$ และ $S_i^2$ ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร	180
18	ค่า $\sum X_i$ , $\sum X_i^2$ และ $S_i^2$ ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร	180

ตาราง		หน้า
19	ค่า $\sum X, \sum X^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า $S_f^2$ เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร	181
20	ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร	185
21	ค่า $\sum X, \sum X^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า $S_f^2$ เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร	190
22	ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร	194



ภาพที่

หน้า

1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
2	ลำดับขั้นการคิดของครูฝึกและรูดนิก	59
3	กระบวนการให้เหตุผลแบบสหัชญาณ แบบอุปนัยและแบบนิรนัย	71



# บทที่ 1

## บทนำ

### ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การที่ประเทศไทยกำลังก้าวสู่สังคมขนาดใหญ่ ทั้งในระดับภูมิภาคและสังคมโลก แต่จากการที่เกิดวิกฤตเศรษฐกิจโลกได้รับผลกระทบ เกิดการชะลอตัวทางเศรษฐกิจ ในสภาพอย่างนี้มีความจำเป็นที่ประเทศไทยต้องพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ เพื่อที่จะสามารถอยู่รอดในสภาพการณ์ปัจจุบันและอนาคตได้ ประกอบกับในภูมิภาคนี้จะมีการรวมตัวกันเป็นประชาคมอาเซียน มีความพยายามที่จะเชื่อมโยงกันของประเทศในอาเซียนกับนอกภูมิภาคอาเซียน จึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศที่สำคัญมากและขาดไม่ได้คือ “การพัฒนาคน” เพราะฉะนั้นจึงเป็นโจทย์ที่สำคัญของการจัดการศึกษาและปฏิรูปการศึกษาของประเทศไทย การศึกษาต้องเดินหน้าสู่การสร้าง การพัฒนา เตรียมความพร้อมให้สอดคล้องกับสังคมโลก โดยเฉพาะสังคมโลกในศตวรรษที่ 21 อันเป็นผลจากการปฏิวัติด้านดิจิทัล (Digital Revolution) และความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (กระทรวงศึกษาธิการ, 2556: 1-2) อีกทั้งสอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษา กล่าวว่าการพัฒนาประเทศสู่ความสมดุลและยั่งยืน จะต้องให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างทุนของประเทศที่มีอยู่ให้เข้มแข็งและมีพลังเพียงพอในการขับเคลื่อนกระบวนการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะการพัฒนาคนหรือทุนมนุษย์ให้เข้มแข็ง พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคศตวรรษที่ 21 และการเสริมสร้างปัจจัยแวดล้อมที่เอื้อต่อการพัฒนาคุณภาพของคน ทั้งในเชิงสถาบัน ระบบ โครงสร้างของสังคมให้เข้มแข็ง สามารถเป็นภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในอนาคต (แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 11, 2555: 1)

เนื่องจากคณิตศาสตร์จึงเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการศึกษา และยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาขั้นสูงและวิทยาการสาขาต่างๆ และความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ล้วนแต่อาศัยความรู้คณิตศาสตร์ แต่นักเรียนส่วนมากไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ (สิริพร ทิพย์คง, 2544: 123) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐานในรายวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ สังเกตได้จากการรายงานของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2556: ออนไลน์) ที่ประกาศผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2555 โดยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เพียง 35.77 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน นับว่าคะแนนเฉลี่ยดังกล่าวถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก ซึ่งยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 อีกทั้งมาตรฐานความสามารถยังได้คะแนนต่ำในเรื่องของการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ มีวิจรรย์ญาณและความคิดสร้างสรรค์ สำหรับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) ในปี 2550 พบว่าประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชา

คณิตศาสตร์ 441 ซึ่งยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ ซึ่งเป็นการประเมินทุก 4 ปี รวมทั้งผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ของ The Programme for International Student Assessment (PISA) ที่ประเมินจากผู้ที่จบการศึกษาภาคบังคับหรือกลุ่มอายุ 15 ปี (แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการฉบับที่ 11. 2555: 6) จากการเรียนการสอนแบบเดิมนั้นทำให้ผู้เรียนอาจจะไม่มีโอกาสได้ร่วมคิดร่วมทำ ร่วมกันแก้ปัญหาที่กำลังเรียนอยู่มากนัก และในการแก้ปัญหาที่ปฏิบัติอยู่เป็นเพียงการทำโจทย์แบบฝึกหัดซึ่งทำเป็นรายบุคคล ผู้เรียนมีโอกาสนักปฏิบัติกิจกรรมและฝึกการแก้ปัญหาบ่อยครั้ง ผู้เรียนแทบจะไม่มีปฏิสัมพันธ์หรือสื่อสารกันในขณะที่การเรียนการสอนดำเนินอยู่ ทำให้ขาดการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพในสังคม ครูควรสอนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนวิธีการทำงานร่วมกัน ซึ่งรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นเรื่องที่มีความสำคัญมากเพราะการทำงานใดๆ ก็ตามไม่ว่าจะเป็นงานเล็กหรืองานใหญ่ย่อมต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจจากบุคคลที่เกี่ยวข้อง การทำงานให้ประสบผลสำเร็จทีมงานต้องมีความเข้าใจและมีทักษะในการทำงานกลุ่ม การทำงานกลุ่มจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญต่อการปลูกฝังเด็กและเยาวชนให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ อันเป็นความจำเป็นต่อการพัฒนาสังคมและประเทศชาติในอนาคต ทั้งนี้เพราะการทำงานในระบบกลุ่มก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากกว่าผลสำเร็จของงานจะสูงสุดและมีข้อบกพร่องน้อยกว่า เพราะกลุ่มจะเป็นที่รวมประสบการณ์ของคนหลายคนที่มีมาพบปะสังสรรค์กัน มีการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน และหาวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกัน รวมทั้งกลุ่มจะเป็นแรงจูงใจให้กันและกันอันจะมีผลให้การทำงานประสบความสำเร็จสูงสุด (ชัยศักดิ์ สิลจารีสกุล. 2543: 258)

จากผลการรายงาน ดังกล่าวน่าจะเป็นผลมาจากสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน ซึ่งยุพิน พิพิธกุล (2539: 3-8) ได้เคยกล่าวถึงปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับตัวครูไว้ว่า ครูใช้วิธีการสอนแบบเก่า ซึ่งเป็นการบรรยายและฝึกเนื้อหา ครูเป็นผู้กำหนดรูปแบบการเรียนให้นักเรียน การสอนจะเน้นเนื้อหาเป็นศูนย์กลางไม่คำนึงถึงนักเรียนและความแตกต่างระหว่างบุคคล ส่งผลให้นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อันได้แก่ การแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่างๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน และในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สสวท. 2551: 1)

แนวทางในการปรับปรุงการจัดการกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ถือเป็นหน้าที่ของครูโดยตรง ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงระดับความสามารถและวุฒิภาวะของผู้เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องเริ่มจากง่ายไปยาก จากรูปธรรมไปสู่กึ่งรูปธรรมและนามธรรม ใช้สื่อต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ประกอบการศึกษาค้นคว้าอันได้มาซึ่งกฎเกณฑ์ต่างๆ ร่วมกัน (ศุภกิจ เฉลิมวิสุตมกุล. 2553: คำนำ) ทั้งนี้ รัฐบาลได้กำหนดนโยบายสังคมคุณภาพชีวิต โดยให้มีการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาทั้งระบบเพื่อพัฒนาครูตามสมรรถนะ ให้เป็นครูดี มีคุณภาพ คุณธรรม ในปัจจุบันขณะ

2556 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงได้จัดโครงการพัฒนาครูที่เน้นการสร้าง ความเข้มแข็งของสมรรถนะ ด้านการจัดการเรียนการสอนในบริบทที่หลากหลายของลักษณะและขนาดของ โรงเรียนโดยใช้กระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching ให้เป็นไปตามความต้องการจำเป็นของ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา/ประถมศึกษา ประสานสถาบันอุดมศึกษาเพื่อร่วมเป็นคู่พัฒนา การจัดพัฒนาให้เน้นรูปแบบการพัฒนาฐานโรงเรียนในขณะปฏิบัติการสอน (On the job training) และ ให้มีระบบสนับสนุนในรูปแบบการ Coaching และ Mentoring โดยให้เน้นการพัฒนาเพื่อเสริมสร้างจิต วิญญาณ และอุดมการณ์ของความเป็นครู การพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถด้าน ภาษา (Literacy) ด้านคำนวณ (Numeracy) และด้านเหตุผล (Reasoning Ability) พร้อมทั้งจัดการเรียนรู้กับ ผู้เรียนตามขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้น ได้แก่ 1. การเรียนรู้ตั้งคำถาม (Learning to Question) เป็นจุดเริ่มต้นการพัฒนาการคิด การเรียนรู้ตลอดชีวิต ส่งเสริมให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ จะต้องเริ่มจากการ ฝึกให้ผู้เรียนมีความช่างสังเกต เกิดความสงสัยที่จะหาคำอธิบาย ครูมีบทบาทสำคัญในการให้นักเรียนฝึกตั้ง คำถามให้เป็นอย่างสร้างสรรค์ 2. การเรียนรู้แสวงหาสารสนเทศ (Learning to Search) เป็นการสืบค้น สอบถาม สัมภาษณ์ หรือใช้วิธีการทดลองทดสอบ เพื่อรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ นำข้อมูลและ สารสนเทศมากลั่นกรอง และคัดสรรในส่วนที่เป็นประโยชน์มาใช้ในชีวิตประจำวันหรือภารกิจหน้าที่ที่ รับผิดชอบ 3. การเรียนรู้เพื่อสร้างองค์ความรู้ (Learning to Construct) เป้าหมายของการเรียนรู้ เพราะ การเรียนรู้ที่ดีที่สุดผู้เรียนต้องมีความเข้าใจในการสรุปเหตุผล ซึ่งจะต้องผ่านกระบวนการที่หลากหลาย ทั้ง วิธี Deductive และ Inductive มีการอภิปราย ถกเถียงในชั้นเรียน ครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ (Facilitator) 4. การเรียนรู้เพื่อสื่อสาร (Learning to Communicate) เป็นทักษะที่มีความจำเป็นยิ่งใน โลกปัจจุบัน ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ และฝึกฝนให้มีทักษะด้านภาษา ตลอดจนพัฒนาเทคนิคและศิลปะวิธีการ นำเสนอ ซึ่งครอบคลุมการใช้สื่อเทคโนโลยี เพื่อให้การนำเสนอมีประสิทธิภาพ 5. การเรียนรู้ตอบแทน สังคม (Learning to Serve) บทบาทของการศึกษานอกจากการพัฒนาปัจเจกบุคคล คือการสร้างจิตสาค นึกของความเป็นพลเมือง ให้ผู้เรียนเรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกัน ปฏิบัติหน้าที่ในทางสร้างสรรค์ เกื้อกูลกัน มีจิต สาธารณะ หาทงในการพัฒนาสังคมให้ดีกว่า เพื่อสังคมที่สันติสุขและยั่งยืน ตามระดับชั้นควบรวมกับ กระบวนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตามแนวทางการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้วย อีกทั้งสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]) ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานด้านกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ (Mathematics Process Standards) ที่มีอยู่ 5 มาตรฐาน ได้แก่ การแก้ปัญหา (Problem Solving) การให้เหตุผลและการพิสูจน์ (Reasoning & Proof) การสื่อสาร (Communication) การ เชื่อมโยง (Connection) และการใช้ตัวแทน (Representation) โดยสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 67) นอกจากนี้ สสวท. (2551: 45) ได้ระบุว่าม้งานวิจัยจำนวนมากที่ ยืนยันว่า การสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผล ดีกว่าการสอนแบบให้จดจำ โดยการสอน คณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล จะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและ

นานกว่าเดิม ด้วยเหตุนี้ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จึงได้ถูกกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งในมาตรฐาน ค 6.1 ในสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551: 3) การแสดงออกซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น จำเป็นต้องอาศัยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และมีประสิทธิภาพ (สสวท. 2551: 70) โดยใช้ความสามารถในการสื่อสารต่างๆ เช่น การพูด การฟัง การเขียน การอ่าน การแสดงท่าทาง เป็นต้น กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 6) จึงได้กำหนดให้ความสามารถในการสื่อสารเป็นสมรรถนะหนึ่งที่สำคัญของผู้เรียน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้จำเป็นต้องมุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญนี้

ดังนั้นการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งในการพัฒนาตนเองและประเทศชาติ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นแล้วว่ากระบวนการ Coaching and Mentoring ที่ใช้การเรียนรู้ 5 ชั้น เป็นกระบวนการหนึ่งที่มุ่งเน้นพัฒนาสร้างเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์



5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยครั้งนี้ จะทำให้ทราบผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อผลต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ความรู้สึกรักเชิงตัวเลขหรือการคำนวณ (Numeracy) และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์(Reasoning Ability) ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวทางการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 พร้อมทั้งยังช่วยส่งเสริมให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ได้นำเอาขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้น นำไปประยุกต์ใช้กับหน่วยการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ในการใช้ชีวิตประจำวัน

### ขอบเขตของการวิจัย

#### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนในพื้นที่เขตการศึกษาประถมศึกษาตรังเขต 1 จำนวน 139 โรงเรียน

#### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนเพาะปัญญา ตำบลนาโยงใต้ อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง จำนวน 21 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจากโรงเรียนทั้งหมด 139 โรงเรียน แล้วจับสลากเลือกมา 1 โรงเรียน

#### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร ซึ่งมีเนื้อหาย่อยดังนี้

- |                  |   |     |
|------------------|---|-----|
| 1. เศษส่วน       | 2 | คาบ |
| 2. การบวกเศษส่วน | 2 | คาบ |
| 3. การลบเศษส่วน  | 2 | คาบ |
| 4. การคูณเศษส่วน | 3 | คาบ |
| 5. การหารเศษส่วน | 4 | คาบ |

6. โจทย์ปัญหาเศษส่วน 3 คาบ  
 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 20 คาบ คาบละ 60 นาที ใช้เวลาทดลอง 16 คาบ ทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ ทดสอบหลังเรียน 2 คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
  - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
  - 2.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 2.3 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการ โดยใช้กระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับครูผู้สอน โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้
  - 1.1. การเรียนรู้โดยใช้คำถาม (Learning to Question) คือ การเรียนรู้โดยที่ผู้สอนสร้างสถานการณ์สมมติ โจทย์ปัญหา หรือคำถามกระตุ้นความคิด เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดได้
  - 1.2. การเรียนรู้โดยการสืบค้น (Learning to Search) คือ การเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นสถานการณ์สมมติ โจทย์ปัญหา หรือคำถามจากผู้สอน แล้วผู้เรียนได้เริ่มกระบวนการสืบเสาะการหาคำตอบจากแหล่งความรู้หรือจากฐานความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงแล้วเพื่อให้ได้คำตอบ
  - 1.3. การเรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้ (Learning to Construct) คือ การเรียนรู้โดยการผ่านกระบวนการสืบเสาะข้อมูลเพื่อแก้โจทย์ปัญหาหรือหาคำตอบ แล้วผู้เรียนได้ประมวลข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นองค์ความรู้ใหม่กับตัวผู้เรียนเอง
  - 1.4. การเรียนรู้โดยการสื่อสาร (Learning to Communicate) คือ ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ที่สร้างขึ้นมาเอง หรือความรู้ที่เคยได้เรียนมา พูดสรุป อธิบาย เขียนวิธีการแก้ปัญหาเป็นภาษาทางคณิตศาสตร์ได้

1.5. การเรียนรู้ในการนำไปใช้ (Learning to Serve) คือ ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่มีอยู่เดิมไปแก้ปัญหา หรือนำองค์ความรู้ใหม่ไปสร้างโจทย์ สร้างสถานการณ์สมมติที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

ในระหว่างที่ครูจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้น จะมีกระบวนการให้คำปรึกษาแนะนำเป็นการพบปะกันระหว่างผู้นิเทศกับครูผู้สอนอยู่ในรูปของการอบรมเชิงปฏิบัติการ และผู้นิเทศเป็นผู้ที่เลี้ยงที่ให้คำปรึกษาและแนะนำช่วยเหลือครู ให้พัฒนาศักยภาพสูงขึ้น เพื่อสามารถจัดกิจกรรมเรียนรู้ได้อย่างมีคุณภาพ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิดดังที่วิลสัน (Wilson, 1971: 648-685) ได้จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

2.1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) คือ ความสามารถที่ระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว สามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้

2.2. ความเข้าใจ (Comprehension) คือ ความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นรูปสมการ สามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป อ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

2.3. การนำไปใช้ (Application) คือ ความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่มียาก

2.4. การวิเคราะห์ (Analysis) คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา

3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้มีความเข้าใจตรงกัน รวมทั้งการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยจะทำการวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน ได้แก่

3.1. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หมายถึง การเขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยมีการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และครอบคลุมสาระสำคัญ ซึ่งทำการวัดด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถใน

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อที่มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแนวคิดและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของเคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 181) ไค จา แคคค์ซิน และ เลน (Cai; Jakabcsin; & Lane. 1996: 238-246) ทินรัตน์ กาญจนกฤษ (2550: 97-98) จิตติมา ชอบเอียด (2551: 73-75) และพรรณทิภา ทองนวล (2554: 164-168)

3.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด หมายถึง การพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้ถูกต้อง ชัดเจน เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยนำข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และผลการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 6 คน มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิด แล้วนำเสนอโดยการบรรยายสรุป

4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ การอธิบายแนวคิด หรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบอย่างสมเหตุสมผล จากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งแสดงขั้นตอนการให้เหตุผลที่ชัดเจนและสามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งทำการวัดด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ที่ผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแนวคิดและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ของ อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ (2548: 42-44) เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2551: 78-82) และพรรณทิภา ทองนวล (2554: 163-164)

5. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนที่กำหนดของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2547: 13) ดังนี้

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 80 – 100 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีเยี่ยม

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 75 – 79 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 70 – 74 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 65 – 69 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างดี

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 60 – 64 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์อยู่ในระดับน่าพอใจ

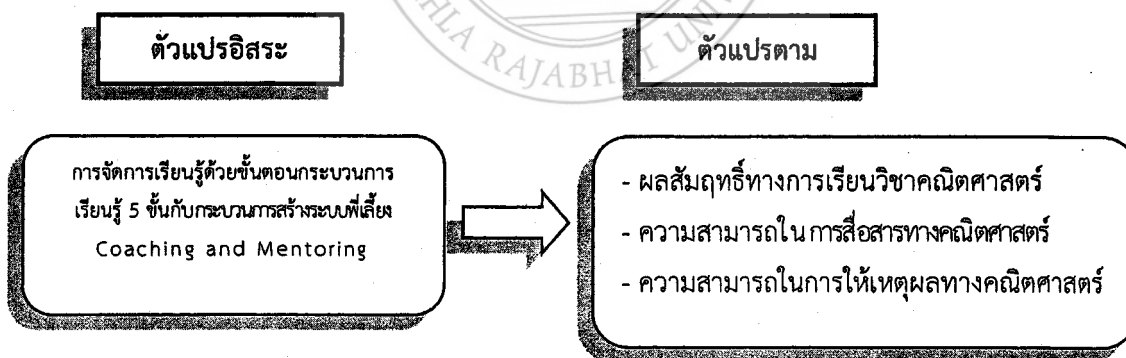
ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 55 – 59 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 50 – 54 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 0 – 49 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แนวคิดจากการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ  
แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จึงสรุปเขียน  
เป็นแผนภาพแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังปรากฏในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

- 4.3 ประเภทของการสื่อสาร
- 4.4 องค์ประกอบของการสื่อสาร
- 4.5 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.6 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.7 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.8 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

## 1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นและกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

### 1.1 ความเป็นมาของกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นและกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง

#### Coaching and Mentoring

การวิจัยบ่งชี้ว่า คุณภาพของครูมีอิทธิพลสำคัญในความสำเร็จของนักเรียน และผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ยอมรับว่า มันเป็นปัจจัยสำคัญในการแจ้งเกี่ยวกับการปรับปรุงในโรงเรียน บทบาทของและคุณสมบัติที่สำคัญในการพัฒนาผู้ฝึกสอนคณิตศาสตร์ประถมศึกษา เราทฤษฎีการสร้างของ Vygotskian เกี่ยวกับการช่วยเหลือสมรรถนะการสอนให้มีประสิทธิภาพ และวาดตามวรรณคดีฝึกอ่านเขียนและคณิตศาสตร์ เราเริ่มต้น ด้วยสังเคราะห์ฐานความรู้ในการนิเทศการสอน เราแล้วสำรวจทฤษฎีการสร้างของ Vygotskian เกี่ยวกับการช่วยเหลือสมรรถนะการสอนเป็นประสิทธิภาพช่วยเป็นพื้นฐานสำหรับการทำงานของผู้นิเทศคณิตศาสตร์ สุดท้าย เราเน้นผลสำหรับการออกแบบการศึกษาสำหรับโรงเรียนประถมศึกษา การนิเทศวิชาคณิตศาสตร์ และประเมินอิทธิพลของผู้นิเทศในการเรียนการสอนของครูและผลการเรียนรู้ของนักเรียน ดังตารางที่ปรากฏ พบว่า

ทฤษฎีของการเปลี่ยนแปลงในการปรับปรุงผลการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน

การเปลี่ยนแปลง	ระหว่างการทำเนิการ	ผลลัพธ์
<ul style="list-style-type: none"> <li>- พัฒนาให้เป็นผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาคณิตศาสตร์ วิธีการสอน และวิธีการส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนการสอน</li> <li>- ออกแบบโปรแกรมที่จะสนับสนุนการเปลี่ยนแปลง</li> <li>- ปรับเปลี่ยนโปรแกรมและแนวทางปฏิบัติที่แท้จริง</li> </ul>	<p>เปลี่ยนความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การปรับปรุงในเนื้อหาความรู้</li> <li>- โฟกัสการปรับปรุงในคุณภาพของงานทางคณิตศาสตร์ในบทเรียน</li> <li>- การปรับปรุงคำถามให้ถี่และมีความหมายมากขึ้นเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน</li> </ul>	<p>การเปลี่ยนแปลงของผลการเรียนของนักเรียน เจตคติ และผลการเรียนรู้ที่สำคัญๆ ของนักเรียน</p>

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นและกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

1.1 ความเป็นมาของกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นและกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นและกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

1.3 ขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นและกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นและกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.3 วิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของการให้เหตุผล

3.2 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.3 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.4 รูปแบบของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.5 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.6 การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของการสื่อสาร

4.2 ความสำคัญของการสื่อสาร

- 4.3 ประเภทของการสื่อสาร
- 4.4 องค์ประกอบของการสื่อสาร
- 4.5 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.6 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.7 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.8 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

## 1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นและกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

### 1.1 ความเป็นมาของกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นและกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง

#### Coaching and Mentoring

การวิจัยบ่งชี้ว่า คุณภาพของครูมีอิทธิพลสำคัญในความสำเร็จของนักเรียน และผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ยอมรับว่า มันเป็นปัจจัยสำคัญในการแจ้งเกี่ยวกับการปรับปรุงในโรงเรียน บทบาทของและคุณสมบัติที่สำคัญในการพัฒนาผู้ฝึกสอนคณิตศาสตร์ประถมศึกษา เราทฤษฎีการสร้างของ Vygotskian เกี่ยวกับการช่วยเหลือสมรรถนะการสอนให้มีประสิทธิภาพ และวาดตามวรรณคดีฝึกอ่านเขียนและคณิตศาสตร์ เราเริ่มต้น ด้วยสังเคราะห์ฐานความรู้ในการนิเทศการสอน เราแล้วสำรวจทฤษฎีการสร้างของ Vygotskian เกี่ยวกับการช่วยเหลือสมรรถนะการสอนเป็นประสิทธิภาพช่วยเป็นพื้นฐานสำหรับการทำงานของผู้นิเทศคณิตศาสตร์ สุดท้าย เราเน้นผลสำหรับการออกแบบการศึกษาสำหรับโรงเรียนประถมศึกษา การนิเทศวิชาคณิตศาสตร์ และประเมินอิทธิพลของผู้นิเทศในการเรียนการสอนของครูและผลการเรียนรู้ของนักเรียน ดังตารางที่ปรากฏ พบว่า

#### ทฤษฎีของการเปลี่ยนแปลงในการปรับปรุงผลการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน

การเปลี่ยนแปลง	ระหว่างการทำนิเทศ	ผลลัพธ์
- พัฒนาให้เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ วิธีการ สอน และวิธีการส่งเสริม บรรยากาศในการเรียนการสอน	เปลี่ยนความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้ - การปรับปรุงในเนื้อหาความรู้ - โฟสต์การปรับปรุงในคุณภาพ ของงานทางคณิตศาสตร์ใน บทเรียน	การเปลี่ยนแปลงของผลการเรียน ของนักเรียน เจตคติ และผลการ เรียนรู้ที่สำคัญๆ ของนักเรียน
- ออกแบบโปรแกรมที่จะ สนับสนุนการเปลี่ยนแปลง	- การปรับปรุงคำถามให้ชัดเจนมี คุณภาพขึ้นเพื่อรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับความคิดทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียน	
- ปรับเปลี่ยนโปรแกรม และแนวทางปฏิบัติที่แท้จริง		



การเปลี่ยนแปลง	ระหว่างการทำเนิการ	ผลลัพธ์
รักษาโปรแกรมและ แนวทางปฏิบัติในการใช้หลักฐาน การประเมินผล	- การปรับปรุงวิธีการที่ครูใช้ข้อมูล เกี่ยวกับความคิดทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนการ ออกแบบ และสอนบทเรียนใน อนาคต	

ที่มา By: Polly, D., Mraz, M., & Algozzine, R., (2013). *Implications for Developing and Researching Elementary School Mathematics Coaches*. p.297-298

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-centered Approach) ซึ่งยึดหลัก การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) กำหนดกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้น ตามแนวทางของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ (มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. 2557: ออนไลน์)

- 1) Learning to Question เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนตั้งคำถาม เพื่อสร้างความรู้สึกรอยากรู้ อยากเรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าความสำคัญและประโยชน์ของสิ่งที่จะเรียน
  - 2) Learning to Search เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้วางแผนการเรียนรู้ของตนเองโดยร่วมกันกำหนดขอบเขต แนวทาง วิธีการเรียนรู้ ประเด็นเนื้อหาย่อย แนวทางการบันทึกและสรุปผลการเรียนรู้ จัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้ และลงมือศึกษาค้นคว้า ศึกษารวบรวมข้อมูล ศึกษาปัญหา ศึกษาทดลอง ตามแผนที่วางไว้ เพื่อแสวงหาความรู้และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
  - 3) Learning to Construct เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนนำข้อมูลมารวมกันวิเคราะห์ อภิปราย เปรียบเทียบเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ประเมินค่า สรุปความคิดรวบยอด คุณค่าความสำคัญ แนวคิด แนวทางการปฏิบัติในชีวิตประจำวัน และสรุปขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ รวมถึงความรู้ของตนเอง
  - 4) Learning to Communicate เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้นำความรู้ ข้อค้นพบข้อสรุปที่ได้จากการเรียนรู้มานำเสนอเป็นชิ้นงานรูปแบบต่างๆ ตามความสนใจ พร้อมทั้งบอกเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการเรียนรู้ และแสดงความรู้สึกต่อชิ้นงาน
  - 5) Learning to Serve เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนนำชิ้นงานมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้และประเมินซึ่งกันและกัน รวมทั้งวางแผนการต่อยอดการเรียนรู้จากความสนใจ
- ทั้ง 5 กิจกรรมนี้ ไม่ใช่ขั้นตอนการจัดกิจกรรม เพียงแต่เป็นหลักให้ครูตระหนักว่าในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวเรื่อนั้นผู้เรียนต้องได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้ โดยมีจุดเน้นสำคัญคือส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความรู้สึกอยากรู้อยากเรียน เป็นเจ้าของการเรียนรู้ที่แท้จริง มีโอกาสได้วางแผนการเรียนรู้ กำหนดขอบเขตแนวทางการเรียนรู้ของตนเอง ลงมือเรียนรู้ตามแผนและควบคุมกำกับการเรียนรู้

ของตนเอง นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเรียนรู้มาวิเคราะห์อภิปราย วิพากษ์วิจารณ์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์สรุปความรู้ของตน แล้วจัดทำชิ้นงานเพื่อรายงานผลการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ ตามความสนใจ ทำให้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับเป็นรูปธรรมชัดเจน รวมทั้งได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันประเมินปรับปรุงผลการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ของตนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ความเป็นมาของกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring (มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. 2557: ออนไลน์) การพัฒนาองค์กรให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) บุคลากรในองค์กรต้องมีการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา และเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีเทคนิคที่ควรนำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ของบุคลากรในองค์กร ได้รวบรวมไว้ 7 เทคนิค ซึ่ง Coaching และ Mentoring เป็นเทคนิคหนึ่งที่สำคัญที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ อันจะเป็น ตัวจักรสำคัญที่จะนำไปสู่ความสำเร็จโดยมุ่งเน้นให้บุคลากรในองค์กรมีความสามารถ ผลการปฏิบัติงานดีขึ้น และองค์กรมีความพร้อมที่จะรับการเปลี่ยนแปลง

Coaching เป็นการสอนงานลูกน้องของตนเอง ผู้สอนงาน (Coach) ซึ่งผู้บริหารทุกระดับสามารถเป็นผู้สอนงานได้ ผู้ถูกสอนงาน (Coachee) ส่วนใหญ่จะเป็นลูกน้องที่อยู่ในทีมหรือกลุ่มงานเดียวกัน การสอนงานจะเน้นไปที่การพัฒนาผลการปฏิบัติงาน (Individual Performance) และพัฒนาศักยภาพ (Potential) ของลูกน้อง Coaching เป็นการสื่อสารอย่างหนึ่งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการระหว่างหัวหน้าและลูกน้องเป็นการสื่อสารแบบสองทาง (Two Way Communication) ทำให้หัวหน้าและลูกน้องได้ร่วมกันแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการทำงาน ก่อให้เกิดความสัมพันธ์อันดีระหว่างหัวหน้าและลูกน้อง อย่างไรก็ตาม การที่จะ Coaching ได้ดีนั้น ต้องมีความพร้อมทั้งผู้สอนและผู้ถูกสอน

Mentoring การเป็นพี่เลี้ยง (Mentor) เป็นการให้ผู้ที่มีความรู้ความสามารถ หรือเป็นที่ยอมรับหรือผู้บริหารในหน่วยงานให้คำปรึกษา และแนะนำช่วยเหลือรุ่นน้องหรือผู้ที่อยู่ในระดับต่ำกว่า (Mentee) ในเรื่องที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานเพื่อให้มีศักยภาพสูงขึ้น การเป็นพี่เลี้ยงอาจไม่เกี่ยวกับหน้าที่ในปัจจุบันโดยตรง ผู้ที่เป็น Mentee เป็นได้ทั้งพนักงานใหม่ หรือพนักงานที่ปฏิบัติงานในองค์กรมาก่อนโดยเป็นกลุ่มคนที่มีผลงานโดดเด่นกว่าคนอื่น โดย Mentor จะเป็นแม่แบบ และเป็นผู้สอนงานให้ Mentee รวมทั้งให้กำลังใจ สนับสนุนและให้ความช่วยเหลือให้ Mentee มีโอกาสได้เติบโตหรือได้รับความก้าวหน้าในหน้าที่การงาน โดยให้โอกาสหรือเวทีที่จะแสดงผลงาน แสดงฝีมือ และความสามารถในการทำงาน

กล่าวโดยสรุป Coaching คือการเป็นผู้สอนให้กับผู้ใต้บังคับบัญชาในเรื่องของงานที่รับผิดชอบ โดยผู้รับการสอนจะเป็นผู้ที่มีผลงานอยู่ในระดับมาตรฐาน ส่วนการ Mentoring นั้นเป็นการให้คำปรึกษาหรือสอนให้กับพนักงานใหม่หรือพนักงานที่มีอยู่เดิมที่มีผลงานอยู่ในระดับสูงกว่ามาตรฐานในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานและอื่นๆ ที่จะทำให้อาชีพของพนักงานสูงขึ้น อันจะส่งผลต่อการพัฒนาองค์กรไปในอนาคต

เทคนิคที่ควรนำมาใช้ในองค์กรเพื่อให้บุคลากรในองค์กรมีการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา และเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เพื่อส่งเสริมการพัฒนาไปสู่องค์กรแห่งการเรียนรู้ ได้รวบรวมไว้ 7 เทคนิค ดังนี้

1. การเรียนรู้โดยการปฏิบัติ (Action Learning)
2. มาตรฐานเปรียบเทียบ (Benchmarking)
3. การสอนงาน (Coaching)
4. การเป็นพี่เลี้ยง (Mentoring)
5. แฟ้มงานเพื่อการพัฒนา (Portfolio)
6. ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Learning Center)
7. การเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย (Computer Assisted Learning and Teaching)

ซึ่ง Coaching and Mentoring เป็นหนึ่งในเทคนิคที่สำคัญที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของบุคลากรให้เป็นบุคลากรแห่งการเรียนรู้อันจะเป็นตัวจักรสำคัญที่จะนำไปสู่ความสำเร็จและเป็นประโยชน์ต่อองค์กรและตัวบุคลากรในการทำงานให้บรรลุเป้าหมายต่อไป

Coaching หมายถึง การสอนงานลูกน้องของตนเอง การสอนงานเป็นเทคนิคหนึ่งในการพัฒนาบุคลากรหรือลูกน้องของตน ทั้งนี้จะเรียกผู้สอนงานว่า “Coach” โดยปกติผู้เป็น Coach สามารถเป็นได้ทั้งผู้บริหารระดับสูง (Top Management level) เช่น ผู้อำนวยการ ระดับกลาง (Middle Management level) เช่น ผู้จัดการฝ่าย และระดับต้น (Low Management level) เช่น หัวหน้างาน ส่วนผู้ถูกสอนงานโดยปกติจะเป็นลูกน้องที่อยู่ภายในทีม หรือ กลุ่มงานเดียวกันเรียกว่า Coachee การสอนงานจัดได้ว่าเป็นกระบวนการหนึ่งที่หัวหน้าใช้เพื่อเสริมสร้าง และพัฒนาลูกน้องให้มีความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และคุณลักษณะเฉพาะตัว (Personal Attributes) ในการทำงานนั้น ๆ ให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดขึ้น ซึ่งเป็นเป้าหมายหรือผลงานที่หัวหน้างานต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้น (Result-Oriented) โดยจะต้องตกลงและยอมรับร่วมกัน (Collaborative) ระหว่างหัวหน้างานและลูกน้อง ทั้งนี้ การสอนงานนอกจากจะมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาผลการปฏิบัติงานของลูกน้อง (Individual Performance) ในปัจจุบัน การสอนงานยังมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาศักยภาพ (Potential) ของลูกน้อง เพื่อให้ลูกน้องมีพัฒนาการของความรู้ ทักษะและความสามารถเฉพาะตัว และมีศักยภาพในการทำงานที่สูงขึ้นต่อไป เพื่อความก้าวหน้าในหน้าที่การงานอันนำมาซึ่งตำแหน่งสูงขึ้นต่อไปในอนาคต

นอกจากนี้การสอนงานยังถือได้ว่าเป็นรูปแบบของการสื่อสารอย่างหนึ่งที่เป็นทางการ และไม่เป็นการระหว่างหัวหน้าและลูกน้อง หรือเรียกว่าการสื่อสารแบบสองทาง (Two Way Communication) ที่หัวหน้างานใช้ในการแจ้ง/หรือชี้แจง และปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของลูกน้องให้เตรียมความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้อยู่ตลอดเวลา และรับฟังสิ่งที่คาดหวังและต้องการของลูกน้อง และเป็นช่องทางในการทำงาน รวมทั้งเป็นโอกาสอันดีที่หัวหน้างาน และลูกน้องร่วมกันแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการทำงาน เพราะหัวหน้างานถือได้ว่าเป็น Line Manager ซึ่งเป็น

บุคคลสำคัญที่มีส่วนร่วมในการรับรู้ถึงเป้าหมายและกลยุทธ์ในการดำเนินงานขององค์กร จากการเข้าร่วมประชุมกับผู้บริหารระดับสูง และผู้บริหารของหน่วยงานต่าง ๆ

Mentoring หมายถึง พี่เลี้ยง เป็นการให้ผู้ที่มีความสามารถหรือเป็นที่ยอมรับ หรือผู้บริหารในหน่วยงานให้คำปรึกษาและแนะนำช่วยเหลือรุ่นน้องหรือผู้ที่อยู่ในระดับต่ำกว่าในเรื่องที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานเพื่อให้มีศักยภาพสูงขึ้นแต่อาจไม่เกี่ยวกับหน้าที่ในปัจจุบันโดยตรง พี่เลี้ยง จะเรียกว่า Mentor ส่วนบุคคลที่ได้รับการดูแลจากผู้ที่ได้รับมอบหมายให้เป็นที่เลี้ยงเรียก Mentee บางองค์กรจะเรียกกระบวนการนี้ว่า Buddy System เป็นระบบที่

ที่จะต้องดูแลเอาใจใส่ น้อง คอยให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาแนะนำเมื่อ Mentee มีปัญหาส่วนใหญ่ องค์กรจะกำหนดให้มีระบบการเป็นที่เลี้ยงให้กับพนักงานใหม่ที่เพิ่งเข้ามาทำงาน ผู้ที่เป็น Mentor จะเป็นพนักงานที่ปฏิบัติงานมาก่อนที่ไม่ใช่หัวหน้าโดยตรง ทั้งนี้ คุณสมบัติหลักที่สำคัญของบุคคลที่จะทำหน้าที่พี่เลี้ยงให้แก่พนักงานใหม่นั้น จะต้องเป็นบุคคลที่มีทัศนคติ หรือความคิดในเชิงบวก (Positive Thinking) มีความประพฤติดีสามารถปฏิบัติตนให้เป็นตัวอย่างที่ดีแก่ Mentee ได้บทบาทและหน้าที่ที่สำคัญของ Mentor ได้แก่ การถ่ายทอดข้อมูลต่าง ๆ ภายในองค์กรให้พนักงานใหม่ รับทราบ รวมถึงจะต้องเป็นผู้ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการปฏิบัติตนเพื่อปรับตัวให้เข้ากับวัฒนธรรมองค์กร ตลอดทั้งต้องมีการตรวจสอบและติดตามผลความรู้ ความเข้าใจในข้อมูลให้กับพนักงานใหม่ ด้วยการ Mentoring นอกจากใช้กับพนักงานใหม่แล้ว ยังสามารถนำวิธีการนี้มาใช้กับพนักงานที่ปฏิบัติงานในองค์กรมาก่อน โดยคุณลักษณะของผู้ที่เข้าช่วยของการเป็น Mentee ในองค์กรได้นั้น ควรมีคุณลักษณะที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

- เป็นผู้ที่มีประวัติในการทำงานที่ประสบความสำเร็จ
- เป็นผู้ที่มีความเฉลียวฉลาดและมีความคิดสร้างสรรค์ในการทำงาน
- เป็นผู้ที่มีความผูกพันกับบริษัทและผูกพันกับหน้าที่การงานที่ได้รับมอบหมาย
- เป็นผู้ที่มีความใฝ่ฝันและความปรารถนาที่จะทำงานให้บรรลุเป้าหมาย
- เป็นผู้ที่ชอบความท้าทายและเต็มใจพร้อมที่จะทำงานนอกเหนือจากงานประจำของตน
- เป็นผู้ที่มีความปรารถนาที่จะได้รับความก้าวหน้าและการเติบโตในสาย

อาชีพ

- เป็นผู้ที่มีใจรับฟังคำชี้แนะและข้อมูลป้อนกลับจากหัวหน้างานและคนรอบข้างเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงตนเองอยู่เสมอ

จะเห็นได้ว่า Mentee เป็นกลุ่มคนที่ถือว่าเป็นพวกที่มีผลงานโดดเด่นกว่าพนักงานคนอื่น ๆ เป็นดาวเด่นที่มีผลงานดีเลิศ (Top Performer) ซึ่งองค์กรจะต้องรักษาไว้ ดังนั้นผู้ที่เป็ Mentor จึงเป็นเสมือนแม่แบบของ Mentee ด้วย นอกจากนี้เป็นแม่แบบแล้วผู้ที่เป็ Mentor ยังต้องมีบทบาทของการเป็นผู้สอนงาน (Coach) โดยการสร้างความเข้าใจให้ตรงกันกับ Mentee ในเรื่องของวัฒนธรรมองค์กร ข้อควรระวังหรือประเด็นความขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้นในองค์กร การปฏิบัติตนเพื่อหลีกเลี่ยงหรือไม่ต้องเผชิญกับความขัดแย้งที่จะเกิดขึ้น (Political Praps) รวมถึงการวิเคราะห์จุดแข็ง และข้อที่ควรพัฒนาปรับปรุง

ของ Mentee เพื่อที่จะได้หาวิธีการในการพัฒนาปรับปรุงความสามารถ และศักยภาพของ Mentee ต่อไป นอกจากนี้ Mentor ยังมีบทบาทของการเป็นผู้สนับสนุน (Advocate) คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือ ให้ Mentee มีโอกาสเติบโตหรือได้รับความก้าวหน้าในหน้าที่การงาน โดยให้โอกาสหรือเวทีที่จะแสดง ผลงาน แสดงฝีมือและความสามารถในการทำงาน Mentor ที่ดี ควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

- มีความสัมพันธ์ที่ดี (Interpersonal Skills)
- การมีอิทธิพลเหนือผู้อื่น (Influence Skills)
- การตระหนักถึงผลสำเร็จในการทำงานของผู้อื่น (Recognized other's accomplishment)
- การมีทักษะของการบังคับบัญชาที่ดี (Supervisory Skills)
- ความรู้ในสายวิชาชีพ หรือสายงานของตน (Technical Knowledge)

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้น หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้โดยใช้คำถาม (Learning to Question) คือ การเรียนรู้โดยผู้สอนสร้างสถานการณ์สมมติ โจทย์ปัญหา หรือคำถามกระตุ้นความคิด เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดได้
2. การเรียนรู้โดยการสืบค้น (Learning to Search) คือ การเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นสถานการณ์สมมติ โจทย์ปัญหา หรือคำถามจากผู้สอน แล้วผู้เรียนได้เริ่มกระบวนการสืบเสาะการหาคำตอบ จากแหล่งความรู้หรือจากฐานความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงแล้วเพื่อให้ได้คำตอบ
3. การเรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้ (Learning to Construct) คือ การเรียนรู้โดยการผ่านกระบวนการสืบเสาะข้อมูลเพื่อแก้โจทย์ปัญหาหรือหาคำตอบ แล้วผู้เรียนได้ประมวลข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นองค์ความรู้ใหม่กับตัวผู้เรียนเอง
4. การเรียนรู้โดยการสื่อสาร (Learning to Communicate) คือ ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ที่สร้างขึ้นเอง หรือความรู้ที่เคยได้เรียนมา พูดสรุป อธิบาย เขียนวิธีการแก้ปัญหา เป็นภาษาทางคณิตศาสตร์ได้
5. การเรียนรู้ในการนำไปใช้ (Learning to Serve) คือ ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่มีอยู่เดิมไปแก้ปัญหา หรือนำองค์ความรู้ใหม่ไปสร้างโจทย์ สร้างสถานการณ์สมมติที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

Coaching หมายถึง การให้คำปรึกษาแนะนำเป็นการพบปะกันระหว่างผู้ฝึกเทศกับผู้รับการนิเทศอยู่ในรูปของการอบรมเชิงปฏิบัติการ

Mentoring หมายถึง การเป็นที่เลี้ยงที่สามารถให้คำปรึกษาและแนะนำช่วยเหลือ ครูให้พัฒนาศักยภาพสูงขึ้น เพื่อสามารถจัดกิจกรรมเรียนรู้ได้อย่างมีคุณภาพ

## 1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นและกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

เงื่อนไขการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) สรุปได้ดังนี้ (วัฒนาพร ระงับทุกข์. 2541: 2-56)

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการลงมือกระทำ (Active Process) ที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล
2. ความรู้ต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูลหรือความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว รวมทั้งประสบการณ์เดิมมาสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง ความรู้และความเชื่อที่แตกต่างกันของแต่ละคน จะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและขนบทำเนียมประเพณี และประสบการณ์ของผู้เรียน จะถูกนำมาเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจและจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างความรู้ใหม่ แนวคิดใหม่ หรือการเรียนรู้ นั้นเอง

จากความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์หรือแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของนักการศึกษาหลายท่าน สรุปเป็นสาระสำคัญได้ดังนี้

1. ความรู้ของบุคคลใด คือ โครงสร้างทางปัญญาของบุคคลนั้นที่สร้างขึ้นจากประสบการณ์ในการคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและสามารถนำไปใช้พื้นฐานในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ได้

2. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยวิธีการที่ต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม ความสนใจและแรงจูงใจภายในตนเองเป็นจุดเริ่มต้น

3. ครูมีหน้าที่จัดการให้นักเรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนเอง ภายใต้ข้อสมมติฐานต่อไปนี้

- 3.1 สถานการณ์ที่เป็นปัญหาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

- 3.2 ความขัดแย้งทางปัญญาเป็นแรงจูงใจภายในให้เกิดกิจกรรมการไตร่ตรองเพื่อขจัดความขัดแย้งนั้น Dewey ได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะการไตร่ตรอง (Reflection) เป็นการพิจารณาอย่างรอบคอบ กิจกรรมการไตร่ตรองจะเริ่มต้นด้วยสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นำสงสัยงวย ยุ่งยาก เรียกว่าสถานการณ์ก่อนไตร่ตรอง และจบลงด้วยความแจ่มชัดที่สามารถอธิบายสถานการณ์ดังกล่าว สามารถแก้ปัญหาได้ ตลอดจนได้เรียนรู้และพึงพอใจกับผลที่ได้รับ

- 3.3 การไตร่ตรองบนฐานแห่งประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกระตุ้นให้มีการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาจากแนวคิดข้างต้นนี้กระบวนการเรียนการสอนในแนวคอนสตรัคติวิสต์ จึงมักเป็นไปในแบบที่ให้นักเรียนสร้างความรู้จากการช่วยแก้ปัญหา (Collaborative Problem Solving)

กระบวนการเรียนการสอน จะเริ่มต้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) นั่นคือ ประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมไม่สามารถจัดการแก้ปัญหาได้ลงตัวพอดีเหมือนปัญหาที่เคยแก้มาแล้ว ต้องมีการคิดค้นเพิ่มเติมที่เรียกว่า “การปรับ

โครงสร้างทางปัญญา” หรือ “การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา” (Cognitive Restructuring) โดยการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา ชัดค้ำจนกระทั่งหาเหตุผล หรือหลักฐานในเชิงประจักษ์มาจัดความขัดแย้งทางปัญญาภายในตนเอง และระหว่างบุคคลได้ (ไพจิตร สดวกการ, 2543: 30-48)

กลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน โดยมีผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน โดยพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) หรือที่เรียกว่า สกีม่า (Shema) ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของโครงสร้างทางปัญญา หรือโครงสร้างของความรู้ในสมองโครงสร้างทางปัญญานี้จะประกอบด้วยความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ภาษา หรือเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือสิ่งที่แต่ละบุคคลมีประสบการณ์ หรือเหตุการณ์ อาจเป็นความเข้าใจ หรือความรู้ของแต่ละบุคคล

กลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับความรู้ ดังนั้นเป้าหมายของการสอนจะสนับสนุนการสร้างมากกว่าความพยายามในการถ่ายทอดความรู้ ดังนั้น กลุ่มคอนสตรัคติวิสต์จะมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมของแต่ละบุคคลและสิ่งแวดล้อม มีความสำคัญในการสร้างความหมายตามความเป็นจริง เป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน มีหลักการที่สำคัญว่า ในการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้ ซึ่งปรากฏแนวคิดที่แตกต่างกันเกี่ยวกับการสร้างความรู้ หรือการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องมาจากแนวคิดที่เป็นรากฐานสำคัญซึ่งปรากฏจากรายงานของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา คือ Jean Piaget ชาวสวิส และ Lev Vygotsky ชาวรัสเซีย ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ Cognitive Constructivist และ Social Constructivist มีรายละเอียด ดังนี้ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2551: 30-49)

1. Cognitive Constructivist มีรากฐานทางปรัชญาของทฤษฎีมาจากความพยายามที่จะเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ด้วยกระบวนการที่พิสูจน์อย่างมีเหตุผลเป็นความรู้ที่เกิดจากการไตร่ตรอง ซึ่งถือเป็นปรัชญาปฏิบัตินิยม ประกอบกับรากฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อพื้นฐานแนวคิดนี้ นักจิตวิทยาพัฒนาการชาวสวิส คือ จีน เพียเจตน์ (Jean Piaget) ทฤษฎีของ Piaget จะแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ Ages และ Stages ซึ่งทั้งสององค์ประกอบนี้จะทำนายว่าเด็กจะสามารถหรือไม่สามารถเข้าใจสิ่งหนึ่งสิ่งใดเมื่อมีอายุแตกต่างกันและทฤษฎีเกี่ยวกับด้านพัฒนาการที่จะอธิบายว่า ผู้เรียนจะพัฒนาความสามารถทางการรู้คิด (Cognitive Abilities) ทฤษฎีพัฒนาการที่จะเน้นจุดดังกล่าว เพราะว่าเป็นพื้นฐานหลักสำหรับวิธีการทาง Cognitive Constructivism ทางด้านการเรียนการสอนนั้นมี แนวคิดที่ว่ามนุษย์เราต้อง “สร้าง” (Construct) ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านทางประสบการณ์ ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญา หรือเรียกว่า สกีม่า (Schemas) เมนทอลโมเดล (Mental Model) ในสมองสกีม่าเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Change) ขยาย (Enlarge) และซับซ้อนขึ้นได้ โดยผ่านทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน (Accommodation)

2. Social Constructivism เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจาก Vygotsky ได้เน้นเกี่ยวกับบริบทการเรียนรู้ทางสังคม (Social Context Learning) ทฤษฎีพุทธิปัญญาของเพียเจต์ที่ใช้กันมาเป็นพื้นฐาน สำหรับการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning) ซึ่งผู้สอนมีบทบาทค่อนข้างจำกัด ส่วนทฤษฎีของ Vygotsky เปิดโอกาสให้ครูหรือผู้เรียนที่อาวุโสกว่าแสดงบทบาทในการเรียนรู้ของผู้เรียน

Cognitive Constructivist และ Social Constructivist อาจมีส่วนคล้ายคลึงกันและแตกต่าง Social Constructivist ของ Vygotsky จะเปิดโอกาสที่จะมีส่วนร่วม และ เกี่ยวข้องกับครูผู้สอนมากกว่า สำหรับทฤษฎีของ Vygotsky ซึ่งเชื่อว่าวัฒนธรรมจะเป็นเครื่องมือทางปัญญาที่จำเป็นสำหรับการพัฒนารูปแบบและคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว ได้มีการกำหนด รูปแบบ และอัตราการพัฒนามากกว่าที่กำหนดไว้ในทฤษฎีของเพียเจต์ โดยเชื่อว่า ผู้ใหญ่ หรือ ผู้ที่มีความอาวุโส เช่น พ่อ แม่ และครู จะเป็นเพื่อนาสำหรับเครื่องมือทางวัฒนธรรมรวมถึงภาษา เครื่องมือทางวัฒนธรรมเหล่านี้ ได้แก่ ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม บริบททางสังคมและภาษาทุกวันนี้ รวมถึงการเข้าถึงข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

นอกจากนี้ วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2541: 2-56) กล่าวว่า องค์ประกอบการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ประกอบด้วย

1. ผู้เรียนสร้างความหมายของสิ่งที่ได้พบเห็น รับรู้ โดยใช้กระบวนการทางปัญญาของตนเอง ที่เรียนรู้และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างประสาทสัมผัสของผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อมโดยจะใช้ความรู้ ความเข้าใจ ที่มีอยู่เดิมในการคาดคะเนเหตุการณ์

2. โครงสร้างทางปัญญา เกิดจากความพยายามทางความคิดหากการใช้ความรู้เดิมคาดคะเนเหตุการณ์ได้ถูกต้อง จะทำให้โครงสร้างทางปัญญานั้นคงยิ่งขึ้น แต่ถ้าหากคาดคะเนไม่ถูกต้องจะเกิดภาวะที่เรียกว่า ภาวะไม่สมดุล (disequilibrium) และเมื่อมีความขัดแย้งเกิดขึ้น ผู้เรียนมีทางเลือก 3 ทางคือ

2.1 ไม่ปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญาของตนเอง

2.2 ปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญาไปในทางที่การคาดเดานั้นให้เป็นไปตามประสบการณ์มากขึ้น

2.3 ไม่สนใจที่จะทำความเข้าใจ

3. โครงสร้างทางปัญญาเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก แม้ว่าจะมีหลักฐานจากการสังเกตที่ขัดแย้งกับโครงสร้างนั้น

จึงอาจสรุปได้ว่า ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์นั้น ผู้เรียนเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่สามารถช่วยผู้เรียนปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาได้ ด้วยการจัดสถานการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลหรือก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา โดยได้จากสิ่งแวดล้อมและการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ โพลยา (Polya. 1957: 16-17) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน คือ



ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองไปที่ตัวปัญหาพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไรปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะ อยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆ เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญห ด้วยวิธีการใดจะแก้ปัญหอย่างไร ปัญหาที่ทำให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญห จะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ แล้วกำหนดแนวทางในการแก้ปัญห

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยเริ่มตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหใหม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหต้องมองย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหและมีวิธีการแก้ปัญหอื่นอีกหรือไม่

ธเนช เกียรติมงคล (2549: 25) ได้กล่าวว่า การแบ่งขั้นตอนในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา จะแบ่งออกเป็นกี่ขั้นตอนก็ตามทุกขั้นตอนมีครบรอบขั้นตอน 4 ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาทั้งสิ้น อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่า “กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา” ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยทักษะการแปลความหมาย การวิเคราะห์ว่าปัญหากลามอะไร กำหนดอะไรบ้าง จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากกัน
2. ขั้นการวางแผนแก้ปัญห ต้องการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่จำเป็น สิ่งที่กำหนดให้หาวิธีการแก้ปัญหโดยนำกฎเกณฑ์ หลักการ เหตุผลมาประกอบกับข้อมูลแล้วเสนอมาในรูปแบบวิธีการ
3. ขั้นดำเนินการตามแผน คิดคำนวณคำตอบที่ถูกต้องตามแผนที่วางไว้ ต้องรู้จักวิธีคิดคำนวณที่เหมาะสม
4. การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ ถ้าไม่พบคำตอบตามเงื่อนไขของปัญหต้องกลับไปวางแผนแก้ปัญหใหม่

แกตนัน และครูเมน (Gagnon; & Krezmien. 2011: online) กล่าวว่าสำหรับการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) การใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทดังกล่าวพัฒนามาจากทฤษฎีการสอนของบรูเนอร์ (Bruner) ที่เน้นการสอนให้โอกาสผู้เรียนเรียนรู้โครงสร้างของความรู้ อันจะนำมาซึ่งความเข้าใจและการถ่ายโยงการเรียนรู้

ประสาธ อิศรปริดา (2523: 134-139) ได้กล่าวว่า แนวคิดที่สำคัญของบรูเนอร์เกี่ยวกับหลักสูตรการสอนนั้น อาจสรุปได้ 4 ประการใหญ่ ๆ คือ

1. เกี่ยวกับโครงสร้างความรู้ (Structure of Knowledge) บรูเนอร์เน้นว่าหลักสูตรในโรงเรียนจะต้องมาอยู่ที่การจัดระเบียบหรือการจัดเรียงเนื้อหาหรือโครงสร้างของความรู้ เขาถือว่าการจัดแจงเรียบเรียงเนื้อหาหรือโครงสร้างความรู้เป็นสิ่งที่จำเป็นมากที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้หรือประสบการณ์เดิม กับความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ ๆ โดยแม้ว่าการสอนของครูก็ต้องมาสนใจที่วิธีการซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงโครงสร้างพื้นฐานหรือการจัดแจงเรียบเรียงความรู้ต่างๆ ให้อยู่ในรูปที่มีความสัมพันธ์กัน และให้สอดคล้องกับการพัฒนาการทางสติปัญญาให้มากที่สุด

2. เกี่ยวกับความพร้อม (Readiness) แนวคิดที่สำคัญประการหนึ่งเกี่ยวกับความพร้อม ก็คือ การที่คนเราจะเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องใช้หลักสูตรให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของผู้เรียน ในเรื่องนี้บรูเนอร์ ได้กล่าวว่า เราจะต้องจัดรูปแบบของกิจกรรม ทักษะ และการฝึกหัดให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความเจริญงอกงามทางสติปัญญาของเด็ก บรูเนอร์ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับคำกล่าวที่ว่า “จะต้องจัดสอนวิชาใดวิชาหนึ่งให้เฉพาะเด็กที่เรียนในชั้นระดับสูงเท่านั้น เพราะวิชานั้นยากเกินความสามารถของเด็กในระดับต่ำ” บรูเนอร์ ได้กล่าวคัดค้านคำกล่าวข้างต้น และได้ยืนยันว่า “พื้นฐานบางอย่างของแต่ละวิชา (สามารถ) จะสอนให้กับเด็กคนใดคนหนึ่งก็ได้ ไม่ว่าจะมียุอยู่ในชั้นใด ๆ ก็ตาม” (The foundations of any subject (can) be taught to anybody at any age in some form)

เขาให้เหตุผลในข้อความดังกล่าวไว้ว่า เด็กแต่ละคนมีลักษณะสำคัญประการหนึ่ง คือ จะเกิดความรู้ ความคิดรวบยอดหรือการคิดต่อสิ่งรอบๆ ตัว ด้วยการจัดระเบียบโครงสร้างต่างๆ ขึ้นมาด้วยตัวเอง ด้วยเหตุนี้ถ้าหากครูได้เข้าใจถึงธรรมชาติของการสร้างความคิดรวบยอดต่อสิ่งรอบๆ ตัวของเด็ก ก็ย่อมจะเป็นพื้นฐานสำคัญเบื้องต้นที่ครูจะนำมาใช้ในการเริ่มสอนความรู้ใหม่ๆ ให้สอดคล้องกับความคิดข้างต้นได้

3. เกี่ยวกับการคิดแบบสหัญญาณ (Intuitive) บรูเนอร์ได้ย้ำถึงคุณค่าของการคิดแบบสหัญญาณในกระบวนการศึกษา คำว่า การคิดแบบสหัญญาณ ตามความหมายของเขาคือ “เป็นเทคนิคการหาเหตุผลของสติปัญญา แต่เป็นเทคนิคที่คิดหลักเกณฑ์ขึ้นมา โดยปราศจากการวิเคราะห์ตามกระบวนการกฎเกณฑ์หรือสูตรต่างๆ ที่คิดขึ้นมาดังกล่าวนั้นอาจจะเป็นข้อสรุปที่สมเหตุสมผลหรือไม่ก็ได้”

4. เกี่ยวกับแรงจูงใจ บรูเนอร์ได้เน้นเกี่ยวกับการจูงใจหรือความต้องการที่จะเรียนของผู้เรียน รวมถึงการที่ผู้สอนจะเร้าให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ เขาเชื่อว่ากิจกรรมทางการใช้สติปัญญาจะประสบความสำเร็จอย่างเต็มที่ก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีความพอใจหรือแรงจูงใจเท่านั้น บรูเนอร์ได้เน้นให้ครูใช้ความพยายามที่จะให้เด็กสนใจต่อการเรียนรู้ให้มากขึ้นด้วยการสร้างแรงจูงใจภายในหรือเปลี่ยนแรงจูงใจภายนอกให้เป็นแรงจูงใจภายในนั่นเอง

การเรียนรู้ในทฤษฎีของบรูเนอร์ โดยบรูเนอร์เชื่อว่า วิธีที่บุคคลจะเกิดการเรียนรู้ในสิ่งใดสิ่งหนึ่งมีอยู่ 3 วิธีด้วยกัน คือ

1. โดยการกระทำสิ่งนั้น (ซึ่งเป็นลักษณะของการเรียนรู้ของเด็กในขั้น Enactive Stage)
2. โดยการรับรู้ภาพและจินตนาการ (ซึ่งเป็นลักษณะของการเรียนรู้ของเด็กในขั้น Iconic Stage)
3. โดยการใช้ความหมายทางสัญลักษณ์ เช่น ภาษา (ซึ่งเป็นลักษณะของการเรียนรู้ของเด็กในขั้น Symbolic Stage)

นอกจากนี้บรูเนอร์ยังถือว่าการเรียนรู้ของบุคคลจะมีประสิทธิภาพเพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับกิจกรรมทางสมอง ในแง่ที่จะสามารถสร้างสัจกับในสิ่งที่เรียนรู้ได้เพียงใด หรือเขามีความสามารถที่จะจัดเข้าพวก หรือจัดประเภทของสิ่งของ (Conceptualizing or Categorizing) ได้เพียงใด บรูเนอร์กล่าวว่า แต่ละคนมีความสามารถต่างกันในการที่จะจัดสิ่งของต่างๆ เข้าพวก หรือแยกแยะสิ่งต่างๆ ออกจากกัน เช่น สามารถรวมสีต่างๆ เข้าเป็นอันเดียวกันเรียกว่า “สี” หรือแยกคนออกเป็นชั้นสังคม บุคลิกภาพที่คล้ายกัน การนับถือศาสนา เชื้อชาติ อายุ ฯลฯ ถ้าเราไม่มีความสามารถที่จะจัดสิ่งต่างๆ เข้าพวกแล้ว คนเราก็ไม่อาจคิด หรือเกิดการเรียนรู้ขึ้นได้

การจัดเข้าพวกตามความคิดของบรูเนอร์นั้นมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. ประเภทเหมือนกัน (Identity Category) นั้น คือ การจัดของอย่างเดียวกันแต่มีขนาดหรือลักษณะต่างๆ กันเข้าเป็นพวกเดียวกัน
2. ประเภทแทนกันหรือเท่ากัน (Equivalence Category) นั้น เป็นการจัดประเภทสิ่งของต่างชนิดกัน แต่มีความเกี่ยวพันซึ่งกันและกัน เข้าเป็นพวกเดียวกัน การจัดประเภทของสิ่งของโดยวิธีนี้แยกย่อยออกได้เป็น 5 วิธี คือ

2.1 การจัดประเภทโดยอาศัยการรับรู้ที่พบเห็นจริงในขณะนั้น (Perceptual Equivalence Category) โดยพิจารณาจากขนาด สี รูปร่าง หรือตำแหน่งที่อยู่ ฯลฯ

2.2 การจัดประเภทโดยพิจารณาตามหน้าที่ (Functional Equivalence Category) คือ สิ่งที่มีหน้าที่คล้ายๆ กัน ก็จัดเป็นพวกเดียวกัน สำหรับพิจารณาตามหน้าที่นี้ยังแยกย่อยออกได้เป็น 2 แบบ คือ

2.2.1 การจัดประเภทโดยคำนึงถึงหน้าที่ที่เกิดจากภายในสิ่งนั้นๆ (Intrinsic Functional) เช่น กลุ่มที่ทำให้เกิดเสียง กลุ่มที่ทำให้เกิดแสง ฯลฯ

2.2.2 การจัดประเภทโดยคำนึงถึงหน้าที่ ที่ถูกกำหนดจากภายนอก ซึ่งเป็นการกำหนดหน้าที่ตามอำเภอใจ (Arbitrary Functional) เช่น กลุ่มที่เราใช้สำหรับขว้าง กลุ่มที่ใช้สำหรับแทง ฯลฯ

3. การจัดประเภทโดยคำนึงถึงการกระตุ้นอารมณ์ (Affective Equivalence Categories) เช่น กลุ่มที่เราชอบ กลุ่มที่เราไม่ชอบ หรือกลุ่มที่มีคุณค่า ฯลฯ

4. การจัดประเภทโดยคำนึงถึงชื่อของสิ่งๆ นั้นเป็นหลัก (Nominal Equivalence Categories) เช่น กลุ่มผลมะม่วงกับกลุ่มผลไม้อื่นๆ ที่ไม่ใช่มะม่วง ฯลฯ

5. การจัดประเภทโดยบอกเพียงว่าสิ่งนี้กับสิ่งนั้นเป็นพวกเดียวกัน หรือไม่ใช่พวกเดียวกัน โดยไม่อธิบายเหตุผลที่เป็นพื้นฐานในการแบ่งกลุ่มนั้นๆ (Fiat Equivalence Categories)

กระบวนการเรียนรู้ตามทฤษฎีของบรูเนอร์นั้นจะเป็นการผสมผสานกระบวนการต่างๆ 3 กระบวนการต่อไปนี้เข้าด้วยกัน ซึ่งทั้ง 3 กระบวนการนี้อาจเกิดขึ้นเรียงตามลำดับดังต่อไปนี้ คือ

1. ขั้นค้นหาความรู้ (Acquisition) เป็นกระบวนการของการรวบรวมความรู้ใหม่ๆ เข้าแทนที่ความรู้เก่าหรือเป็นการจัดระเบียบโครงสร้างของความรู้ที่ได้รับมาให้เป็นระเบียบมากขึ้น
2. ขั้นดัดแปลงความรู้ (Transformation) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงข่าวสารความรู้ที่ได้รับมานั้นให้เกิดประโยชน์ต่อประสบการณ์หรือสถานการณ์ใหม่ๆ หรือเกิดแนวคิดใหม่ๆ ที่จะจัดระเบียบโครงสร้างของข่าวสารความรู้เดิม เพื่อให้สัมพันธ์หรือต่อเนื่องกับสถานการณ์หรือความรู้ใหม่

3. ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกับข้อ 2 โดยผู้เรียนจะประเมินว่าสิ่งที่แปลงเปลี่ยน (Transformation) ไปนั้น เป็นสิ่งที่ดีหรือไม่ดีหรือทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าขึ้นหรือไม่เพียงใด เป็นต้น

หลักสำคัญที่ควรคำนึงในการสอนตามแนวคิดของบรูเนอร์ อาจสรุปได้ 4 ประการใหญ่ๆ คือ

1. ครูจะต้องยอมรับว่าในการสอนจะต้องมีวิธีการจูงใจผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่อยากเรียนหรือพอใจที่จะเรียนในสถานการณ์นั้นๆ
2. ครูจะต้องพยายามจัดระเบียบรูปร่างหรือโครงสร้างของเนื้อหาวิชาให้เป็นระเบียบ ให้ความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน เพื่อจะให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะประเภท หรือเกิดความคิดรวบยอดได้ดีที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนการสอนควรจะให้สอดคล้องกับหลักพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก เด็กเล็กๆ ควรจะได้รับการสอนในสิ่งที่ เป็นรูปธรรม ต่อมาจึงค่อยๆ ขยายความคิดรวบยอดนั้นให้เกี่ยวกับนามธรรมมากขึ้น
4. ควรจะมีการเสริมแรง (Reinforcement) ในขณะที่สอน เพราะการเสริมแรงจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และการเรียนรู้ของผู้เรียน

นุตริยา จิตดารมย์ (2548: 34) การนำทฤษฎีการสอนของบรูเนอร์ไปประยุกต์ใช้ทฤษฎีนี้ให้แนวคิดที่เราจะเรียนรู้ได้ดี หากสิ่งที่เรียนนั้นมีความหมายและถูกจัดให้มีโครงสร้างที่เหมาะสม ผู้สอนจึงอาจช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้นโดย

1. ผู้สอนควรใช้คำถามหลาย ๆ ประเภทในการทดสอบ และในการทบทวนความรู้ที่เรียนไปแล้ว เพื่อจะได้ลดทอนการเรียนรู้โดยอาศัยความจำลง
2. ก่อนหน้าที่จะสอนบทเรียนใหม่จำเป็นที่ผู้สอนต้องทราบถึงสิ่งที่ผู้เรียนมีติดตัวมาก่อน เพราะผู้เรียนจะเชื่อมโยงทั้งสองสิ่งเข้าด้วยกัน



3. ให้นักเรียนโดยที่งานนั้น ต้องให้ผู้เรียนได้เรียบเรียงลำดับความคิด และข้อมูลข่าวสาร ในการทำ เช่น การเขียนเค้าโครงเรียงความ การตอบคำถามที่มีลักษณะของการบรรยาย โดยผู้สอนจะ ตรวจสอบลำดับการจัดเรียงความคิดและข้อมูลอธิบายหรือแก้ไขให้ผู้เรียนเข้าใจชัดเจน

4. สำหรับการเรียนรู้ที่ค่อนข้างซับซ้อนเป็นนามธรรม และผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนผู้สอน ควรใช้การเรียบเรียงแบบก้าวหน้าเข้าช่วยซึ่งเป็นการจัดระบบสิ่งที่จะเรียนไว้ล่วงหน้า และเรียงตามมโนทัศน์ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจ

5. เตรียมแผนการเรียนการสอนตลอดหน่วยหรือรายวิชาเพื่อสะดวกในการเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องสอนในช่วงต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

6. ให้ผู้เรียนได้แสดงการเรียนรู้ของตนออกมาด้วยภาษากาย คำ และภาษาท่าทาง

7. กระตุ้นผู้เรียนให้รู้จักจัดจำแนกประเภทสิ่งที่เรียนให้อยู่ในกลุ่ม ทั้งสิ่งที่คล้ายกันและ ต่างกัน

อัมพร ม้าคนอง (2547: 9-10) กล่าวว่า แนวคิดของบรูเนอร์ที่นับว่ามีประโยชน์มากต่อการศึกษาคณิตศาสตร์ คือ แนวคิดที่กล่าวว่ามนุษย์สามารถคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์เฉพาะใด ๆ ได้ใน 3 ขั้น คือ ขั้นการกระทำ (Enactive mode) ขั้นจินตนาการ (Iconic mode) และขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic mode) ซึ่งแนวคิดนี้ถูกแปลความหมายและนำไปใช้อย่างกว้างขวางในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นการกระทำ (Enactive mode) กิจกรรมคณิตศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับการให้เด็กได้รับประสบการณ์ตรงจากการสัมผัสกับสื่อและวัตถุจริง ในขั้นจินตนาการ (Iconic mode) ครูอาจใช้สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง เช่น फिल्म รูปภาพ แผนภาพ ที่นักเรียนสามารถมองเห็นด้วยตา สำหรับในขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic mode) เป็นระดับที่ผู้เรียนจะสามารถใช้สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมแทนสิ่งที่เป็นวัตถุจริง จะเห็นว่าแนวคิดของการเรียนรู้ 3 ระดับนั้นเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรม แต่ต้องการให้เด็กเข้าใจความหมายและที่มาของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่าง ของการสอนในทางคณิตศาสตร์ เช่น ต้องการให้นักเรียนทราบว่า  $6 \div 3 = 2$  ในขั้นแรก อาจใช้ทอฟฟี่ 6 เม็ด จัดเป็น 3 กอง กองละ 2 เม็ด ซึ่งเป็นขั้น Enactive จากนั้น ให้นักเรียนเขียนหรือวาดเป็นภาพของทอฟฟี่ 3 กอง กองละ 2 เม็ด ซึ่งเป็นขั้น Iconic และในขั้นสุดท้ายคือ Symbolic นักเรียนควรต้องเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ว่า  $6 \div 3 = 2$  ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจสัญลักษณ์ว่าหมายถึง การแบ่งของ 6 ชิ้น ออกเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน จะได้ส่วนละ 2 ชิ้น อย่างไรก็ตามบรูเนอร์เห็นว่า ความพร้อมที่จะเรียนขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งสอดคล้องกับงานของเพียเจต์ที่กล่าวว่า สิ่งสำคัญที่สุดของการสอนมโนทัศน์พื้นฐานคือการช่วยเหลือให้เด็กสามารถพัฒนาจากการคิดเชิงรูปธรรมไปสู่การคิดที่ต้องใช้ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์มากขึ้น บรูเนอร์จึงเสนอแนะว่าความพร้อมขึ้นอยู่กับ การผสมผสานของวิธีเรียนรู้ทั้ง 3 ขั้นมากกว่าการรอคอยให้เด็กพัฒนาความสามารถที่จะเรียนได้เอง

นุตริยา จิตตารมย์ (2548: 36) ได้กล่าวว่า ในการวิจัยใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) ในขั้นที่ 2 การแปลง

ข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในแบบรูปภาพ หรือสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริงแสดงความหมายของโจทย์สอดคล้องกับขั้นการกระทำ (Enactive mode) ของขั้นการเรียนรู้ทฤษฎีของบรูเนอร์ การใช้สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมายสอดคล้องกับขั้นจินตนาการ (Iconic mode) ของขั้นการเรียนรู้ทฤษฎีของบรูเนอร์ และการใช้สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิตสอดคล้องกับขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic mode) ของขั้นการเรียนรู้ทฤษฎีของบรูเนอร์

แนวคิดการสอนงาน (มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. 2557: ออนไลน์) การสอนงานคล้ายกับการฝึกฝนนักกีฬาซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้นักกีฬาสามารถเล่นกีฬาได้เต็มความสามารถ เดิมทีนั้นผู้ฝึกจะชี้แนวทางและสอนแนะวิธีการเล่นให้อย่างต่อเนื่อง แต่ปัจจุบันนอกจากการสอนแนะแล้ว ผู้ฝึกจะช่วยให้นักกีฬาวិเคราะห์ว่าตนเองจะเล่นได้ดีที่สุดในสภาวะแวดล้อมอย่างไร และถ้าจะเล่นให้ได้ดีที่ที่สุดอย่างนั้นทุกครั้ง จะมีอะไรเป็นอุปสรรคบ้าง เพื่อหาทางขจัดให้หมดไป ในทำนองเดียวกัน

ผู้บังคับบัญชาที่สอนงานผู้ใต้บังคับบัญชาจะช่วยให้ผู้ถูกสอนสามารถสะท้อนภาพการปฏิบัติงานของตนเองตระหนักว่าตนเองกำลังทำงานอะไรอยู่ และมีวิธีทำอย่างไร เพื่อเรียนรู้จากการปฏิบัติงานเหล่านั้น ขณะเดียวกันผู้สอนงานจะให้ข้อมูลความรู้ที่จำเป็นซึ่งผู้สอนยังขาดอยู่การสอนงานที่มีประสิทธิภาพไม่เพียงขึ้นอยู่กับทักษะของผู้สอนและความสามารถในการรับ (Receptiveness) ของผู้ถูกสอนเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบแวดล้อมของการสอนงานด้วย เช่น ความชัดเจนในเกณฑ์ตัดสินความสำเร็จ ประสิทธิภาพของการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นต้น ถ้าการสอนมีประสิทธิภาพจะช่วยให้สภาพแวดล้อมการทำงานดีด้วย การพูดคุยสนทนาระหว่างการสอนงานจะช่วยให้ข้อมูลย้อนกลับกันอย่างสม่ำเสมอ และเปิดโอกาสให้ต้องคิดถึงมาตรฐานและเกณฑ์ในการนำไปสู่ความสำเร็จในขณะปฏิบัติงาน การสอนงานที่มีประสิทธิภาพจะสัมพันธ์กับบรรยากาศของการเรียนรู้ซึ่งทั้งสองประการนี้จะสนับสนุนซึ่งกันและกัน

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน เป็นกระบวนการที่เป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้คำถาม (Learning to Question) คือ การเรียนรู้โดยที่ผู้สอนสร้างสถานการณ์สมมติ โจทย์ปัญหา หรือคำถามกระตุ้นความคิด เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดได้

ขั้นที่ 2 การวางแผน (Devising a plan) สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยการสืบค้น (Learning to Search) คือ การเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นสถานการณ์สมมติ โจทย์ปัญหา หรือคำถามจากผู้สอน แล้วผู้เรียนได้เริ่มกระบวนการสืบเสาะการหาคำตอบจากแหล่งความรู้หรือจากฐานความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงแล้วเพื่อให้ได้คำตอบ

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้ (Learning to Construct) คือ การเรียนรู้โดยการผ่านกระบวนการสืบเสาะข้อมูลเพื่อแก้โจทย์ปัญหาหรือหาคำตอบ แล้วผู้เรียนได้ประมวลข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นองค์ความรู้ใหม่กับตัวผู้เรียนเองและสอดคล้องกับการเรียนรู้โดยการสื่อสาร (Learning to Communicate) คือ ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ที่สร้างขึ้นมาเอง หรือความรู้ที่เคยได้เรียนมา พูดสรุป อธิบาย เขียนวิธีการแก้ปัญหา เป็นภาษาทางคณิตศาสตร์ได้

ขั้นที่ 4 การตรวจย้อนกลับ (Looking back) สอดคล้องกับการเรียนรู้ในการนำไปใช้ (Learning to Serve) คือ ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่มีอยู่เดิมไปแก้ปัญหา หรือนำองค์ความรู้ใหม่ไปสร้างโจทย์ สร้างสถานการณ์สมมติที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

### 1.3 ขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นและกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 กิจกรรม(มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 2557: ออนไลน์)

#### 1. Learning to Question

- 1) นำข่าว กรณีตัวอย่าง ประสบการณ์จริง เพลง เกม รูปภาพ แผนผัง แผนภูมิ ฯลฯ ที่เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ เพื่อศึกษา รายละเอียดของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- 2) ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษาว่าเป็นสภาพปัญหา เป็นเรื่องปกติ หรือเป็นเรื่องของความดีความงาม หาสาเหตุที่มาของเรื่องราว สาเหตุหลัก สาเหตุรอง ผลที่เกิดขึ้น ผลดีผลเสีย ผลตรง ผลกระทบ ผลต่อส่วนบุคคล ต่อส่วนรวม เปรียบเทียบความเหมือน ความต่าง เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลด้านต่างๆ สรุปลักษณะสำคัญ
- 3) ช่วยกันสรุปว่าจะเรียนรู้ร่วมกันเรื่องอะไรมีความสำคัญคุณค่า ประโยชน์ ต่อตัวผู้เรียน ครอบครัว สังคมประเทศชาติอย่างไร

#### 2. Learning to Search

- 1) ช่วยกันกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ชัดเจนว่าเรียนรู้เพื่ออะไร ทำไมต้องเรียนรู้ รู้แล้วได้อะไรและร่วมกันเสนอขอบเขต วิธีการ แนวทางการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์ โดยเสนอประเด็นรายการเนื้อหาย่อยที่จะเรียนรู้ เสนอวิธีการหาความรู้ แหล่งข้อมูลการเรียนรู้ วิธีการบันทึกผลการเรียนรู้ และสรุปรายงานผลการเรียนรู้ตามความถนัดความสนใจ วิธีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสมกับตนเอง
- 2) ร่วมกันอธิบายและรับฟังแผนการ แนวทางการเรียนรู้ และเหตุผลของกันและกัน

3) ร่วมกันอภิปราย วิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย จุดอ่อน จุดแข็ง ข้อจำกัดและลักษณะร่วมของแผนการ แนวทางการเรียนรู้ของสมาชิกทุกคน เพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

4) ตัดสินใจร่วมกันเลือกแผนการ แนวทางการเรียนรู้ที่คิดว่าเหมาะสมที่สุด วิเคราะห์งาน จัดแบ่งหน้าที่ ความรับผิดชอบในการเรียนรู้ให้กับสมาชิกทุกคน แล้วร่วมกันสร้างเครื่องมือบันทึกข้อมูล การเรียนรู้และประเมินผล

5) ลงมือศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล ทดลองร่วมกันตามแผนที่วางไว้

### 3. Learning to Construct

1) บันทึกข้อค้นพบ ข้อมูลกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการทำงาน ข้อจำกัด ปัญหา อุปสรรค

2) ร่วมกันประเมินและปรับปรุงในระหว่างกระบวนการเรียนรู้

3) นำข้อค้นพบ ข้อมูล ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ศึกษารวบรวมข้อมูล ศึกษาทดลอง ฯลฯ ของตนมาตรวจสอบประเมิน ค่าความน่าเชื่อถือ ความถูกต้อง ความสมบูรณ์ถูกต้อง และหาข้อมูลเพิ่มเติม กรณีที่จำเป็น

### 4. Learning to Communicate

1) ผลัดกันนำเสนอข้อค้นพบ ข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้ แล้วร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็น วิเคราะห์วิจารณ์อย่างกว้างขวางเพื่อจำแนกรายละเอียด เปรียบเทียบ จัดลำดับ หารายละเอียดร่วม จัดกลุ่ม วิเคราะห์ข้อดีข้อเสีย หาเหตุผล เชื่อมโยงความสัมพันธ์ กำหนดคุณค่าความสำคัญ เรียบเรียงสร้างข้อสรุป

2) ร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้ กำหนดเป็นความคิดรวบยอด ความรู้ แนวคิด ข้อปฏิบัติ ด้วยสำนวนภาษาของตนเอง รวมทั้งสรุปขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

### 5. Learning to Serve

1) ร่วมกันจัดทำชิ้นงานโดยนำความรู้แนวคิด ข้อปฏิบัติของผู้เรียนที่ได้ค้นพบมานำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ตามความสนใจ รวมทั้งบอกเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ แสดงความรู้สึกรู้สึกที่มีต่องานและกระบวนการทำงาน

2) นำชิ้นงานมาแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และประเมินชิ้นงานซึ่งกันและกัน วางแผนการศึกษาต่อเนื่องในเรื่องที่ตนสนใจนอกเวลาเรียนในรูปแบบโครงการ

#### 1.3.1 บทบาทหน้าที่ของผู้เป็น Coach

ผู้เป็น Coach ควรเป็นผู้รักการอ่าน รักการแสวงหาความรู้ และเป็นผู้ชวนหาข้อมูลความรู้ใหม่ ๆ อยู่ตลอดเวลา รวมทั้งแสวงหาประสบการณ์ใหม่ จากการเข้ากลุ่มหรือสมาคมต่าง ๆ เพื่อจะได้นำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาทำหน้าที่บทบาท นักฝึกอบรม นักพัฒนา/นักเปลี่ยนแปลง ผู้ให้คำปรึกษา นักจิตวิทยา นักแก้ไขปัญหา นักวาดคะเนน นักคิด/นักประดิษฐ์ และนักปฏิบัติ บทบาทดังกล่าว



จะแสดงออกในบทบาทใดนั้น ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่แตกต่างกันไป ซึ่งบางครั้งอาจแสดงบทบาทเดียว หรือแสดงมากกว่าหนึ่งบทบาท เรียกว่า บทบาทผสมผสาน (Mixed Roles)

### 1.3.2 ลักษณะนิสัยของผู้ที่เป็น Coach

ไม่ว่าผู้เป็น Coach จะสวมบทบาทใดก็ตาม จะต้องอยู่บนพื้นฐานของลักษณะนิสัยที่ดี เป็นที่ยอมรับของลูกน้อง ลักษณะนิสัยที่ดี ได้แก่ การยอมรับความจริง, เห็นอกเห็นใจ, มองโลกในแง่ดี, กระตือรือร้น, ชอบให้ออกาส, ยืดหยุ่น, มั่นใจในตัวเอง, กล้ารับผิดชอบและรับชอบและมองไปข้างหน้า ควรหลีกเลี่ยงลักษณะนิสัยที่ไม่ดี ได้แก่ การไม่ไว้วางใจ, ขี้ระแวง, เอาแต่ใจ, ถือตัว, ชอบเปรียบเทียบ, รอไม่ได้, ไม่มั่นใจในตนเอง, ไม่หวังดี และไม่รีบร้อน

### 1.3.3 แนวทาง หลักปฏิบัติและวิธีการในการเป็น Coach

การสอนงานจะเกิดขึ้นได้ ผู้สอนงานและผู้ถูกสอนงานต้องมีความพร้อมด้วยกันทั้ง 2 ฝ่าย โดยไม่จำกัดว่าจะต้องเป็นเวลาใดที่แน่นอน เกิดขึ้นได้ทุกเมื่อทุกเวลา ความพร้อม ได้แก่

1. เรื่องเวลา ควรกำหนดเวลาให้พอดีกับเนื้อหาที่ต้องการจะสอนและถ่ายทอดได้อย่างมีระบบและมีเหตุผล

2. อารมณ์ ควรมีสภาพจิตใจหรือสภาวะอารมณ์ปกติ พร้อมทั้งจะถ่ายทอดข้อมูล
3. สุขภาพร่างกาย เพราะการมีสภาพร่างกายที่พร้อมจะส่งผลต่อไปยังจิตใจ / ความคิด

#### 4. ข้อมูล เกี่ยวกับ

- 4.1 เนื้อหา / ขอบเขตงานที่ต้องรับผิดชอบ
- 4.2 ผังโครงสร้างองค์กร วิสัยทัศน์ นโยบายต่างๆ ขององค์กร
- 4.3 คู่แข่งขันและกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย
- 4.4 ข้อมูลเกี่ยวกับลูกน้องตนเอง

5. สถานที่ พิจารณาถึงจำนวนของผู้สอนและผู้รับการสอนและลักษณะอุปกรณ์ที่จะนำมา  
สาธิต

6. อุปกรณ์เครื่องมือ ควรมีการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของอุปกรณ์ / เครื่องมือ  
ว่าสามารถใช้งาน / ทำงานได้ตลอดเวลาที่ทำการสาธิต

7. เข้าใจจิตวิทยาการเรียนรู้ของลูกน้องที่เป็นผู้ใหญ่ด้วยว่า เขาจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อไหร่ เช่น เขาอยากเรียนรู้ได้ดีเมื่อเขาอยากเรียนหรือทำให้เขารู้ว่าถูกคาดหวังอะไร หรือเมื่อได้เอาสิ่งที่ได้เรียนรู้ไป  
ใช้ได้จริงและได้ผล

8. ความพร้อมของผู้สอนงานกับผู้ถูกสอนงาน ย่อมมีส่วนผลักดัน ส่งเสริมและสนับสนุนให้  
การสอนงานของหัวหน้าประสบผลสำเร็จ

### 1.3.4 รูปแบบของการเรียนรู้และการรับรู้ของลูกน้อง

การเรียนรู้ของแต่ละคนจะมีขีดจำกัดตามระยะเวลาที่กำหนด การกำหนดระยะเวลาที่

พอประมาณ เหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไป ย่อมจะทำให้ลูกน้องสามารถรับรู้และเรียนรู้ในสิ่งที่หัวหน้างานสอนหรือถ่ายทอดได้ดีกว่า เวลาที่เหมาะสมประมาณหนึ่งถึงหนึ่งชั่วโมงครึ่ง น่าจะเพียงพอ หากจำเป็นต้องใช้ระยะเวลานาน ควรจัดให้มีเวลาพักสมอง (Break) เพื่อให้ลูกน้องมีโอกาสได้หยุดทบทวนความคิดและข้อมูลที่หัวหน้างานได้สอนไปแล้ว

การวิเคราะห์และเลือกวิธีการหรือเทคนิคในการสอนงานให้เหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อให้การทำงานบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ถูกกำหนดขึ้น ตลอดจนการให้คำแนะนำถึงแหล่งข้อมูลที่ควรติดตาม และการเปิดใจและเต็มใจที่จะตอบข้อซักถามต่าง ๆ ให้แก่ลูกน้อง ไม่แสดงสีหน้ารำคาญหรือต่อว่า เมื่อลูกน้องพยายามคิดหาทางพัฒนาและปรับปรุงระบบหรือกระบวนการทำงานให้รวดเร็วสะดวก และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และร่วมกันรับผลลัพธ์ที่ออกมาไม่ว่าผลลัพธ์นั้นจะออกมาดีหรือไม่ดีก็ตาม

### 1.3.5 การสอนงานที่ไม่บรรลุผลสำเร็จ ดังนี้

1) การจัดสภาพแวดล้อม เนื่องจากสถานที่ที่ใช้สำหรับการสอนงานลูกน้องอาจจะกว้างหรือเล็กเกินไป บรรยากาศในห้องประชุมอาจดูเป็นทางการ หรือเป็นกันเองมากจนเกินไป หรือห้องประชุมมีเสียงรบกวนที่ดังขึ้นมา จนทำลายสมาธิของผู้สอนและผู้รับการสอน

2) การจัดหาอุปกรณ์หรือเครื่องมือ เนื่องจากไม่สามารถจัดหาและจัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ หรือมีไม่พร้อมในระหว่างการสอนงาน หรือไม่สามารถหาวิธีการใช้อุปกรณ์ / เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับเรื่องตนเองสอนได้

3) งบประมาณ เนื่องจากองค์กรไม่ได้ให้ความสำคัญที่จะพัฒนาหัวหน้างานให้เกิดความรู้ และทักษะในการสอนงาน โดยไม่ได้จัดสรรงบประมาณเพื่อการนี้ไว้โดยเฉพาะ

4) ตัวผู้สอน หรือหัวหน้างาน โดยมีสาเหตุจากหลากหลายปัจจัย ดังนี้

4.1 หัวหน้างานขาดความรู้และไม่เข้าใจในเนื้อหาที่จะสอน

4.2 สภาวะไม่เอื้ออำนวย เช่น ไม่สามารถควบคุมเวลาในการสอนงานได้

4.3 ขาดทักษะของการสื่อสารและวิธีการถ่ายทอดให้ลูกน้องเข้าใจ

4.4 ขาดประสบการณ์ความรู้ของ Coach ไม่มีหรือมีไม่ตรงกับสิ่งที่ลูกน้องต้องการหรืออาจจะไม่มีการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของลูกน้องว่าขาดทักษะความรู้อะไร

4.5 เข้าใจผิดคิดว่าตนเองกำลังสอนงานลูกน้องอยู่

4.6 ไม่เห็นความจำเป็นของการสอนงานลูกน้อง

4.7 Coach ไม่ได้เป็นตัวอย่างที่ดี

4.8 หงุดหงิดหรือแสดงสีหน้าไม่พอใจ หากลูกน้องมีคำถามหรือต้องสงสัย

4.9 ขาดความพร้อมในด้านสุขภาพกายหรือสุขภาพใจขณะที่สอนงาน

4.10 วัฒนธรรมองค์กรไม่เอื้อและไม่ได้รับการส่งเสริมจากผู้บังคับบัญชา

นอกจากหัวหน้างานเป็นส่วนหนึ่งของการสอนงานที่ไม่ประสบผลสำเร็จแล้ว พบว่าลูกน้องอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การสอนงานประสบความล้มเหลว ลูกน้องจำพวกนี้มักจะหลีกเลี่ยงหรือปฏิเสธ

ไม่ยอมทำตามที่หัวหน้าสอน ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากไม่มีเป้าหมายในการทำงาน หรือไม่สนใจที่จะพัฒนาตนเอง กลัวการเปลี่ยนแปลง ไม่พร้อมที่จะรับฟัง หรือขาดความเคารพ ศรัทธาหัวหน้างาน และอาจมี Coach มากเกินไป ทำให้มีหลายแนวทางทำให้ลูกน้องเกิดความสับสน ดังนั้น หัวหน้างานและลูกน้องจึงมีส่วนมากต่อการสนับสนุนให้การสอนงานประสบความสำเร็จ

### 1.3.6 การจัดระบบ Coaching ในองค์กรเป็นรูปธรรมชัดเจน

- 1) กำหนดให้ระบบ Coaching เป็นนโยบายขององค์กร
- 2) สร้างสภาพแวดล้อมและบรรยากาศขององค์กรให้มี Trust (ความไว้วางใจ) โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างที่หัวหน้างานกับผู้ใต้บังคับบัญชา
- 3) กำหนดใน Job Description ของระดับหัวหน้างานขึ้นไปในเรื่องการทำหน้าที่เป็น Coach
- 4) กำหนดเรื่องการ Coaching เป็นหนึ่งในเป้าหมายประจำปีของระดับหัวหน้างานขึ้นไป โดยมีการวัด KPI (Key Performance Index)
- 5) เชื่อมโยงผลการทำ Coaching สู่ระบบ Performance Management และระบบจ่ายค่าตอบแทน

6) กำหนดและสร้าง / ฝึก วัฒนธรรมองค์กรให้เป็นวัฒนธรรมของการเรียนรู้ (Learning Culture) ซึ่งมีทั้ง Learning by doing เรียนรู้โดยการลงมือทำ Learning by Teaching เรียนรู้โดยการถ่ายทอด และ Learning by Sharing เรียนรู้โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน เพื่อจะได้เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้มากับประสบการณ์ชีวิตส่วนตัว นำมาถ่ายทอด เพื่อสอนให้เรามีการติดต่อสื่อสารที่รับรู้จักเรียบเรียงเตรียมคำพูดก่อนหลัง จากที่ไม่กล้าทำให้กล้าและมั่นใจมากขึ้น ทำให้ได้ใจ ได้ใจ ได้ให้ได้เสียสละ ได้ปฏิสัมพันธ์กันเกิดความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ผู้คนในองค์กรรักกันมากขึ้นและนำไปสู่การไว้วางใจกัน เกิดเป็นวัฒนธรรมการเรียนรู้ร่วมกันตามเป้าหมายที่วางไว้

### 1.3.7 บทบาทหน้าที่ของ Mentor

ในองค์กรแห่งการเรียนรู้ซึ่งทุกคนต้องเรียนรู้ไปพร้อมกันเป็นทีม นั้น Mentoring แบบกลุ่มมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้พัฒนาบุคคลในองค์กรได้ดี โดย Mentor หรือ Learning Leader จะทำหน้าที่ ดังนี้

1. Guide เป็นผู้คอยชี้ช่องทางแก่กลุ่ม Mentee และคอยเตือนให้ระมัดระวังจุดอันตราย แต่จะไม่เป็นผู้ตัดสินใจเลือกทางให้ จะช่วยให้กลุ่มมองเห็นภาพพจน์ขององค์กรในอนาคต เพื่อกลุ่มย้อนไปดูว่าการที่เขาก้าวหน้าในงานขึ้นมาจนอยู่ในตำแหน่งปัจจุบัน เขาได้ใช้ทักษะ วิธีการและพฤติกรรมที่ดีหรือไม่ดีอย่างไรบ้าง นอกจากนี้ยังคอยตั้งคำถามที่กระตุ้นให้กลุ่มหาคำตอบซึ่งจะทำให้กลุ่มสามารถมองเห็นกลยุทธ์และเทคนิคใหม่ ๆ ที่จะนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ การเรียนรู้ Mentee ไม่ได้เรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองเท่านั้น แต่จะเรียนรู้จากประสบการณ์ของ Mentee อื่น ๆ ในกลุ่ม

2. Ally เป็นพันธมิตรที่คอยให้ข้อมูลแก่ Mentee แต่ละคนในกลุ่มว่า บุคคลนอกกลุ่ม เขามองจุดอ่อน จุดแข็งของ Mentee แต่ละคนอย่างไร หาก Mentee เล่าถึงปัญหาของตนก็จะฟังอย่าง ตั้งใจ เห็นอก เห็นใจ แล้วให้ข้อมูลความเห็นทั้งทางดีและทางไม่ดีอย่างตรงไปตรงมาและเป็นมิตร

3. Catalyst เป็นผู้กระตุ้นให้กลุ่มมองภาพวิสัยทัศน์ขององค์กรและอนาคตของตนเอง ชี้ให้เห็นว่าในอนาคตจะมีอะไรที่เป็นไปได้เกิดขึ้นบ้าง แทนการคาดการณ์ การมองภาพในอนาคตนั้นให้ มองออกไปนอกแฉวงการทำงานของแต่ละคนด้วย

4. Savvy Insider Mentor เป็นผู้ซึ่งอยู่ในหน่วยงานมานาน พอจะรู้อะไรต่าง ๆ ใน หน่วยงานประสบความสำเร็จได้อย่างไร รู้ลู่ทางว่าหาก Mentee ในกลุ่มแต่ละคนจะก้าวหน้า บรรลุ เป้าหมายที่กำหนดไว้จะต้องเดินไปทางไหน จะเป็นผู้ทำหน้าที่เชื่อมโยง Mentee กับบุคคลอื่นในองค์กรที่ สามารถช่วยให้ Mentee เกิดการเรียนรู้ได้

5. Advocate ในขณะที่กลุ่มเกิดการเรียนรู้นั้น สมาชิกจะเริ่มมองเห็นว่าตนเอง สามารถผลักดันความสำเร็จก้าวหน้าและพัฒนาแผนความก้าวหน้าได้ด้วยตนเอง Mentor จะทำหน้าที่ช่วย ให้ Mentee ได้มีโอกาสแสดงความสามารถให้เห็นเป็นประจักษ์แก่ผู้บังคับบัญชา (Visibility) เช่น เมื่อ Mentee เสนอโครงการปฏิบัติงานที่เห็นว่าดี ก็พยายามผลักดันให้โครงการนั้นได้รับอนุมัติให้ดำเนินการได้ เพื่อ Mentee จะได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถ

### 1.3.8 บทบาทหน้าที่ของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง (Stakeholders)

Mentoring แบบกลุ่มจะประสบความสำเร็จต่อเมื่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วมใน การดำเนินการด้วย เพราะ Mentoring ต้องผสมผสานกลมกลืนกับงานอื่น ๆ ขององค์กร ผู้มีส่วน เกี่ยวข้องที่สำคัญนอกเหนือจาก Mentor คือ Mentee ผู้บังคับบัญชาของ Mentee และผู้ปฏิบัติงานใน ฝ่ายบุคคลขององค์กรแต่ละฝ่ายต้องมีบทบาทหน้าที่ ดังนี้

1. Mentee ต้องมีบทบาทในเชิงรุก Mentee ใน Mentoring แบบกลุ่มจะมีบทบาท มากกว่าใน Mentoring แบบคู่ เพราะ Mentee ต้องช่วยกันสนับสนุนผลักดันกลุ่ม และร่วมกันคิดว่าจะใช้ ประโยชน์จากความรู้ของ Mentor ได้อย่างไร ต้องเป็นผู้กำหนดเป้าหมายของความก้าวหน้าในสายอาชีพ ของตนปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเพื่อการพัฒนา และพยายามเรียนรู้จากประสบการณ์ของซึ่งกันและ กัน แบ่งปันข้อมูลความรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่กันและกัน และโยที่ Mentor หรือ Group Leader ไม่ได้ ทำหน้าที่ประธานในการประชุม ฉะนั้น กลุ่ม Mentee ต้องรับผิดชอบสร้างประสบการณ์ที่จะช่วยให้ เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนั้นแล้วต้องชวนขวนขวายหาความรู้เพิ่มเติมโดยการศึกษาและฝึกอบรม

2. หัวหน้างาน ต้องได้รับการบอกกล่าวเกี่ยวกับการดำเนินการ Mentoring และ บางครั้งจะเข้าร่วมกิจกรรมด้วย หัวหน้างานต้องมีจิตใจเป็นนักพัฒนา เต็มใจจะมีส่วนร่วมในกิจกรรม เพราะเห็นว่าจะเป็นประโยชน์ต่องานที่รับผิดชอบ ต่อองค์กร และต่อตัว Mentee ซึ่งเป็นผู้ใต้บังคับบัญชา หัวหน้างานจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ และมอบหมายงานที่จะช่วยให้ผู้ใต้บังคับบัญชาได้มีโอกาสเรียนรู้

จากประสบการณ์การทำงาน ให้ข้อมูลความเห็นเกี่ยวกับจุดแข็งและจุดอ่อนของผู้ใต้บังคับบัญชา และเป็นตัวแบบที่ดีในการทำงาน ซึ่งผู้ใต้บังคับบัญชาสามารถยึดเป็นแบบอย่างในการปฏิบัติตนได้

3. ฝ่ายบุคคล ต้องเป็นผู้ริเริ่มให้เกิดวิธีการพัฒนาด้วย Mentoring ขึ้นในองค์กร จัดให้มีการให้ความรู้เกี่ยวกับ Mentoring แก่ Mentor และ Mentee และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง คัดเลือก Mentee จัดกลุ่มและคอยติดตามประเมินผลโครงการ ซึ่งควรประเมินทุก ๆ 6 เดือน

### 1.3.9 รูปแบบของ Mentoring

วิธีการ Mentoring ได้ริเริ่มมีขึ้นเมื่อประมาณ 20 ปีที่แล้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถสูงและใช้ในการพัฒนาหญิงให้สามารถก้าวสู่การเป็นผู้บริหารได้เท่าเทียมกับชาย แนวคิดนี้ยังคงอยู่ต่อมาจนถึงปัจจุบัน แต่ในสมัยก่อนรูปแบบของ Mentoring จะเป็นแบบคู่ คือ จับคู่กันระหว่าง Mentor 1 คน กับ Mentee 1 คน หรือ 2 คน ซึ่งปัจจุบันมีผู้เห็นว่าแบบคู่มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น หา Mentor ได้ไม่เพียงพอกับจำนวน Mentee เพราะ Mentor หายากและการที่ Mentee เรียนรู้จาก Mentor เพียงคนเดียวนั้นไม่เพียงพอ เนื่องจากการพัฒนาบุคคลนั้นต้องอาศัยเครือข่ายของกลุ่มคนที่มีความรู้ ประสบการณ์และแนวคิดที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งรวมถึงเครือข่ายในกลุ่มเพื่อนร่วมงานด้วยปัจจุบันจึงได้มีแนวความคิด Mentoring แบบกลุ่ม คือ Mentor 1 คน ต่อ Mentee 4-6 คน ไม่ว่าจะ

เป็นแบบใดก็ตาม การคัดเลือก Mentor จะเลือกจากผู้ที่มีระดับตำแหน่งสูงกว่า Mentee มีประสบการณ์สูงประสบความสำเร็จในการปฏิบัติงาน และสมัครใจจะเป็น Mentor ส่วนการคัดเลือก Mentee ก็จะถูกเลือกจากผู้มีความรู้ ความสามารถ มีศักยภาพและโอกาสที่จะเลื่อนระดับตำแหน่งสูงขึ้นเป็นผู้บริหาร

Mentor และ Mentee จะร่วมกันทำ Mentoring โดยการพบปะ ประชุม ปรึกษาหารือกันเป็นระยะ ๆ ปกติโครงการนี้จะกระทำต่อเนื่องเป็นเวลา 1-2 ปี

Mentoring แบบกลุ่มนี้ Mentor จะเป็นผู้นำให้เกิดการเรียนรู้ (Learning Leader) กลุ่มจะมีการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด กำหนดประเด็นการพัฒนา ให้คำแนะนำกันเป็นกลุ่ม วิธีนี้จะเป็นการพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมด้วย Mentoring จะกลายเป็นกลุ่มแห่งการเรียนรู้ (Learning Group) ซึ่งคล้ายกับ Learning Team ใน Learning Organization ของ Peter Senge ที่กล่าวว่า เมื่อทีมเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้ไม่เพียงก่อให้เกิดผลงานที่ดีขึ้นเท่านั้น แต่สมาชิกแต่ละคนในทีมก็เจริญก้าวหน้าเร็วขึ้นด้วย ในกลุ่มแห่งการเรียนรู้ Mentee ซึ่งเป็นสมาชิกของกลุ่มที่มีโอกาสเรียนรู้จากเพื่อนสมาชิกด้วยกันและจาก Mentor ด้วย

แนวคิดเกี่ยวกับกลุ่มเรียนรู้นั้นกำหนดให้ความรับผิดชอบในการนำและก่อให้เกิดการเรียนรู้กระจายไปยังสมาชิกทุกคน รวมทั้ง Mentor ด้วย แบบกลุ่มนี้จะถือได้ว่า Mentor หรือ Learning Leader เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มมากกว่าจะเป็นคนนอก แต่โดยที่ Mentor เป็นผู้มีประสบการณ์และความรู้ที่จะแบ่งปันได้มากกว่า Mentor จึงทำหน้าที่เป็นผู้นำของกลุ่มการเรียนรู้ โดยช่วยให้กลุ่มเข้าใจองค์กร ให้แนวทางแก่กลุ่มเพื่อสามารถวิเคราะห์ประสบการณ์ของตนเอง และช่วยให้กลุ่มกำหนดทิศทางของการ

พัฒนากระบวนการนี้จะช่วยให้ Mentee เรียนรู้ประสบการณ์และความรู้จาก Mentor ซึ่งมีกระบวนการที่แตกต่างจากตน Mentor จะช่วยให้กลุ่มประสบความสำเร็จ โดย

- ช่วยให้กลุ่มกำหนดประเด็นในการประชุมพบปะกัน
- ให้คำแนะนำหัวข้ออภิปราย และโครงการที่จะช่วยให้กลุ่มเรียนรู้เพิ่มขึ้น
- กระตุ้นให้กลุ่มแสดงความคิดเห็น
- ให้คำปรึกษาเมื่อกลุ่มต้องการ
- สนับสนุนโดยเชื่อมความสัมพันธ์ของบุคคลในกลุ่มกับบุคคลอื่นในองค์กร
- ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่สมาชิกในกลุ่มเป็นรายบุคคล

### 1.3.10 ประโยชน์ของการ Mentoring

- สร้างกลุ่มคนที่มีความสามารถ ศักยภาพ ได้เร็วกว่าพนักงานปกติ
- จูงใจพนักงานที่มีผลปฏิบัติงานดี และมีศักยภาพในการทำงานสูงให้คงอยู่กับ

หน่วยงาน

- กระตุ้นให้พนักงานสร้างผลงานมากขึ้น พร้อมทั้งทำงานหนักและท้าทายมากขึ้น
- สร้างบรรยากาศของการนำเสนอผลงานใหม่ ๆ หรือความคิดเห็นนอกกรอบมากขึ้น
- สร้างระบบการสื่อสารแบบสองช่องทาง (Two Way Communication) ระหว่าง

Mentor และ Mentee หัวหน้างานในฐานะ Mentor มีเวลาที่จะคิด วางแผน กำหนดนโยบายและวางกลยุทธ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของทีมได้มากขึ้น เนื่องจากได้มอบหมายส่วนหนึ่งให้ Mentee รับผิดชอบแล้ว

### 1.3.11 ความเหมือนและความแตกต่างของ Coaching และ Mentoring

Coaching หรือการสอนงาน และ Mentoring หรือการเป็นที่ปรึกษา มีความแตกต่างกันที่จุดเน้น กล่าวคือ การสอนงานนั้นผู้บังคับบัญชาจะสอนงานผู้ใต้บังคับบัญชาโดยตรงของคนที่เกี่ยวกับวิธีการทำงานในหน้าที่ปัจจุบัน และมีเป้าหมายระยะสั้นในขณะที่การเป็นที่ปรึกษานั้น ผู้ที่เป็น Mentor ไม่จำเป็นต้องเป็นผู้ใต้บังคับบัญชาโดยตรงของ Mentee และ Mentee อาจอยู่ในหน่วยงานเดียวกันหรือต่างหน่วยงานก็ได้หากช่วยพัฒนา Mentee ให้เจริญก้าวหน้าไปในสายอาชีพได้ ผู้เป็น Mentor มีอิสระ ที่จะกำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนา Mentee ในระยะยาว วิธีการดำเนินการได้กว้างขวางกว่า Coaching Mentoring จะมุ่งไปที่การพัฒนาสายอาชีพและจะเป็นการพัฒนา Mentee เพื่อให้เป็นผู้บริหารของหน่วยงานในระดับต่าง ๆ ต่อไป Coaching และ Mentoring อาจดำเนินการควบคู่กันไปได้ เพราะต่างก็เป็นกระบวนการพัฒนาตนเองที่องค์กรต้องเป็นผู้กำหนดขึ้นเช่นกันในช่วงปีที่ผ่านมา ระบบราชการไทยมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบริหารทรัพยากรบุคคลแนวใหม่ที่มุ่งเน้นการพัฒนา ทรัพยากรบุคคลในองค์กรให้เป็นผู้ที่มีความรู้รอบด้าน มิใช่เพียงรู้ลึกในงานด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว

ความรอบรู้รอบด้านที่ว่านี้ คือ การส่งเสริมให้มีการหมุนเวียนงาน (Job Rotation) ซึ่งข้อดีก็คือเปิดโอกาสให้คนในองค์กรได้เรียนรู้หาประสบการณ์จากงานใหม่ ๆ เปลี่ยนสภาพแวดล้อมการทำงานใหม่เป็นการกระตุ้นให้ได้พัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ อีกทั้งยังเป็นการเตรียมผู้นำในอนาคตที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับงานด้านต่าง ๆ ในองค์กร ซึ่งจะช่วยให้การบริหารงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนพัฒนาไปสู่ความเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) อย่างไรก็ตาม การหมุนเวียนงานอาจทำให้หลายคนเกิดความกังวลว่างานจะต้องเกิดการสะดุด ขาดความต่อเนื่อง เนื่องจากการทำงานต้องใช้เวลาในการสั่งสมความชำนาญ และโอกาสในการเรียนรู้งานใหม่ของแต่ละคนอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและวัฒนธรรมการทำงานของแต่ละหน่วยงานซึ่งยากจะคาดเดาได้ว่าการถ่ายทอดความรู้ที่จำเป็นในงานจะมีมากนักน้อยเพียงใด

การสอนงานหรือระบบพี่เลี้ยง จึงเป็นวิธีที่ช่วยปูพื้นฐานให้พนักงานใหม่ หรือผู้ที่เปลี่ยนไปทำงานในตำแหน่งใหม่ หลายคนอาจจะสับสนว่าการสอนกับระบบพี่เลี้ยงเหมือนกันเพราะใช้ทักษะเดียวกัน ได้แก่ ทักษะในการติดต่อสื่อสารและสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับบุคคลอื่น แต่แม้ว่าจะทั้งสองกระบวนการจะใช้ทักษะเดียวกัน แต่ก็มี ความแตกต่างกัน ซึ่งการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์และวัตถุประสงค์ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทรัพยากรบุคคลในองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุตามเป้าหมายได้ดียิ่งขึ้น

ผู้เขียนได้อ่านบทความเกี่ยวกับการสอนงานและระบบพี่เลี้ยงขององค์การด้านการบริหาร ทรัพยากรบุคคลหลายแห่งด้วยกัน ซึ่งบทความต่าง ๆ ได้กล่าวถึงลักษณะที่แตกต่างกันไว้กล่าวโดยสรุปคือ Coaching และ Mentoring เป็นเทคนิคในการพัฒนาการเรียนรู้ของบุคลากรในองค์กรที่ต้องการจะให้องค์กรเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ Coaching เป็นการสอนงานจากผู้บังคับบัญชาถึงผู้ใต้บังคับบัญชาโดยตรง ด้วยวิธีการให้คำแนะนำและสอนงานแบบสองทาง (Two Way Communication) เพื่อให้ผู้ใต้บังคับบัญชาสามารถทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมีประสิทธิภาพ และมีโอกาสได้พัฒนาศักยภาพของตนเองไปพร้อม ๆ กัน ส่วน Mentoring การเป็นพี่เลี้ยง เลือกจากผู้ที่มีความสามารถเป็นที่ยอมรับหรือเป็นผู้บริหารในหน่วยงานมาให้คำปรึกษาและแนะนำช่วยเหลือรุ่นน้องหรือผู้ที่อยู่ในระดับต่ำกว่าในเรื่องที่เป็นประโยชน์โดยตรงต่อการทำงานเพื่อให้มีศักยภาพสูงขึ้น ซึ่งอาจไม่เกี่ยวกับหน้าที่ในปัจจุบันโดยตรงก็ได้ อย่างไรก็ตามทั้ง Coaching และ Mentoring ต่างก็เป็นเทคนิคในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่จะทำให้งานผู้บังคับบัญชา ผู้ใต้บังคับบัญชาทำงานได้อย่างเต็มศักยภาพและองค์กรมีความพร้อมในการรับการเปลี่ยนแปลง มีผลการปฏิบัติงานเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ (มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 2557: ออนไลน์)

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการโดยใช้กระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับครูผู้สอน โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1. การเรียนรู้โดยใช้คำถาม (Learning to Question) คือ การเรียนรู้โดยที่ผู้สอนสร้างสถานการณ์สมมติ โจทย์ปัญหา หรือคำถามกระตุ้นความคิด เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดได้

1.2. การเรียนรู้โดยการสืบค้น (Learning to Search) คือ การเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นสถานการณ์สมมติ โจทย์ปัญหา หรือคำถามจากผู้สอน แล้วผู้เรียนได้เริ่มกระบวนการสืบเสาะการหาคำตอบจากแหล่งความรู้หรือจากฐานความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงแล้วเพื่อให้ได้คำตอบ

1.3. การเรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้ (Learning to Construct) คือ การเรียนรู้โดยการผ่านกระบวนการสืบเสาะข้อมูลเพื่อแก้โจทย์ปัญหาหรือหาคำตอบ แล้วผู้เรียนได้ประมวลข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นองค์ความรู้ใหม่กับตัวผู้เรียนเอง

1.4. การเรียนรู้โดยการสื่อสาร (Learning to Communicate) คือ ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ที่สร้างขึ้นมาเอง หรือความรู้ที่เคยได้เรียนมา พูดสรุป อธิบาย เขียนวิธีการแก้ปัญหา เป็นภาษาทางคณิตศาสตร์ได้

1.5. การเรียนรู้ในการนำไปใช้ (Learning to Serve) คือ ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่มีอยู่เดิมไปแก้ปัญหา หรือนำองค์ความรู้ใหม่ไปสร้างโจทย์ สร้างสถานการณ์สมมติที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

ในระหว่างที่ครูการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้น จะมีกระบวนการให้คำปรึกษาแนะนำเป็นการพบปะกันระหว่างผู้นิเทศกับครูผู้สอนอยู่ในรูปของการอบรมเชิงปฏิบัติการและผู้นิเทศเป็นที่เลี้ยงที่ให้คำปรึกษาและแนะนำช่วยเหลือครู ให้พัฒนาศักยภาพสูงขึ้น เพื่อสามารถจัดกิจกรรมเรียนรู้ได้อย่างมีคุณภาพ

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นและกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง  
Coaching and Mentoring

#### งานวิจัยต่างประเทศ

ฮัตทิงตัน (Huntington, 1995: 512-A) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และ สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือที่เรียกโดยใช้อักษร CSA ตามลำดับ ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเชิงพีชคณิตของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 3 คน ผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาถึงเกณฑ์ 100% และหลังการทดลอง 9 สัปดาห์ทำการทดสอบความคงทนในการเรียนพบว่านักเรียนยังสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่มีความยากง่ายระดับเดียวกันแต่มีโครงสร้างแตกต่างไปจากปัญหาเดิมด้วย

อัลซัพ (Alsup, 1996: 3038-A) ได้ศึกษาประสิทธิผลของการเรียนรู้เพื่อใช้ในการสอนตามแนวคิดตอบสตรีคตวิซิมของนักศึกษาคณิตศาสตร์ต่อความเข้าใจในแนวคิด เรื่อง เศษส่วน



ทศนิยม และร้อยละ กับความเครียดในการสอนคณิตศาสตร์และความมั่นใจในการสอนคณิตศาสตร์ของครูประถมศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยใช้เครื่องมือ 2 ชนิด คือ แบบประเมินความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ และแบบประเมินความมั่นใจในการสอนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีมาตรวัดความวิตกกังวลของนักศึกษา การวิเคราะห์เชิงปริมาณใช้ t-test ส่วนการวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดยการสัมภาษณ์และข้อมูลจากการสังเกตการสอนของนักศึกษาฝึกสอน ผลการศึกษาพบว่าการสอนภายใต้แนวคิดคอนสตรัคติวิซิมสามารถพัฒนาการเรียน เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละของนักศึกษาฝึกสอน ลดความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และช่วยให้นักศึกษาฝึกสอนมั่นใจที่จะสอนคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แมคซินี และราวดีโอ (Maccini; & Ruhl. 2000: 465-489) ได้ศึกษาผลการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือที่เรียกโดยใช้อักษร CSA ตามลำดับ และกลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาการลบจำนวนเต็มสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ที่มีความบกพร่องทางการเรียน มีอุปสรรคในการให้เหตุผลขั้นสูง และทักษะการแก้ปัญหา ที่มีต่อความสามารถในการแสดงความหมายและการหาคำตอบของปัญหาการลบจำนวนเต็ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 3 คน ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้ง 3 คนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ทำการทดสอบความคงทนของความสามารถในการหาคำตอบของปัญหา พบว่านักเรียนยังคงหาคำตอบของปัญหาได้อย่างถูกต้อง และ 1 สัปดาห์ต่อมาทำการทดสอบความคงทนของความสามารถในการแสดงความหมายของปัญหา ซึ่งนักเรียนยังคงแสดงความหมายของปัญหาได้อย่างถูกต้องเช่นกัน

แมคซินี และฮูส (Maccini; & Hughes. 2000: 10-21) ได้ศึกษาผลของการใช้กลวิธี STAR และการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือที่เรียกโดยใช้อักษร CSA ตามลำดับ สำหรับการแก้ปัญหาพีชคณิตขั้นต้นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ที่มีต่อความสามารถของการแสดงความหมายและการหาคำตอบของการแก้ปัญหาการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้จำนวน 6 คน จากนักเรียนจำนวน 170 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจำนวนเต็มของนักเรียนสูงขึ้น ในแต่ละลำดับการสอนนักเรียนใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาดังนี้ 1) ศึกษาทำความเข้าใจโจทย์ 2) แปลงข้อมูลจากโจทย์ภาษาไปสู่สมการ 3) ระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง 4) วาดรูปภาพแสดงความหมายของโจทย์ปัญหาได้ 5) เขียนสมการได้อย่างถูกต้องและ 6) ตอบคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ใกล้เคียงกับของเดิมอีกด้วย และหลังจากทดลองแล้ว 10 สัปดาห์ ได้ทำการวัดความคงทนในการเรียน ปรากฏว่านักเรียนยังสามารถแสดงความหมายของโจทย์และหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

บัตเลอร์ และคณะ (Butler; & et al. 2003: 99) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบโมทัศน์เรื่องเศษส่วนของนักเรียนเกรด 6, 7 และ 8 ที่มีความบกพร่องทางการเรียนโดยใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม

(Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Representational) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือที่เรียกโดยใช้อักษร CRA ตามลำดับ และใช้สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Representational) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือที่เรียกโดยใช้อักษร RA ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6, 7 และ 8 ที่มีความบกพร่องทางการเรียน อายุระหว่าง 11-15 ปี จำนวน 50 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ CRA จำนวน 26 คน และกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ RA จำนวน 24 คน กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนเนื้อหาเรื่องเศษส่วนทั้งหมด 10 บท โดยทั้งสองกลุ่มมีการจัดการเรียนการสอนแตกต่างกันในเนื้อหาบทที่ 1-3 กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ CRA ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริงในการเรียนการสอน ส่วนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ RA ใช้การวาดรูปภาพในการแสดงความหมาย ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มทำคะแนนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ CRA มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ RA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คอนเนา (Konold. 2005: 2949-A) ได้ศึกษาการแก้สมการพีชคณิตและแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Representational) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือที่เรียกโดยใช้อักษร CRA ตามลำดับ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ปกติและที่มีความบกพร่องทางการเรียน จำนวน 169 คน อายุ 11-19 ปี ซึ่งประกอบ ด้วยนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนจำนวน 61 คน และนักเรียนปกติ 108 คน การทดลองแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ CRA และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ นักเรียนทั้งสองกลุ่มเรียนเนื้อหาพีชคณิต

#### งานวิจัยในประเทศ

ไพจิตร สะดวกการ (2539: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับกลางได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นสูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนปกติที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำ

ชนเดช เกียรติมงคล (2549: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดศรีทธาธรรมที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กับวิธีสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้อของกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้อของกลุ่มควบคุมหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .01 ผลต่างของคะแนนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมหลังเรียนแบบ Matched Samples ได้ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การทดสอบค่า t-test for Independent Samples ของผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ผลสัมฤทธิ์ใกล้เคียงกัน

นิตยา ฉิมวงศ์ (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทิวพร สกฤษฐา (2552: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนชุมชนเทศบาล 3 (พินิจพิทยานุสรณ์) ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 75.25 และนักเรียนจำนวนร้อยละ 72.50 ของนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

เบญจมาศ อินทร์ฤทธิ์ (2556: ออนไลน์) การนิเทศการศึกษาด้วยกระบวนการสอนแนะ (Coaching) และพี่เลี้ยง (Mentoring) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูผู้สอนในโครงการยกระดับคุณภาพครูทั้งระบบตามศักยภาพโดยใช้กระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring ผลการวิจัยพบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูในโครงการยกระดับคุณภาพครูทั้งระบบตามศักยภาพโดยใช้กระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring ครูสอน โดยการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบครบถ้วนสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และระบุกิจกรรมการเรียนรู้ที่ละเอียดชัดเจน จัดกระบวนการเรียนการสอนตามแผนที่ออกแบบไว้ จัดการสอนในห้องเรียนปกติ โดยใช้เกม เพลง และสื่ออื่นๆ ประกอบในการนำเข้าสู่บทเรียนสอนโดยการเขียนแสดงให้นักเรียนดูประกอบกับการใช้คำถามให้นักเรียนตอบ ฟีกทักษะโดยใช้สื่อใบงาน ใบกิจกรรม และวัดประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การตรวจผลงาน และการทดสอบหลังเรียน ผลการนิเทศการศึกษาด้วยกระบวนการสอนแนะ (Coaching) และพี่เลี้ยง (Mentoring) ที่เกิดต่อครู ด้านความรู้ความเข้าใจ สื่อ/นวัตกรรมและกระบวนการเรียนการสอนครูมีความรู้ความเข้าใจการ

ออกแบบและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ การออกแบบสื่อ นวัตกรรม กระบวนการเรียนการสอน การวัด ประเมินผล มีการปรับกระบวนการเรียนการสอน และสามารถวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยและกำหนดวิธีการ พัฒนา ปรับปรุงงานได้ด้วยตนเอง ด้านเจตคติ/ความพึงพอใจ ครูมีการปรับเปลี่ยนความคิดเห็น ความสำคัญของการพัฒนา การเรียนการสอนมากขึ้น พึงพอใจโครงการและการนิเทศด้วยกระบวนการ สอนแนะ (Coaching) และพี่เลี้ยง (Mentoring) ต้องการให้มีต่อเนื่องและขยายผลไปยังครูคนอื่นๆ ใน โรงเรียน

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานี เขต 2 ร่วมกับคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2556: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยประเมินโครงการ “การพัฒนาครูผู้บริหาร สถานศึกษา และศึกษานิเทศก์ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานีเขต 2 โดยใช้ กระบวนการสร้าง ระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring” ในด้านบริบท ด้านปัจจัยนำเข้า ด้าน กระบวนการ และด้านผลลัพธ์ของโครงการ โดยในด้านนี้ได้ทำการประเมินใน 4 ด้าน คือ ด้านผลกระทบ ด้านประสิทธิผล ด้าน ความยั่งยืน และด้านการถ่ายทอดส่งต่อ พบว่า ผลที่ได้จากการดำเนินงานโครงการ ส่วนใหญ่ เป็นที่น่าพึงพอใจ โดยผู้เข้าร่วมโครงการส่วนใหญ่เห็นว่า ได้ประโยชน์หรือเกิดผลทางบวก มากกว่าทางลบ สำหรับการประเมินในด้านประสิทธิผล พบว่า ครูผู้บริหารสถานศึกษา และศึกษานิเทศก์ ส่วนใหญ่ เข้ารับการฝึกอบรมและพัฒนาตามระยะเวลาและมีผลงานเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดย ผลงานส่วนใหญ่มี คุณภาพอยู่ในระดับพอใช้ถึงดีเยี่ยม และเพื่อให้การดำเนินงานโครงการเป็นไปอย่าง ต่อเนื่อง มีการถ่ายทอด ส่งต่อและเกิดความยั่งยืน ทางสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาฯ จะนำรูปแบบหรือ กระบวนการดำเนินงาน โครงการในแต่ละกลุ่มไปดำเนินการต่อกับโรงเรียนในสังกัด

ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม (2557: 31-42) ผลการประเมินโครงการพัฒนาครูโดยใช้ กระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching & Mentoring สำนักงานเขตพื้นที่ศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ผลการประเมินกระบวนการดำเนินโครงการยกระดับคุณภาพครูทั้งระบบใน ภาพรวมมีความเหมาะสมใน ระดับมาก และ ประเมินผลการดำเนินงานของโครงการยกระดับคุณภาพครูทั้ง ระบบในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการอบรมสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นและกระบวนการสร้างระบบพี่ เลี้ยง Coaching and Mentoring เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-centered Approach) ซึ่งยึดหลัก การจัดการ เรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) อีกทั้งกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นจะทำให้เด็กมีผลสัมฤทธิ์ และกระบวนการคิดสูงขึ้น และกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring ทำให้ ครูผู้สอนเกิดความมั่นใจและพร้อมที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้ดียิ่งขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนมี ประสิทธิภาพการเรียนสูงสุด

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

### 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักวิชาการการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังต่อไปนี้ วิลสัน (Wilson. 1971: 648) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ว่าหมายถึง พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ซึ่งเป็นความสามารถด้านสติปัญญา ความรู้และความคิด รวมไปถึงพฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective Domain) อันได้แก่ ทัศนคติ ความรู้สึกซาบซึ้ง และความสนใจ

สำหรับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) วิลสัน (Wilson. 1971: 648-685) ได้แบ่งพฤติกรรมที่พัฒนามาจากกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) ไว้ 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถที่ระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลา

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว มาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ที่ง่าย คล้ายคลึงกับตัวอย่าง ซึ่งนักเรียนต้องไม่พบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนมากขึ้น แบ่งได้เป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concept) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น สามารถทำได้โดยใช้คำพูดของตนเองหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้โดยเขียนในรูปแบบใหม่ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นเพียงการวัดความจำเท่านั้น

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles, Rules, and Generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอา

หลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements From One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นรูปสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow a Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่มียาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาคำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณารวบรวมหรือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหา

อื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องการแยกโจทย์ปัญหา ออกพิจารณาเป็นส่วนๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns, Isomorphisms, and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัย พฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดการกระทำกับ ข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจาก โจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่ เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การ แก่โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อ แก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่า เป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้ สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็น มาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎี ต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการ แก้ปัญหา แทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้ว มาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถใน การพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยามทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วมาช่วย ในการแก้ปัญห

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) ความสามารถในการขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถใน การวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในการขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและ เข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยามหรือวิธีการทาง คณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to Formulate and Validate Generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่โดยให้ สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือ การถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

กูด (Good. 1973: 7) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่พัฒนามาจากการเรียนในสถานศึกษาโดยปกติวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้หรือจากแบบทดสอบหรืออาจรวมทั้งคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

สุนันท์ ศลโกสม (2525: 129) ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมและ ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝนอบรม หรือจากการสอน

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544: 23) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จความ สมหวังในด้านการเรียนรู้ รวมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมาย และผลของการ ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นจะทำให้แยกกลุ่มของนักเรียนที่ถูกประเมินออกเป็นระดับต่างๆ เช่น สูง กลางและต่ำ เป็นต้น

อัญชญา โพธิพลากร (2545: 93) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งประเมินได้จากการทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมด้าน ความรู้ความคิด (Cognitive Domain)

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียน ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และ ความคิด ดังที่วิลสัน (Wilson. 1971: 648-685) ได้จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) คือ ความสามารถที่ระลึกถึง ข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว สามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยาม ต่างๆ ได้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) คือ ความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็น ข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นรูปสมการ สามารถในการอ่านและเข้าใจ ข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วๆ ไป อ่านและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) คือ ความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียน ค้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือก กระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก

4. การวิเคราะห์ (Analysis) คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่ เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การ



แก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา

## 2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้วิจัย มีดังต่อไปนี้

เพรสคอตต์ (Prescott, 1961: 14-16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง

2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว

3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณีความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน

4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์ แครร์รอลล์ (Carroll, 1963: 723-733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการนำเอาครู นักเรียน และหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่า เวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

อัจฉรา สุขารมณ และอรพินทร์ ชูชม (2530: 11-40) ได้จำแนกองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นด้านๆ ดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบด้านปัญหาส่วนตัวของนักเรียน จำแนกเป็นส่วนย่อยดังนี้

- 1.1 ปัญหาส่วนตัวด้านสุขภาพร่างกาย
- 1.2 ปัญหาส่วนตัวด้านความสัมพันธ์ของบิดามารดา
- 1.3 ปัญหาส่วนตัวด้านความสัมพันธ์กับเพื่อน
- 1.4 ปัญหาส่วนตัวด้านสัมพันธ์กับครู
- 1.5 ปัญหาส่วนตัวด้านการปรับตัว
- 1.6 ปัญหาส่วนตัวด้านความรู้สึกลึกซึ้งเกี่ยวกับตนเอง

2. องค์ประกอบด้านการอบรมเลี้ยงดูของบิดามารดา ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระบบ

- 2.1 การอบรมเลี้ยงดูแบบมีเหตุผล
- 2.2 การอบรมเลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย
- 2.3 การอบรมเลี้ยงดูแบบเข้มงวดกวดขัน
3. องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน แบ่งเป็น 4 ด้าน
  - 3.1 ด้านความสัมพันธ์ในครอบครัว
  - 3.2 ด้านฐานะทางเศรษฐกิจของครอบครัว
  - 3.3 ด้านที่อยู่อาศัย
  - 3.4 ด้านความคาดหวังของบิดามารดา
4. องค์ประกอบด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ชญาณิชฐ์ พุกเถื่อน (2536: 16-17) กล่าวว่า ปัจจัยที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นั้นมีองค์ประกอบมากมายหลายลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

1. ด้านคุณลักษณะในการจัดระบบในโรงเรียน จะประกอบด้วย ขนาดโรงเรียนอัตราส่วนนักเรียนต่อครู อัตราส่วนนักเรียนต่อห้องเรียน และระยะทางจากโรงเรียนถึงสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอ/กิ่งอำเภอ
2. ด้านคุณลักษณะของครู จะประกอบด้วย อายุ วุฒิครู ประสบการณ์ของครู การฝึกอบรมของครู จำนวนวันลาของครู จำนวนคาบที่สอนในหนึ่งสัปดาห์ ความเอาใจใส่ในหน้าที่ที่ตนคติเกี่ยวกับนักเรียน ฯลฯ
3. ด้านคุณลักษณะของนักเรียน เช่น เพศ อายุ สติปัญญา การเรียนพิเศษ การได้รับความช่วยเหลือเกี่ยวกับการเรียน สมาชิกในครอบครัว ฐานะครอบครัว ความเอาใจใส่ในการเรียน ทศนคติเกี่ยวกับการเรียนการสอน การขาดเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น ฯลฯ
4. ด้านภูมิหลังทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยขนาดครอบครัว ภาษาที่พูดในบ้าน ถิ่นที่ตั้งบ้าน การมีสื่อทางการศึกษาต่างๆ ระดับการศึกษาของบิดามารดา ฯลฯ

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544: 25-26) กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีองค์ประกอบมากมายหลายอย่าง ดังต่อไปนี้ คือ

1. ด้านคุณลักษณะการจัดระบบในโรงเรียน ตัวแปรด้านนี้จะประกอบด้วยขนาดของโรงเรียน อัตราส่วนนักเรียนต่อครู อัตราส่วนของนักเรียนต่อห้องซึ่งตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
2. ด้านคุณลักษณะของครู ตัวแปรทางด้านคุณลักษณะของครูประกอบด้วยอายุ วุฒิครู ประสบการณ์ของครู การฝึกอบรมของครู จำนวนวันลาของครู จำนวนคาบที่สอนในหนึ่งสัปดาห์ของครู ความเอาใจใส่ในหน้าที่ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ล้วนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสิ้น

3. ด้านคุณลักษณะของนักเรียน ประกอบด้วยตัวแปรเกี่ยวกับตัวนักเรียน เช่น เพศ อายุ สติปัญญา การเรียนพิเศษ การได้รับความช่วยเหลือเกี่ยวกับการเรียน สมาชิกใน ครอบครัว ระดับ การศึกษาของบิดามารดา อาชีพของผู้ปกครอง ความพร้อมในเรื่องอุปกรณ์การเรียน ระยะทางไปเรียน การมีอาหารกลางวันรับประทาน ความเอาใจใส่ในการเรียน ทศนคติเกี่ยวกับการเรียนการสอน ฐานะทาง ครอบครัว การขาดเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น ตัวแปรเหล่านี้ก็มีความสัมพันธ์กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. ด้านภูมิหลังทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียน การศึกษาเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางเศรษฐกิจสังคม กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาใน ต่างประเทศซึ่งประกอบด้วย ขนาดครอบครัว ภาษาที่พูดในบ้าน ถิ่นที่ตั้งบ้าน การมีสื่อทางการศึกษา ต่างๆ ระดับการศึกษาของบิดามารดา ฯลฯ ผลการศึกษาค้นคว้าที่ผ่านมาพบว่ามีความสัมพันธ์กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (2545: 17-18) กล่าวถึง องค์ประกอบที่มีผลต่อ การเรียนคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ด้านสิ่งแวดล้อมที่บ้าน ได้แก่ การศึกษาของบิดามารดา อุปกรณ์ที่เอื้อต่อการเรียนของ นักเรียน เช่น จำนวนหนังสือที่นักเรียนมีในบ้าน การมีเครื่องคิดเลข และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บ้าน มี คะแนนแนวโน้มต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ในทางบวก กล่าวคือนักเรียนที่มีพ่อแม่จบ การศึกษาในระดับสูง มีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่พ่อแม่จบการศึกษาในระดับต่ำกว่า ใน ทำนองเดียวกันนักเรียนที่มีอุปกรณ์ที่เอื้อต่อการเรียน มีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ไม่มี อุปกรณ์ดังกล่าวที่บ้าน

2. ด้านกิจกรรมนอกเวลาเรียนของนักเรียน ซึ่งได้แก่ การใช้เวลาเรียนหรือทำการบ้านวิชา คณิตศาสตร์หลังเลิกเรียน และการดูโทรทัศน์หรือวีดิทัศน์ในแต่ละวัน มีแนวโน้มที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์วิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่แตกต่างกัน

3. ด้านเจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีเจตคติที่ดีมากหรือมีเจตคติใน ทางบวกอย่างมากต่อวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์สูง

4. ด้านวิธีสอนของครู วิธีสอนของครูที่ให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดคำนวณและกิจกรรมที่ใช้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทุกบทเรียน มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ทำเพียงบางบท

อัญญา โพธิ์พลากร (2545: 95) กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนคณิตศาสตร์ว่ามีองค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ด้านตัวนักเรียน เช่น สติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ เจตคติต่อการเรียน ด้าน ตัวครู เช่น คุณภาพของ ครู การจัดระบบ การบริหารของผู้บริหาร ด้านสังคม เช่น สภาพเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัวของ นักเรียน เป็นต้น แต่ปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก็คือ การสอนของครู นั่นเอง

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

1. ทางร่างกาย เช่น ปัญหาสุขภาพ พัฒนาการเจริญเติบโตทั้งร่างกายและสมอง  
บุคลิกภาพ
2. สภาพแวดล้อมครอบครัว เช่น การศึกษาของคนในครอบครัว การเลี้ยงดูของผู้ปกครอง  
ถิ่นที่ตั้งบ้าน สภาพเศรษฐกิจภายในครอบครัว
3. เจตคติของนักเรียนที่มีวิชาคณิตศาสตร์ ความเอาใจใส่ทางการเรียน ความพร้อมอุปกรณ์  
ในการเรียน การขาดเรียน ความสัมพันธ์กับบุคคลรอบข้าง
4. วิธีการสอนของครู วิธีการฝึกทักษะการคิดคำนวณและกิจกรรมในการเรียนการสอน  
ประสบการณ์การสอนของครู ความเอาใจใส่ในหน้าที่การสอน
5. กิจกรรมนอกเวลาเรียนของนักเรียน การบริหารเวลาว่างให้เป็นประโยชน์ของนักเรียน  
งานอดิเรกที่ฝึกทักษะต่างๆ
6. โรงเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการแข่งขันทางวิชาการพร้อมทั้งสนับสนุน อัตราส่วน  
ของครูและนักเรียนมีความเหมาะสมกัน

### 2.3 วิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2523: 13-15) ได้อธิบายถึงขั้นตอนการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย จุดมุ่งหมายในที่นี้หมายถึง จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน โดย  
ปกตินิยมกำหนดจุดมุ่งหมายตามแบบของบลูมและคณะ
2. เขียนจุดมุ่งหมายให้มีความชัดเจนและบ่งชี้แนวทางในการเขียนข้อคำถาม (Translating  
the Purpose into Operational Terms)
3. ทำการวิเคราะห์หลักสูตร ในขั้นนี้เป็นการนำจุดมุ่งหมายมาวิเคราะห์ประสานกับ  
เนื้อหาวิชา ซึ่งจะปรากฏผลออกมาในรูปของตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยผู้ออกข้อสอบจะใช้เป็นแนวทาง  
ในการเขียนข้อคำถามให้มีความครอบคลุมทั้งในด้านเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด
4. เขียนข้อคำถาม ในขั้นนี้ผู้ออกข้อสอบต้องเลือกชนิดของข้อสอบเสียก่อนว่าจะใช้ข้อสอบ  
อัตนัย หรือข้อสอบปรนัย ถ้าเป็นข้อสอบปรนัยจะเลือกแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด หรือแบบจับคู่ ฯลฯ  
จากนั้นจึงเขียนข้อคำถามตามเกณฑ์ของข้อสอบแต่ละแบบ เมื่อเขียนแล้วจะต้องทำการทบทวนด้วย เพื่อ  
ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง

5. ทดลองใช้และวิเคราะห์ ในขั้นนี้ผู้ออกข้อสอบจะนำข้อคำถามที่เขียนและทบทวนตาม

ข้อ 4. มารวบรวมเข้าเป็นตัวข้อสอบ แต่เนื่องจากยังไม่มีหลักประกันว่าแต่ละข้อคำถามจะมีคุณภาพเพียง

พที่จะนำไปใช้สอบได้หรือไม่ ผู้ออกข้อสอบจึงควรนำตัวข้อสอบที่รวบรวมได้แล้วนั้นไปทดลองสอบกับผู้เข้าสอบกลุ่มอื่นที่มีลักษณะเทียบเคียงกับผู้เข้าสอบที่จะให้สอบข้อสอบฉบับนั้นจริงๆ เสียก่อน

6. การจัดรวบรวมข้อสอบเพื่อนำไปสอบจริง เมื่อได้ทดลองข้อสอบแล้ว ก็ปรับปรุงและคัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพเข้าเป็นข้อสอบฉบับที่จะนำไปสอบจริงต่อไป

7. การเตรียมการและการจัดระเบียบข้อสอบ ในขั้นนี้ผู้ออกข้อสอบจะต้องกำหนดเรื่องต่างๆ เกี่ยวกับการดำเนินการสอบ เช่น ประกาศกำหนดวันสอบ กำหนดตัวกรรมการคุมสอบ ฯลฯ ระบุคำสั่ง กำหนดเวลาทำข้อสอบ ตลอดจนเกณฑ์การให้คะแนน

8. ประเมินคุณภาพของข้อสอบ ในขั้นนี้ผู้ออกข้อสอบจะทำการประเมินคุณภาพของข้อสอบโดยส่วนรวมทั้งฉบับ โดยทั่วไปจะวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น และพิจารณาความเที่ยงตรงของข้อสอบ

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2539: 122-124) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1. การพิจารณาจุดประสงค์ของการสอบว่าการสอบครั้งนี้มีจุดประสงค์หรือจุดมุ่งหมายอะไร

2. สร้างตารางกำหนดรายละเอียด

3. เลือกแบบของข้อสอบให้เหมาะสม

4. รวมข้อสอบทำเป็นแบบทดสอบ

5. กำหนดวิธีการดำเนินการสอบ

6. การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ

7. การนำผลไปใช้ปรับปรุงเป้าประสงค์ของการเรียนรู้

บุญชม ศรีสะอาด (2545: 59-61) กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ ดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาชั้นแรกจะต้องทำการวิเคราะห์ดูว่ามีหัวข้อเนื้อหาใดบ้างที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และที่จะต้องวัด แต่ละหัวข้อเหล่านั้นต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมหรือสมรรถภาพอะไร กำหนดออกมาให้ชัดเจน

2. กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ จากชั้นแรก พิจารณาต่อไปว่าจะวัดพฤติกรรมย่อยอะไรบ้าง อย่างละเอียด ข้อ พฤติกรรมย่อยดังกล่าวคือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั่นเอง เมื่อกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการจริงเสร็จแล้ว ต่อมาพิจารณาว่า จะต้องออกข้อสอบเกินไว้หัวข้อละกี่ข้อ ควรออกเกินไว้ไม่ต่ำกว่า 25% ทั้งนี้ หลังจากที้นำไปทดลองใช้ และวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อแล้ว จะตัดข้อที่มีคุณภาพไม่เข้าเกณฑ์ออก ข้อสอบที่เหลือจะได้ไม่น้อยกว่าจำนวนที่ต้องการจริง

3. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ ขั้นตอนนี้จะเหมือนกับขั้นตอนที่ 2 ของการวางแผนสร้างข้อสอบแบบอิงกลุ่มทุกประการ คือ ตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด และ

ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ เช่น ศึกษาหลักในการเขียนคำถามแบบนั้น ๆ ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบเพื่อวัดจุดประสงค์ประเภทต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบ เพื่อที่จะได้นำมาใช้ในการเขียนข้อสอบของตน

4. เขียนข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบ ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามตารางที่กำหนด จำนวนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และใช้รูปแบบเทคนิคการเขียนตามที่ได้ศึกษาในชั้นที่ 3

5. ตรวจสอบข้อสอบ นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้แล้วในชั้นที่ 4 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาความถูกต้องตามหลักวิชา แต่ละข้อวัดพฤติกรรมย่อยหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจน เข้าใจง่ายหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมเข้าเกณฑ์หรือไม่ ทำการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น.

6. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของข้อสอบที่วัดแต่ละจุดประสงค์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและด้านเนื้อหาจำนวนไม่ต่ำกว่า 3 คน พิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้นั้นหรือไม่ ถ้ามีข้อที่ไม่เข้าเกณฑ์ ควรพิจารณาปรับปรุงให้เหมาะสม เว้นแต่จะไม่สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้อย่างชัดเจน

7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อสอบทั้งหมดที่ผ่านการพิจารณาว่าเหมาะสมเข้าเกณฑ์ในชั้นที่ 6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบ วิธีตอบ จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

8. ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง

9. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ จากผลการวิเคราะห์ในชั้นที่ 8 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงต่อไป โดยเน้นรูปแบบการพิมพ์ที่ประณีต มีความถูกต้องมีคำชี้แจงที่ละเอียด แจ่มชัด ผู้อ่านเข้าใจง่าย

สิริพร ทิพย์คง (2545: 196) ได้อธิบายถึงขั้นตอนในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นที่สอน
2. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาที่ต้องการออกข้อสอบ เพราะวัตถุประสงค์ที่เขียนในรูปแบบของพฤติกรรมที่ให้นักเรียนแสดงออกนั้น สังเกตได้และวัดได้ภายหลังจากการเรียนการสอน

3. ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่จะออกข้อสอบ

4. พิจารณาว่าจะใช้ข้อสอบชนิดใด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 29) ได้กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบมีขั้นตอนสำคัญดังต่อไปนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สารการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมโนทัศน์ของแต่ละเรื่อง

2. กำหนดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการวัด  
 3. เลือกประเภทของแบบทดสอบอย่างหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ

4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้ทดสอบ

5. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคของการสร้างแบบทดสอบและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

6. ตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ สำหรับแบบทดสอบบางแบบอาจต้องตรวจสอบความเป็นปรนัยด้วย

ทิวัดต์ มณีโชติ (2549: 44-46) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการวางแผน เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ ก่อนที่จะสร้างแบบทดสอบ ควรดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ จากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ว่าแบบทดสอบมีกี่ประเภทอะไรบ้าง แบบทดสอบแต่ละประเภทมีวิธีการสร้าง ข้อดี และข้อจำกัดอย่างไร

1.2 กำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบ ผู้สร้างข้อสอบจะต้องรู้จุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบให้ชัดเจนว่าจะใช้ผลการวัดเพื่ออะไร จะได้เขียนข้อสอบให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น

1.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยกำหนดขอบเขตเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้ และ/หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ และพฤติกรรมที่จะวัด

1.4 การกำหนดลักษณะของข้อสอบและส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับการสอบ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจจะเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่ม เป็นแบบปรนัยหรืออัตนัย หรือทั้งปรนัยและอัตนัยรวมกัน ซึ่งผู้สร้างแบบทดสอบอาจใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ ประกอบการกำหนดลักษณะข้อสอบ

1.4.1 วัตถุประสงค์ของการวัดและประเมิน

1.4.2 ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่จะวัด

1.4.3 ลักษณะหรือคุณสมบัติผู้เข้าสอบ

1.4.4 จำนวนผู้สอบ

1.4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างข้อสอบ

2. ขั้นการสร้างข้อสอบ มีขั้นตอนหลักๆ 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 สร้างข้อสอบ ซึ่งสร้างตามรายละเอียดในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และตามลักษณะของข้อสอบ โดยคำนึงถึงความยากของข้อสอบ ระยะเวลาที่ใช้สอบ คะแนน และการตรวจให้คะแนนด้วย

2.2. ตรวจสอบข้อสอบ โดยทบทวน ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นมานั้น มีความถูกต้องและครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร แล้วจัดพิมพ์และจัดฉบับเพื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

3. ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ เป็นขั้นตอนสำคัญของการสร้างแบบทดสอบ โดยทั่วไปมี ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) มีหลายวิธีที่สะดวกที่สุด คือ ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านวัดผล การศึกษา จำนวน 3-5 คนตรวจสอบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อนั้นสร้างได้ถูกต้อง และเหมาะสมเพียงใด พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์การเรียนรู้/ผลการ เรียนรู้ที่คาดหวัง/มาตรฐานการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+ 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงเนื้อหาหรือจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงเนื้อหาหรือจุดประสงค์การเรียนรู้

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดตรงเนื้อหาหรือจุดประสงค์การเรียนรู้

จากนั้น นำข้อมูลที่ได้ หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่

3.2 วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบรายข้อ โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบ (try out) คือ นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุง แก้ไขแล้วไปทดลองสอบกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงหรือนักเรียนที่เคย เรียนในเรื่องนั้นมาแล้ว จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก และค่า อำนาจจำแนกเป็นรายข้อ จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้ คือ มีค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.3 วิเคราะห์ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยนำข้อสอบที่ได้ คัดเลือกแล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่ นำไปทดลองสอบกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึง หรือ นักเรียนที่เคยเรียนในเรื่องนั้นมาแล้ว จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป แบบทดสอบที่ดีควรมีค่าความเที่ยงสูง โดยทั่วไปไม่ควรต่ำกว่า 0.75

3.4 จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

จากการศึกษาข้างต้นขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา จุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล มาตรฐานการ เรียนรู้ เขียนวัตถุประสงค์ของเนื้อหาที่ต้องการออกข้อสอบ ไม่ว่าจะ เป็นแบบสังเกตหรือแบบทดสอบ ที่ สามารถวัดได้หลังจากการเรียนรู้ เขียนข้อสอบโดยคำนึงถึงความยากง่าย ระยะเวลาที่ใช้สอบ คະแนน เกณฑ์การให้คะแนน ตรวจสอบข้อสอบให้มีความถูกต้องและครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ใน หลักสูตรสถานศึกษา ตรวจสอบข้อสอบตรงกับเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อ



ถูกต้องและเหมาะสมเพียงใด วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบโดยนำแบบทดสอบไปทดลอง วิเคราะห์ความเที่ยงของแบบทดสอบ จัดพิมพ์ข้อสอบไปให้กับผู้เรียน

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

### งานวิจัยต่างประเทศ

โบเวอร์ (Bowers. 1987: online) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ต่อการสอนแบบ 4MAT โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 44 คน จากทั้งหมด 3 โรงเรียน และสุ่มโรงเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เรียนแบบ 4 MAT และกลุ่มที่เรียนโดยใช้หนังสือเรียน ทั้ง 2 กลุ่มจะสอนเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของ นิวตัน โดยสอนกลุ่มละ 3-4 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของกลุ่มที่เรียนแบบ 4MAT และเรียนตามหนังสือเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและทั้งสองกลุ่มมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

เลสเตอร์ (Lester. 1996: 2343-A) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนตามปกติโดยใช้ดินสอ ไม้โปรแทรกเตอร์และวงเวียน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนเกี่ยวกับความรู้ทางเรขาคณิตและการสร้างของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน และค่าเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนเกี่ยวกับการตั้งข้อาคาดเดาทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

แกดเดิร์ต (Gaeddert. 2001: online) ได้เปรียบเทียบผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และแบบปกติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากนั้นได้สำรวจความคิดเห็นจากผู้สอน นักเรียน และผู้ปกครองอีกครั้งพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

รีส์ และคณะ (Reys; & et al. 2003: 74) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรมาตรฐานหลักและหลักสูตรเดิมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนเกรด 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกให้เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลักอย่างน้อย 2 ปี และอีกกลุ่มเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิม ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยทำการวัดผลสัมฤทธิ์จากโปรแกรมการประเมินผลมิสซูรี (The Missouri Program: MAP) ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลัก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทำการวิเคราะห์รายด้านก็พบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักทำคะแนนในส่วนของเนื้อหา 2 เรื่อง ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูล และพีชคณิต สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มอยเออร์ (Moyer. 2004: 3987-A) ได้ศึกษาเพื่อสอบสวนผลของการใช้ชุดซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต คือ The Geometer's Sketchpad (GSP) ในการสอนวิชาเรขาคณิตเพื่อยกระดับ van Hiele และ เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิธีการศึกษาใช้การออกแบบกลุ่มควบคุมที่ไม่เท่าเทียมกัน เลือกรุ่นตัวอย่างที่เกี่ยวข้องจากห้องเรียนเรขาคณิตที่สมบูรณ์จำนวน 4 ห้อง และครูจำนวน 2 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย 1 โรงเรียนรัฐเพนซิลเวเนีย ครูแต่ละคนสอน 2 ห้อง ครูคนหนึ่งใช้ The Geometer's Sketchpad ก่อนหน้านี้ใช้ตำรา Discovering Geometry : An Inductive Approach ของ Michael Serra เก็บรวบรวมข้อมูลจาก pre-test และ posttest ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า การใช้ GSP ไม่พบว่า มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของระดับคะแนนความสามารถในการมองเห็นมิติต่าง ๆ และการเพิ่มขึ้นของคะแนนการขาดสอบเนื้อหา เกรดสุดท้ายวิชาเรขาคณิต 1 เป็นตัวพยากรณ์ ระดับคะแนน pretest ของนักเรียนได้อย่างแม่นยำ

เพอเวิน (Perveen. 2010: 9-13) ได้ทำการศึกษาผลของวิธีการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิงจำนวน 48 คน ในรัฐปากีสถาน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya) หลังจากทดลองทดสอบหลังเรียนเพื่อดูผลของการวิจัย ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### งานวิจัยในประเทศ

สิริวรรณ จันทร์งาม (2548: 73-81) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้า เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิว หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้า เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนหนองก๊กพิทยาคม อำเภอหนองก๊ก จังหวัดบุรีรัมย์ ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้า เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิวมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เท่ากับ  $84.34/84.62$  และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิว ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้า สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิพล อินนอก (2549: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระหว่างกลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือกับกลุ่มที่เรียนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนวามเขื่อนค้อสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามุกดาหารเขต 1 ผลวิจัยปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือและกลุ่มที่เรียนตามแบบคู่มือครู มีผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนตามแบบคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพร คำภักดี (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและพหุนาม ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT) กับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนประถมนปรีดาภรณ์ จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 2 ปี 2548 จำนวน 103 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบเทคนิคกลุ่มแข่งขัน(TGT)มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แต่เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

อังคณา แก้วไชย (2549: 132) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการใช้เหตุผล และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณและการหารเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มช่วยเป็นรายบุคคล TAI และการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนบ้านหนองหานวันครู 2502 อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี จำนวน 49 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มช่วยเป็นรายบุคคล TAI มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มช่วยเป็นรายบุคคล TAI มีความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดุลย์ สี่มา (2550: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงเรขาคณิต ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้และแบบปกติ เรื่อง การแปลงเรขาคณิต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนภูแลนคาวิทยายน อำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) และกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติมีคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มณีรัตน์ สิงหเดช (2549: 177) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ แรงจูงใจในการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้ กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนบ้านหนองบัว สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุดรธานี เขต 1 จำนวน 48 คน พบว่า นักเรียนเรียนด้วยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้ กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แรงจูงใจในการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน และแรงจูงใจในการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ เรียนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน

เรณูวัฒน์ พงษ์อุทธา (2550: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลา เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นสื่อกับการจัดกิจกรรมตามปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนห้วยเม็กวิทยาคม อำเภอห้วยเม็ก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 2 ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นสื่อมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลาและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุพินญา คำขจร (2550: 99) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการด้วย CIPPA และ TAI ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจโดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีศรีสะเกษ จำนวน 48 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักเรียนที่จัดกลุ่มแบบ TAI มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบ CIPPA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน

จุฬา ทองดี (2551: 47-51) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ e-learning ประกอบการเรียนการสอนเรื่อง การวัดการกระจาย กับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแจรงร้อนวิทยา เขตราชบุรีบูรณะ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 29 คน จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ e-learning ประกอบการเรียนการสอน เรื่อง การวัดการกระจาย ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุศรา อิมทรัพย์ (2551: 88-92) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 โรงเรียนวังหัวราษฎร์สามัคคี ที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อประสม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวังหัวราษฎร์สามัคคี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 26 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อประสมสูงกว่าเกณฑ์การเรียน 50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อประสม เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปาณิตา อาจวงษ์ (2552: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนระหว่างการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่ม TAI กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนจรเข้หินอำเภอบึงนาราง สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษานครราชสีมา เขต 3 ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย กลุ่ม TAI มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT แต่ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน

สมฤดี ดุกหลิม (2552: 105-115) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้แบบโยนิโสมนสิการ เรื่อง อสมการ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความฉลาดทางอารมณ์ ด้านการ ตระหนักรู้ตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากรับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้แบบโยนิโสมนสิการ สูงกว่าก่อนได้รับการ สอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการพัฒนาชุดการเรียนรู้ การใช้วิธีการสอน ต่างๆ จัดกิจกรรมทางการเรียนหรือการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยมีจุดประสงค์ที่จะเพิ่ม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น และยังเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์ให้มีศักยภาพมากขึ้น อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนได้รับความหลากหลายในการเรียนการสอนที่นอกเหนือจากการเรียนรูปแบบเดิม ทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้น

### 3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

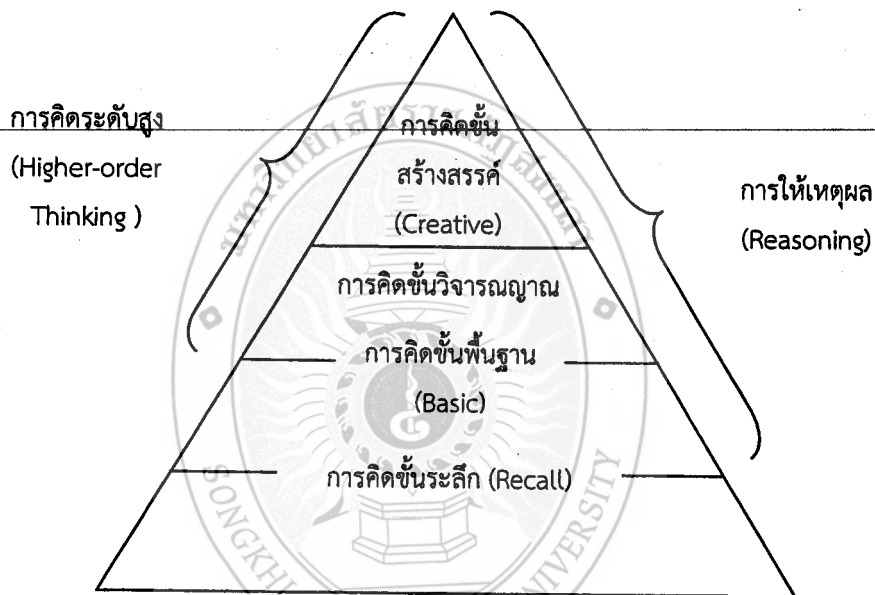
กิจกรรมต่างๆ ที่เรากระทำในชีวิตประจำวันนั้น มักเกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลอยู่เสมอ เช่น มี การใช้เหตุผลในการเลือกเส้นทางการเดินทาง ในการเลือกรับประทานอาหาร ในการเลือกซื้อสินค้า เป็นต้น จึงได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของการให้เหตุผลไว้ ดังนี้

#### 3.1 ความหมายของการให้เหตุผล

ครูลิค และรุดนิก (Krulik; & Rudnick. 1993: 3-5) อธิบายว่า การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิด โดยการคิด หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์และได้มาซึ่งข้อสรุปที่ สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนต้องสร้างข้อคาดการณ์ หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ของ สถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผล อธิบายข้อสรุป และยืนยันข้อสรุปนั้น โดยได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ชั้น ได้แก่

1. ชั้นระลึกได้ (Recall) เป็นทักษะการคิดที่เป็นธรรมชาติเกือบเป็นอัตโนมัติ เป็น ความสามารถในการระลึกข้อเท็จจริง

2. ขั้นพื้นฐาน (Basic) เป็นความเข้าใจความคิดรวบยอด เป็นประโยชน์ที่จะนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน
  3. ขั้นวิจารณ์ญาณ (Critical) เป็นความคิดที่ใช้ในการตรวจเชื่อมโยงและประเมินลักษณะ ทั้งหมดของการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การจำ การเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล เพื่อหา คำตอบที่มีเหตุผลได้
  4. ขั้นสร้างสรรค์ (Creative) เป็นความคิดที่ซับซ้อน ความคิดระดับนี้เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่คิด หรือจินตนาการขึ้นเอง
- โดยได้จัดให้การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดที่อยู่เหนือจากระดับขั้นระลึกได้ ดังภาพประกอบ



ภาพที่ 2 ลำดับขั้นการคิดของครูลิกและรุดนิก

ที่มา: Krulik, S.; & Rudnick, J. (1993). *Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers*. p.3.

ครูลิก และรุดนิก อธิบายอีกว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน แต่ละขั้นตอนที่แสดงใน แผนภาพไม่ได้แยกออกจากกันอย่างสิ้นเชิง โดยแต่ละขั้นจะมีส่วนที่เหลื่อมล้ำทับซ้อนกันบ้าง จาก แผนภาพดังกล่าว จะเห็นว่าการให้เหตุผล จะอยู่ในการคิดขั้นพื้นฐาน ขั้นวิจารณ์ญาณ และขั้นสร้างสรรค์ สำหรับการคิดขั้นวิจารณ์ญาณ และการคิดอย่างสร้างสรรค์นั้น ครูลิก และรุดนิกเรียกว่า เป็นการคิด ระดับสูง (Higher-order Thinking)

เลห์ตัน (Leighton, 2004: 11) อธิบายว่า การให้เหตุผล หมายถึง กระบวนการในการสร้าง ข้อสรุป โดยทุกสิ่งทุกอย่างที่เราทำและคิดจะเกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสรุป กล่าวคือ เมื่อเราเรียนรู้

วิเคราะห์ ตัดสิน สรุปอ้างอิง ประเมิน ฯลฯ เราจะต้องมีการสร้างข้อสรุปจากข้อมูลและความเชื่อของเราเสมอ

ศรีสุรางค์ ทินะกุล (2542: 47) กล่าวว่า การให้เหตุผลนั้นเป็นปรากฏการณ์ทางจิต (Psychological Phenomena) ซึ่งมนุษย์ใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อความหมายทางใจ (Mental Talk) กระบวนการดังกล่าวนี้ เป็นการเรียบเรียงข้อเท็จจริงที่มีอยู่ เป็นสื่อทำให้จิตสามารถสร้างข้อเท็จจริงขึ้นมาใหม่ได้อีก หรือเห็นเกี่ยวกับข้อเท็จจริงใหม่ที่สร้างขึ้นมา

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2544: 2) อธิบายว่า การให้เหตุผล เป็นการพัฒนาให้นักเรียนใช้สมองคิดไตร่ตรอง ความมีเหตุผลหรือวิจารณ์ญาณ โดยใช้วิธีอนุมานข้อเท็จจริงจากส่วนย่อยลงไปหาข้อสรุปของเรื่องราวานั้น ซึ่งในการให้เหตุผลมักใช้คำว่าเพราะว่า... เพราะฉะนั้น

วรรณิ ธรรมโชติ (2550: 3) ได้ให้ความหมายว่า การให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่มนุษย์ใช้สำหรับการแสวงหาความรู้ใหม่ๆ โดยการนำเอาความจริงอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างในระบบ ซึ่งเรียกว่าเหตุหรือข้อตั้ง (Premise) มาวิเคราะห์แจกแจงความสัมพันธ์ เพื่อให้เกิดความจริงอันใหม่ขึ้น ซึ่งเรียกว่าผล หรือ ผลสรุป หรือ ข้อยุติ (Conclusion)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 45) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

จิตติมา ขอบเอียด (2551: 26) กล่าวว่า การให้เหตุผล หมายถึง การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันข้อสรุปของเราว่าเป็นจริง หรือเป็นการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิดและการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด กฎเกณฑ์หรือความจริงนั้นๆ พร้อมทั้งสามารถที่จะยืนยันหรือคัดค้านข้อความคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

วิชญ์ นภาพันธุ์ (2551: 10) นิยามการให้เหตุผลว่า คือ การอธิบายหรือการแสดงหลักฐานที่ทำให้เราเชื่อในสิ่งใดสิ่งหนึ่งว่าเป็นจริง ซึ่งสร้างขึ้นจากการคิดที่อาศัยหลักตรรกวิทยาแล้วถ่ายทอดออกมาในรูปของภาษา

เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2551: 19) ให้ความหมายของการให้เหตุผลว่า หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การให้เหตุผลเป็นความสามารถในการคิดไตร่ตรอง และคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณในการที่จะแสดงหลักฐานยืนยันข้อสรุปของเราว่าเป็นจริง ซึ่งจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ เพื่อใช้ประกอบการวางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและสรุปผลได้อย่างสมเหตุสมผล

### 3.2 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องใช้การคิดอย่างเป็นระบบ คิดอย่างมีเหตุผล ต้องใช้เหตุผลมาช่วยในการเรียนรู้และแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551: 45) การคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกัน โดยถือว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ จึงมีผู้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

โอแดฟเฟอร์ (O' Daffer. 1990: 378) อธิบายว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างข้ออ้างอิงทั่วไป การวิเคราะห์และการหาข้อสรุปที่ถูกต้อง สมเหตุสมผลเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการที่สิ่งต่างๆ เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน

กรีนวูด (Greenwood. 1993: 144) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับ การคิดเชิงคณิตศาสตร์ ว่า หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจแบบรูป หาสถานการณ์ร่วมของปัญหา ระบุข้อผิดพลาด และสร้างยุทธวิธีใหม่ การคิดเชิงคณิตศาสตร์ทำให้เกิดวิธีการเชิงระบบสำหรับปัญหาเชิงปริมาณที่เป็นผลของการเรียนรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นการเน้นการเรียนรู้มากกว่าการมุ่งเพียงคำตอบหรือผลลัพธ์ ซึ่งถ้าสนับสนุนจุดเน้นนี้ให้เกิดขึ้นในการเรียนคณิตศาสตร์จะเป็นประโยชน์ไม่เพียงแต่การเรียนรู้ในเนื้อหาเท่านั้น แต่จะเกิดความสามารถในการคิดและการให้เหตุผลในตัวนักเรียนด้วย

โอแดฟเฟอร์ และธอร์นควิสท์ (O' Daffer; & Thornquist. 1993: 43) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งหมายถึงการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปให้อยู่ในรูปทั่วไป หรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด พร้อมทั้งแก้ปัญหาเกี่ยวกับแนวคิดนั้นอย่างสมเหตุสมผล

เยาพร วรณทิพย์ (2548: 13) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้นๆ ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1. ความสามารถในการวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล
2. ความสามารถในการหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์
3. ความสามารถในการยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์อย่าง

สมเหตุสมผล

รัชดา ยাত্রา (2549: 40) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การยืนยันข้อสรุปที่สมเหตุสมผลเกี่ยวกับแนวคิดหรือความสัมพันธ์ จากข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนด โดยนักเรียนต้องสร้างข้อความคาดการณ์หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ในสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผล อธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปนั้น



เทพสุดา เกตุทอง (2551: 62) ได้สรุปว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การวิเคราะห์ข้อมูล การระบุความสัมพันธ์ของข้อมูล และการหาข้อสรุปของข้อมูล แล้วแสดงและยืนยันข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

เป็ยทิพย์ เขาไข่มุก (2551: 11) ให้ความหมายการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง กระบวนการ การคิดและวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากการรวบรวมข้อเท็จจริงต่างๆ ทางคณิตศาสตร์แล้วหาข้อสรุป พร้อมทั้งยืนยัน หรือคัดค้านข้อสรุปนั้น อย่างสมเหตุสมผลในแต่ละขั้นตอนของการหาข้อสรุป

เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2551: 19) สรุปว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 46) ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง กระบวนการการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

จากความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวคิด หรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบอย่างสมเหตุสมผล จากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งแสดงขั้นตอนการให้เหตุผลที่ชัดเจนและสามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง

### 3.3 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน เป็นทักษะและกระบวนการที่สำคัญประการหนึ่งของการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน ดังนั้นนักการศึกษาและนักวิชาการได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

บาร์ดูดี (Baroody. 1993: 58-60) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับคณิตศาสตร์ และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ โดยในสมัยก่อนยุคกรีก นักคณิตศาสตร์ใช้การให้เหตุผลแบบนิรนัยในการพิสูจน์ทฤษฎีทางเรขาคณิต สำหรับในปัจจุบันมนุษย์ต้องให้เหตุผลกับผู้อื่นและต้องการเหตุผลจากคนอื่น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเล็กน้อยหรือเรื่องสำคัญมาก มนุษย์ต้องการคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผลและคนส่วนใหญ่รับได้ ด้วยเหตุนี้การให้เหตุผล จึงมีความสำคัญยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีการคิด การไตร่ตรอง และแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างสมเหตุสมผล

สติกกินส์ (Stiggins. 1997: 6) อธิบายว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เพราะการทำความเข้าใจปัญหาโดยใช้เหตุผล ช่วยให้นักเรียนเป็นนักคิดที่ดี ในบางโอกาสเราต้องให้การให้เหตุผลในลักษณะการวิเคราะห์เพื่อจะดูว่าส่วนปลีกย่อยต่างๆ เข้ากับภาพโดยรวมของสิ่งนั้นหรือไม่ หรือในบางโอกาสเราต้องให้การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจความเหมือนกับความแตกต่าง

อาร์ทซ์ และชิเรล (Artzt; & Shirel. 1999: 125-126) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหามบูรณ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาหรือวางแผนในการแก้ปัญหาก็ได้หากปราศจากการให้เหตุผล กล่าวได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญห

รัสเซลล์ (Russell. 1999: 1) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่จะเข้าใจนามธรรมนั้น โดยการให้เหตุผลเป็นสิ่งที่ใช้คิดเกี่ยวกับสมบัติต่างๆในทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาให้อยู่ในลักษณะของการอ้างอิง เพื่อให้สามารถใช้ข้อเท็จจริงที่เรียนรู้มาอ้างอิงไปยังสิ่งใหม่

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 56) ได้กำหนดให้ การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์เป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งได้อธิบายมาตรฐานหลักสูตรการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในชั้นก่อนอนุบาล-มัธยมศึกษาปีที่ 6 (Prekindergarten through Grade 12) ว่าควรจัดโปรแกรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถ

1. เห็นคุณค่าของการให้เหตุผลและการพิสูจน์ในฐานะที่เป็นลักษณะพื้นฐานของคณิตศาสตร์ได้

2. สร้างและสืบสวนสอบสวนข้อความคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้

3. พัฒนาและประเมินค่าข้อโต้แย้งและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ได้

4. เลือกและใช้การให้เหตุผล และวิธีการที่หลากหลายในการพิสูจน์ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547ก: 2) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ในลักษณะของความเป็นเหตุเป็นผล จะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความมั่นใจ เชื่อว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้และจำได้ดีกว่า รวมทั้งนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้และสามารถที่จะค้นพบสิ่งใหม่ๆ ได้ด้วยตนเอง

วรรณิ ธรรมโชติ (2550: 1) อธิบายว่า เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีการแสดงแนวคิดอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน การสรุปในแต่ละขั้นตอนจะต้องมีการอ้างอิงเหตุผลอย่างสมเหตุสมผล ทุกขั้นตอนในแต่ละเนื้อหาจะเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน หากมนุษย์มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลแล้ว มนุษย์ย่อมสามารถใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าองค์ความรู้ใหม่ และคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 45) กล่าวว่า การคิดอย่างมีเหตุผลถือเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ เพราะเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากที่ยืนยันว่า การสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผล ดีกว่าการสอนแบบให้จดจำ การสอนคณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล จะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551: 54-56) กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ได้กำหนดความสำคัญให้การให้เหตุผลเป็นความสามารถหนึ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน โดยกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งในสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีตัวชี้วัดด้านการให้เหตุผลในทุกระดับชั้น (ป.1-ม.6) กำหนดไว้ว่า นักเรียนต้องสามารถให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งหากนักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสมแล้ว ย่อมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา รู้จักใช้เหตุผลปรับแนวคิด และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ตลอดจนทำให้นักเรียนจดจำเนื้อหาได้ดีกว่า นานกว่า และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

### 3.4 รูปแบบของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

โอแดฟเฟอร์ (O'Daffer. 1990: 378) ได้จำแนกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมาชิกบางสมาชิกในขอบเขตหนึ่งๆ เพื่อนำไปสู่กรณีทั่วไปหรือนำไปสู่สมาชิกทุกตัวในขอบเขตนั้น

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการใช้ข้อความหรือแบบรูปที่เป็นจริงหรือสมเหตุสมผลอยู่แล้ว เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป  
บาร์ดูดี (Baroody. 1993: 2-59) กล่าวว่า การให้เหตุผลแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ (Intuitive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่คนเรามีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะตัดสินใจ จึงตัดสินใจบนข้อมูลที่เห็นและตามความรู้สึก การให้เหตุผลแบบสหัชญาณจึงเป็นเหตุผลที่ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ปรากฏหรือข้อสันนิษฐาน ซึ่งทั้งสิ่งที่ปรากฏและข้อสันนิษฐานนี้อาจถูกหรือผิดก็ได้

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้การสังเกตเป็นพื้นฐานเพื่อค้นหาแบบรูปหรือสร้างข้อคาดการณ์แล้วสรุปเป็นกรณีทั่วไป มีผู้ให้ความหมายของการให้เหตุผลแบบอุปนัยในลักษณะที่คล้ายๆ กัน คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ช่วยให้คนเราสร้างหรือสรุปกฎจากประสบการณ์ เกิดจากการนำเสนอข้อมูลของสมาชิกบางส่วนมาสร้างเป็นนัยทั่วไปเกี่ยวกับสมาชิกตัวอื่นหรือสมาชิกทั้งหมดของเซต เป็นกระบวนการตั้งสมมติฐานที่เป็นกฎทั่วไปซึ่งแทนลักษณะร่วมกันของกลุ่มของวัตถุสิ่งของหรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะ การให้เหตุผลแบบอุปนัยจึงเป็นการหาสมบัติร่วมกัน หาแบบรูป กฎ และข้อสรุปจากตัวอย่างที่ต่างกัน

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการสรุปอย่างสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของข้อตกลงหรือกฎ ซึ่งยอมรับว่าเป็นจริงแล้ว หรือที่เรียกว่าเหตุผลสามารถกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลเชิงนิรนัยมีลักษณะตรงข้ามกับการให้เหตุผลแบบอุปนัย เพราะ

การให้เหตุผลแบบอุปนัยมีจุดเริ่มจากกรณีเฉพาะไปสู่ข้อสรุปที่เป็นกรณีทั่วไป ในขณะที่การให้เหตุผลแบบนิรนัยมีทิศทางตรงกันข้าม คือ จะใช้ความรู้กรณีทั่วไปในการแก้ปัญหากรณีเฉพาะ เชื่อกันว่าการให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นการให้เหตุผลที่น่าเชื่อถือได้มากที่สุด เนื่องจากเป็นการให้เหตุผลที่สร้างบนพื้นฐานทางตรรกศาสตร์

สติกกินส์ (Stiggins. 1997: 260-262) ได้จำแนกการให้เหตุผลหลักๆ 3 แบบ ได้แก่ การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ การให้เหตุผลในการประเมิน โดยได้อธิบายไว้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ (Analytical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยพิจารณาส่วนย่อยหรือส่วนประกอบ ซึ่งประกอบกันเป็นสิ่งนั้นๆ เป็นการศึกษาลึกลงในส่วนย่อยๆ เมื่อต้องการศึกษาสิ่งนั้นอย่างลึกซึ้งก็ใช้การวิเคราะห์เพื่อศึกษารายละเอียด หรือในกรณีที่ต้องการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องอาศัยการวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา แล้วนำความรู้และการให้เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นๆ

2. การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ (Comparative Reasoning) เป็นกระบวนการศึกษา ว่าสิ่งนั้นๆ มีอะไรที่เหมือนกัน มีอะไรที่ต่างกัน ในบางโอกาสเราต้องศึกษาส่วนที่ต่างกัน บางโอกาสเราต้องศึกษาส่วนที่เหมือนกัน การใช้การให้เหตุผลวิธีนี้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบอย่างลึกซึ้ง มีข้อตกลงอย่างชัดเจนว่าอย่างไรที่ถือว่าเหมือนกัน อยากรู้ว่าต่างกันก่อนที่จะทำการเปรียบเทียบ

3. การให้เหตุผลในการประเมิน (Evaluative Reasoning) เป็นการให้เหตุผลประเมินเมื่อเราตัดสินใจคุณค่าหรือความถูกต้องโดยใช้เหตุผล อาศัยความสมเหตุสมผลเป็นเครื่องตัดสิน นอกจากนี้สติกกินส์ยังได้กล่าวถึงการให้เหตุผลในลักษณะอื่นๆ อีก ได้แก่ การสังเคราะห์ (Synthesizing) เป็นการนำข้อมูลต่างๆ มาหลอมรวมเป็นข้อสรุปหรือเป็นการนำข้อมูลจากหลายๆ แหล่งมาทำความเข้าใจและหาข้อสรุป เช่น การสอนแบบเป็นหัวเรื่อง (Thematic) ที่นำการให้เหตุผลและความรู้จากหลายๆ สาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษา มาบูรณาการให้การให้เหตุผลมาแก้ปัญหาทางสังคมหรือทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

การจำแนก (Classifying) เป็นการจัดแบ่งประเภท เช่น การจำแนกประเภทของพืชประเภทของสัตว์ ซึ่งการจำแนกในลักษณะนี้ผู้จำแนกต้องรู้จักแต่ละประเภทที่ต้องการจำแนกเป็นอย่างดี และอาศัยการให้เหตุผลในการจำแนก

การอนุมาน (Inferential) เป็นการให้เหตุผลให้ได้มาเป็นผลผลิต เช่น ได้หลักการข้อสรุปเป็นการหากรณีทั่วไปจากหลักฐาน กล่าวคือ ใช้ความจริงจากกรณีหนึ่งๆ นำไปสู่กฎหรือหลักการทั่วไป และในทางกลับกันการให้เหตุผลที่อ้างอิงกฎหรือกรณีทั่วไปเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาก็ถือเป็นการให้เหตุผลแบบอนุมาน

กรีนส์ และฟินเดลล์ (Greenes; & Findell. 1999: 128) ได้จำแนกการให้เหตุผลออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเชิงตรรกะที่เริ่มต้นด้วย ประโยคหรือเหตุใหญ่ในรูปทั่วไป เพื่อนำไปสู่การสรุปในกรณีเฉพาะ ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าถึงการให้ เหตุผลเชิงนิรนัยนี้ได้ เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาที่ให้พวกเขาได้สร้างข้อสรุปจากข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ทั้งที่อยู่ ในรูปของคำพูด ไดอะแกรม กราฟ หรือตาราง

2. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากกรณีเฉพาะหลายๆ กรณี โดยระบุความสัมพันธ์จากกรณีย่อยๆ เหล่านั้น เพื่อสร้างเป็นข้อสรุปที่อยู่ในรูปทั่วไปของ ความสัมพันธ์ดังกล่าว

ศรีสุรางค์ ทีนะกุล (2542: 47-50, 65) กล่าวว่า การให้เหตุผลแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผล ซึ่งเริ่มต้นด้วยเหตุ ใหญ่ (Major Premise) และติดตามด้วยเหตุย่อย (Minor Premise) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของเหตุ ใหญ่ และเหตุย่อยก็จะมีผลบังคับให้เกิดผลสรุป ถือเป็นกระบวนการที่เริ่มจากการมีข้อสมมติฐานมาให้ ก่อน แทนที่จะเริ่มจากประสบการณ์แล้วจึงหาข้อสรุป

2. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการของเหตุและผล ซึ่งส่วนที่ เป็นเหตุประกอบด้วยเหตุหลายอันซึ่งอิสระจากกัน มีน้ำหนักและความสำคัญเท่าๆ กัน เหตุทั้งหลายที่มีอยู่ ไม่มีเหตุอันใดแสดงเป็นเหตุใหญ่ หรือเป็นการวางนัยทั่วไปไว้ และในที่สุดเหตุเหล่านั้น ก็รวมตัวกันเองมา เป็นผลสรุปอยู่ในรูปของการวางนัยทั่วไป อาจกล่าวได้ว่าเมื่อเราได้สังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ และอาศัย ข้อสังเกตเหล่านั้นเป็นพื้นฐานนำไปสู่ข้อสรุป เราถือได้ว่าการสรุปดังกล่าวเป็นการให้เหตุผลเชิงอุปนัย เช่น การที่เด็กได้สัมผัสไฟ เพียงครั้งสองครั้งก็จะได้ข้อสังเกตและสรุปว่าไฟนั้นร้อน เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547ก: 4-7) กล่าวว่า การให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ถือว่าการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การสรุปเป็นกรณีทั่วไป หรือการสรุปอย่าง สมเหตุสมผลเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิดเหล่านั้น ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และการ คิดสังเคราะห์ โดยได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 2 แบบใหญ่ๆ ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้การสังเกตขั้นพื้นฐานเพื่อค้นหา แบบรูป หรือสร้างข้อคาดเดา แล้วสรุปเป็นกรณีทั่วไป ซึ่งข้อคาดเดาจากการให้เหตุผลเชิงอุปนัยนั้นเป็น เพียงข้อคิดว่าจะน่าจะเป็นเช่นนั้น แต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าจริงหรือไม่ เช่น  $0 \times 0 = 0$  และ  $1 \square \times 1 = \square 1$  อาจสรุปว่าจำนวนใดๆ คูณกับตัวเองจะได้เท่ากับจำนวนนั้น ข้อคาดเดานี้ไม่เป็นจริง การแสดงว่าไม่จริง อาจใช้วิธีการยกตัวอย่างค้าน (Counterexample) แสดงให้เห็นว่าข้อคาดเดานั้นไม่จริง เช่น ใช้  $2 \square \times 2 = \square 4$  เป็นตัวอย่างค้าน ข้อคาดเดาที่สรุปว่าจำนวนใดๆ คูณกับตัวเองได้เท่ากับจำนวนนั้น อย่างไรก็ตาม

การให้เหตุผลเชิงอุปนัย อาจนำไปสู่การค้นพบแนวคิดใหม่ๆ จากการสร้างเป็นข้อคาดเดา หรือการทำนาย แต่จุดอ่อนคือ ข้อสรุปที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลเป็นหลักฐาน

ถ้าการรวบรวมข้อมูลไม่ได้ทำทุกกรณีที่เป็นไปได้ กรณีที่ละเว้นไม่ได้ นำข้อมูลมาพิจารณาอาจเป็นข้อมูลที่ชี้ให้เห็นว่าข้อสรุปนี้ผิด

2. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการสรุปอย่างสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของข้อตกลงหรือกฎ ซึ่งยอมรับว่าเป็นจริงแล้วหรือที่เรียกว่าเหตุ

#### ตัวอย่างการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

เหตุ : 1. จำนวนเต็มคู่ หมายถึง จำนวนที่หารด้วย 2 ลงตัว

2. 32 หารด้วย 2 ลงตัว

ผล : 32 เป็นจำนวนเต็มคู่

พีชรี วงษ์เกษม และคนอื่นๆ (2550: 6-8) และ อ้าพล ธรรมเจริญ (2551: 22-24) กล่าวถึงรูปแบบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลแบบสหัชญาณ ซึ่งได้กล่าวไว้อย่างสอดคล้องกัน ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่มีเหตุใหญ่เป็นหลักเกณฑ์หรือข้อสรุปที่เป็นจริง หรือยอมรับกันแล้วว่าถูกต้อง และมีเหตุย่อยๆ ที่เป็นเงื่อนไขของเหตุใหญ่ ซึ่งจะสรุปผลได้ตามผลของเหตุใหญ่นั้น ผลสรุปของการให้เหตุผลรูปแบบนี้จะถูกต้องหรือไม่ขึ้นอยู่กับความจริงของเหตุ ถ้าเหตุใหญ่เป็นจริงและเหตุย่อยที่เป็นเงื่อนไขเป็นจริงผลสรุป จะเป็นจริง แต่ถ้าเหตุใหญ่ไม่เป็นจริง ผลอาจเป็นจริงหรือไม่ก็ได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เหตุ : 1. นกทุกตัวบินได้ (เท็จ)

2. แร้งเป็นนก (จริง)

ผล : แร้งบินได้ (จริง)

เหตุ : 1. นกทุกตัวบินได้ (เท็จ)

2. นกกระจอกเทศเป็นนก (จริง)

ผล : นกกระจอกเทศบินได้ (เท็จ)

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่มีเหตุย่อยหลายๆ เหตุ และเหตุย่อยแต่ละเหตุเป็นอิสระต่อกัน เหตุย่อยเหล่านี้จะรวมกันก่อให้เกิดผลสรุปในกรณีทั่วไป การสรุปผลโดยใช้เหตุผลแบบอุปนัยนี้ใช้กันมากในกระบวนการคิดโดยทั่วๆ ไป เป็นการสรุปผลที่เป็นความรู้

ใหม่จากผลของการสังเกตหรือทดลอง ในทางวิทยาศาสตร์ใช้กันมาก แต่วิธีการให้เหตุผลแบบนี้อาจจะให้ผลสรุปที่ไม่ถูกต้อง เราไม่ถือว่าเป็นการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล การพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ไม่ยอมรับวิธีการให้เหตุผลตามแบบนี้ ตัวอย่างเช่น

- เหตุ : 1. นกกระจอกบินได้  
2. นกเอี้ยงบินได้  
3. นกกางเขนบินได้  
4. ... ..

ผล : นกทุกชนิดบินได้

3. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ (Intuitive Reasoning) เป็นการสรุปผลจากเหตุต่างๆ โดยการเทียบเคียง หรือโดยการคาดคะเน ซึ่งเหตุต่างๆ อาจจะมีไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดผลนั้นขึ้น เหตุต่างๆ ที่นำมาเป็นข้อสรุปนั้น เกิดจากการที่บุคคลนั้นได้ประสบประสบการณ์ต่างๆ ไว้ซึ่งอาจปรากฏชัดเจน หรือ อาจจะเป็นเหตุที่ซ่อนอยู่ในจิตใต้สำนึกไม่ปรากฏออกมา ตัวอย่างเช่น ในการทดลองยาชนิดใหม่ซึ่งทดลองกับลิง ปรากฏว่าได้ผลดีและไม่มีอันตราย ดังนั้นจึงนำยาดังกล่าวมาใช้กับคน โดยเชื่อว่าน่าจะได้ผลเช่นเดียวกับลิง

ในกระบวนการคิดและการให้เหตุผลโดยทั่วไป คนจะใช้วิธีการทั้งสามแบบที่กล่าวมานี้ แต่อาจจะใช้เพียงแบบใดแบบหนึ่งในเรื่องหนึ่งๆ หรืออาจใช้หลายแบบประกอบกัน แต่มักเริ่มต้นคิดโดยใช้วิธีคิดและให้เหตุผลแบบสหัชญาณก่อน จากนั้นจึงใช้วิธีคิดและให้เหตุผลแบบอุปนัย ซึ่งทั้งสองแบบนี้แม้จะไม่สามารถยืนยันได้ว่าผลสรุปจะถูกต้อง แต่วิธีทั้งสองก็สามารถให้ข้อสรุปที่ถูกต้องในระดับหนึ่ง ความรู้ใหม่ๆ ในโลกนี้ ส่วนมากเกิดจากการคิดและการให้เหตุผลโดยวิธีทั้งสองนี้ ส่วนการให้เหตุผลแบบนิรนัย ซึ่งถือว่าเป็นการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลนั้น จะได้ข้อสรุปที่เป็นความจริง (ถ้าเหตุเป็นจริง) ใช้ในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์

วรรณี ธรรมโชติ (2550: 3-5) ได้จำแนกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการสรุปความรู้ใหม่ หรือสรุปผลการค้นหาความจริง โดยอาศัยข้อสังเกตหรือผลการทดลองจากหลายๆ ตัวอย่าง จากกรณีย่อยๆ แล้วสรุปเป็นความรู้แบบทั่วไป ซึ่งผลสรุปที่ได้จากการให้เหตุผลแบบนี้ไม่ได้ถูกบังคับจากเหตุที่กำหนดให้ เนื่องจากเหตุแต่ละเหตุที่กำหนดให้หรือนำมาอ้างอิงเป็นอิสระต่อกัน โดยทั่วไปการให้เหตุผลแบบนี้มักนิยมใช้ในการศึกษาค้นคว้าคุณสมบัติต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ข้อสรุปที่ว่า “สารสกัดที่ได้จากสะเดาสามารถใช้เป็นยากำจัดศัตรูพืชได้” เป็นข้อสรุปที่ได้จากการทดลองซ้ำกันหลายๆ ครั้ง แล้วได้ผลการทดลองตรงกัน หรือในทางคณิตศาสตร์จะใช้ในเรื่องการสร้างสัจพจน์ เช่น เมื่อทดลองลากเส้นตรงสองเส้นให้ตัดกัน จะพบว่า เส้นตรงสองเส้นจะตัดกันเพียงจุดเดียวเท่านั้น ไม่ว่าจะทดลองลากกี่ครั้งก็ตาม จึงสรุปได้ว่า “เส้นตรงสองเส้นตัดกันเพียงจุดเดียวเท่านั้น”

2. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการสรุปความรู้ใหม่ หรือข้อความจริงใหม่ ซึ่งเรียกว่า “ผลสรุป” ที่เป็นผลมาจากการนำข้อความที่กำหนดให้ซึ่งยอมรับว่าเป็นจริงที่เรียกว่า “เหตุ” ถ้าเหตุที่กำหนดให้บังคับให้เกิดผลสรุป แสดงว่า การให้เหตุผลดังกล่าวสมเหตุสมผล (Valid) แต่ถ้าเหตุที่กำหนดให้ไม่สามารถจะบังคับให้เกิดผลสรุปได้ แสดงว่า การให้เหตุผลดังกล่าวไม่สมเหตุสมผล (Invalid)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 46-60) ได้จำแนกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ เป็นการให้เหตุผลที่มาจากการใช้ความรู้ที่มีมาแต่กำเนิดหรือสามัญสำนึก เช่น เมื่อน้ำตาลทรายกำลังจะขึ้นราคา น้ำตาลทรายมักจะขาดตลาด ชาวบ้านและแม่ค้ามักรีบสะสมน้ำตาลทรายในราคาเดิมก่อนขึ้นราคา หรือในวันที่ฝนตกตอนเช้า คนในเมืองใหญ่มักเดินทางออกจากบ้านเร็วกว่าปกติ เพราะคิดว่าการจราจรน่าจะติดขัดมากกว่าวันที่ฝนไม่ตกตอนเช้า เป็นต้น

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ใช้การสังเกตหรือการทดลองหลายๆ ครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแบบรูปที่จะนำไปสู่ข้อสรุปซึ่งเชื่อว่า น่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริง มีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริงและยังไม่พบข้อขัดแย้ง เรียกข้อสรุปนี้ว่า “ข้อความคาดการณ์” ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 โรงเรียนก้าวหน้าวิทยา เป็นโรงเรียนประจำตำบลแห่งหนึ่งที่ทำการศึกษาเพื่อโครงการอาหารกลางวัน เด็กชายแสนดีเป็นนักเรียนของโรงเรียนนี้ เขาสังเกตว่า ทุกๆ วันพุธซึ่งผ่านมา 5 สัปดาห์แล้ว เขาได้รับประทานแกงจืดผักกาดขาวและไข่เจียวหมูสับเป็นอาหารกลางวัน เขาจึงสรุปเป็นข้อความคาดการณ์ว่า ทุกๆ วันพุธ เขาจะได้รับประทานแกงจืดผักกาดขาวและไข่เจียวหมูสับเป็นอาหารกลางวัน

ตัวอย่างที่ 2 แก้วตาสังเกตว่า ในวันที่โรงเรียนเปิด คุณครูนวนลศรีซึ่งมีบ้านอยู่ท้ายซอย จะขับรถผ่านบ้านของแก้วตาไปโรงเรียนทุกเช้า ประมาณ 7.00 น. แต่วันนี้สายแล้ว แก้วตายังไม่เห็นคุณครูนวนลศรีขับรถไปโรงเรียน แก้วตาจึงสรุปเป็นข้อความคาดการณ์ว่า วันนี้เป็นวันที่โรงเรียนหยุด

และหากต้องการยืนยันว่าข้อความคาดการณ์นั้นเป็นจริงหรือไม่ ก็ต้องสืบเสาะค้นหาข้อเท็จจริงมาสนับสนุนให้มากพอหรือแสดงเหตุผลที่ทำให้ยอมรับได้ว่าข้อความคาดการณ์นั้นเป็นจริง ในทางคณิตศาสตร์ เรายืนยันว่าข้อความคาดการณ์เป็นจริงโดยการแสดงหรือการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถ้าแสดงหรือพิสูจน์ได้ว่า ข้อความคาดการณ์เป็นจริงในกรณีทั่วไป ข้อความคาดการณ์นั้นจะเป็น “ทฤษฎีบท” ในทางตรงกันข้าม ถ้าสามารถยก “ตัวอย่างค้าน” ได้แม้เพียงกรณีเดียว ข้อความคาดการณ์นั้นจะเป็นเท็จทันที

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการที่ยกเอาสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริง โดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วให้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ อ้างจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงนั้น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ โดยมีองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ



ส่วนที่ 1 เหตุหรือสมมติฐาน หมายถึง สิ่งที่เป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ ได้แก่ คำนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบทที่พิสูจน์แล้ว กฎ หรือสมบัติต่างๆ

ส่วนที่ 2 ผลหรือผลสรุป หมายถึง ข้อสรุปที่ได้จากเหตุหรือสมมติฐาน

โดยทั่วไป เหตุหรือสมมติฐานของการให้เหตุผลแบบนิรนัย มักประกอบด้วย “เหตุกรณีทั่วไป” และตามด้วย “เหตุกรณีเฉพาะ” ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกรณีทั่วไป และเหตุกรณีเฉพาะ ก่อให้เกิด “ผลหรือผลสรุป” ถ้าเหตุทำให้เกิดผลหรือผลสรุปเสมอ เราเรียกว่าเป็น “การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล” ในทางตรงกันข้าม ถ้าเหตุไม่ทำให้เกิดผลหรือผลสรุปเสมอ เราเรียกว่าเป็น “การให้เหตุผลที่ไม่สมเหตุสมผล” ขอเสนอตัวอย่างการพิจารณาการให้เหตุผลเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1

เหตุ : 1. จำนวนคู่ คือ จำนวนเต็มที่หารด้วย 2 ลงตัว  
2. 36 หารด้วย 2 ลงตัว

ผล : 36 เป็นจำนวนคู่

ในการให้เหตุผลแบบนิรนัยข้างต้น เรามี

ข้อความ “จำนวนคู่ คือ จำนวนเต็มที่หารด้วย 2 ลงตัว” เป็น “เหตุกรณีทั่วไป”

ข้อความ “36 หารด้วย 2 ลงตัว” เป็น “เหตุกรณีเฉพาะ”

ข้อความ “36 เป็นจำนวนคู่” เป็น “ผลสรุปเฉพาะ”

เมื่อเรายอมรับ “เหตุ” ว่าเป็นจริง นั่นคือ ยอมรับว่า “จำนวนคู่ คือ จำนวนเต็มที่หารด้วย 2 ลงตัว” และ “36 หารด้วย 2 ลงตัว” เป็นจริงแล้ว การสรุปว่า “36 เป็นจำนวนคู่” จึงเป็นการสรุปที่ถูกต้อง ดังนั้น การให้เหตุผลนี้ถือว่าการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล

ตัวอย่างที่ 2

เหตุ : 1. ผู้ที่เรียนกฎหมายทุกคนเป็นคนมีเหตุผล  
2. วัลลภเรียนกฎหมาย

ผล : วัลลภเป็นคนมีเหตุผล

ในการให้เหตุผลแบบนิรนัยข้างต้น เรามี

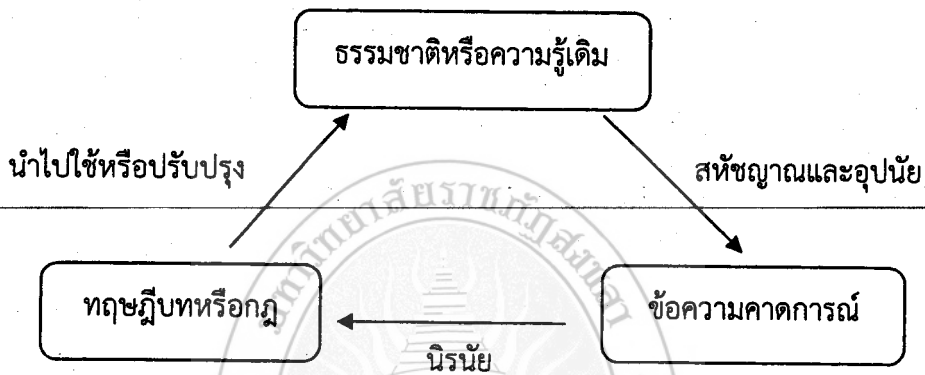
ข้อความ “ผู้ที่เรียนกฎหมายทุกคนเป็นคนมีเหตุผล” เป็น “เหตุกรณีทั่วไป”

ข้อความ “วัลลภเรียนกฎหมาย” เป็น “เหตุกรณีเฉพาะ”

ข้อความ “วัลลภเป็นคนมีเหตุผล” เป็น “ผลสรุปเฉพาะ”

ซึ่งเหตุกรณีทั่วไปที่ว่า “ผู้ที่เรียนกฎหมายทุกคนเป็นคนมีเหตุผล” ไม่เป็นจริงเสมอ ทำให้ผลสรุปที่ว่า “วัลลภเป็นคนมีเหตุผล” จึงอาจเป็นจริงหรือเท็จก็ได้ ดังนั้น การให้เหตุผลนี้ถือว่าการให้เหตุผลที่ไม่สมเหตุสมผล

อย่างไรก็ตาม การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ การให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัย อาจเป็นกระบวนการที่สับสนเนื่องกัน โดยเฉพาะในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ ได้ ดังภาพประกอบ



ภาพที่ 3 กระบวนการให้เหตุผลแบบสหัชญาณ แบบอุปนัยและแบบนิรนัย

ตามภาพประกอบ เมื่อเราสังเกตข้อมูลจากธรรมชาติหรือด้วยความรู้เดิมที่มีอยู่ เราอาจพบปัญหาหรือคำถามที่อยากรู้คำตอบ แรกๆ อาจใช้การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ มาช่วยแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ได้เป็นคำตอบคร่าวๆ ที่อาจจะใช้แก้ปัญหาได้ดีในบางกรณี ต่อไปเมื่อทำการสังเกตหรือทดลองหลายๆ ครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อค้นหาแบบรูป ซึ่งจะนำไปสู่ข้อสรุปหรือคำตอบที่เชื่อว่า น่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริง มีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริง ก็เป็นการใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัย มาช่วยสร้างข้อความคาดการณ์ที่เป็นกรณีทั่วไป หลังจากนั้น ก็ใช้สิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วใช้การให้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์อ้างอิงจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริง เพื่อยืนยันว่าข้อความคาดการณ์นั้นเป็นจริง ก็เป็นการให้เหตุผลแบบนิรนัย ทำให้ได้ทฤษฎีบทหรือกฎ แล้วนำกลับไปใช้ในธรรมชาติหรือปรับปรุงขยายความรู้เดิมให้กว้างขวางหรือลึกซึ้งมากขึ้น ไม่ว่าจะในเนื้อหาเดิมหรือเนื้อหาใหม่ก็ตาม ต่อจากนั้นก็อาจกลับไปเริ่มต้นวงจรใหม่จากการสังเกตข้อมูลจากธรรมชาติหรือด้วยความรู้เดิมที่มีอยู่ เข้าวงจรตามแผนภูมิต่อไป

อัมพร ม้าคนอง (2553: 50-53) อธิบายว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีหลายลักษณะ ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงตรรก (Logical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ใช้การคิดเชิงตรรก ประกอบด้วยการให้เหตุผล 2 ประเภท ต่อไปนี้

1.1 การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลตามการคิดจากข้อเท็จจริงย่อย โดยการสังเกตลักษณะร่วมที่สำคัญหรือแบบแผนของสิ่งที่พบ เพื่อนำไปสู่กฎเกณฑ์หรือหลักการทั่วไป การให้เหตุผลแบบนี้จึงใช้ข้อมูลที่เป็นจริงจากข้อมูลย่อยๆ ไปสู่ข้อสรุปหรือความจริงทั่วไป หรือเป็นการมองเห็นตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง แล้วใช้เหตุผลสรุปความสัมพันธ์ในรูปแบบทั่วไปของตัวอย่างเหล่านั้น หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นการหาความสัมพันธ์จากสมาชิกบางส่วนในกลุ่ม เพื่ออ้างอิงไปใช้กับสมาชิกส่วนอื่นของกลุ่มเดียวกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{เมื่อทราบว่} \quad 2^2 \times 2^3 &= 2^5 \\ 3^1 \times 3^3 &= 3^4 \end{aligned}$$

$$\text{และ} \quad (-5)^2 \times (-5)^4 = (-5)^6$$

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า  $a^m \times a^n = a^{m+n}$

เมื่อ  $a$  เป็นจำนวนจริงใดๆ  $m$  และ  $n$  เป็นจำนวนเต็มบวก

1.2 การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลตามการคิดจากกฎเกณฑ์ หลักการ หรือข้อสรุปทั่วไปไปสู่ข้อเท็จจริงย่อย การให้เหตุผลแบบนี้จึงเป็นการใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎหรือหลักเกณฑ์ทั่วไปที่ยอมรับกันว่าเป็นจริง โดยมีการพิสูจน์มาแล้ว เป็นหลักในการหาข้อสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎหรือเกณฑ์นั้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เมื่อทราบว่  $\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}$  เมื่อ  $a$  เป็นจำนวนจริง  $n$  เป็นจำนวนเต็มที่มีมากกว่า 1 และ  $a$  มีรากที่  $n$  เป็นจริงตามบทนิยาม

จึงสรุปว่  $\sqrt[3]{8}$  มีค่าเท่ากับ  $8^{\frac{1}{3}}$  หรือ 2

2. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยใช้ความคิดเกี่ยวกับสัดส่วน ทั้งสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและตัวเลขและข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น การหาค่าที่หายไป การเปรียบเทียบจำนวน การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วน เป็นต้น

3. การให้เหตุผลเชิงตัวเลข (Numerical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข แบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

3.1 การระบุค่าของตัวแปร เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับที่มาของค่าตัวแปรจากปัญหาสัดส่วน เช่น เก่งกับแก้วว่ายน้ำด้วยอัตราเร็วเท่ากัน ถ้าเก่งใช้เวลา 18 วินาที ในการว่ายน้ำ 100 เมตร แก้วจะใช้เวลากี่วินาที ในการว่ายน้ำ 150 เมตร ถ้าให้  $x$  เป็นตัวแปรแทนเวลาที่แก้วใช้ จะได้สัดส่วน

$$\frac{18}{100} = \frac{x}{150} \text{ และจากการแก้ปัญหาสัดส่วน จะได้ค่าของตัวแปร หรือ } x \text{ เป็น } 27 \text{ วินาที}$$

3.2 การเปรียบเทียบเชิงตัวเลข เป็นการให้เหตุผลจากการเปรียบเทียบอัตราส่วนหรือเศษส่วน เช่น นิดซื้อไข่ไก่ 3 ฟอง 10 บาท น้อยซื้อไข่ไก่ขนาดเดียวกัน 5 ฟอง 16 บาท แสดงว่า น้อยซื้อไข่ไก่อัตราค่าฟองละ  $\frac{16}{5}$  บาท ซึ่งถูกกว่าราคาฟองละ  $\frac{10}{3}$  บาท ที่นิดซื้อ

4. การให้เหตุผลเชิงปริภูมิ (Spatial Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ หรือสิ่งที่ปรากฏในมิติต่างๆ เช่น ภาพสองมิติ หรือ ทรงสามมิติ และการให้เหตุผลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตทั้งในมิติเดียวกันและมิติต่างกัน รวมถึงการให้เหตุผลเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นภาพหรือทรงมิติต่างๆ เพื่อความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น

จากรูปแบบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีนักการศึกษาได้แบ่งไว้ สามารถสรุปรูปแบบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ เป็นการให้เหตุผลที่มาจากความรู้ที่มีอยู่เดิม อันได้มาจากการสะสมประสบการณ์ต่างๆ หรือเป็นการให้เหตุผลที่มาจากสามัญสำนึก

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลที่มีเหตุย่อยหลายๆ เหตุที่เป็นอิสระต่อกัน โดยเหตุย่อยเหล่านี้จะรวมกันก่อให้เกิดผลสรุปในกรณีทั่วไป

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลที่มีเหตุใหญ่เป็นหลักเกณฑ์ที่เป็นจริง และมีเหตุย่อยที่เป็นเงื่อนไขของเหตุใหญ่ ซึ่งสามารถสรุปผลได้ตามผลของเหตุใหญ่นั้น หรืออาจกล่าวได้เป็นการให้เหตุผลบนพื้นฐานของข้อตกลงหรือกฎที่ยอมรับแล้วว่าเป็นจริง

### 3.5 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แบรนด์ (Brandt. 1984: 3) ได้แสดงทัศนคติในการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบและมีเหตุผลมากขึ้น โดยได้กล่าวไว้ 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนเพื่อให้เกิด (Teaching for Thinking) การสอนตามแนวทางนี้เน้นในด้านการสอนเนื้อหาวิชา โดยมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนเพื่อเพิ่มความสามารถในการคิดของนักเรียน

2. การสอนการคิด (Teaching of Thinking) การสอนตามแนวทางนี้มีจุดเน้นเกี่ยวกับกระบวนการทางสมองที่นำมาใช้ในการคิดโดยเฉพาะ โดยเน้นไปที่ทักษะการคิดหรือแนวทางที่สอนทักษะการคิดโดยตรง แนวทางการสอนนั้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายแนวทางตามความเชื่อพื้นฐานของผู้ที่จัดสร้างแนวการสอน

3. การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching About Thinking) การสอนตามแนวทางนี้เป็นแนวทางที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยมุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเองโดยไม่รู้ตนเองกำลังคิดอะไร ต้องการรู้อะไร และในขณะที่กำลังคิดอยู่นั้นตนเองรู้อะไรและไม่รู้อะไร ซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้จะช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเองอันก่อให้เกิดทักษะที่เรียกว่า การสังเคราะห์ความคิด (Metacognition) ของตนเอง แนวทางการสอนเกี่ยวกับการคิดนี้เริ่มเป็นที่สนใจของนักการศึกษาทั่วไปเพิ่มขึ้นโดยเชื่อว่าเป็นแนวทางที่ทำให้นักเรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิด

ของตนเองได้ในขณะที่ทำการคิด ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่องของตนเองได้เพื่อหาแนวทางการแก้ไขได้ตรงจุด

กาโรฟาโล และเท็ตวา (Garofalo; & Mtetwa. 1993: 16-18) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า ครูต้องจัดบรรยากาศที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง บรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว หากแต่ต้องเป็นบรรยากาศที่สนับสนุนส่งเสริม ให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ โดยอาจแสดงเหตุผลด้วยวาจา ด้วยการเขียนที่ใช้ภาษาต่างๆ หรือใช้อุปกรณ์แสดงให้เห็นจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547ก: 15-19) ได้ให้หลักการในการพัฒนาการให้เหตุผลว่ามีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. ควรจัดประสบการณ์ให้สม่ำเสมอทุกระดับชั้น
2. การให้เหตุผลสามารถพัฒนาได้ โดยสอดคล้องกับทุกหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม
3. ระดับการให้เหตุผล ควรให้สอดคล้องกับวัยและระดับชั้นของนักเรียน
4. การให้เหตุผล ควรจัดให้ได้มีประสบการณ์อย่างสม่ำเสมอ ตั้งแต่วัยก่อนอนุบาล

จนถึงระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งควรจะต้องปลูกฝังให้เกิดเป็นนิสัย

5. ควรให้นักเรียนได้ตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล
6. ควรจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้ส่งเสริมการฝึกการให้เหตุผล

นอกจากจะต้องคำนึงถึงหลักการต่างๆ แล้ว สิ่งที่ครูควรดำเนินการเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล มีดังนี้

1. ตั้งเป้าหมายให้ชัดเจน ครูควรพิจารณาในรายละเอียดว่าระดับชั้นนั้นต้องการให้นักเรียนมีความสามารถอะไรบ้าง เช่น การให้เหตุผล การมีทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์ การนำไปใช้ การตัดสินใจ และสรุปผลได้มากน้อยเพียงใด ครูควรตระหนักว่าเป้าหมายนั้นมีความสำคัญ มีคุณค่าในชีวิตของนักเรียน และต้องกำหนดการประเมินให้บรรลุเป้าหมาย

2. ปรับแนวคิดในการสอน การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล สามารถทำควบคู่ไปกับการสอนได้ทุกอย่างโดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดเองมากขึ้น เช่น จัดให้มีการอภิปราย ถามให้นักเรียนเล่าความคิด ชี้แจงเหตุผลประกอบ ซึ่งเป็นการแสดงเหตุผลอย่างง่ายๆ เพื่อให้นักเรียนได้เคยชินกับการคิดอย่างมีเหตุผล และการชี้แจงนี้จะเป็นโอกาสให้นักเรียนได้ย้อนกลับมาพิจารณาแนวคิดของตนเอง ทำความเข้าใจให้แจ่มชัดขึ้น และปรับแต่งแนวคิดได้อย่างมีเหตุผล ตลอดจนประเมินเหตุผลของผู้อื่นว่าควรเชื่อถือหรือไม่ เมื่อนักเรียนแสดงเหตุผล ครูควรอาศัยการสรุปเหตุผลของนักเรียน ปรับแต่งเหตุผลนั้นให้รัดกุม เพื่อให้นักเรียนได้ซึมซับวิธีการให้เหตุผลที่ดี

3. จัดกิจกรรมเพิ่มเติม ครูควรเพิ่มกิจกรรมนอกเหนือจากการสอนปกติ เช่น จัดให้มีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ไม่ใช่เฉพาะโจทย์ปัญหาในหนังสือเรียนเท่านั้น ให้มีการสร้างแบบรูปเอง หรือการพิจารณาแบบรูปที่กำหนดให้ ให้นักเรียนได้นำคณิตศาสตร์ไปใช้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นๆ เป็นต้น โดยที่ครูมีบทบาทในการส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ครูต้องสร้างบรรยากาศให้นักเรียนตระหนักในสิ่งต่อไปนี้

1.1 การเรียนคณิตศาสตร์ให้เรียนด้วยความเข้าใจ ก่อนอื่นครูจะต้องทำให้นักเรียนเกิดความคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้และต้องเรียนด้วยความเข้าใจ นักเรียนหรือบุคคลทั่วไปมักจะมีความคิดว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากเรียนไม่รู้เรื่อง ไม่มีความสามารถเพียงพอที่จะเข้าใจได้ วิธีการเรียนต้องใช้การจดจำขั้นตอนวิธีการ จำสูตรเพื่อหาคำตอบโดยไม่รู้ว่าจะทำไมจึงทำเช่นนั้น ความคิดเช่นนี้จึงทำให้เบื่อวิชาคณิตศาสตร์ เห็นว่าคณิตศาสตร์มีไว้สำหรับคนเก่งเท่านั้น แนวคิดเช่นนี้สกัดกั้นการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุขและเห็นคุณค่า ครูมีบทบาทสำคัญยิ่งในการสร้างบรรยากาศให้นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์ไม่ใช่เรื่องยาก

1.2 ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีเหตุผล นักเรียนจะต้องรู้ว่าทำไม เพราะอะไร และสามารถแสดงเหตุผลได้

1.3 ครูต้องทำให้นักเรียนรู้ว่าครูให้ความสำคัญต่อความเข้าใจและการให้เหตุผล โดยครูจะต้องประเมินสิ่งเหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ ที่สำคัญเมื่อเด็กสามารถหรือมีการให้เหตุผลที่ดีครูควรให้การเสริมแรงทันที

2. ให้นักเรียนอธิบายแนวคิดและให้เหตุผลยืนยันแนวคิดนั้นๆ การให้เหตุผลอาจทำได้ด้วยวาจา ด้วยการเขียน โดยใช้ภาษาง่ายๆ หรือใช้อุปกรณ์แสดงให้เห็นจริง

3. ควรถามบ่อยๆ และใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงเหตุผล เช่น

- นักเรียนคิดว่าต่อไปจะเป็นอย่างไร เพราะอะไร
- แบบรูปจะเป็นอย่างไร เพราะอะไร
- นักเรียนเชื่อไหม เพราะอะไร
- นักเรียนคิดว่าวิธีไหนดีกว่า เพราะอะไร
- มีคำตอบอื่นอีกไหม มีวิธีอื่นอีกไหม
- ทำไมคิดว่าถูกต้อง
- ทำไมคิดว่าจะเป็นจริง
- ที่สรุปนี้จะเป็นจริงเสมอไปไหม หรือเป็นจริงเพียงบางกรณี
- สัมพันธ์กันอย่างไร

4. สนับสนุนให้นักเรียนสร้างข้อคาดเดา บนพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล

5. เปิดโอกาสให้ทดสอบและปรับแต่งข้อาคาดเดาโดยอาศัยเหตุผล เช่น ข้อาคาดเดาที่ว่าผลคูณของจำนวนบวกสองจำนวนจะมากกว่าตัวตั้งและตัวคูณ อาจปรับแต่งเป็นการคูณจำนวนหนึ่งด้วยตัวคูณที่เป็นจำนวนที่มากกว่า 1 ผลคูณจะมากกว่าจำนวนนั้น แต่ถ้าตัวคูณเป็นจำนวนบวกที่น้อยกว่า 1 ผลคูณจะน้อยกว่าจำนวนนั้น โดยนักเรียนตัดสินใจปรับเองด้วยเหตุผลไม่ใช่จากครูบอก

6. ให้นักเรียนได้วิเคราะห์แบบรูป รวมทั้งสร้างแบบรูปเอง เช่น 2, 4, 6, 8, ... พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ได้ ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการสร้างข้อาคาดเดา

7. ใช้วิธีแสดงสิ่งที่เป็นตัวอย่าง สิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างให้นักเรียนได้สรุปแนวคิดนั้นอย่างมีเหตุผล เช่น

ตัวอย่าง



ไม่เป็นตัวอย่าง



สรุป สิ่งทีกล่าวถึง คือ วงกลม

8. ใช้ปัญหาปลายเปิด เช่น แก้วต้องการซื้อหนังสือเล่มละ 30 บาท ปากกาด้ามละ 10 บาท ทอफीเม็ดละ 2 บาท ถ้าแก้วมีเงิน 50 บาท จะมีเงินพอซื้อของเหล่านี้ได้ทั้งหมด หรือได้มากน้อยเพียงใด

9. ให้มีการอภิปรายหน้าชั้นเรียน เพื่อหากรณีทั่วไป

10. ทำท่ายให้นักเรียนคิดและทำกิจกรรม

11. ให้ความสำคัญในการฟังความคิดเห็นของนักเรียน และให้นักเรียนได้ฝึกการรับฟังทำความเข้าใจเหตุผลผู้อื่นและประเมินว่าเหตุผลเชื่อถือได้หรือไม่

12. มีความยืดหยุ่น สามารถปรับแนวการอภิปรายให้เข้ากับวิถีคิดของนักเรียน

13. มีความอดทน ให้ความเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียน

14. เน้นความเป็นเหตุเป็นผลมากกว่ากฎเกณฑ์หรือการอาศัยคำที่ใช้เป็นกุญแจไปสู่การบอกวิธีการ เช่น มีคำ “รวม” ให้ทำวิธีบวก

15. ครูควรใช้ภาษาที่เหมาะสมรัดกุม เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ ครูไม่ควรตำหนิ เมื่อนักเรียนใช้ภาษาไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสม ไม่รัดกุม ครูไม่ควรตติง แต่ควรช่วยสรุปอีกครั้ง

16. ครูควรใช้ภาษาทางตรรกศาสตร์ในเหตุการณ์ทั่วไป ให้นักเรียนคุ้นเคย เช่น

- ให้นักเรียนหยิบทั้งดินสอและปากกา
- ถ้านักเรียนตีมนมหมดแล้วนักเรียนมีเวลาไปวิ่งเล่น
- มีนักเรียนบางคนชอบเล่นฟุตบอล
- นักเรียนทุกคนออกไปเข้าแถว

17. ครูจะต้องสร้างความเข้าใจว่าครูให้ความสำคัญกับการให้เหตุผล ในการประเมิน จะต้องมีการประเมินการให้เหตุผลจากงานที่ให้ทำ หรือในข้อสอบจะต้องมีส่วนที่ให้นักเรียนแสดงเหตุผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547ก: 19) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการใช้คำถาม ซึ่งการใช้คำถามของครูมีผลอย่างยิ่งต่อการกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อตอบสนอง หรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อสิ่งที่ถูกถาม อันจะนำมาซึ่งการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการให้เหตุผล ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- ทำไมนักเรียนถึงคิดเช่นนั้น
- ทำไมคำตอบนั้นจึงถูกต้อง
- นักเรียนได้ข้อสรุปนั้นมาได้อย่างไร
- นักเรียนคิดว่าที่เพื่อนอธิบายนั้นสมเหตุสมผลหรือเปล่า เพราะเหตุใด
- นักเรียนคิดว่าข้อสรุปนี้จะจริงเสมอไปหรือเปล่า
- นักเรียนคิดว่าวิธีนี้ดีหรือยัง / ใช้ได้ทั่วไปหรือเปล่า
- นักเรียนจะพิสูจน์สิ่งที่อธิบายได้อย่างไร

จิตติมา ขอบเอียด (2551: 38) สรุปว่า การพัฒนาด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะบรรลุผลได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับครู และการจัดการของครูเป็นสำคัญ รวมทั้งการจัดบรรยากาศ กิจกรรม พฤติกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผล

อัมพร ม้าคนอง (2553: 50) เสนอแนะว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ ครูควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์ และบริบทอื่นๆ รวมทั้งควรพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป จะเกิดอะไรขึ้น รู้ได้อย่างไร” โดยครูควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผลไม่เฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น ซึ่งการให้นักเรียนได้อธิบาย ชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญคือ นักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจความถูกต้องของสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง มากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้

จากแนวทางที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า ครูมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยในการจัดการเรียนรู้นั้น ครูต้องจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรม และคำถามที่กระตุ้นต่อการคิดให้เหตุผลของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ในการประเมินผล ครูควรประเมินการให้เหตุผลจากกิจกรรมที่ทำ การพูดชี้แจงเหตุผล หรือการแสดงผลในการทำแบบทดสอบ

### 3.6 การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ครูลีค และรูดนิค (Krutlik & Rudnick, 1996: 8-9) อธิบายถึงเทคนิคการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้



1. การสังเกต โดยครุควรเดินรอบๆ ห้อง เพื่อสังเกตความสามารถในการให้เหตุผลขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาในกลุ่มเพื่อนในห้องเรียน

2. การทดสอบ ไม่ควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบแต่ควรเป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลเพื่อการตัดสินใจของนักเรียน ซึ่งควรเป็นคำถามปลายเปิด

มอลลอย (Malloy. 1999: 13) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลในระดับมัธยมศึกษา โดยเสนอให้ผู้สอนใช้แนวทางการสืบสอบ (Inquiry Approach) ในการส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับบริบทของปัญหา และเชื่อมโยงปัญหากับเนื้อหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้อง

สเตอร์นเบิร์ก (Sternberg. 1999: 37) ได้เสนอแนวคิดว่าการพัฒนาทักษะและประเมินการให้เหตุผลของผู้เรียน ผู้สอนควรต้องคำนึงถึงกระบวนการทางปัญญา 5 ชั้น คือ การระบุปัญหา การสร้างกลยุทธ์เพื่อแก้ปัญหา การสร้างมโนภาพจากข้อมูลในปัญหา การวางแผนและการจัดการทรัพยากรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และการกำกับและประเมินคำตอบ

อัครยา สังขจันทร์ (2543: 102) ได้กล่าวถึง หลักการสำคัญของกระบวนการเรียนการสอน เป็นสิ่งที่ผู้สอนจำเป็นต้องตระหนักอยู่เสมอ เพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ของความพยายามที่จะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผลเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความสามารถทางการให้เหตุผล โดยได้กล่าวถึงวิธีการประเมินความสามารถในการให้เหตุผล ดังต่อไปนี้

#### วิธีการประเมิน

1. การสอบไม่สำคัญเท่ากับการกระตุ้น ให้นักเรียนไม่รู้และคิดเป็น
2. มีวิธีการวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดให้เหตุผลที่เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนการสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547ก: 50-52) ได้กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผล นอกจากจะพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลแล้ว ผู้ประเมินควรคำนึงถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้ด้วย

1. การใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการให้เหตุผล
2. การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์สร้างข้อาคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้น
3. การประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์
4. การเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลายในการให้เหตุผลหรือพิสูจน์

ในการประเมินผลควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายในการประเมินว่าประเมินเพื่ออะไร เช่น

- ประเมินเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการเรียนการสอน กล่าวคือ เพื่อให้รู้ว่านักเรียนพร้อมที่จะเรียนคณิตศาสตร์เรื่องนั้นๆ หรือไม่ เพื่อนำมาใช้คาดการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนแล้วนำมาออกแบบกิจกรรม การประเมินเพื่อจุดประสงค์ในลักษณะนี้ จะประเมินด้วยการ

วิเคราะห์ เก็บข้อมูลเป็นรายละเอียดในแง่มุมต่างๆ ตามที่ต้องการทราบ

- ประเมินเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผล การประเมินเพื่อจุดประสงค์นี้ อาจใช้การให้คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ซึ่งครูอาจใช้การประเมินแบบองค์รวม โดยใช้เกณฑ์ที่มีผู้พัฒนาไว้แล้วหรืออาจจะตั้งเกณฑ์ขึ้นเองจากประสบการณ์จริงที่พบได้จากนักเรียน

ในการประเมินความสามารถด้านการให้เหตุผล จะใช้วิธีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) เพื่อมุ่งหวังที่จะขจัดปัญหาที่จะเกิดจากการให้คะแนน ป้องกันความลำเอียงและเสริมสร้างความเป็นธรรม ตลอดจนสร้างระบบการประเมินที่จะนำไปสู่การพัฒนา ทั้งนี้อาจเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งรายละเอียดของเกณฑ์จะขึ้นกับบริบทของเรื่องและระดับชั้นเรียนนั้นๆ โดยทั่วไปอาจกำหนด ดังนี้

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
0 / ไม่พยายาม	- ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ / แนวคิดไม่ถูกต้องเลย
1 / ต้องปรับปรุง	- มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ หรือมีข้อบกพร่องมากกว่า 2 แห่ง
2 / พอใช้	- เสนอแนวคิดได้สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ แต่มีข้อบกพร่อง 2 แห่ง
3 / ดี	- มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ มีข้อบกพร่องเพียง 1 แห่ง
4 / ดีมาก	- มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนน ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล

ตัวอย่างที่ 1 จากการยกสถานการณ์ คำกล่าวของแพรวที่ว่า “ฉันสามารถสร้างรูปสามเหลี่ยมที่มีมุมเป็นมุมฉาก 2 มุมได้” ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น อภิปรายข้อความนี้ ตารางต่อไปนี้เป็นเกณฑ์ และตัวอย่างคำพูดจากการอภิปรายที่จัดอยู่ในระดับนั้นๆ

ระดับ	รายละเอียดของเกณฑ์ และตัวอย่างคำพูดของนักเรียน
0	- ไม่มีคำตอบ ไม่ได้ทำ ไม่ได้ใช้ภาษาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ “ฉันเห็นด้วย แพรวต้องทำได้แน่”
1	- มีความพยายามให้เหตุผล แต่คำตอบไม่ถูก

	<p>“ใช่ๆ ก็สร้างให้มุมฉากหนึ่งอยู่ด้านบน อีกมุมอยู่ด้านล่าง” - คำตอบถูกเป็นบางส่วน แต่เหตุผลอ่อน หรือไม่ถูกต้อง</p>
	<p>“สร้างไม่ได้ เพราะสามเหลี่ยมทุกรูปจะต้องมีมุมเป็นมุมฉาก”</p>
2	<p>- คำตอบถูกต้อง แต่การให้เหตุผลไม่สมบูรณ์หรือชัดเจน “สร้างไม่ได้ เพราะรูปสามเหลี่ยมจะมีมุมฉากเพียงมุมเดียว” “สร้างไม่ได้ จะสร้างได้ก็ต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า”</p>
3	<p>- คำตอบถูกต้อง เหตุผลดีกว่าระดับ 2 แต่ยังเป็นเหตุผลที่ต้องฟังภาพหรือของจริง สร้างความเข้าใจมากกว่าที่ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่เป็น นามธรรม “สร้างไม่ได้ เพราะถ้ามีมุมฉาก 2 มุม เราได้ด้าน 3 ด้าน แต่ด้านจะไม่ต่อกัน” “สร้างไม่ได้ เพราะสร้างมุมฉาก 2 มุม แล้วเราพยายามเชื่อมต่อด้านก็จะได้รูป สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า”</p>
4	<p>- นักเรียนตอบได้ถูกต้อง ใช้ความรู้มาให้เหตุผลได้อย่างชัดเจนสมบูรณ์ “ทำไม่ได้ เพราะรูปสามเหลี่ยมมีมุมภายในรวมกันได้ 180 องศา” “ถ้ามีมุม 2 มุม รวมเป็น 2 มุมฉาก ซึ่งเท่ากับ 180 องศา อีกมุมต้องเป็น 0 องศา ก็จะไม่เกิดเป็นรูปสามเหลี่ยม” “ทำไม่ได้ เพราะเราจะสร้างรูปสามเหลี่ยมให้มีด้านขนานกันไม่ได้”</p>

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551: 60) อธิบายถึงการประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่บรรจุไว้ในหลักสูตร โดยครูสามารถประเมินได้จากกิจกรรมที่นักเรียนทำ จากแบบฝึกหัด จากการเขียนอนุทิน หรือข้อสอบที่เป็นคำถามปลายเปิดที่ให้โอกาสนักเรียนแสดงความสามารถ

กล่าวโดยสรุป ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ประเมินได้โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยที่มีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์ (Rubric) ดังนี้

#### 1. อธิบายแนวคิดหรือแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบ

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 4 ดีมาก	อธิบายแนวคิด หรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบ จากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจนและสมเหตุสมผล
ระดับ 3 ดี	อธิบายแนวคิด หรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบ จากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน
ระดับ 2	อธิบายแนวคิด หรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน

พอใช้	
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	อธิบายแนวคิด หรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบด้วยวิธีการที่ไม่ถูกต้อง
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ หรือไม่ได้ทำ

## 2. แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 4 ดีมาก	แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลที่ถูกต้อง ชัดเจน
ระดับ 3 ดี	แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลที่ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน
ระดับ 2 พอใช้	แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลไม่ถูกต้อง
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่ได้แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผลที่ชัดเจน หรือไม่ได้ทำ

## 3. สรุปคำตอบได้ถูกต้อง

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 4 ดีมาก	สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
ระดับ 3 ดี	สรุปคำตอบได้ถูกต้องเกือบสมบูรณ์
ระดับ 2 พอใช้	สรุปคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน ไม่ครบถ้วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่มีการสรุปคำตอบที่ได้
----------------------------	-------------------------

### 3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

#### งานวิจัยต่างประเทศ

ซิมเมอร์แมนน์ (Zimmermann. 2002: abstract) ได้ศึกษาบทบาทการสอนในการเปลี่ยนแปลงการให้เหตุผลและความเชื่อเกี่ยวกับการจำลองความน่าจะเป็นของนักเรียนแต่ละคน รวมถึงผลกระทบจากการใช้เทคโนโลยีในการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ โดยทำการศึกษากับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3-6 จำนวน 23 คน ที่ทำการสอน 12 วัน ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน การทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ และการสัมภาษณ์นักเรียน 4 คน ผลการศึกษาพบว่า คะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่คะแนนระหว่างการทำทดสอบหลังเรียนกับคะแนนด้านความคงทนในการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการใช้การจำลองเพื่อหาค่าความน่าจะเป็น และ การใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟมีผลต่อการให้เหตุผลเกี่ยวกับการจำลองทางความน่าจะเป็นของนักเรียน

นิลกลัด (Nilklad. 2004: abstract) ได้ศึกษาการคิดและการให้เหตุผลทางพีชคณิต ของนักเรียนในวิทยาลัยแห่งหนึ่งเกี่ยวกับความเข้าใจในความคิดรวบยอดเรื่องฟังก์ชัน หลังจากเรียนเรื่องนี้จบไปแล้ว ซึ่งมีนักเรียนเข้าร่วมในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 24 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสัมภาษณ์ และการทำแบบสอบถาม สำหรับการสัมภาษณ์จะคัดเลือกนักเรียน 5 คนที่มีความคิดรวบยอดที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องฟังก์ชัน มาสัมภาษณ์เพื่อค้นหากลวิธีในการแก้ปัญหา ความคิดทางพีชคณิต และการให้เหตุผลขณะที่พวกเขากำลังแก้ปัญหา ส่วนการทำแบบสอบถามนั้น นักเรียน ทุกคนจะได้ทำแบบสอบถามที่มีคำถามเกี่ยวกับนิยามของฟังก์ชัน การใช้ตัวแทนที่หลากหลายของฟังก์ชัน การใช้ฟังก์ชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และ การใช้ฟังก์ชันในสถานการณ์จริง จากการศึกษาพบว่า หลังการเรียนการสอน นิยามเรื่องฟังก์ชันของนักเรียนได้รับการพัฒนาเพิ่มขึ้นจากนิยามแบบเดิม อีกทั้งนักเรียนมีความเข้าใจที่ดีขึ้นในการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย การแปลงของฟังก์ชัน และการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆ หรือสถานการณ์จริง นอกจากนี้ก็กลับพบว่า การให้เหตุผลทางพีชคณิตของนักเรียน ซึ่งเป็นความสามารถที่นักเรียนควรจะต้องแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายวิธีนั้น มีความก้าวหน้าเพียงเล็กน้อย

คริสตู และปาปาจีโอจิออร์ (Christou; & Papageorgiou. 2007: 55-66) ได้ศึกษาโครงสร้างของการให้เหตุผลเชิงอุปนัยที่ได้บังคับใช้ในหลักสูตรของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยทำการศึกษาความสามารถด้านความรู้ของนักเรียนที่จะสรุปความเหมือนหรือความต่างระหว่างคุณสมบัติและความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนที่ได้เขียน

ไว้ โดยเก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 135 คนในประเทศไซปรัส การวิเคราะห์ปัจจัยในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยนี้ นำไปสู่ข้อสรุปด้านความรู้ 6 กระบวนการที่ค้นพบความเหมือนหรือความแตกต่างในคุณสมบัติหรือและความสัมพันธ์ ซึ่งสามารถนำมาใช้สำหรับการหาผลลัพธ์ของปัญหาคณิตศาสตร์เชิงอุปนัย และยังเป็นประโยชน์ในการกำหนดพื้นฐานทางทฤษฎีสำหรับการออกแบบหลักสูตรและการกำหนดโปรแกรมในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์อีกด้วย

ไอดิน และฮาแลท (Aydin; & Halat. 2009: 151-164) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับอุดมศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงเรขาคณิตของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันในวิชาเรขาคณิต โดยนักศึกษากลุ่มแรกได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นระดับชั้นการเรียนรู้เรขาคณิตของแวนฮิลลี ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นตรรกะและการพิสูจน์ กับนักศึกษากลุ่มที่สองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เรขาคณิตตามแบบปกติ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มจำนวน 149 คน ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นระดับชั้นการเรียนรู้เรขาคณิตของแวนฮิลลีมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแบบปกติ นอกจากนี้ยังพบอีกด้วยว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นระดับชั้นการเรียนรู้เรขาคณิตของแวนฮิลลีมีสหสัมพันธ์ทางบวกต่อการเขียนการพิสูจน์

ยานเคเลวิทซ์ (Yankelewitz. 2009: abstract) ได้ทำการศึกษาว่า รูปแบบการให้เหตุผลแบบใดที่นักเรียนนำมาใช้ในกิจกรรมเกี่ยวกับความเข้าใจทางเศษส่วน ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1-4 ที่เรียนเรื่องเศษส่วน โดยเน้นการให้เหตุผล การสรุปข้อโต้แย้งและการพิสูจน์โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการบันทึกภาพไว้ถึง 46 ครั้งในขณะที่นักเรียนทำงาน และผู้วิจัยได้จัดบันทึกขณะสังเกตการให้เหตุผลของนักเรียนระหว่างการเรียนถึง 17 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 60-80 นาที จากการศึกษาพบว่านักเรียนมีการใช้รูปแบบการให้เหตุผลที่หลากหลาย และสิ่งแวดล้อมในการเรียนมีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนได้ จึงนับได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการให้เหตุผล การสรุปข้อโต้แย้งและการพิสูจน์ เป็นกลวิธีที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-4

#### งานวิจัยในประเทศ

อารีย์ ศรีเดือน (2547: 80-87) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่อง การประยุกต์ 1 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนด้วยการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่อง การประยุกต์ 1 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ (2548: 57-62) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การเรียนการสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการ การให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาผลการเรียนของนักเรียนจากการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้าน

กระบวนการ การให้เหตุผล ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการ การให้เหตุผล มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนี้สำคัญ .01

จิตติมา ขอบเอียด (2551: 89-96) ได้ทำการเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง การประยุกต์ 2 ผลการศึกษาพบว่า หลังการใช้ปัญหาปลายเปิด นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เวชฤทธิ์ อังกษะภัทรขจร (2551: 187-201) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง โดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษา และศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่า ในด้านทักษะการให้เหตุผล นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01 และจากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผลมากที่สุด โดยที่นักเรียนสามารถตอบคำถามถูกต้อง และแสดงเหตุผลได้เกือบสมบูรณ์ โดยเหตุผลที่แสดงนั้นชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีการใช้การเปรียบเทียบหรือมีการมองแนวโน้มจากข้อมูลนอกเหนือ จากการมองเพียงตัวเลขหรือความสูงของกราฟ เมื่อให้อ่านข้อมูล เปรียบเทียบข้อมูล วิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลที่กำหนดให้ หรือเมื่อให้อธิบายถึงคำตอบที่กำหนดให้

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่า การส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จะช่วยพัฒนากระบวนการคิด การให้เหตุผล และการตัดสินใจในการลงข้อสรุปของนักเรียน อันจะเป็นหนทางหนึ่งที่ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในชีวิตจริงได้ รวมถึงยังส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นอีกด้วย โดยควรจัดบรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอธิบาย แลกเปลี่ยนความคิด แสดงเหตุผลและแก้ปัญหาาร่วมกัน

#### 4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

##### 4.1 ความหมายของการสื่อสาร

มนุษย์มีการสื่อสารมาแต่โบราณกาล ซึ่งคำว่า “การสื่อสาร” ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า “Communication” มีรากศัพท์มาจากคำว่า “Communius” ในภาษาละติน หมายถึง Common ในภาษาอังกฤษ ซึ่งมีความหมายเป็นภาษาไทยว่า “ความเหมือนกันหรือร่วมกัน” หากวิเคราะห์ตามราก

ศัพท์อาจกล่าวได้ว่า การสื่อสารเป็นการสร้างความเหมือนกัน หรือสร้างลักษณะที่ร่วมกัน โดยมีผู้ให้ความหมายของการสื่อสาร ดังนี้

ไรท์ (Wright. 1995: 47) ได้นิยามคำว่า การสื่อสารไว้ว่า เป็นการสร้างความเข้าใจในจิตใจของคนอื่น เพื่อส่งเสริมการกระทำต่างๆ ร่วมกัน

วอลตัน และเจฟฟรีย์ (Walton; & Jeffrey. 1995: 2) อธิบายว่า การสื่อสาร เป็นกระบวนการในการสร้างความเข้าใจร่วมกันระหว่างบุคคลอย่างน้อยที่สุด 2 คน โดยผ่านการเขียน การพูด หรือการใช้ท่าทาง

รูบิน และคนอื่นๆ (Rubin; et al. 2010: 3-4) กล่าวว่า การสื่อสาร เป็นกระบวนการหนึ่งที่บุคคลสามารถเข้าใจจุดมุ่งหมายร่วมกันได้ โดยผ่านการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างกัน

บุญศรี ปราภณศักดิ์ และศิริพร จิรวัดน์กุล (2538: 9) ให้ความหมายไว้ว่า การสื่อสาร คือ กระบวนการแลกเปลี่ยน และร่วมกันรับรู้เรื่องราวข่าวสารต่างๆ โดยมีความเข้าใจร่วมกันต่อสัญลักษณ์ที่แสดงเรื่องราวข่าวสารนั้นๆ

พูนทรัพย์ สิทธิพรหม (2539: 3) กล่าวว่า การสื่อสาร หมายถึง การที่มนุษย์เรามีปฏิสัมพันธ์กันที่จะสร้างความเข้าใจร่วมกันเพื่อดำรงชีวิตอยู่ในสังคมเดียวกัน

เกศินี จุฑาวิจิตร (2542: 4) อธิบายว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการที่มีความเคลื่อนไหวและเป็นการกระทำอย่างต่อเนื่องในการส่งและรับสารระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร โดยผ่านสื่อต่างๆ อย่างมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2542: 6) ระบุว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างมนุษย์ภายใต้สภาพแวดล้อมซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพการณ์

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 21) ได้ให้ความหมายว่า การสื่อสาร หมายถึง การถ่ายทอดเรื่องราว การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแสดงออกของข้อความคิดและความรู้สึก นอกจากนี้การสื่อสารยังเป็นการที่บุคคลในสังคมมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกันโดยผ่านทางข้อมูลข่าวสาร สัญลักษณ์ และเครื่องหมายต่างๆ ด้วย

ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2546: 28) กล่าวว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการในการถ่ายทอด และแลกเปลี่ยนข่าวสาร ความคิด และทัศนคติจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่ง เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกัน

กิติมา สุรสนธิ (2548: 1) ให้ความหมายว่า การสื่อสาร หมายถึง การสร้างความร่วมกัน ความคล้ายคลึงกัน ให้เกิดขึ้นระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร ซึ่งทั้งสองฝ่ายจะต้องมีวัตถุประสงค์ในการสื่อสารที่สอดคล้องต้องกัน การสื่อสารจึงจะประสบผลสำเร็จ

สัณญา บุรณเดชาชัย (2550: 3) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ 2 ประการ ดังนี้



1. การสื่อสาร หมายถึง การสื่อสารระหว่างมนุษย์ (Human Communication) เท่านั้น ไม่รวมถึงการคมนาคมขนส่ง (Transportation) สินค้า วัสดุสิ่งของ หรือบุคคลโดยอาศัยถนนหนทางแต่อย่างใด การสื่อสารเป็นพฤติกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ (Human Behavior) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับจิตใจ และการแสดงออกของคนที่ทำการสื่อสารต่อกัน

2. การสื่อสารจะมีการแลกเปลี่ยน “ข่าวสาร” (Information) ทักษะคติ (Attitudes) ความคิด (Idea) ฯลฯ ซึ่งในวงการสื่อสารมวลชนจะรวมถึง สาร (Message) และเนื้อหาที่ผู้ส่งสารส่งผ่านสื่อไปยังผู้รับสาร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 71) ระบุว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการถ่ายทอดข่าวสารจากผู้ส่งสาร (Source) ไปยังผู้รับสาร (Receiver) โดยนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสาร (Channel) ต่างๆ ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู และการแสดงท่าทาง โดยอาจไม่ใช่สื่อ หรือใช้สื่อต่างๆ เช่น วิทยุ โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วารสารหรือสิ่งตีพิมพ์ต่างๆ และ อินเทอร์เน็ต

สุทธพร รัตนกุล (2551: 4-5) กล่าวว่า การสื่อสาร หมายถึง การกระทำต่างๆ ที่ทำให้เกิดการถ่ายทอดหรือสื่อผ่านข้อมูลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่ง หรือจากกลุ่มบุคคลหนึ่งไปยังอีกกลุ่มบุคคลหนึ่ง

อัมพร ม้าคนอง (2553: 9) อธิบายว่า การสื่อสารเป็นการพูดคุยเพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้ที่อยู่ในสังคมเดียวกัน ซึ่งบางครั้งอาจใช้การอ่านหรือการเขียนร่วมด้วย เช่น การอธิบายเหตุผลที่ไม่สามารถส่งการบ้านได้ตรงเวลา การสอนเพื่อนทำการบ้าน

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดหรือแลกเปลี่ยนข่าวสาร ความคิดเห็น ประสบการณ์ เจตคติ จากคนหนึ่งไปยังอีกคนหนึ่งโดยผ่านช่องทางการสื่อสารต่างๆ เช่น การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การแสดงท่าทาง เป็นต้น เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกัน

#### 4.2 ความสำคัญของการสื่อสาร

เวอร์เดอร์เบอร์ (Verderber. 1996: 19-20) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสาร ดังนี้

1. สื่อสารเพื่อความต้องการ โดยธรรมชาติของมนุษย์และสัตว์ ย่อมมีความต้องการในปัจจุบันที่สำคัญเพื่อความอยู่รอด อันได้แก่ อาหาร น้ำ และที่อยู่อาศัย ดังนั้น มนุษย์และสัตว์จึงต้องมีการสื่อสารความต้องการของตนให้อีกฝ่ายหนึ่งรับทราบเพื่อให้ได้มาซึ่งปัจจัยเหล่านั้น

2. สื่อสารเพื่อพัฒนาความสัมพันธ์ เมื่อเราทำการสื่อสารหรือสนทนาระหว่างบุคคล ความสัมพันธ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน ระหว่างเพื่อนร่วมงาน หรือหว่างคนใกล้ชิด ย่อมได้รับการพัฒนาให้มีความสัมพันธ์กันลึกซึ้งมากขึ้น

3. สื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล มนุษย์ต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจร่วมกัน

รูเบน และสตีวาร์ท (Ruben; & Stewart. 1998: 1-2) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นพื้นฐานสำคัญของชีวิตเรา เพราะเป็นแนวทางหนึ่งที่เราใช้ติดต่อ สื่อสารกับบุคคลอื่น อันจะช่วยให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ไม่ว่าจะเป็นความสัมพันธ์ในฐานะที่เราเป็นสมาชิกของครอบครัว ของชุมชน ขององค์กร หรือของสังคมที่เราอาศัยอยู่

ไซเลอร์ และบ็อล (Seiler; & Beall. 2002: 6) กล่าวว่า การสื่อสาร มีความจำเป็นต่อความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลของมนุษย์ เพราะมนุษย์ใช้การสื่อสารเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน อีกทั้งยังก่อให้เกิดการเชื่อมโยงในหลายส่วนของชีวิตอย่างมีความหมาย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2530: 6-7) อธิบายว่า มนุษย์และสัตว์มีความจำเป็นที่ต้องสื่อสาร 5 ประการ ดังนี้

1. สื่อสารเพื่อสื่อความต้องการ มนุษย์และสัตว์ต้องสื่อความต้องการของตนให้อีกฝ่ายหนึ่งรับทราบเพื่อจะให้ได้มาซึ่งสิ่งที่ตนต้องการอันจะทำให้ตนเองอยู่รอด
2. สื่อสารเพื่อสื่อความคิดเห็น มนุษย์และสัตว์ต้องสื่อความคิดเห็นของตนให้ผู้อื่นรับทราบเพื่อให้เกิดภาวะสมดุลของการอยู่ร่วมกัน เช่น แสดงข้อเสนอแนะตอบคำถาม แก้ปัญหาต่างๆ
3. สื่อสารเพื่อถ่ายทอดความรู้ ทักษะและความชำนาญ มนุษย์และสัตว์ต้องถ่ายทอดความรู้ ความนึกคิด ทักษะ ค่านิยมและทักษะความชำนาญไปยังอีกฝ่ายหนึ่งเพื่อประโยชน์ของฝ่ายรับ หรือประโยชน์ร่วมกัน
4. สื่อสารเพื่อการเตือนหรือการห้าม มนุษย์และสัตว์ต้องสื่อคำเตือนให้ระวังคำ ห้ามมิให้ละเมิดคำสั่งให้ปฏิบัติ และคำชี้ชวนให้ทำเพื่อประโยชน์ของผู้รับและ/หรือประโยชน์ส่วนรวม มิใช่ประโยชน์ของผู้ส่งโดยตรง
5. สื่อสารเพื่อการโต้ตอบและสื่อเรื่องราว มนุษย์และสัตว์ต้องโต้ตอบกันระหว่างมนุษย์กับมนุษย์ มนุษย์กับสัตว์ และสัตว์กับสัตว์เอง เพื่อให้ทราบเรื่องราวความเป็นไปในอดีต ปัจจุบัน และอนาคตของทั้งสองฝ่าย

มณฑล ไบบัว (2536: 3-4) กล่าวว่า การสื่อสารมีความสำคัญต่อมนุษย์ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสำคัญต่อความเป็นสังคม มนุษย์รวมตัวกันเป็นกลุ่มสังคมได้ตั้งแต่สังคมเล็ก ระดับครอบครัว จนกระทั่งถึงสังคมที่ใหญ่ระดับประเทศได้ เพราะอาศัยการสื่อสารเป็นพื้นฐาน เมื่อมนุษย์รวมกันอยู่ ดำเนินชีวิตร่วมกัน ก็ย่อมตกลงในระเบียบ กติกาต่างๆ เพื่อใช้เป็นกฎเกณฑ์ต่างๆ ของสังคม เพื่อให้สังคมนั้นๆ ดำรงอยู่ได้ และมนุษย์ก็ใช้การสื่อสารซึ่งกันและกันเพื่อจะทำความเข้าใจ การที่สังคมมนุษย์ได้รับการพัฒนามาตลอดโดยไม่มีการขาดตอน ก็เพราะใช้การสื่อสารเป็นสายใยแห่งการถ่ายทอดประเพณี วัฒนธรรมความรู้สึคนึกคิดของคนรุ่นหนึ่งไปสู่คนอีกรุ่นหนึ่ง
2. ความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน การสื่อสารมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อชีวิตประจำวัน ในวันหนึ่งๆ ตลอดเวลาที่เรตื่นเราสื่อสารตลอดเวลา อาจจะสื่อสารกับตัวเอง สื่อสารกับผู้อื่น ทั้งนี้อาจ

เป็นคนในครอบครัว ผู้ร่วมงานกิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิตต่างก็อาศัยการสื่อสารเป็นเครื่องมือ ทั้งนั้น

3. ความสำคัญต่ออุตสาหกรรมและธุรกิจ การดำเนินอุตสาหกรรมและธุรกิจ ไม่ว่าจะป็นขั้นตอนในการผลิต การจัดจำหน่าย ต่างก็ต้องอาศัยการสื่อสารทุกขั้นตอน นับตั้งแต่การสื่อสารกันระหว่างบุคคลจนกระทั่งถึงการสื่อสารกับมวลชน เช่น การโฆษณา การประชาสัมพันธ์ ทั้งนี้จะต้องอาศัยวิธีการสื่อสารโดยเฉพาะในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในการสื่อสารมากมาย

4. ความสำคัญต่อการปกครอง ในการปกครอง ไม่ว่าจะป็นการปกครองระดับใด หรือการปกครองระบอบใด ทั้งผู้ปกครองและผู้ถูกปกครอง จะต้องมีการตกลงร่วมกันในกฎเกณฑ์หรือระเบียบต่างๆ ผู้ปกครองต้องเผยแพร่ข่าวสารเหล่านี้ให้ผู้ถูกปกครองทราบทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมทั้งประชาชนหรือผู้ถูกปกครองก็ต้องสื่อสารเรื่องต่างๆ ไปยังผู้ปกครองด้วย ซึ่งเป็นการสื่อสารทั้งแบบจากบนลงสู่ล่าง และแบบจากล่างขึ้นสู่บน

5. ความสำคัญต่อการเมืองระหว่างประเทศ ประเทศต่างๆ ต้องมีการติดต่อสื่อสารกันทั้งทางด้านการเมือง เศรษฐกิจ การทหาร ปัจจุบันเรามองค้การในการทำหน้าที่ติดต่อสื่อสาร ข้าราชการเมืองระหว่างประเทศ และการสื่อสารมวลชนเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตของเรามาก

เกศินี จุฑาวิจิตร (2542: 1-3) กล่าวว่า การสื่อสารมีความสำคัญและจำเป็นต่อมนุษย์ทั้งในระดับปัจเจกบุคคลและระดับสังคม ดังนี้

1. การสื่อสารกับปัจเจกบุคคล โดยทั่วไปคนเรามีความต้องการพื้นฐานประการหนึ่ง นอกเหนือจากปัจจัยสี่ นั่นคือ ความต้องการที่จะสื่อสารกับเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน ความจำเป็นในการสื่อสาร เป็นความจำเป็นพื้นฐานที่จะต้องมิเพื่อให้ชีวิตอยู่รอด ซึ่งแรงจูงใจที่จะก่อให้เกิดการสื่อสารกันระหว่างคนเรานี้ อาจจะเป็นแรงจูงใจที่เกิดจากความต้องการอย่างตั้งใจหรือเป็นแรงจูงใจที่เกิดจากจิตใต้สำนึกก็ได้ แรงจูงใจที่ก่อให้เกิดการสื่อสารระหว่างคนเรา คือ

1.1 เพื่อค้นพบ และเรียนรู้ การที่คนเราได้ติดต่อพูดคุยกับบุคคลอื่น จะทำให้เกิดการค้นพบตัวเอง เกิดการเรียนรู้และเข้าใจตนเอง เข้าใจบุคคลอื่นมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารระหว่างบุคคล ซึ่งเป็นการแลกเปลี่ยนความคิด ความรู้สึก ทำให้เราเรียนรู้ว่าแท้จริงแล้วความรู้สึกเจ็บปวดทุกข์ สุขหรือเศร้าของคนเราไม่ได้แตกต่างกัน และนั่นก็เป็นการเรียนรู้ที่จะเอาใจเขามาใส่ใจเรา ส่วนการสื่อสารมวลชน ทำให้เราได้เรียนรู้เกี่ยวกับโลกภายนอก มีความรู้เรื่องเศรษฐกิจการเมือง การพัฒนา กีฬา สิ่งแวดล้อม ฯลฯ ตลอดจนสินค้าและบริการใหม่ๆ

1.2 เพื่อสร้างความสัมพันธ์ คนทุกคนต้องการที่จะมีความรัก และได้รับความรักจากบุคคลอื่น โดยพื้นฐานนี้จึงเป็นแรงจูงใจสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้มีการติดต่อสื่อสารเพื่อสร้างความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ดังจะเห็นได้ว่าในเวลาที่เราเข้าไปอยู่ในสถานที่แปลกใหม่ ท่ามกลางบุคคลแปลกหน้าโดยไม่ได้พูดคุยกับใครเลย เราจะรู้สึกอึดอัดและไม่สบายใจ

1.3 เพื่อโน้มน้าวใจ ในการสื่อสารระหว่างบุคคล คู่สื่อสารซึ่งผลัดกันเป็นผู้ส่งสารและผู้รับสาร ต่างก็พยายามที่จะเปลี่ยนความคิด โน้มน้าวทัศนคติและพฤติกรรมของอีกฝ่ายหนึ่งให้คล้อยตาม และเห็นด้วยกับตน

1.4 เพื่อความเพลิดเพลิน แรงจูงใจอีกประการหนึ่งที่ก่อให้เกิดการสื่อสารคือต้องการที่จะลดความตึงเครียดหรือแสวงหาความพึงพอใจและความเพลิดเพลิน ในแต่ละวันคนเรามักจะแสวงหาความเพลิดเพลิน และความบันเทิงในรูปแบบที่ตนพอใจ เช่น การฟังเพลง การชมละครโทรทัศน์ ฯลฯ

2. การสื่อสารกับสังคม มนุษย์ใช้การสื่อสารเป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดวัฒนธรรม และกระบวนการขัดเกลาทางสังคมอันทำให้สังคมเกิดขึ้นและดำรงอยู่ได้ เราสามารถจำแนกความสำคัญของการสื่อสารต่อสังคมออกเป็น 8 ด้าน คือ

2.1 ด้านข่าวสาร เป็นการรวบรวม แยกแยะและกระจายข่าว ข้อเท็จจริงและความเห็นซึ่งเป็นการทำให้เราเข้าใจบุคคลอื่น ชุมชนอื่น สถานการณ์ภายใน และภายนอกประเทศ ก่อนที่จะตัดสินใจอย่างเหมาะสมในเรื่องนั้นๆ

2.2 ด้านการอยู่ร่วมกัน เป็นการสร้างสมความรู้ ความคิดร่วมกัน ซึ่งจะทำให้เราอยู่ในสังคมได้ ด้วยการตระหนักว่า คนแต่ละคนอาจทำตัวให้มีประโยชน์ต่อสังคมได้

2.3 ด้านแรงผลักดัน เป็นการส่งเสริมจุดมุ่งหมายทั้งระยะสั้น และระยะยาว ทั้งของส่วนตัว และสังคม ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นให้ทุกคนมีบทบาท เพื่อจุดมุ่งหมายร่วมกัน

2.4 ด้านการอภิปราย เป็นการให้ข้อมูลต่างๆ เพื่อทำให้ปัญหาสังคมชัดเจนขึ้นอันนำไปสู่การสร้างความตระหนักและมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกัน และเพื่อทำให้ประชาชนสนใจปัญหาของชุมชน

2.5 ด้านการศึกษา เป็นการกระจายความรู้ความเข้าใจเพื่อพัฒนาสติปัญญา สร้างลักษณะนิสัยและทักษะ ตลอดจนถ่ายทอดมรดกทางสังคม

2.6 ด้านความก้าวหน้า เป็นการเผยแพร่ผลงานทางศิลปวัฒนธรรม การรักษามรดกทางวัฒนธรรม และการทำให้เรากองงามขึ้นด้วยการปลูกจินตนาการให้ตื่น และกระตุ้นความปรารถนาที่จะสร้างสรรค์ความงาม

2.7 ด้านบันเทิง เป็นการเผยแพร่ละคร ระบาย วรรณกรรม กีฬาและกิจกรรมอื่นๆ เพื่อการพักผ่อน ทั้งในแง่ส่วนตัวและส่วนรวม

2.8 ด้านความสามัคคี เป็นการให้โอกาสผู้คน กลุ่มชนและเชื้อชาติต่างๆ ได้แสวงหาข้อมูลจากแหล่งที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้พวกเขารู้จักและเข้าใจความคิดเห็นและความใฝ่ฝันของกันและกัน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2542: 6) ระบุถึงความสำคัญของการสื่อสารไว้ว่า การสื่อสารเป็นพฤติกรรมของมนุษย์ที่แสดงออกควบคู่กับพฤติกรรมอื่นๆ ที่เป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต เพื่อตอบสนองความต้องการทางร่างกาย เช่น การกินอยู่หลับนอน การเสาะแสวงหาเครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค แต่บทบาทที่สำคัญของการสื่อสาร คือ การสืบทอดส่งต่อวัฒนธรรม หากไม่มีการสื่อสารแล้ว มนุษย์ในแต่

ละยุคแต่ละสมัยย่อมไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ สิ่งที่ควรปฏิบัติ การปรับตนให้เข้ากับธรรมชาติ การรู้จักใช้ทรัพยากรต่างๆ ตลอดจนมรดกตกทอดอื่นๆ การสื่อสารทำให้มนุษย์สามารถพัฒนาชีวิตและความเป็นอยู่ต่อๆ กันไปได้ในแต่ละชั่วอายุคน

กิติมา สุรสนธิ (2548: 1-2) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการ (Process) ที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ทั้งในด้านการดำเนินชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และการศึกษา จนอาจกล่าวได้ว่าการสื่อสารเป็นฟันเฟืองของเครื่องจักรกลแห่งสังคมที่ทำให้สังคมดำเนินไปได้อย่างไม่หยุดยั้ง เนื่องจากการสื่อสารเป็นทั้งเครื่องมือ (Instrument) และวิธีการ (Means) ในการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างใดอย่างหนึ่งทั้งต่อปัจเจกบุคคล ต่อองค์กร และสังคม ดังนั้น เราจึงไม่อาจปฏิเสธได้ว่าการสื่อสารเป็นสถาบันหนึ่งของสังคมที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 64) ระบุว่า กิจกรรมในชีวิตประจำวันของคนส่วนใหญ่ขาดไม่ได้ คือ การสื่อสาร เราใช้การสื่อสารเพื่อสร้างความเข้าใจให้เกิดขึ้นระหว่างกันและกัน ทั้งในด้านการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม เศรษฐกิจ และการศึกษา

จากความสำคัญของการสื่อสารที่กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่าการสื่อสารมีความสำคัญ ดังนี้

1. ความสำคัญต่อความเป็นสังคม เมื่อมนุษย์อยู่รวมกันในสังคมต้องอาศัยการสื่อสารเป็นพื้นฐานเพื่อทำความเข้าใจกัน และดำเนินชีวิตร่วมกัน
2. ความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน ในการดำรงชีวิตประจำวันย่อมต้องอาศัยการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการติดต่อกับผู้อื่น
3. ความสำคัญต่ออุตสาหกรรมและธุรกิจ ในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมต้องอาศัยการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ เช่น การประชาสัมพันธ์ การสอบถามความคิดเห็น เป็นต้น
4. ความสำคัญต่อการปกครอง ระเบียบ กฎเกณฑ์ต่างๆ ย่อมต้องอาศัยการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดให้ประชาชนได้รับทราบและเข้าใจ ในระเบียบ กฎเกณฑ์ และเผยแพร่ข่าวสารต่างๆ เพื่อความสงบเรียบร้อยของบ้านเมือง
5. ความสำคัญต่อการเมืองระหว่างประเทศ ในการสานความสัมพันธ์กับประเทศต่างๆ การสื่อสารมีความจำเป็นอย่างมาก เช่น การแลกเปลี่ยนข่าวสาร และความคิดเห็นกัน

#### 4.3 ประเภทของการสื่อสาร

วูด (Wood. 2000: 15-18) กล่าวถึง ประเภทของการสื่อสาร ซึ่งแบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. การสื่อสารภายในตัวบุคคล (Intrapersonal Communication) เป็นการสื่อสารกับตัวเอง เพื่อทำความเข้าใจในข้อมูล
2. การสื่อสารระหว่างบุคคล (Interpersonal Communication) เป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลสองคน ให้มีความเข้าใจตรงกัน

3. การสื่อสารเป็นกลุ่มหรือทีม (Group and Team Communication) เป็นการสื่อสารระหว่างฝ่ายหนึ่งที่เป็นบุคคล กับกลุ่มย่อยหลายคนที่เป็นผู้รับสาร ซึ่งการสื่อสารแบบนี้มีส่วนทำให้การตัดสินใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งของกลุ่มหรือทีมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. การสื่อสารสาธารณะ (Public Communication) เป็นการสื่อสารในที่สาธารณะที่มีผู้รับสารจำนวนมาก และผู้ส่งสารจำเป็นต้องพูดด้วยเสียงอันดัง

ไซเลอร์ และบ็อล (Seiler; & Beall. 2002: 23-26) ได้จำแนกประเภทของการสื่อสารไว้ 3 ประเภท ดังนี้

1. การสื่อสารภายในตัวบุคคล (Intrapersonal Communication) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลที่จะใช้ในการสื่อสารกับตัวเราเอง ก่อนที่จะสื่อสารกับผู้อื่น

2. การสื่อสารระหว่างบุคคล (Interpersonal Communication) เป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลสองคน หรือมากกว่านั้น การสื่อสารระหว่างบุคคลนี้ เป็นเครื่องมือที่ทำให้เราสามารถถ่ายทอดข้อมูลระหว่างกัน แก้ปัญหาข้อขัดแย้งต่างๆ ร่วมกัน อันจะช่วยเสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลให้แน่นแฟ้นยิ่งขึ้น

3. การสื่อสารสาธารณะ (Public Communication) เป็นการสื่อสารที่มีการถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารจากบุคคลหนึ่งไปยังบุคคลอื่นจำนวนมาก เช่น การพูดในที่ประชุม การบรรยายในห้องเรียน หรือการพูดในที่ชุมนุม เป็นต้น

ทับส์ และมอสส์ (Tubbs; & Moss. 2003: 17-20) จำแนกการสื่อสารไว้ 5 ประเภท ดังนี้

1. การสื่อสารระหว่างบุคคล (Interpersonal Communication) เป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลสองคน ที่มีคนหนึ่งเป็นผู้ส่งสาร และอีกคนหนึ่งเป็นผู้รับสาร ถือเป็นสื่อสารที่เราใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวัน

2. การสื่อสารกลุ่มเล็ก (Small-Group Communication) เป็นการสื่อสารภายในกลุ่มที่มีสมาชิกตั้งแต่ 3 คนขึ้นไป ซึ่งมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกัน โดยผ่านช่องทางการพูด หรือการใช้ท่าทาง เพื่อช่วยสร้างความเข้าใจที่ตรงกัน

3. การสื่อสารสาธารณะ (Public Communication) เป็นการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับการพูดสาธารณะที่มีผู้ฟังจำนวนมาก เช่น การพูดในห้องประชุมขนาดใหญ่ หรือในชั้นเรียน ซึ่งผู้พูดต้องมีการเตรียมตัวเป็นอย่างดี

4. การสื่อสารองค์กร (Organizational Communication) เป็นการสื่อสารภายในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งหากมีการสื่อสารขององค์กรที่ดี ย่อมส่งผลให้การดำเนินงานที่ต่างๆ ในองค์กรมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5. การสื่อสารมวลชน (Mass Communication) เป็นการสื่อสารที่มีผู้รับสารจำนวนมากซึ่งต้องผ่านสื่อกลางทั้งที่อยู่ในรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์ หรือสื่อโฆษณาทางโทรทัศน์

มณฑล โบบัว (2536: 14-22) แบ่งประเภทของการสื่อสารตามหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. การจำแนกประเภทโดยใช้จำนวนของผู้ทำการสื่อเป็นเกณฑ์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 การสื่อสารภายในตัวบุคคล เกิดขึ้นเมื่อเราสื่อความหมายกับตัวเราเอง โดยมีการสื่อสารกับตัวเองได้ 4 ระดับ คือ สื่อสารด้วยการคิด วัจนภาษา อวัจนภาษา และเสียงพูด

1.2 การสื่อสารระหว่างบุคคล เป็นการสื่อสารกับผู้อื่น อาจจะเป็นคนเดียวหรือกลุ่มเล็กๆ เราใช้ทั้งวัจนภาษา อวัจนภาษาและเสียง การสื่อสารกับผู้อื่นนั้นเป็นวัจนภาษา มีกระบวนการหลายระดับซึ่งเป็นการยากที่จะบอกว่าใครเป็นผู้ทำให้เกิดการสื่อสาร

1.3 การสื่อสารกับมวลชน เป็นการสื่อสารที่มีผู้รับสารเป็นจำนวนมาก ซึ่งรับสารจากผู้ส่งเพียงผู้เดียว แตกต่างจากการสื่อสารระหว่างบุคคล ตรงที่ว่าจำนวนและวิธีการในการสื่อสารเป็นสำคัญ ในการสื่อสารกับมวลชนถ้าส่งด้วยการพูด ผู้พูดต้องใช้เสียงอันดัง และการพูดต้องมีติดต่อกันไปเรื่อยๆ ถ้าเราเป็นผู้พูดเราก็ต้องมีหน้าที่รับผิดชอบต่อการพูดอันยาวนานและจำนวนของคนฟังเป็นเงื่อนไขว้ลงมา

2. การจำแนกประเภทโดยใช้ลักษณะวิธีการติดต่อระหว่างผู้รับสาร (Receiver) และผู้ส่งสาร (Sender) เป็นเกณฑ์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 การสื่อสารระบบทางเดียว (One-Way Communication) คือ การสื่อสารในลักษณะที่ผู้ให้การสื่อสารไม่เปิดโอกาสให้ผู้รับสารได้เป็นฝ่ายให้การสื่อสาร เป็นการแลกเปลี่ยนกันทั้งไม่เอาใจใส่ต่อการแสดงปฏิกิริยาย้อนกลับ (Feedback) ของอีกฝ่ายหนึ่ง เพื่อใช้ในการปรับปรุงการติดต่อสื่อสารให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การสื่อสารโดยผ่านเครื่องมือสื่อสารบางประเภท เช่น วิทยุ โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ หรือการออกคำสั่งแบบทหารไม่เปิดโอกาสให้ผู้รับคำสั่งมีโอกาสถามหรือโต้แย้ง

2.2 การสื่อสารระบบทางคู่ (Two-Way Communication) คือ การสื่อสารที่มีทั้งให้และรับข่าวสารระหว่างกัน ทั้งผู้ให้การสื่อสารก็เป็นผู้รับสารในขณะเดียวกันกับที่ผู้รับสารได้กลับเป็นผู้ให้การสื่อสาร เช่น การติดต่อสื่อสารโดยผ่านเครื่องมือในการสื่อสารบางประเภท เช่น โทรทัศน์ หรือการพูดคุยกัน หรือการออกคำสั่งโดยให้อีกฝ่ายมีโอกาสถามหรือโต้แย้งได้

3. การจำแนกประเภทโดยใช้ภาษาเป็นเกณฑ์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 การสื่อสารเชิงวัจนะ (Verbal Communication) หมายถึง การสื่อสารที่ผู้รับสารใช้ภาษาพูดและ/หรือเขียนในการสื่อสาร หัวใจสำคัญของการสื่อสารประเภทนี้อยู่ที่การใช้ภาษาพูด หรือ ภาษาเขียน (ที่เป็นคำ) ในการสื่อสาร

3.2 การสื่อสารเชิงอวัจนะ (Nonverbal Communication) หมายถึง การสื่อสารที่ผู้สื่อสารใช้รหัสหรือสัญลักษณ์อย่างอื่น ซึ่งไม่ใช่ภาษาพูดหรือภาษาเขียนในการสื่อสาร ซึ่งอาจมีชื่อเรียกเป็น อย่างอื่น เช่น ภาษาท่าทาง ภาษากาย เป็นต้น

วรรณิ โสมประยูร (2537: 27) กล่าวว่า การสื่อสารสามารถจำแนกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1. การสื่อสารแบบทางเดียว (One-way Communication) เป็นกระบวนการสื่อสารที่ไม่เปิดโอกาสให้ผู้รับสาร (นักเรียน) ส่งผลย้อนกลับไปยังผู้ส่งสาร (ผู้สอน) หรือตอบโต้ข่าวสารกันอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น หากเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนจึงส่งผลให้ไม่สามารถทำความเข้าใจร่วมกันได้

2. การสื่อสารแบบสองทาง (Two-way Communication) เป็นกระบวนการสื่อสารที่เปิดโอกาสให้ผู้รับสาร (นักเรียน) สามารถส่งผลการตีความหมายของตนย้อนกลับไปยังผู้ส่งสาร (ผู้สอน) ได้ทันที เกิดการตอบสนองซึ่งกันและกัน มีโอกาสตั้งข้อสงสัย ซักถาม หรือโต้แย้ง อภิปรายหาข้อยุติ ข้อมูลย้อนกลับที่ได้จึงเปลี่ยนเป็นข่าวสารชุดใหม่ โดยผู้รับสารจะสลับหน้าที่เป็นผู้ส่งสาร และผู้ส่งสารจะเป็นผู้รับสาร

เกศินี จุฑาวิจิตร (2542: 6) ได้จำแนกประเภทของการสื่อสารโดยใช้จำนวนของผู้สื่อสารเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. การสื่อสารภายในตนเอง (Intrapersonal Communication) เป็นการสื่อสารกับตนเอง เช่น การคิด การไตร่ตรองหาเหตุผล การวิเคราะห์ การทบทวนเรื่องที่พูดหรือเขียน การร้องเพลงฟังคนเดียว ซึ่งทั้งหมดนั้นจะมีผู้สื่อสารเพียงคนเดียว บุคคลผู้นั้นทำหน้าที่เป็นทั้งผู้ส่งสารและผู้รับสาร

2. การสื่อสารระหว่างบุคคล (Interpersonal Communication) เป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลสองหรือสามคน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกัน เช่น การพูดคุยกันแบบเห็นหน้าค่าตา การใช้โทรศัพท์คุยกัน เป็นต้น

3. การสื่อสารกลุ่มย่อย (Small Group Communication) เป็นการสื่อสารภายในกลุ่มคนจำนวนหนึ่ง ซึ่งผู้ส่งสารและผู้รับสารสามารถที่จะพูดคุยโต้ตอบกันได้โดยตรงและทั่วถึง เช่น การสื่อสารในการประชุมสัมมนา เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ กระจุน และร่วมกันแก้ไขปัญหา

4. การสื่อสารกลุ่มใหญ่ (Large Group Communication) เป็นการสื่อสารระหว่างคนจำนวนมาก ซึ่งอยู่ในสถานที่เดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน โดยอาจจะใช้สื่อโสตทัศนศึกษาช่วย เช่น การใช้โทรทัศน์วงจรปิดในการสอนนักศึกษาในกลุ่มใหญ่ที่มีหลายห้องเรียน การสื่อสารในกลุ่มใหญ่นี้ ได้แก่ การอภิปรายในหอประชุม การปราศรัยหาเสียง เป็นต้น โอกาสที่ผู้ส่งสาร และผู้รับสารจะสื่อสารกันได้อย่างโดยตรงและทั่วถึงกันมีน้อยมาก และขาดลักษณะของการสื่อสารแบบตัวต่อตัว

5. การสื่อสารมวลชน (Mass Communication) เป็นการสื่อสารที่ผู้ส่งสาร ซึ่งอาจจะมีมากกว่า 1 คน ส่งข่าวสารไปยังผู้รับสารที่มีเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาศัยอยู่ในสถานที่ต่างๆ ทั่วทั้งโลก กันได้อย่างรวดเร็ว ภายในระยะเวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน โดยผ่านทางสื่อมวลชนต่างๆ เช่น โทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ เป็นต้น การสื่อสารแบบนี้ผู้ส่งสารไม่สามารถทราบปฏิกิริยาของผู้รับสารได้อย่างทันทีทันใด

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2542: 8-10) ได้แบ่งประเภทของการสื่อสารโดยยึดผู้รับสารเป็นเกณฑ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้



1. การสื่อสารระหว่างบุคคล หมายถึง การสื่อสารเฉพาะหน้าตัวต่อตัว ระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสารเพื่อกระชับความสัมพันธ์ที่มีต่อกัน เช่น การทักทาย การสนทนา การสัมภาษณ์ ฯลฯ

2. การสื่อสารกลุ่ม หมายถึง การสื่อสารระหว่างฝ่ายหนึ่งที่เป็นบุคคลหรือองค์กรกับคนอื่นหลายคนที่เป็นผู้รับสาร ทั้งในรูปแบบที่สามารถมองเห็นหน้ากัน หรือเฉพาะหน้าและในแบบที่ไม่เฉพาะหน้า แต่ทุกคนต่างมีความสนใจร่วมกันในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มีการแสดงออกร่วมกัน มีลักษณะร่วมบางประการด้วยกัน มีวัตถุประสงค์ร่วมกัน

3. การสื่อสารมวลชน หมายถึง การสื่อสารไปยังคนหมู่มาก เป็นการแลกเปลี่ยนข่าวสารกับคนกลุ่มใหญ่ ซึ่งยากที่จะแยกแยะออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ได้ ลักษณะของผู้รับสารที่จะแยกแยะว่าเป็นใคร มีลักษณะผสมปนเปกันมาก

จากการที่นักวิชาการและนักการศึกษาได้จำแนกประเภทของการสื่อสาร สรุปได้ว่า การสื่อสารสามารถจำแนกตามเกณฑ์ต่างๆ กัน ดังนี้

1. การสื่อสารโดยใช้จำนวนของผู้สื่อสารเป็นเกณฑ์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

1.1 การสื่อสารภายในตนเอง เป็นการสื่อสารกับตัวเองด้วยการคิด การพูด การเขียน

1.2 การสื่อสารระหว่างบุคคล เป็นการสื่อสารกับผู้อื่นเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกัน

1.3 การสื่อสารมวลชน เป็นการสื่อสารกับคนหมู่มากเพื่อแลกเปลี่ยนข่าวสาร

2. การสื่อสารโดยใช้ลักษณะวิธีการติดต่อระหว่างผู้รับสารและผู้ส่งสารเป็นเกณฑ์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท

2.1 การสื่อสารทางเดียว เป็นการสื่อสารที่ไม่เปิดโอกาสให้ผู้รับสารได้ส่งผลย้อนกลับ ทำให้ไม่มีโอกาสได้ซักถามหรือโต้แย้ง

2.2 การสื่อสารสองทาง เป็นการสื่อสารที่เปิดโอกาสให้ผู้รับสารได้ส่งผลย้อนกลับ ทำให้เกิดการตอบสนองกัน สามารถซักถามหรือโต้แย้งได้

3. การสื่อสารโดยใช้ภาษาเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

3.1 การสื่อสารเชิงวัจนะ เป็นการสื่อสารที่ผู้สื่อสารใช้ภาษาพูด หรือภาษาเขียนในการสื่อสาร

3.2 การสื่อสารเชิงอวัจนะ เป็นการสื่อสารที่ผู้สื่อสารใช้รหัสหรือสัญลักษณ์อย่างอื่น ที่ไม่ใช่ภาษาพูดหรือภาษาเขียนในการสื่อสาร เช่น ท่าทาง ภาษามือ เป็นต้น

4.4 องค์ประกอบของการสื่อสาร

วอลตัน และเจฟฟรีย์ (Walton; & Jeffrey. 1995: 2-3) อธิบายถึงองค์ประกอบทั่วไปของการสื่อสาร มีอยู่ 6 ประการ ดังนี้

1. ผู้ส่งสาร (Sender) คือ ผู้ที่มีข้อมูลข่าวสารและพร้อมที่จะส่งไปยังบุคคลอื่น

2. การเข้ารหัส (Encoding) เป็นการกระทำที่ผู้ส่งสารถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารให้ผู้รับสารมีความเข้าใจ ชัดเจน
3. สาร (Message) เป็นข้อมูลข่าวสารที่ผู้ส่งสารถ่ายทอดไปยังผู้รับสาร
4. การถอดรหัส (Decoding) เป็นการกระทำที่ผู้รับสารทำการตีความ และแปลความข่าวสารที่ได้รับมาให้เข้าใจ
5. ผู้รับสาร (Receiver) เป็นผู้ที่รับข้อมูลข่าวสารจากผู้ส่งสาร
6. ผลป้อนกลับ (Feedback) เป็นผลที่ผู้รับสารตอบกลับมายังผู้ส่งสาร ซึ่งทำให้ผู้ส่งสารทราบว่าผู้รับสารมีทัศนคติ และความเชื่อในสารนั้นเช่นไร รวมถึงทำให้ทราบด้วยว่าผู้รับสารมีความเข้าใจในสารที่ได้รับหรือไม่

เวอร์เตอร์เบอร์ (Verderber. 1996: 7-13) กล่าวถึงองค์ประกอบของการสื่อสาร ดังนี้

1. ผู้สื่อสาร (Participants) ในการสื่อสารหนึ่งๆ จะต้องมีผู้สื่อสารสองฝ่ายเสมอ คือผู้ส่งสารและผู้รับสาร เช่น ในการสื่อสารระหว่างบุคคล ผู้ส่งสารซึ่งทำหน้าที่ส่งข้อมูลข่าวสารไปยังผู้รับสารโดยผ่านทาง การพูดจา หรือการแสดงท่าทาง จากนั้นผู้รับสารก็จะมีหน้าที่รับสารพร้อมตอบสนองกลับแก่ผู้ส่งสาร
2. สาร (Message) เป็นเรื่องราวที่มีความหมาย ซึ่งถูกถ่ายทอดจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร
3. ช่องทางการสื่อสาร (Channel) เป็นเส้นทางการเดินทางของสารหรือพาหนะของสาร ซึ่งสารจะถูกส่งผ่านทางประสาทสัมผัส เช่น เมื่อมีการสื่อสารระหว่างบุคคล จะมีการสื่อสารสองช่องทาง ได้แก่ การสื่อสารทางวาจาและการใช้ท่าทาง โดยมีเสียงและแสงเป็นพาหนะของสาร ตามลำดับ
4. ผลป้อนกลับ (Feedback) เป็นผลที่ผู้รับสารตอบกลับมายังผู้ส่งสาร ซึ่งทำให้ผู้ส่งสารทราบว่าผู้รับสารมีความเข้าใจในสารที่ได้รับมากน้อยเพียงใด

ไซเลอร์ และบ็อล (Seiler; & Beall. 2002: 17-20) กล่าวว่า การสื่อสารมีองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญอยู่ 6 ประการ ดังนี้

1. แหล่งข่าวหรือผู้สื่อสาร (Source) เป็นผู้สร้างข้อมูลข่าวสาร เพื่อใช้ในการสื่อสาร ซึ่งในการสื่อสารหนึ่งๆ อาจมีแหล่งข่าวมากกว่าหนึ่งแหล่ง
2. สาร (Message) เป็นข้อมูลข่าวสารที่ถูกสร้างโดยแหล่งข่าว
3. สื่อหรือช่องทางในการนำสาร (Channel) เป็นตัวกลางที่ช่วยถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารจากแหล่งข่าวหรือผู้สื่อสารไปยังผู้รับสาร
4. ผู้รับสาร (Receiver) เป็นผู้รับสารจากผู้สื่อสาร จากนั้นผู้รับสารต้องมีการวิเคราะห์ ตีความ หรือแปลความข่าวสารนั้นให้เข้าใจ ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า "การถอดรหัส"
5. ผลป้อนกลับ (Feedback) เป็นผลที่ผู้รับสารตอบกลับมายังผู้ส่งสาร ซึ่งผลป้อนกลับนี้ทำให้ผู้ส่งสารทราบว่า ผู้รับมีความเข้าใจในสารที่ส่งไปหรือไม่

6. สภาพแวดล้อม (Environment) เป็นบรรยากาศของสถานที่ที่ทำการสื่อสาร ไม่ว่าจะเป็น ขนาดห้อง การตกแต่ง และอุณหภูมิภายในห้อง ซึ่งล้วนมีผลต่อทัศนคติ ความรู้สึก และความสัมพันธ์ระหว่างผู้ที่ทำการสื่อสาร

มณฑล ไบบัว (2536: 33-44) กล่าวถึงองค์ประกอบอย่างน้อย 4 ประการของการสื่อสาร ได้แก่

1. ผู้ส่งสาร (Sender) คือ บุคคลซึ่งเป็นผู้เริ่มต้นสร้างและส่งสารไปยังผู้อื่น หมายถึงว่าผู้ส่งสารก็คือผู้เริ่มต้นการสื่อสารนั่นเอง ในการสื่อสารครั้งหนึ่งๆ นั้น ผู้ส่งสารจะทำหน้าที่เข้ารหัส (Encoding) อันเป็นการแปลเอกสารให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ที่มนุษย์คิดสร้างขึ้นแทนความคิด ผู้ส่งสาร อาจจะเป็นบุคคล กลุ่มบุคคล องค์กร สถาบันก็ได้ ในการอภิปราย ผู้ส่งสารอาจมีมากกว่าหนึ่งคน ในการสื่อสารสาธารณะผู้ส่งสารอาจมีได้ส่งสารในฐานะที่เป็นตัวของตัวเอง หากแต่ส่งสารในฐานะที่เป็นตัวแทนของหน่วยงานหรือสถาบันใดสถาบันหนึ่ง ผู้ส่งสารในกระบวนการสื่อสาร มวลชนก็คือ ตัวแทนของ องค์กรเกี่ยวกับการสื่อสารมวลชน ซึ่งนอกจากจะส่งสารในฐานะที่เป็นตัวของตัวเองแล้ว ก็ยังมีความ รับผิดชอบในฐานะที่เป็นตัวแทนของสถาบันการสื่อสารมวลชนนั้นด้วย

2. สาร (Message) คือ เรื่องราวอันมีความหมายและแสดงออกมาโดยอาศัยภาษาหรือ สัญลักษณ์ใดๆ ก็ตามที่สามารถทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกันได้ สารจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้ส่งสารเกิด ความคิดขึ้น และต้องการจะส่งสารนั้น โดยการที่ผู้ส่งสารแสดงพฤติกรรมที่เรียกว่า การเข้ารหัส (Encode) เพื่อแทนความคิดที่เกิดขึ้น เช่น พูด เขียน วาด แสดงท่าทางต่างๆ

3. ช่องทางหรือสื่อ (Channel or Medium) หมายถึง การเข้ารหัสและการถอดรหัส หรือสิ่งที่ นำสาร เช่น คลื่นแสง คลื่นเสียง วิทยุ โทรเลข โทรศัพท์ หนังสือพิมพ์ เป็นต้น และยังหมายรวมถึงพาหนะ ของสิ่งที่ส่งสาร เช่น อากาศ อีกด้วย ในการสื่อสาร สารจะถูกส่งไปยังผู้รับโดยผ่านช่องทางหรือประสาท สัมผัสทางใดทางหนึ่งหรือหลายทาง ดังต่อไปนี้ คือ การเห็น การได้ยิน การสัมผัส การลิ้มรส และการได้ กลิ่น ดังนั้นในการสื่อสารผู้ส่งจึงควรคำนึงถึงสื่อหรือช่องทางที่จะนำสารไปยังผู้รับ ทั้งนี้เพื่อจะทำให้สาร นั้นถึงผู้รับอย่างสมบูรณ์ที่สุด

4. ผู้รับสาร (Receiver) ผู้รับสารอาจจะมีคนเดียว เช่น การสนทนาของคนสองคน หรือ อาจจะเป็นกลุ่มบุคคล เช่น กลุ่มผู้ฟังการบรรยายหรือผู้ชมการแสดงหรืออาจจะเป็นมวลชน เช่น ผู้ชมรายการโทรทัศน์ ผู้ฟังวิทยุ หรือผู้อ่านหนังสือพิมพ์ ไม่ว่าผู้รับสารจะเป็นจำนวนเท่าไร ผู้รับสาร ต่างก็มีบทบาทขั้นพื้นฐานอยู่ 2 ประการ คือ การกำหนดรู้ความหมายตามเรื่องราวที่ผู้ส่งสารผ่านสื่อ อย่างใดอย่างหนึ่งมาถึงตน และการแสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อผู้ส่งสาร

บุญศรี ปราบณศักดิ์ และศิริพร จิรวัดมนกุล (2538: 17-23) อธิบายว่า การสื่อสารของมนุษย์มี องค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. ผู้สื่อสาร การสื่อสารใดๆ ก็ตามจะต้องมีผู้สื่อสารสองฝ่ายขึ้นไปเสมอ ซึ่งผู้สื่อสารอาจเป็นได้ ทั้งรายบุคคล เป็นกลุ่ม หรือสื่อสารในนามของสถาบันก็ได้ การสื่อสารระหว่างบุคคล เช่น แม่พูดกับลูก การสื่อสารระหว่างบุคคลกับกลุ่ม เช่น อาจารย์บรรยายให้นักศึกษาฟังในชั้นเรียน การสื่อสารระหว่าง

สถาบันกับบุคคล เช่น สมาคมพยาบาลส่งจดหมายรายงานผลงานประจำปีแก่สมาชิกเป็นรายบุคคล การสื่อสารระหว่างสถาบันต่อสถาบัน เช่น คณะเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลหนึ่งส่งบัตรอวยพรปีใหม่แก่อีกโรงพยาบาลหนึ่ง จะเห็นว่ามีบุคคล กลุ่มคน หรือองค์กรอยู่สองฝ่ายเสมอ แม้แต่การสื่อสารภายในตัวบุคคล (Intrapersonal Communication) เช่น การคิดคนเดียว พูดคนเดียว ร้องเพลงคนเดียว ก็เกิดระหว่างระบบรับและถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารภายในตัวบุคคลซึ่งเป็นสองฝ่ายเช่นเดียวกัน

2. เรื่องราวที่สื่อสารกัน ในการสื่อสารผู้สื่อสารจะต้องมีเรื่องราวข่าวสารบางอย่าง ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อมูล ความรู้ ความรู้สึก ความคิดเห็น ความต้องการ ฯลฯ ที่แสดงออกให้อีกฝ่ายหนึ่งเข้าใจ จะมีคำสองคำที่เกี่ยวกับเรื่องราวที่สื่อสารกัน คือ

2.1 สาร (Message) หมายถึง สิ่งเร้าหรือสาระเรื่องราวที่ผู้สื่อสารส่งออกไป สารอาจเป็นความคิดหรือเรื่องราวที่ส่งผ่านไปตามสื่อ ถือได้ว่าสารเป็นผลผลิตของผู้สื่อสารในรูปแบบที่สามารถส่งไปให้ผู้อื่นรับรู้ได้ กล่าวอีกนัยหนึ่ง สารคือ เรื่องราวอันมีความหมายและแสดงออกมาโดยอาศัยภาษาหรือสัญลักษณ์ใดๆ ก็ตามที่สามารถทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกันได้

2.2 สารสนเทศ หรือ สารนิเทศ หรือ ข้อมูลข่าวสาร (Information) สามคำนี้ใกล้เคียงกับคำว่าสารมาก แต่มุ่งเน้นที่ลักษณะเนื้อหาของสาร (Nature of Content) เป็นสำคัญ กล่าวคือ สารที่เราส่งออกมาจะมีทั้งส่วนที่เป็นเนื้อหา กับส่วนที่เป็นรูปของสัญลักษณ์ หรือสัญญาณ เฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อหาเท่านั้นที่เราเรียกว่าสารสนเทศ สารนิเทศ หรือข้อมูลข่าวสาร ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของเรามาก คนเรายังมีสารสนเทศมากเพียงใด ก็จะช่วยลดความไม่แน่นอน ได้มากเพียงนั้น สารสนเทศที่ถูกต้อง ทันสมัยและเพียงพอ ช่วยให้คนเราตัดสินใจได้เหมาะสมถูกต้อง

3. ช่องทางหรือสื่อ เป็นองค์ประกอบสำคัญอีกประการหนึ่งที่จะเป็นตัวเชื่อมระหว่างผู้สื่อสารคือ ช่องทาง (Channels) หรือสื่อ (Media) ช่องทางหรือสื่อทำหน้าที่นำสารจากฝ่ายหนึ่งไปยังอีกฝ่ายหนึ่ง กล่าวให้ง่ายว่า ช่องทาง หมายถึง ทางที่ทำให้ผู้สื่อสารติดต่อกันได้ ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย ส่วนสื่อ หมายถึง สิ่งที่ยุงหรือนำเอาสารให้เคลื่อนที่ไป ได้แก่ คลื่นแสง คลื่นเสียง อากาศ และอุปกรณ์ต่างๆ เช่น วิทยุ โทรเลข โทรศัพท์ โทรทัศน์ หนังสือ จดหมาย ฯลฯ

4. ผลของการสื่อสาร เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีความหมายร่วมกันระหว่างผู้สื่อสาร โดยปกติแล้วในการสื่อสารส่วนใหญ่ ซึ่งคนเราตั้งใจส่งสารออกไปนั้น เราจะมีเจตนา หรือวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งเสมอ ฉะนั้นจึงมีผลของการสื่อสารที่คาดหวังจะให้เกิด เช่น ต้องการให้สารนั้นส่งถึงคู่สื่อสารของเรา ต้องการให้เขาเข้าใจความหมายตรงกับที่เราเข้าใจ ต้องการให้เขาทำ หรือคิด หรือเปลี่ยนแปลงอะไรตามความประสงค์ของเรา สมฤทธิ์ผลของการสื่อสารจะเกิดสูงสุดเมื่อการรับรู้ความหมายของผู้รับตรงกับ ความหมายของสารที่ผู้ส่งทำการสื่อสารออกไป

พจนานุกรม สัทธรรม (2539: 20-21) กล่าวว่า องค์ประกอบของการสื่อสารว่ามีองค์ประกอบพื้นฐานอยู่ 4 ประการ คือ

1. ผู้ส่งสาร (Sender) คือ ผู้เริ่มต้นสร้างและส่งสารไปยังผู้อื่นด้วยการเข้ารหัส ซึ่งอาจจะเป็นการใช้ภาษาวัจนะ หรืออวัจนะเพื่อเกิดการรับรู้ร่วมกัน

2. สาร (Message) คือ สิ่งที่ผู้ส่งสารส่งไปให้ผู้รับสาร เป็นเรื่องราวต่างๆ ในรูปของข้อมูล ความรู้สึก ความคิดเห็น อันเป็นพฤติกรรมที่ผู้ส่งสารเราให้ผู้รับสารเกิดการรับรู้ในความหมายให้ตรงกัน

3. ช่องทางหรือสื่อ (Channel or Medium) เป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งของการสื่อสาร เพราะเป็นตัวกลางที่จะนำสารสู่ผู้รับสาร

4. ผู้รับสาร (receiver)

กิตานันท์ มลิทอง (2543: 23 -24) กล่าวว่า องค์ประกอบของการสื่อสาร มีดังนี้

1. ผู้ส่ง ผู้สื่อสาร หรือต้นแหล่งของการส่ง (Sender, Communicator or Source) เป็นแหล่งหรือผู้ที่นำข่าวสารเรื่องราว แนวความคิด ความรู้ ตลอดจนเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อส่งไปยังผู้รับโดยอยู่ในลักษณะต่างๆ เช่น ผู้อ่านข่าว ครู นักร้อง นักเขียน จิตรกร ฯลฯ เป็นผู้นำเนื้อหาเรื่องราวของข่าว บทความ ภาพ ฯลฯ มาเสนอแก่ผู้รับโดยการใช้ภาษาหรือใช้วิธีการอื่นๆ เพื่อให้ผู้รับเข้าใจการกระทำดังกล่าว เรียกว่า “การเข้ารหัส” (Encode)

2. เนื้อหาเรื่องราว (Message) ได้แก่ เนื้อหาของสารหรือเรื่องราวที่ส่งออกมา เช่น ความรู้ ความคิด ข่าวสาร บทเพลง ข้อเขียน ภาพ ฯลฯ เพื่อให้ผู้รับรับข้อมูลเหล่านั้น

3. สื่อหรือช่องทางในการนำสาร (Media or Channel) หมายถึง ตัวกลางที่ช่วยถ่ายทอด แนวความคิด เหตุการณ์ เรื่องราวต่างๆ ผู้ส่งต้องการให้ไปถึงผู้รับ สื่อที่ใช้กันมากที่สุด คือ “ภาษาพูด” ซึ่งใช้เสียงเป็นสื่อ เวลาเขียนหรืออ่านหนังสือ สื่อที่ใช้คือ “ภาษาเขียน” หรือถ้ามีการสื่อความหมายกับคนใบ้ก็ใช้มือเป็น “ภาษามือ” กิริยาท่าทางหรือการแสดงออกทางท่าทางหน้าตา

4. ผู้รับหรือกลุ่มเป้าหมาย (Receiver or Target Audience) ได้แก่ ผู้รับเนื้อหาเรื่องราวจากแหล่งหรือผู้ส่งส่งมา ผู้รับนี้อาจเป็นบุคคล กลุ่มชนหรือสถาบันก็ได้ เมื่อรับเรื่องราวแล้วผู้รับต้องมี “การถอดรหัส” (Decode) คือการแปลข่าวสารนั้นให้เข้าใจ

5. ผล (Effect) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้ส่งสารส่งเรื่องราวไปยังผู้รับ ผลที่เกิดขึ้นคือ การที่ผู้รับอาจมีความเข้าใจหรือไม่รู้เรื่อง ยอมรับหรือปฏิเสธ พอใจหรือโกรธ ฯลฯ สิ่งเหล่านี้เป็นผลของการสื่อสาร และจะเป็นผลสืบเนื่องต่อไปว่าการสื่อสารนั้นจะสามารถบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับทัศนคติของผู้รับ สื่อที่ใช้ และสถานการณ์ในการสื่อสารเป็นสำคัญด้วย

6. ผลป้อนกลับ (Feedback) เป็นสิ่งที่เกี่ยวเนื่องจากผลซึ่งผู้รับส่งกลับมายังผู้ส่ง โดยผู้รับอาจแสดงอาการให้เห็น เช่น ง่วงนอน ประหม่อ ยิ้ม พยักหน้า สายหน้า การพูดโต้ตอบ หรือการแสดงความคิดเห็น เพื่อเป็นข้อมูลที่ทำให้ผู้ส่งทราบว่า ผู้รับมีความพอใจหรือมีความเข้าใจในความหมายที่ส่งไปหรือไม่ ผลป้อนกลับนี้คือข้อมูลย้อนกลับอันเกิดจากการตอบสนองของผู้รับที่ส่งกลับไปยังผู้ส่งนั่นเอง

กิติมา สุรสนธิ (2548: 8-26) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของการสื่อสาร ที่ประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 4 ส่วน ดังนี้

1. ผู้ส่งสาร (Sender) หมายถึง บุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่มีความคิด มีความต้องการ มีความตั้งใจที่จะส่งข้อมูลข่าวสาร อารมณ์ ความรู้สึกนึกคิด ความคิดเห็น ทักษะคติ ความเชื่อ และอื่นๆ ไปยังผู้รับสาร เพื่อก่อให้เกิดผลอย่างใดอย่างหนึ่งต่อผู้รับสาร ดังนั้น ผู้ส่งสารจึงเป็นองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบอื่น ทั้งในแง่ของการเป็นผู้เลือกข้อมูลข่าวสารที่จะส่งหรือถ่ายทอดไป การเลือกวิธีการ และช่องทางที่จะทำให้อาสาไปถึงผู้รับสาร รวมทั้งเลือกและพยายามกำหนดตัวผู้ที่จะเป็นผู้รับข้อมูลข่าวสารโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับใดระดับหนึ่ง หรือในด้านใดด้านหนึ่งกับบุคคลที่เป็นผู้รับสาร เช่น ความต้องการในการเปลี่ยนแปลงการรับรู้หรือความรู้ การเปลี่ยนแปลงความเชื่อ ทักษะคติและพฤติกรรมของบุคคลของกลุ่มคนหรือสังคม เป็นต้น

2. สาร (Message) หมายถึง เรื่องราวที่มีความหมายและถูกแสดงออกมาโดยอาศัยภาษาหรือสัญลักษณ์ใดๆ ก็ตามที่สามารถทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกันระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสารได้ สารจะเป็นตัวเร้าให้ผู้รับสารเกิดการรับรู้ต่อความหมายและมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อความหมายที่ได้รับ

3. ช่องทางการสื่อสารหรือสื่อ (Channel or Media) หมายถึง ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ที่ใช้ในการรับรู้ความหมายจากสิ่งต่างๆ อันได้แก่ การมองเห็น การได้ยิน การดมกลิ่น การสัมผัส และการลิ้มรส เป็นต้น หรือนอกจากนี้ช่องสารหรือสื่อยังอาจหมายถึงคลื่นแสง คลื่นเสียง และอากาศที่อยู่รอบๆ ตัวคนเราด้วย

4. ผู้รับสาร (Receiver) เป็นบุคคลที่มีความสำคัญในการสื่อสาร ซึ่งการสื่อสารจะมีความหมายอย่างไร จะประสบผลสำเร็จหรือไม่ ขึ้นอยู่กับผู้รับสารนั้นจะเลือกรับสาร เลือกที่จะตีความ และทำความเข้าใจต่อข่าวสารที่ตนเองได้รับนั้นอย่างไร แม้ว่าการสื่อสารจะเริ่มต้นจากผู้ส่งสาร แต่บุคคลที่จะแสดงว่าการสื่อสารจะประสบความสำเร็จหรือไม่ นั่นก็คือผู้รับสาร ดังนั้น ในการสื่อสารทุกครั้งสิ่งที่ผู้ส่งจะต้องให้ความสำคัญและต้องคำนึงถึงอย่างมากก็คือตัวผู้รับสาร

สุกัญญา บวรณเดชาชัย (2550: 3-5) อธิบายถึงองค์ประกอบที่เป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของการสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ผู้ส่งสาร (Source) เพื่อให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้ส่งสารต้องมีปัจจัย 3 ประการในการสื่อสาร ได้แก่ ทักษะในการสื่อสาร ทักษะคติ และความรู้ โดยทักษะในการสื่อสาร หมายถึง ความสามารถในการพูด การเขียน การฟัง การตีความ ที่จะทำการถ่ายทอดข่าวสารไปยังผู้รับสารให้สามารถเข้าใจได้ง่ายและดีที่สุด ส่วนทักษะคติ หมายถึง ทักษะคติของผู้ส่งสารที่มีต่อตนเองต่อเรื่องที่ทำ การสื่อสาร และทักษะคติต่อผู้รับสาร สำหรับความรู้ของผู้ส่งสารก็เป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญ เพราะหากผู้ส่งสารมีความรู้ในเรื่องที่สื่อสาร จะทำให้เขาเกิดความเชื่อมั่น มีกำลังใจ และกล้าที่จะแสดงออก ส่งผลให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมาก

2. ผู้รับสาร (Receiver) ซึ่งเป็นบุคคลในเป้าหมายของการสื่อสาร ก็ย่อมจะต้องมีความชำนาญในการสื่อสารเช่นกัน เช่น ความสามารถในการฟัง อ่าน การคิด การตีความ หรือพูดรวมๆ ว่า

ความสามารถในการรับรู้หรือรับการถ่ายทอด มีทัศนคติที่ดีต่อตนเอง ต่อเรื่องที่รับ ต่อผู้ส่งสาร และมีความรู้พอสมควรในเรื่องนั้นๆ

3. สาร (Message) สารที่ผู้ส่งสารส่งออกไปเพื่อถ่ายทอดความคิด ความรู้สึก ความต้องการ ข่าวสาร และวัตถุประสงค์ของตนจะต้องอาศัยรหัส (Code) เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอด เช่น ภาษา ดนตรี การวาดภาพ เป็นต้น ซึ่งผู้ส่งสารแต่ละคนจะต้องสร้างความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ เหล่านี้ให้สื่อความหมายที่ดี โดยจัดให้สอดคล้องกับสาระเรื่องราวของสารให้เหมาะสม ก็จะเป็นเนื้อหาของเรื่องที่สื่อสาร และเรียบเรียงจัดการกับสารนั้นด้วยวิธีการต่างๆ ของแต่ละคน

4. สื่อ (Channel) คือ สิ่งที่ขนส่งสารหรือพาหนะของสาร สื่อแต่ละสื่อย่อมมีความสามารถและคุณลักษณะต่างๆ กัน ดังนั้นหากผู้ส่งสารเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมกับสถานการณ์การสื่อสาร ประสิทธิภาพของการสื่อสารก็จะมีมาก

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การสื่อสารมี 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ผู้ส่งสาร เป็นผู้เริ่มต้นในการส่งสาร โดยใช้ทักษะการสื่อสารต่างๆ เช่น การพูด การฟัง การเขียน เพื่อส่งข้อมูลข่าวสาร ความรู้สึกนึกคิดต่างๆ ไปยังผู้รับสาร
2. ผู้รับสาร อาจมีคนเดียวหรือเป็นกลุ่ม การสื่อสารจะประสบความสำเร็จหรือไม่ ขึ้นอยู่กับผู้รับสารว่าจะรับรู้และตีความสารที่ได้รับนั้นอย่างไร
3. สาร เป็นสิ่งที่ผู้ส่งสารส่งไปยังผู้รับสาร อาจจะเป็นข่าวสาร อารมณ์ ความรู้สึก ความคิดเห็น ซึ่งจะทำให้ผู้ส่งสารและผู้รับสารมีการรับรู้ตรงกัน
4. ช่องทางหรือสื่อ เป็นตัวกลางในการนำสารไปสู่ผู้รับสาร

#### 4.5 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสื่อสาร (Communication) เป็น 1 ใน 5 มาตรฐานด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 4-5) ซึ่งได้อธิบายมาตรฐานหลักสูตรการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในชั้นก่อนอนุบาล-มัธยมศึกษาปีที่ 6 (Prekindergarten through Grade 12) ว่าควรจัดโปรแกรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถ

1. จัดระบบและรวบรวมความคิดทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันและสื่อสารได้ถูกต้อง
2. สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาแก่ครูอาจารย์ และผู้อื่นได้อย่างสมเหตุสมผล และแจ่มแจ้งชัดเจน
3. วิเคราะห์และประเมินค่าแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ และยุทธวิธีของผู้อื่นได้
4. ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์เพื่อการสื่อความหมายได้อย่างกระชับ ชัดเจน ได้ใจความที่ถูกต้องแน่นอน

โดยมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

เทอร์เบอร์ (Thurber. 1976: 513) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการตั้งสถานการณ์ ในกิจกรรมการเขียนหรือพูดในเรื่องประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งจะมีผลต่อการปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเอง เมื่อนักเรียนได้ฝึกหัดเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีพลังในการคิดด้วยตนเอง

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 214) ระบุว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิด และสามารถทำความเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด โดยได้ระบุความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวของนักเรียนเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูด การเขียน การสาธิต และการแสดงให้เห็นภาพ
2. สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่น่าเสนอโดยการพูด การเขียน หรือภาพต่างๆ
3. สามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดงแนวคิด อธิบายความสัมพันธ์ และจำลองสถานการณ์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 181) กล่าวถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการนำเสนอแนวคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้

รีส์ และคนอื่นๆ (Reys; et al. 2001: 83) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ จัดการและขยายความคิดให้ชัดเจนขึ้น โดยอาศัยการพูดและการเขียน หรือการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น

อัมพร ม้าคนอง (2547: 102-103; 2553: 56) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการสื่อสารและสื่อความหมายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร ให้ความเข้าใจตรงกัน โดยนักเรียนในฐานะผู้ส่งสารต้องมีความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ เช่น การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย การอธิบายลำดับขั้นตอนของการทำงาน การแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตาราง กราฟ หรือค่าสถิติ ในการอธิบายหรือการนำเสนอข้อมูล

สมเดช บุญประจักษ์ (2548: 2) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดง ~~ความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์และผลที่เกิดขึ้น~~



ปริญญา สองสีดา (2550: 33) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดเรื่องราวหรือแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน ที่เป็นตัวแทนการคิดของนักเรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการตามสถานการณ์จำลองต่างๆ ที่ครูผู้สอนกำหนดให้

จิรากร สำเร็จ (2551: 15) กล่าวถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการใช้ภาษาพูดและเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวความคิดแสดง ความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 70) ระบุว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ

สัญญา ภัทรากร (2552: 118) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างแนวคิดและอธิบายแนวคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม

จากความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การอธิบาย ชี้แจง แสดงความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้มีความเข้าใจตรงกัน รวมทั้งการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น โดยใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมายและการนำเสนอ

#### 4.6 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 26) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาทางคณิตศาสตร์ เป็นสะพานเชื่อมโยงสาระหรือความคิดที่ไม่เป็นทางการหรือสามัญสำนึก ไปสู่ภาษาที่เป็นนามธรรมและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นวัตถุ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ต่างๆ คำพูด และการแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน

มัมมี และเชพเพิร์ด (Mumme; & Shepherd. 1993: 7-9) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสื่อสารช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ด้วยการแสดงแนวความคิด การอภิปราย และการรับฟังผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เชิงลึก และช่วยให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
2. การสื่อสารช่วยแบ่งปันความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการพูดอภิปราย ซึ่งจะ ทำให้นักเรียนได้พัฒนาการใช้ภาษาอย่างง่าย การเข้าใจในกฎ นิยาม และสัญลักษณ์ต่างๆ

3. การสื่อสารสามารถเพิ่มความสามารถให้นักเรียนในฐานะที่เป็นผู้เรียน นักเรียนได้ฝึกฝนความสามารถและควบคุมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาด้วยตนเอง โดยการนำเสนอสิ่งที่พวกเขาคิดด้วยการพูดและการเขียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้น

4. การสื่อสารช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่มให้นักเรียนได้พูดและรับฟังผู้อื่น อันเป็นการช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน

5. การสื่อสารเป็นการช่วยเหลือให้ครูได้รู้ถึงความคิดความเข้าใจของนักเรียน โดยครูสามารถรับรู้ถึงความคิด ความเข้าใจของนักเรียนได้โดยการฟังสิ่งที่พวกเขาอธิบายหรือแสดงเหตุผล

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 181) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญที่ช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในความคิดและเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เนื่องจากสภาพสังคมแห่งเทคโนโลยีในปัจจุบัน ที่ต้องพึ่งพาคอมพิวเตอร์และเครื่องมืออื่นๆ ในการรับ จัดการและส่งผ่านข้อมูล หรือความคิด ความเข้าใจให้แก่ผู้อื่น กอปรกับคณิตศาสตร์เป็นภาษาที่มีความหมาย เป็นภาษาเฉพาะ รัดกุม สามารถสื่อสาร และนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน โดยใช้รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ ตัวอักษร

บิคเนลล์ (อัมพร ม้าคนอง. 2553: 57; อ้างอิงจาก Bicknell. 1999) ได้อธิบายถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในการทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน ระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร ดังนี้

1. ก่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างนักเรียน ทำให้เข้าใจงานที่ทำตรงกัน
2. ส่งเสริมบริบทของการเรียนรู้ที่เหมาะสม เนื่องจากเป็นบริบทของการพูดจากัน
3. เพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับทั้งผู้สื่อสารและผู้รับสาร
4. ช่วยให้ผู้สอนมองเห็นความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้วางแผนจัดการเรียนรู้ได้อย่าง

เหมาะสม

รีส์ และคนอื่นๆ (Reys; et al. 2001: 83) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงและอธิบายแนวความคิด หรือแลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น ซึ่งนักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทาง การใช้กราฟ การเขียนแผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้คำทั้งการพูดและการเขียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 70) กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียน แลกเปลี่ยนความรู้ และความคิด ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้ง และจดจำได้นานมากขึ้นด้วย

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน เพราะเมื่อนักเรียนได้สื่อสารเพื่อแสดงและอธิบายแนวคิด หรือแลกเปลี่ยน

แนวคิดกับคนอื่น จะทำให้นักเรียนเข้าใจภาษาและแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง ก่อให้เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

#### 4.7 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เทอร์เบอร์ (Thurber. 1976: 514-534) ได้กล่าวถึง กิจกรรมด้านทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ควรจัด ดังนี้

1. ศัพท์ทางคณิตศาสตร์ (The Vocabulary of Mathematics) ซึ่งทำให้นักเรียนได้เข้าใจที่มาและความหมายของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์หรือการสร้างคำศัพท์
2. การนำเสนอด้วยปากเปล่า (Oral Presentations) ได้แก่ การให้มีกิจกรรม ดังนี้
  - 2.1 การสรุปรายงานในห้องเรียนหรือการรายงานสั้นๆ ที่ให้นักเรียนได้ออกมาพูดหน้าชั้น และมีคำถามถามตอบจากเพื่อนในชั้น
  - 2.2 พุดนำเสนอเมื่อได้รับฟัง หรือการอ่านหนังสือ หรือการดูภาพยนตร์ ครอบคลุมให้นักเรียนไปอ่าน หรือให้ชมภาพยนตร์เรื่องที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ แล้วนำมาพูดรายงาน โดยมีวัตถุประสงค์ของการพูดและการรายงาน
  - 2.3 การนำเสนอเป็นกลุ่ม เน้นการทำงานเป็นทีมของนักเรียนโดยให้เตรียมเรื่องที่สนใจที่ต้องการพูด และนำเสนออภิปราย
  - 2.4 เกมทางคณิตศาสตร์ อาจจะให้เล่นเกมในเวลาสั้นๆ โดยการเขียนที่ให้แสดงจินตนาการ หรือกำหนดสถานการณ์มาและให้คิดแก้ปัญหา
  - 2.5 รายการโทรทัศน์และวิทยุ ให้ดูรายการที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ อาจจัดกิจกรรมกำหนดเวลาสั้นๆ ให้ และให้มีการนำเสนอความคิดจากการดูรายการโทรทัศน์ หรือวิทยุ
3. การเขียนที่ดีและเพิ่มการเขียนให้มากกว่าเดิม โดยให้สนับสนุนการเขียนของนักเรียนอาจให้นักเรียนได้มีการสรุปจากบทเรียนที่ได้เรียนมา หรือในการให้นักเรียนได้เขียนจากประสบการณ์โดยไม่จำเป็นต้องจำกัดหน้าในการเขียน

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 26) เสนอแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า ควรเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ ในลักษณะของการสืบค้น การสืบเสาะ การพรรณนาและการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการอ่าน การพูดและการแสดงแนวคิด จัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผล และชวนเชื่อให้บุคคลอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตนทั้งการพูดและการฟัง กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ เรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่างๆ และทำให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดของตนเอง ดังนั้น การพูด การฟัง การอ่าน การเขียน และการแสดงแนวคิดในลักษณะต่างๆ จึงเป็นกุญแจสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร

มัมมี และเชฟเพิร์ด (Mumme; & Shepherd. 1993: 9-11) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. นำเสนอสิ่งที่เป็นรูปธรรม แล้วให้นักเรียนได้พรรณนาหรืออธิบายถึงสิ่งที่พบเห็น
2. ใช้เนื้อหา เรื่องราว หรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน เช่น โครงการที่มีกิจกรรมการสืบค้นเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมลักษณะนี้จะช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่า เป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน จะทำให้การใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสารเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์
3. การใช้คำถาม ต้องเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายและคิดอย่างสร้างสรรค์ โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนองออกมา รวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามให้กับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสนใจ
4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด และฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง เพราะการเขียนสื่อสารแนวคิดมีความสำคัญ จะทำให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย
5. ใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน การที่นักเรียนนั่งเรียนเป็นแถวและนั่งประจำโต๊ะของตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย แต่การจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่ม ถือเป็นส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง
6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะทางอ้อม การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและจัดระบบชั้นเรียน ควรชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 4-5) กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถามนั้น ถือเป็นส่งเสริมทักษะสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแสดงเหตุผล โดยการเปิดโอกาสให้อธิบายเหตุผลกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนหรือการคิดค้นหาคำตอบจากคำถามเกี่ยวกับบางสิ่ง เช่น ปริศนาต่างๆ ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอันลึกซึ้งในความคิดของพวกเขา การจัดลำดับที่จะติดต่อสื่อสารระหว่างนักเรียนกับแนวคิดของคนอื่นๆ ให้นักเรียนหลายคนตอบสนองอย่างเปิดเผยตรงไปตรงมาในการเรียนรู้ และการจัดระบบ และรวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับของพวกเขาเข้าด้วยกัน

นักเรียนควรจะได้รับ การสนับสนุนเพื่อพัฒนาความสามารถเฉพาะตัวของพวกเขาเองอย่างชัดเจนและต่อเนื่องตลอดเวลา เมื่อพวกเขาโตขึ้นรูปแบบการโต้แย้งและการพูดอภิปราย จะเป็นไปตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีระเบียบแบบแผนมากขึ้น ซึ่งนักเรียนควรตระหนักถึงและตอบสนองแก่ผู้ฟังของพวกเขา สำหรับความสามารถด้านการเขียนควรได้รับการส่งเสริมโดยตลอดในทุกระดับชั้น

การทำงานเพื่อที่จะแก้ปัญหาร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน นักเรียนจะได้มีโอกาสในการแสดงทัศนคติ และวิธีการอื่นๆ พวกเขาสามารถเรียนรู้ เข้าใจ และประเมินค่าแนวความคิดของผู้อื่น รู้จักสร้างแนวความคิดใหม่ๆ ยกตัวอย่างเช่น ให้นักเรียนลองแก้โจทย์ปัญหาที่มีคำถามลักษณะพีชคณิตที่ยากต่อการกำหนดสมการ ดังต่อไปนี้

“มีกระต่ายและกรงใส่กระต่ายอยู่จำนวนหนึ่ง ถ้าเราบรรจุกระต่ายทีละตัวในแต่ละกรง จะมีกระต่ายเหลือ 1 ตัวที่ต้องอยู่นอกกรง แต่ถ้าเราบรรจุกระต่ายไว้กรงละ 2 ตัว จะเหลือกรงว่างอยู่ 1 กรงถามว่ามีกระต่ายทั้งหมดกี่ตัว และมีกรงใส่กระต่ายกี่กรง”

นักเรียนหลายคนอาจได้ประโยชน์จากเพื่อนนักเรียนที่แก้ปัญหาโดยการใช้ตัวแทนด้วยภาพนักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ที่จะพิจารณาถึงข้อจำกัดของวิธีการที่แตกต่างกันอย่างรอบคอบด้วยเหตุนี้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งจำเป็นของนักคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2545: 100) อธิบายว่า เพื่อให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ ครูควรส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
2. ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนะ

ทั้งนี้ควรฝึกความสามารถในการสื่อสารอย่างต่อเนื่อง โดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหายังไง เขียนรูปภาพ ความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพ ตาราง หรือกราฟใดช่วยในการสื่อสารความหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547ข: 19) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยการใช้คำถาม ซึ่งการใช้คำถามของครูมีผลอย่างยิ่งต่อการกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อตอบสนอง หรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อสิ่งที่ถูกถาม อันจะนำมาซึ่งการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการสื่อสาร ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- ลองอธิบายโจทย์ตามความเข้าใจของนักเรียนให้เพื่อนฟังหน่อย
- คำอธิบายในหน้า 1 และ 2 ในหนังสือเรียน ทำให้เราทราบอะไรบ้าง
- นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับสิ่งที่สมศักดิ์พูด
- มีคำอธิบายหรือเหตุผลอื่นที่แตกต่างจากนี้หรือไม่

ปริญญา สองสีดา (2550: 44) ได้สรุปแนวทางในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทำได้หลายวิธี เช่น การให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการพูด การเขียน การอ่าน การใช้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของเรา เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัว หรืออาจจะให้นักเรียนร่วมมือและช่วยเหลือกันในงานกลุ่ม และที่สำคัญมากในการส่งเสริมการสื่อสาร คือ ครูควรเป็นทั้งผู้ส่งสารและในขณะเดียวกันก็ต้องเป็นผู้รับสารด้วย ซึ่งการสื่อสารแบบนี้จะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 74-75) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยครุควรให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ต่อไปนี้

1. มีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉง (Active Participation) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสาร มีโอกาสได้ซักถามหลังจากฟังคำอธิบาย มีโอกาสนำเสนอแนวคิดหรือเหตุผลที่ต่างออกไป หรือได้ลองลงมือปฏิบัติ

2. มีโอกาสทราบผลการกระทำทันที (Immediate Feedback) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้ส่งสารได้รับคำติชมวิพากษ์วิจารณ์ทันทีในโอกาสแรกที่เป็นไปได้ ทั้งนี้เพื่อจะได้ทราบว่าผู้รับสารได้รับสารได้ดีเพียงใด

3. มีความรู้สึกภาคภูมิใจและประสบการณ์ที่เป็นความสำเร็จ (Success Experience) กล่าวคือ มีการท้าทายให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้คิดหรือได้ทำ ทั้งนี้เพราะเมื่อทำได้สำเร็จก็จะเกิดความภาคภูมิใจ

4. มีโอกาสได้รับสารทีละน้อยตามลำดับขั้น (Gradual Approximation) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้ใคร่ครวญตามทีละน้อยจากง่ายไปยาก จนเข้าใจในเนื้อหาของสารที่จะได้รับ

จากแนวทางข้างต้น สรุปได้ว่า แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน และควรเป็นกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทั้งนี้เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน

2. จัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้สื่อสารแลกเปลี่ยนแนวความคิดภายในกลุ่ม

3. ใช้คำถามปลายเปิด กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและตอบสนองออกมา

4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนเพื่อสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์

#### 4.8 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 112) แบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)

1.1 ไม่ใช่หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม

1.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง

1.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง

1.4 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย

2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical 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 มีรายละเอียดครบถ้วน)

จากงานวิจัยของไค จาแคบคซิน และเลน (Cai; Jakabcsin; & Lane. 1996: 238-246)

ได้เสนอกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค เพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีประเมินรวม (Holistics) ไว้ 5 ระดับ คือ 0-4 คะแนน ดังตาราง

ตาราง เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคเพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ระดับ	เกณฑ์การประเมิน
4	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ; อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ); แสดงความเชี่ยวชาญในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ อาจมีการยกตัวอย่างประกอบการให้เหตุผล
3	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ; อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์; การสื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน(ผู้ตรวจ); แสดงการสนับสนุนการให้เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจจะมีช่องว่างเล็กน้อย
2	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือมีสองนัย; แผนภาพประกอบบกพร่องหรือไม่ชัดเจน; การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก; การให้เหตุผลอาจไม่สมบูรณ์หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน

1	อธิบายคำตอบอาจจะผิดหรือเข้าใจยาก; แผนภาพประกอบไม่ถูกต้องตามสถานการณ์ปัญหา หรือแผนภาพไม่ชัดเจน ตีความหมายยาก
0	การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ; คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหาแผนภาพประกอบผิดหมด

ที่มา: Cai, Jinfa.; Jakabcsin, Mary S.; & Lane, Suzanne. (1996,May). Assessing Student's Mathematical Communication. *School Science and Mathematics*. 96(5): 242.  
กล่าวโดยสรุป ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทำการวัด 2 ด้าน ได้แก่

1. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแนวคิดและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของเคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 181) ไค จาแคบคซัน และเลน (Cai; Jakabcsin; & Lane. 1996: 238-246) ทินรัตน์ กาญจนกฤษชร์ (2550: 97-98) และจิตติมา ชอบเอียด (2551: 73-75) ดังนี้

#### เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

##### 1. เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 4 ดีมาก	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนได้ชัดเจน และครอบคลุมสาระสำคัญ
ระดับ 3 ดี	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนได้ครอบคลุมสาระสำคัญ แต่ขาดความชัดเจนในบางส่วน
ระดับ 2 พอใช้	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนได้ไม่ชัดเจน และครอบคลุมสาระสำคัญเพียงบางส่วน



ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนได้เพียงเล็กน้อย ไม่ชัดเจน และไม่ครอบคลุมสาระสำคัญ
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถเขียนเพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่ได้ทำ

### 2. ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 4 ดีมาก	ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม
ระดับ 3 ดี	ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย
ระดับ 2 พอใช้	ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	ใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เพียงเล็กน้อย
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่ได้ทำ

### 3. เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 4 ดีมาก	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนอย่างเป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ
ระดับ 3	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนเกือบสมบูรณ์

ดี	
ระดับ 2 พอใช้	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ชัดเจนในบางส่วน
ระดับ 1 ต้องปรับปรุง	เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้แต่ไม่ชัดเจน รายละเอียด
ระดับ 0 ไม่มีความพยายาม	ไม่สามารถเขียนอธิบายแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบได้ หรือไม่ได้ทำ

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ประเมินโดยนำข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และผลการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 6 คน มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิด แล้วนำเสนอโดยการบรรยายสรุป

#### 4.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยต่างประเทศ

โจฮันนิง (Johanning, 2000: 151-160) ได้ศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับการเขียนและการทำงานกลุ่มร่วมกัน ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในวิชาพีชคณิตเบื้องต้น โดยส่งเสริมให้นักเรียนอ่านเขียน และอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยให้ความสำคัญกับการเขียนที่จะช่วยให้นักเรียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมพร้อมไว้ใช้ในการอภิปราย อีกทั้งการเขียนของนักเรียนยังเป็นผลงานที่ครูใช้ตรวจสอบความเข้าใจได้อีกด้วย เพื่อดูว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 14 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 34 คน รวมทั้งสิ้น 48 คน ใช้เวลาในการดำเนินการเป็นเวลา 1 ปี มีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการตรวจสอบการเขียนของนักเรียน การบันทึกเสียงขณะการอภิปรายกลุ่ม และการสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษาพบว่าการเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการสื่อสารความคิดของตนเองลงบนกระดาษแล้วถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น นอกจากนี้การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่มทำให้มั่นใจได้ว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะอภิปรายร่วมกันกับครูและเพื่อน และการเขียนช่วยทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยายภาค

เช่นนี้ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้เพิ่มเติมที่จากการคิด การเขียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โพลูซ (Potuse. 2002: abstract) ได้ทำการสำรวจผลกระทบด้านการเขียนที่แสดงออกถึงความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในการเรียนแคลคูลัสเบื้องต้น อันมีสาระสำคัญได้แก่เรื่อง ลำดับ อนุกรม และลิมิต รวมทั้งยังได้ศึกษาการสื่อสารในภาษาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด และความรู้สึกของนักเรียนเกี่ยวกับการเขียนทางคณิตศาสตร์ การสำรวจครั้งนี้ใช้เวลา 1 ปี สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลทำได้โดยการวิเคราะห์การเขียนจากโครงการที่เขียนอย่างสร้างสรรค์จำนวน 2 โครงการ การใช้คำศัพท์ที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอดของลำดับ อนุกรมและลิมิต และการสัมภาษณ์นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 6 คน ที่เรียนแคลคูลัสเบื้องต้น ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีความรู้สึกว่าการเขียนสื่อสารแนวคิดนี้ช่วยให้พวกเขามีความเข้าใจในความคิดรวบยอดเรื่องแคลคูลัสได้ดีขึ้น และยังพบอีกว่านักเรียนมีการใช้คำศัพท์อย่างถูกต้องในกิจกรรมการเขียนอย่างสร้างสรรค์ นับได้ว่าเป็นการส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ

พอร์เตอร์ (Porter. 2009: abstract) ได้ศึกษาความสามารถในการเขียนเพื่ออธิบายความเข้าใจในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการศึกษาคณิตศาสตร์ขั้นสูงที่วิทยาลัยเซนต์แมรี โดยเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการอ่าน เขียน และมีความรู้เกี่ยวกับการพิสูจน์ ซึ่งเทคนิคอย่างหนึ่งของการเรียนที่เน้นการอ่านและการเขียนนี้ คือ ให้นักเรียนเขียนอธิบายเทคนิคการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 4 หน้ากระดาษ จากผลการศึกษาพบว่านักเรียนในห้องเรียนที่เรียนรู้แบบนี้สามารถเขียนการพิสูจน์แบบอุปนัยทางคณิตศาสตร์ได้ ในขณะที่นักเรียนห้องอื่นที่ไม่ได้เรียนรู้แบบนี้เขียนการพิสูจน์โดยหาข้อขัดแย้ง นับได้ว่าการให้นักเรียนได้เขียนอธิบายเพื่อสื่อสารแนวคิดหรือความเข้าใจนั้นเป็นประโยชน์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป

โวลฟ์ (Wolf. 2009: abstract) ได้ศึกษาความเข้าใจเชิงลึกในเรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยเน้นทักษะการสื่อสารทั้งการพูด การอภิปรายกับผู้อื่น และการเขียนเพื่ออธิบายคำตอบในเรื่องปัญหาเศษส่วนที่ซับซ้อน จากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องเศษส่วนอย่างลึกซึ้ง เมื่อเรียนรู้จบหน่วยแล้วนักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นกว่าก่อนเรียน ทั้งการพูด การอภิปรายในชั้นเรียน และการเขียน มีผลทำให้นักเรียนรู้สึกมีความสุขในการเรียนและมีความมั่นใจเพิ่มมากขึ้น นับว่าการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นประสบผลสำเร็จอย่างยอดเยี่ยมทั้งทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

#### งานวิจัยในประเทศ

วัชรีย์ ชันเชื้อ (2545: 119) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นโดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการพูดและการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้นโดยใช้

กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสาร นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ร้อยละ 70

ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2546: 69-76) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2547: 91-98) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ภายหลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ปรากฏว่านักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 79.94

ชานนท์ ศรีม่วงงาม (2549: 76-80) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division: STAD) เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังจากการใช้ชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ ผลการศึกษาพบว่าความก้าวหน้าของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 81.02

ปริญญา สองสีดา (2550: 76-81) ได้ศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ในการสื่อสารนั้นนอกจากจะเป็นการส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกันแล้ว ยังเป็นการให้ข้อมูลป้อนกลับอันเป็นประโยชน์แก่ครูที่จะได้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใดอีกด้วย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนในพื้นที่เขตการศึกษาประถมศึกษาตราชูทิศเขต 1 จำนวน 139 โรงเรียน

##### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเพาะปัญญา ตำบลนาโงยใต้ อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง จำนวน 21 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจากโรงเรียนทั้งหมด 139 โรงเรียน แล้วจับสลากเลือกมา 1 โรงเรียน

##### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร ซึ่งมีเนื้อหาย่อยดังนี้

- |                      |   |     |
|----------------------|---|-----|
| 1. เศษส่วน           | 2 | คาบ |
| 2. การบวกเศษส่วน     | 2 | คาบ |
| 3. การลบเศษส่วน      | 2 | คาบ |
| 4. การคูณเศษส่วน     | 3 | คาบ |
| 5. การหารเศษส่วน     | 4 | คาบ |
| 6. โจทย์ปัญหาเศษส่วน | 3 | คาบ |

##### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 20 คาบ คาบละ 60 นาที ใช้เวลาทดลอง 16 คาบ ทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ ทดสอบหลังเรียน 2 คาบ

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

- 1). แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้น รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
- 2). แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
- 3). แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ
- 4). แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด
- 5). แบบสัมภาษณ์การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

## ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร มีขั้นตอนดังต่อไปนี้
  - 1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนที่ผู้วิจัยไปทำวิจัยครั้งนี้
  - 1.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
  - 1.3 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้
  - 1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
    - ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย
      - 1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
      - 1.4.2 สาระสำคัญ
      - 1.4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.3.1 ด้านความรู้

1.4.3.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

1.4.3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.4.4 สารการเรียนรู้

1.4.5 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1.4.5.1 ช้่นนำ

1.4.5.2 ช้่นปฏิบัติกิจกรรม

1.4.5.3 ช้่นสรุป

1.4.5.4 ช้่นประเมินผล

1.4.6 ช้่นงาน/ภาระงาน

1.4.7 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1.4.8 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

1.4.9 บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย ผลการสอน ปัญหา

อุปสรรค ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ช้่นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร ที่เสร็จแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดกับกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผล การเรียนรู้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้องเพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร เป็นแบบทดสอบแบบตัวเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน ใช้เวลา 50 นาที มีช้่นตอนต่อไปนี้

2.1 ศึกษาจุดประสงค์มาตรฐานการเรียนรู้ตามตัวชี้วัด และหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาช้่นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องกับเนื้อหา เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

2.2 ศึกษาแบบเรียน และวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร ช้่นประถมศึกษาปีที่ 6 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยสร้างให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาช้่นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.4 นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหา พิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 - 1.00 จำนวน 40 ข้อ

2.5 แก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน ที่เคยเรียน เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหารเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.6 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำ โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบ ถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกในข้อเดียวกัน

2.7 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan, 1952: 6-32) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 210-212) แล้วตรวจสอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (EVANA) จากนั้นเลือกแบบทดสอบ จำนวนหนึ่งเฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย ( $p$ ) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป คัดเลือกตามเกณฑ์ได้ 25 ข้อ มีค่าความยากง่าย ( $p$ ) ตั้งแต่ 0.22 - 0.76 และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ตั้งแต่ 0.18 - 0.93 และคัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 20 ข้อ โดยให้ครอบคลุม จุดประสงค์การเรียนรู้ มีค่าความยากง่าย ( $p$ ) 0.22 - 0.76 และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ตั้งแต่ 0.24 - 0.93

2.8 นำแบบทดสอบที่ได้คัดเลือกมาแล้วจำนวน 20 ข้อ หาความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 215) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.96 นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน คณิตศาสตร์ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สมบูรณ์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### 3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหารเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 28 คะแนน แบ่งการให้คะแนนเป็นด้านแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนข้อละ 12 คะแนน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้อละ 10 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษาแนวคิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 168-208) แล้ว นำหลักการวัดและเกณฑ์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะงานของผู้วิจัย ซึ่งมีขั้นตอนในการ สร้าง ดังนี้



3.1 ศึกษาเนื้อหา จุดประสงค์มาตรฐานการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แบบเรียน คู่มือครู หลักการวิธีการสร้างแบบทดสอบ และแนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง

3.2 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแนวคิดและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของ เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 181) ไค จาแคบส์ซิน และเลน (Cai; Jakabcsin; & Lane. 1996: 238-246) ทินรัตน์ กาญจนกฤษ (2550: 97-98) จิตติมา ขอบเอียด (2551: 73-75) และพรรณทิภา ทองนวล (2554: 164-168)

3.3 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคำนวณ (Numeracy) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Assessment)

3.4 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแนวคิดและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ของ อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ (2548: 42-44) เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2551: 78-82) และพรรณทิภา ทองนวล (2554: 163-164)

3.5 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่สร้างขึ้น จำนวน 10 ข้อพร้อมเกณฑ์การให้คะแนนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

3.6 แก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 10 ข้อ ตามข้อเสนอแนะ

3.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เคยได้เรียน เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวน 50 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย ( $P_e$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีและซาเบอร์ส (ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 199-201; อ้างอิงจาก Whitney; & Sabers. 1970) โดยเลือกแบบทดสอบเฉพาะข้อที่มีค่าความง่าย ( $P_e$ ) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 5 ข้อ หาความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยอีก 1 คน ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบตามเกณฑ์ จากนั้นนำคะแนนของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์เท่ากัน

3.9 นำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกแล้วจำนวน 5 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตรา โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัก (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 218) แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตราที่มีค่าตั้งแต่ 0.5-1.0 นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

#### 4. แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เป็นแบบประเมินนักเรียนในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมทางการสื่อสารด้านการพูดในแต่ละคาบเรียน เพื่อจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่ม ที่มีลักษณะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่ต่างกัน ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาหลักการและวิธีการในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง

4.2 สร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด พร้อมเกณฑ์การประเมิน และการแปลผลคะแนน

4.3 นำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด พร้อมเกณฑ์การประเมิน และการแปลผลคะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมในการประเมิน จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.4 แก้ไขแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดตามข้อเสนอแนะ ได้แก่ การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนนั้น เป็นไปไม่ได้ที่จะประเมินนักเรียนได้ครบ 21 คนในแต่ละครั้ง ผู้วิจัยจึงปรับปรุงแบบประเมินให้นักเรียนได้รับการประเมินคนละ 4 ครั้ง จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย นำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด พร้อมเกณฑ์การประเมิน และการแปลผลคะแนนที่ถูกต้องเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
ระดับ 2 ดี	พูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องเหมาะสมในการสื่อสารแนวคิดได้อย่างชัดเจน
ระดับ 1 พอใช้	พูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง เป็นบางส่วน ในการสื่อสารแนวคิด
ระดับ 0 ต้องปรับปรุง	พูดอธิบายโดยใช้ภาษาที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิด

#### การแปลผลของคะแนน

โดยนำผลรวมคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดทั้ง 4 ครั้ง ของนักเรียนแต่ละคน มาแปลผลคะแนนโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

คะแนน 6 – 8 หมายถึง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับสูง

คะแนน 3 – 5 หมายถึง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนน 0 – 2 หมายถึง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับต่ำ

#### 5. แบบสัมภาษณ์การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

แบบสัมภาษณ์ เป็นลักษณะคำถามปลายเปิดให้นักเรียนได้สื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เกี่ยวกับการแก้ปัญหาโจทย์ทั้ง 5 ข้อในแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ประกอบด้วยแนวคำถาม 3 ลักษณะ ดังนี้

5.1 คำถามหลัก (Main Questions) ซึ่งเป็นคำถามที่จัดลำดับไว้พอเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายของการวิจัย และเป็นคำถามที่ใช้เปิดประเด็น เช่น นักเรียนมีแนวคิดในการแก้ปัญหานี้หรือไม่ นักเรียนได้ข้อสรุปนี้มาอย่างไร สามารถอธิบายเหตุผลได้หรือไม่ ทำไมนักเรียนถึงคิดว่าเป็นอย่างนี้

5.2 คำถามเพื่อขอรายละเอียดและความชัดเจน (Probes) ใช้ถามหลังจากที่ผู้ให้สัมภาษณ์ตอบคำถามหลักแล้ว แต่คำตอบยังไม่ชัดเจนพอ หรืออาจมีประเด็นใหม่ที่นำร่องนำติดตาม หรือใช้แสดงให้ผู้ตอบเห็นว่าสิ่งที่เขาพูดกำลังได้รับความสนใจ เช่น นักเรียนช่วยอธิบายให้ละเอียดอีกครั้งได้หรือไม่

5.3 คำถามเพื่อตามประเด็น (Follow-up Questions) เป็นคำถามที่มุ่งจะเพิ่มมิติทั้งทางกว้างและทางลึกของเรื่องที่ศึกษาให้มากขึ้น โดยเลือกเอาเรื่องใหม่ที่เพิ่งพบในขณะที่สัมภาษณ์ (ซึ่งอาจจะไม่อยู่ในความคิดของผู้วิจัยมาก่อน) ขึ้นมาเป็นประเด็นในการถามต่อ เพื่อจะได้ข้อมูลในเชิงลึก และเป็นคำถามที่ผู้สัมภาษณ์คิดขึ้นในขณะที่กำลังสัมภาษณ์อยู่

โดยแนวคำถามทั้งสามประเภทมีลักษณะยืดหยุ่นตามสถานการณ์ไม่ตายตัว และในขณะที่สัมภาษณ์ ผู้วิจัยมีการบันทึกประเด็นสำคัญต่างๆ พร้อมด้วยการบันทึกการสัมภาษณ์ด้วยเครื่องบันทึกเสียง เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ประกอบการตัดสินใจในขั้นของการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

## การรวบรวมข้อมูล

### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการตามแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design (ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 249) โดยมีแผนภาพดังตาราง

ตาราง แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

T<sub>1</sub> แทน การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง (Pre-test)

T<sub>2</sub> แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง (Post-test)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ได้จัดทำแผนการสอนตามหลักสูตรสถานศึกษา โดยใช้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และแบบสัมภาษณ์การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจพร้อมทั้งแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ ขอความร่วมมือกับโรงเรียนให้ครูผู้สอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ และแบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยขอชี้แจงแบบทดสอบ และแบบสัมภาษณ์ พร้อมทั้งเป็นผู้ทำการประเมินและสัมภาษณ์

2. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนเพาะปัญญา ตำบลนาโยงใต้ อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง สังกัดพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตรัง เขต 1 จังหวัดตรัง เพื่อทำการวิจัย โดยระดับชั้นที่ผู้วิจัยเลือกนั้น คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งแจ้งครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหารเพื่อให้นักเรียนรับทราบและให้ความร่วมมือ เพื่อให้ นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกันและปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการ สื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ด้านการพูด และแบบสัมภาษณ์การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ไป ทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเพาะปัญญา ตำบลนาโยงใต้ อำเภอเมืองตรัง จังหวัด ตรัง โรงเรียนสังกัดพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตรัง เขต 1 จังหวัดตรัง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึก คะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้ เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้เวลาในการ ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสาร และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อย่างละ 50 นาที รวมเวลา 100 นาที

4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับครู ซึ่งใช้เวลาในการสอน 19 คาบ คาบละ 50 นาที ผู้วิจัยทำการ Coaching and Mentoring เป็นจำนวน 19 ครั้งกับครูผู้สอน และในระหว่างการสอน ผู้วิจัยสังเกต ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แตกต่างกันของนักเรียนคนละ 4 ครั้ง ด้วยแบบ ประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยสังเกตจากการตอบคำถาม การพูด อภิปรายการใช้ตัวแทน และการพูดสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งอยู่ในกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้น เพื่อ จำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่ม ที่มีลักษณะของการสื่อสารทาง ในการสื่อสารแนวคิดได้อย่างชัดเจน

กลุ่มที่มีความสามารถสูง เป็นกลุ่มที่สามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน สื่อสารแนวคิดทุกครั้งได้อย่างชัดเจน

กลุ่มที่มีความสามารถปานกลาง เป็นกลุ่มที่สามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้องแต่ไม่ ครบถ้วน

กลุ่มที่มีความสามารถต่ำ เป็นกลุ่มของนักเรียนที่พูดอธิบายโดยใช้ภาษาที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการ สื่อสารแนวคิด

5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับครู ครบแล้ว ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง แล้วบันทึกผลการ ทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest) โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดวัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อย่างละ 50 นาที รวมเวลา 100 นาที

6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

7. สรุปรายการจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความสามารถ โดยนำผลรวมคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดทั้ง 4 ครั้ง ของนักเรียนแต่ละคน จากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด มาแปลผลคะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ

8. สัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 6 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนที่ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน เพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยการให้นักเรียนพูดอธิบายเพื่อสื่อสารแนวคิดในการหาคำตอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนทั้ง 5 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสัมภาษณ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์ และเทปบันทึกเสียง เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

1.3 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

1.4 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับ

กระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

1.5 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้น โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

1.6 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

2.1 นำข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่จำแนกนักเรียนตามความสามารถออกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่มที่มีลักษณะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มาพรรณนาวิเคราะห์ด้วยสถิติร้อยละ แล้วประมวลและเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง

2.2 นำผลของการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 6 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนที่ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน ซึ่งถูกสัมภาษณ์ด้วยแนวคำถาม 3 ลักษณะ ได้แก่ คำถามหลัก คำถามเพื่อขอรายละเอียดและความชัดเจน และคำถามเพื่อตามประเด็น มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ภาษา แล้วนำเสนอโดยการบรรยายสรุป

### สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

#### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 33)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ย  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณได้จากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์.

2550: 60)

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

เมื่อ	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	X	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## 2. สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 248-249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีย์และซาเบอร์ส ซึ่งแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้เทคนิค 25% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วแทนค่าในสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 199-201; อ้างอิงจาก Whitney; & Sabers. 1970)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$P_E$	แทน	ดัชนีค่าความง่าย
	$S_U$	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด



$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
$N$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$D$	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$S_U$	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 218)

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

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	$k$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$s_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$s_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยที่

$$s_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$s_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$\sum X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในข้อที่ $i$
	$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ $i$
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

และ 
$$s_e^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$s_e^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.4 ทาค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 312)

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	$r$	แทน	ความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนที่ตรวจโดย ผู้วิจัยกับคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

### 3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring โดยใช้ค่าสถิติแบบ t-test for Dependent Samples (Ferguson. 1981: 180)

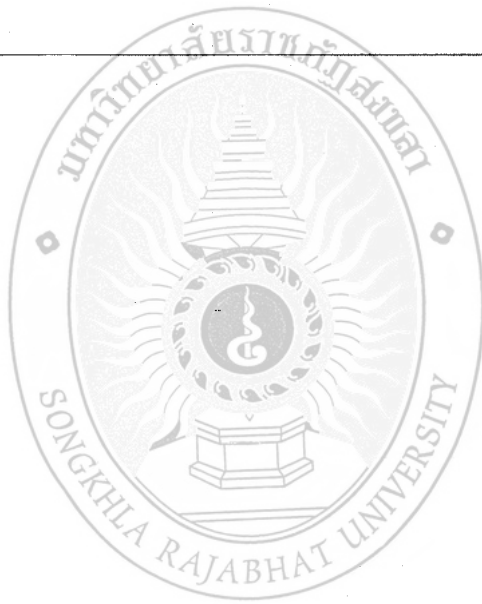
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; df = n-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
	D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แต่ละคู่ยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สูตร t-test for One Sample (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 134)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; df = n-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผลจากการทดลอง และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
K	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม)
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

##### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

1.3 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

1.4 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการ

สร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

1.5 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

1.6 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

2.1 นำข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่จำแนกนักเรียนตามความสามารถออกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่มที่มีลักษณะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มาพรรณนาวิเคราะห์ด้วยสถิติร้อยละ แล้วประมวลและเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง

2.2 นำผลของการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 6 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนที่ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน ซึ่งถูกสัมภาษณ์ด้วยแนวคำถาม 3 ลักษณะ ได้แก่ คำถามหลัก คำถามเพื่อขอรายละเอียดและความชัดเจน และคำถามเพื่อตามประเด็น มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ภาษา แล้วนำเสนอโดยการบรรยายสรุป

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest - Posttest Design ข้อมูลที่ได้สามารถแสดงค่าสถิติ โดยจำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา ได้ดังนี้

### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 1

ตาราง 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	21	20	4.24	3.99	
หลังการทดลอง	21	20	16.76	1.89	29.99**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 20)} = 2.528$ )

จากตาราง 10 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample ผลปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	$\mu_0(70\%)$	t
หลังการทดลอง	21	20	16.76	1.89	14	6.69**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 20)} = 2.528$ )

จากตาราง 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 16.76 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.80

1.3 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการ

สร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	21	20	1.43	1.56	
หลังการทดลอง	21	20	16.14	2.73	42.52**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 20)} = 2.528$ )

จากตาราง 3 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.4 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample ผลปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	$\mu_0(70\%)$	t
หลังการทดลอง	21	20	16.14	2.73	14	3.59**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 20)} = 2.528$ )

จากตาราง 4 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 16.14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.70



1.5 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	21	20	1.43	1.66	31.87**
หลังการทดลอง	21	20	15.95	2.25	

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 20)} = 2.528$ )

จากตาราง 5 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.6 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample ผลปรากฏดังตาราง 6

ตาราง 6 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	$\mu_0(70\%)$	t
หลังการทดลอง	21	20	15.95	2.25	14	3.97**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 34)} = 2.528$ )

จากตาราง 6 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการ

สร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.75

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

2.1 นำข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่จำแนกนักเรียนตามความสามารถออกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่มที่มีลักษณะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มาพรรณนาวิเคราะห์ด้วยสถิติร้อยละ แล้วประมวลและเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง ผลปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 ระดับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

คะแนนที่ได้	ระดับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
8 - 10	สูง	7	33.33
5 - 7	ปานกลาง	9	42.86
0 - 4	ต่ำ	5	23.81

จากตาราง 7 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับสูง จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ระดับปานกลาง จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 42.86 และมีส่วนน้อยที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 23.81

2.2 นำผลของการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 6 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนที่ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน ซึ่งถูกสัมภาษณ์ด้วยแนวคำถาม 3 ลักษณะ ได้แก่ คำถามหลัก คำถามเพื่อขอรายละเอียดและความชัดเจน และคำถามเพื่อตามประเด็น มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ภาษา แล้วนำเสนอโดยการบรรยายสรุปผลปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการสังเคราะห์จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แตกต่างกัน

ประเด็นที่ศึกษา	นักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดสูง	นักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดปานกลาง	นักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดต่ำ
<p><u>ตัวบ่งชี้</u> ใช้ภาษาได้ ถูกต้องครบถ้วน ชัดเจน</p>	<p>การเปรียบเทียบเศษส่วน <math>\frac{2}{3}</math> และ <math>\frac{4}{9}</math></p> <p>นักเรียนสามารถพูดได้ถูกต้องว่าการเปรียบเทียบเศษส่วนของ เศษสองส่วนสามและเศษสี่ส่วนเก้า</p> <p>จากการเปรียบเทียบเศษส่วนที่กำหนดมาให้ นักเรียนสามารถอธิบายได้ถูกต้องครบถ้วนและชัดเจนว่า เมื่อพิจารณาตัวส่วนของเศษส่วนทั้งสองนั้นไม่เท่ากันจะต้องทำให้ตัวส่วนของทั้งสองเท่ากันโดยใช้หลักการคูณ โดยการหาตัวคูณร่วมน้อย แล้วนำค่าที่ได้นั้นไปคูณทั้งเศษและส่วน เมื่อส่วนทั้งสองเท่ากันแล้วให้พิจารณาเศษแล้วนำมาเปรียบเทียบ</p>	<p>การเปรียบเทียบเศษส่วน <math>\frac{2}{3}</math> และ <math>\frac{4}{9}</math></p> <p>นักเรียนสามารถพูดได้ถูกต้องได้บางส่วนโดยพูดว่าการเปรียบเทียบเศษส่วนของ สองส่วนสามและสี่ส่วนเก้า</p> <p>จากการเปรียบเทียบเศษส่วนที่กำหนดมาให้ นักเรียนสามารถอธิบายได้ถูกต้องได้บางส่วนและไม่ครบถ้วน ทำส่วนให้เท่ากันแล้วนำเศษมาเปรียบเทียบ</p>	<p>การเปรียบเทียบเศษส่วน <math>\frac{2}{3}</math> และ <math>\frac{4}{9}</math></p> <p>นักเรียนสามารถพูดได้ถูกต้องได้บางส่วนโดยพูดว่าการเปรียบเทียบเศษส่วนของ สองส่วนสามและสี่ส่วนเก้า</p> <p>ไม่สามารถอธิบายได้ชัดเจนว่าการเปรียบเทียบเศษส่วนที่กำหนดมาให้ ตัวข้างบนเปรียบเทียบกับตัวบน และตัวล่างเปรียบเทียบกับตัวล่าง</p>

จากการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม เพื่อศึกษาลักษณะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดในเชิงลึก สามารถจำแนกนักเรียนตามความสามารถและระบุลักษณะที่แสดงออกได้ดังนี้

1. กลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับสูง นักเรียนกลุ่มนี้สามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน สื่อสารแนวคิดทุกครั้งได้อย่างชัดเจน

2. กลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับปานกลาง นักเรียนกลุ่มนี้สามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน

3. กลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับต่ำ นักเรียนกลุ่มนี้พูดอธิบายโดยใช้ภาษาที่ไม่ถูกต้อง แม้ไม่สามารถอธิบายได้ถูกต้อง



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบ พี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบ พี่เลี้ยง Coaching and Mentoring
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบ พี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring
6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบ พี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์

#### สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ชั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบ พี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

5. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring

6. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบ พี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนเพาะปัญญา ตำบลนาโยงใต้ อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง จำนวน 21 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มจากโรงเรียนทั้งหมด 139 โรงเรียน แล้วจับสลากเลือกมา 1 โรงเรียน

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้น รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ

4. แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

5. แบบสัมภาษณ์การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนเพาะปัญญา ตำบลนาโยงใต้ อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยดำเนินการกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring ด้วยตนเอง โดยให้ครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดำเนินการการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม - 25 สิงหาคม 2559

2. ชี้แจงครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหารเพื่อให้นักเรียนรับทราบและให้ความร่วมมือ เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกันและปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และแบบสัมภาษณ์การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเพาะปัญญา ตำบลนาโง้งใต้ อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง โรงเรียนสังกัดพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตรัง เขต 1 จังหวัดตรัง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้ เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อย่างละ 50 นาที รวมเวลา 100 นาที

4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับครู ซึ่งใช้เวลาในการสอน 19 คาบ คาบละ 50 นาที ผู้วิจัยทำการ Coaching and Mentoring เป็นจำนวน 19 ครั้งกับครูผู้สอน และในระหว่างการสอน ผู้วิจัยสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แตกต่างกันของนักเรียนคนละ 4 ครั้ง ด้วยแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยสังเกตจากการตอบคำถาม การพูดอภิปรายการใช้ตัวแทน และการพูดสรุปจากการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งอยู่ในกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้น เพื่อจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่ม ที่มีลักษณะของการสื่อสารทาง ในการสื่อสารแนวคิดได้อย่างชัดเจน

กลุ่มที่มีความสามารถสูง เป็นกลุ่มที่สามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง ครบถ้วนชัดเจน สื่อสารแนวคิดทุกครั้งได้อย่างชัดเจน

กลุ่มที่มีความสามารถปานกลาง เป็นกลุ่มที่สามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน

กลุ่มที่มีความสามารถต่ำ เป็นกลุ่มของนักเรียนที่พูดอธิบายโดยใช้ภาษาที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการสื่อสารแนวคิด

5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับครู ครบแล้ว ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง แล้วบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest) โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อย่างละ 50 นาที รวมเวลา 100 นาที

6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

7. สรุปการจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความสามารถ โดยนำผลรวมคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดทั้ง 4 ครั้ง ของนักเรียนแต่ละคน จากแบบประเมิน

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด มาแปลผลคะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ

8. สัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 6 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนที่ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน เพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยการให้นักเรียนพูดอธิบายเพื่อสื่อสารแนวคิดในการหาคำตอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนทั้ง 5 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสัมภาษณ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์ และเทบบันทึกเสียง เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

1.3 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

1.4 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

1.5 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้น โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

1.6 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้น กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

#### 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

2.1 นำข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่จำแนกนักเรียนตามความสามารถออกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่มที่มีลักษณะของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน



การพูดที่แตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ มาพรรณนาวิเคราะห์ด้วยสถิติ ร้อยละ แล้วประมวลและเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง

2.2 นำผลของการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 6 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนที่ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน ซึ่งถูกสัมภาษณ์ด้วยแนวคำถาม 3 ลักษณะ ได้แก่ คำถามหลัก คำถามเพื่อขอรายละเอียดและความชัดเจน และคำถามเพื่อตามประเด็น มาพรรณนาวิเคราะห์เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ภาษา แล้วนำเสนอโดยการบรรยายสรุป

### สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 16.76 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.80

3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 16.14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.70

5. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.75

7. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring จำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับสูง สามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน สื่อสารแนวคิดทุกครั้งได้อย่างชัดเจน จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 นักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับปานกลาง สามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 42.86 และมีส่วนน้อยที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งอธิบายโดยใช้ภาษาที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการสื่อสารแนวคิด จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 23.81

## อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 16.76 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.80 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-centered Approach) ซึ่งยึดหลัก การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) กำหนดกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้น ตามแนวทางของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทำให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของซิลเบอร์แมน (Silberman, 1996: 1) ที่ว่า การเรียนนั้นถ้านักเรียนเพียงได้ยิน นักเรียนจะลืม ถ้านักเรียนได้เห็นนักเรียนจะจำได้ แต่ถ้านักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ นักเรียนจะเกิดความเข้าใจ สอดคล้องกับคำกล่าวของบัญญัติ ชำนาญกิจ (2549: 3) ที่ว่า หากนักเรียนได้เรียนรู้สอดคล้องกับความสนใจของตนเอง ได้ลงมือและปฏิบัติอย่างมีความหมาย จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ดีขึ้น และสามารถเก็บกับข้อมูลข่าวสารไว้ในความทรงจำได้นานขึ้น สอดคล้องกับวัฒนาพร ระงับทุกข์ (2541: 2-56) กล่าวว่าหนึ่งในองค์ประกอบการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ คือ ผู้เรียนสร้างความหมายของสิ่งที่ได้พบเห็น รับรู้ โดยใช้กระบวนการทางปัญญาของตนเอง ที่เรียนรู้และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างประสาทสัมผัสของผู้เรียนกับสิ่งแวดล้อมโดยจะใช้ความรู้ ความเข้าใจ ที่มีอยู่เดิมในการคาดคะเนเหตุการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอัลซัพ (Alsop, 1996: 3038-A) ได้ศึกษาประสิทธิผลของการเรียนรู้เมื่อใช้การสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมของนักศึกษาฝึกสอนวิชาคณิตศาสตร์ต่อความเข้าใจใหม่ โนคติ เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ กับความเครียดในการสอนคณิตศาสตร์และความมั่นใจในการสอนคณิตศาสตร์ของครูประถมศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยใช้เครื่องมือ 2 ชนิด คือ แบบประเมินความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ และแบบประเมินความมั่นใจในการสอนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีมาตรวัดความวิตกกังวลของนักศึกษา การวิเคราะห์เชิงปริมาณใช้ t-test ส่วนการวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดยการสัมภาษณ์และข้อมูลจากการสังเกตการสอนของนักศึกษาฝึกสอน ผลการศึกษาพบว่าการสอนภายใต้แนวคิดคอนสตรัคติวิซึมสามารถพัฒนาการเรียน เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละของนักศึกษาฝึกสอน ลดความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และช่วยให้นักศึกษาฝึกสอนมั่นใจที่จะสอนคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของไพจิตร สะควกร (2539: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียน

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับกลางได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนปกติที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำ

1.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring ซึ่งกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring ทำให้ครูผู้สอนเกิดความมั่นใจและพร้อมที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้ดียิ่งขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพการเรียนสูงสุด สอดคล้องกับวิจิตร อาวะกุล (ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม 2557: 32; อ้างอิงจากวิจิตร อาวะกุล. 2540) ได้กล่าว ว่าการฝึกอบรมเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง พัฒนาพฤติกรรมของบุคคลในองค์การโดยการให้บุคคล เรียนรู้ เข้าใจ ให้เกิดทักษะ มีเจตคติที่เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ถูกต้อง หรือพึงปรารถนาขององค์การ อย่างไรก็ตามการฝึกอบรมจะประสบผลสำเร็จและบรรลุวัตถุประสงค์ได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือทั้งทางด้าน หลักสูตร การจัดการเรียนการสอน และการฝึกปฏิบัติ ที่ต้องมีความสัมพันธ์และต่อเนื่องกันอย่างเป็นระบบโดย Coaching คือ การเป็นผู้สอนให้กับผู้ใต้บังคับบัญชาในเรื่องของงานที่รับผิดชอบโดยผู้รับการสอนจะเป็นผู้ที่มีผลงานอยู่ในระดับมาตรฐาน ส่วนการ Mentoring นั้นเป็นการให้คำปรึกษาหรือสอนให้กับพนักงานใหม่หรือพนักงานที่มีอยู่เดิมที่มีผลงานอยู่ในระดับสูงกว่ามาตรฐานในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานและอื่นๆ ที่จะทำให้อัตถภาพของพนักงานสูงขึ้น อันจะส่งผลต่อการพัฒนาองค์กรไปในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับ Peter Senge ที่กล่าวว่า Mentoring แบบกลุ่มนี้ Mentor จะเป็นผู้นำให้เกิดการเรียนรู้ (Learning Leader) กลุ่มจะมีการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด กำหนดประเด็นการพัฒนา ให้คำแนะนำกันเป็นกลุ่ม วิธีนี้จะเป็นการพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมด้วย Mentoring จะกลายเป็นกลุ่มแห่งการเรียนรู้ (Learning Group) (มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. 2557: ออนไลน์) สอดคล้องกับงานวิจัยของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานี เขต 2 ร่วมกับคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2556: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยประเมินโครงการ “การพัฒนาครูผู้บริหารสถานศึกษา และศึกษานิเทศก์ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานีเขต 2 โดยใช้กระบวนการสร้าง ระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring” ในด้านบริบท ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านกระบวนการ และด้านผลลัพธ์ของโครงการ โดยในด้านนี้ได้ทำการประเมินใน 4 ด้าน คือ ด้านผลกระทบ ด้านประสิทธิผล ด้าน ความยั่งยืน และด้านการถ่ายทอดส่งต่อ พบว่า ผลที่ได้จากการดำเนินงานโครงการส่วนใหญ่ เป็นที่น่าพึงพอใจ โดยผู้เข้าร่วมโครงการส่วนใหญ่เห็นว่า ได้ประโยชน์หรือเกิดผลทางบวกมากกว่าทางลบ สำหรับการประเมินในด้านประสิทธิผล พบว่า ครูผู้บริหารสถานศึกษา และศึกษานิเทศก์ส่วนใหญ่ เข้ารับการฝึกอบรมและพัฒนาตามระยะเวลาและมีผลงานเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยผลงานส่วนใหญ่มี คุณภาพอยู่ในระดับพอใช้ถึงดีเยี่ยม และเพื่อให้การดำเนินงานโครงการเป็นไปอย่างต่อเนื่อง มีการถ่ายทอด ส่งต่อและเกิดความยั่งยืนทางสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาฯ จะนำรูปแบบหรือกระบวนการดำเนินงาน โครงการในแต่ละกลุ่มไปดำเนินการต่อกับโรงเรียนในสังกัด สอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจมาศ อินทร์ฤทธิ์ (2556: ออนไลน์) การนิเทศการศึกษาด้วยกระบวนการสอนแนะ (Coaching) และพี่เลี้ยง (Mentoring) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูผู้สอนในโครงการยกระดับคุณภาพครูทั้งระบบตามศักยภาพ โดยใช้กระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring ผลการวิจัยพบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูในโครงการยกระดับคุณภาพครูทั้งระบบตามศักยภาพโดยใช้กระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง

Coaching and Mentoring ครูสอน โดยการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบครบถ้วน สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน และระบุกิจกรรมการเรียนรู้ที่ละเอียดชัดเจน จัดกระบวนการเรียนการสอนตามแผนที่ออกแบบไว้ จัดการสอนในห้องเรียนปกติ โดยใช้เกม เพลง และสื่อ อื่นๆประกอบในการนำเข้าสู่บทเรียน สอนโดยการเขียนแสดงให้นักเรียนดูประกอบกับการใช้คำถามให้นักเรียนตอบ ฝึกทักษะโดยใช้สื่อใบงาน ใบกิจกรรม และวัดประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน การตรวจผลงาน และการทดสอบหลังเรียน ผลการนิเทศการศึกษาด้วยกระบวนการสอนแนะ (Coaching) และพี่เลี้ยง (Mentoring) ที่เกิดต่อครู ด้านความรู้ความเข้าใจ สื่อ/นวัตกรรมและกระบวนการเรียนการสอนครูมีความรู้ความเข้าใจการออกแบบและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ การออกแบบสื่อ นวัตกรรม กระบวนการเรียนการสอน การวัด ประเมินผล มีการปรับกระบวนการเรียนการสอน และสามารถ วิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยและกำหนดวิธีการพัฒนา ปรับปรุงงานได้ด้วยตนเอง ด้านเจตคติ/ความพึงพอใจ ครูมีการปรับเปลี่ยนความคิดเห็นความสำคัญของการพัฒนา การเรียนการสอนมากขึ้น พึงพอใจโครงการ และการนิเทศด้วยกระบวนการสอนแนะ (Coaching) และพี่เลี้ยง (Mentoring) ต้องการให้มีต่อเนื่องและ ขยายผลไปยังครูคนอื่นๆในโรงเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม (2557: 31-42) ผลการประเมินโครงการพัฒนาครูโดยใช้กระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching & Mentoring สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ผลการประเมินกระบวนการดำเนินโครงการยกระดับ คุณภาพครูทั้งระบบใน ภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมาก และ ประเมินผลการดำเนินงานของ โครงการยกระดับคุณภาพครูทั้ง ระบบในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการอบรม สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการ จัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 16.14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.70 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

2.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่ เลี้ยง Coaching and Mentoring เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้สื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการ เขียนอยู่บ่อยครั้ง ไม่ว่าจะเป็นการเขียนเพื่อแสดงแนวคิดหรือเขียนแสดงเหตุผลประกอบการตัดสินใจของ ตน จึงทำให้นักเรียนมีความคุ้นเคยในการเขียนเพื่อสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ สอดคล้องกับคำกล่าวของมัมมี และ เซฟเพิร์ด (Mumme; & Shepherd. 1993: 9-11) ที่ว่าการให้ โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด และฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง เป็นการส่งเสริมความสามารถ ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน และยังเป็นประโยชน์ที่ทำให้นักเรียนเห็นว่าการ เขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย และสอดคล้องกับงานวิจัยของโจฮันนิง (Johanning. 2000: 151-160) ที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับการ เขียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในวิชาพีชคณิตเบื้องต้น โดยส่งเสริมให้นักเรียนอ่าน เขียน และ อภิปรายทางคณิตศาสตร์ พบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ด้วยการสื่อสารความคิดของตนลงบนกระดาษแล้วถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น นอกจากนี้การเขียนช่วยทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้น ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเต็มที่ จากการศึกษา การเขียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.2 กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ทั้งรูปภาพ แผนภาพ ตาราง กราฟ หรือสัญลักษณ์ต่างๆ ซึ่งการใช้ตัวแทนถือเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนถ่ายโยงความเข้าใจในความคิดที่เป็นนามธรรมไปสู่รูปธรรมได้ และสามารถเขียนสื่อสารความคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ สอดคล้องกับคำกล่าวของบรูเนอร์ (Bruner) นักจิตวิทยาแนวพุทธิปัญญา นิยมที่เน้นพัฒนาการเกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เรียน ที่ว่า ผู้เรียนจะเกิดความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอด (Concept) ได้ หากเขาสามารถถ่ายโยงความรู้ความเข้าใจทุกสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่ภาพ สัญลักษณ์ หรือภาษาได้ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2548: 214) และสอดคล้องกับคำกล่าวของดอสเซย์ และคนอื่นๆ (Dossey; et al. 2002: 83-85) ที่ว่าการใช้ตัวแทนเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเป็นการใช้สัญลักษณ์เพื่อเป็นตัวแทนและเพื่อให้เข้าใจในความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวแทนหลายรูปแบบใช้อธิบายสถานการณ์และความคิดทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการสื่อสารและเชื่อมโยง เราจึงกล่าวได้ว่าการใช้ตัวแทนเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของเฮล (Hail, 2000: abstract) ที่ได้ศึกษาผลการใช้ตัวแทนที่หลากหลายที่มีต่อความเข้าใจและเจตคติเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางพีชคณิตขั้นพื้นฐาน ผลการศึกษาพบว่า การใช้กราฟ ตาราง และสื่อจริงที่สัมผัสได้นั้น ช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรมองเห็นสัญลักษณ์ของการเท่ากันและการเปรียบเทียบ และสามารถช่วยให้นักเรียนแสดงการแก้สมการด้วยวิธีที่หลากหลายขึ้นได้ในวิชาพีชคณิต ซึ่งถือเป็นการช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนด้วยนั่นเอง

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง Coaching and Mentoring สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.75 ทั้งนี้เนื่องจาก

3.1 การใช้คำถามกระตุ้นการคิดให้เหตุผลของนักเรียน จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีเหตุผล และเรียนด้วยความเข้าใจอย่างแท้จริง ไม่ใช่การเรียนด้วยวิธีการท่องจำโดยไม่รู้ว่าเป็นเช่นนั้น อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อตัวนักเรียนเองที่ทำให้ทราบข้อบกพร่องของตนเอง ว่ามีประเด็นใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับแบรนด์ (Brandt, 1984: 3) ที่กล่าวว่า การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching About Thinking) เป็นการสอนตามแนวทางที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยมุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเองที่กำลังคิดอะไร ต้องการรู้อะไร และในขณะที่กำลังคิดอยู่นั้นตนเองรู้อะไรและไม่รู้อะไร ซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้จะช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเองอันก่อให้เกิดทักษะที่เรียกว่า การสังเคราะห์ความคิด (Metacognition) ของตนเอง และเป็นแนวทางที่ทำให้นักเรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้ในขณะที่ทำการคิด ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่องของตนเองได้เพื่อหาแนวทางการแก้ไขได้ตรงจุด และสอดคล้องกับคำกล่าวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547ก: 19) ที่ว่า การใช้คำถามของครูมีผลอย่างยิ่งต่อการกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อตอบสนอง หรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อสิ่งที่ถูกถาม อันจะนำมาซึ่งการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการให้เหตุผล ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับคำกล่าวของอัมพร ม้าคนอง (2553: 50) ที่ว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ ครูควรพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร”

“ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป จะเกิดอะไรขึ้น รู้ได้อย่างไร” โดยครูควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผลไม่เฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของเวทเทอร์ อังกะภักทรขจร (2551: 187-201) ที่ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยง โดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษา และศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ผลการศึกษาพบว่า ในด้านทักษะการให้เหตุผล นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 นักเรียนมีโอกาสได้พูด อธิบาย และแสดงเหตุผลของตนเพื่อแสดงแนวคิดของตนอยู่เป็นประจำ จากการตอบคำถามของครูหรือการอภิปรายหน้าชั้นเรียน จึงทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการให้เหตุผลอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของกาโรฟาโล และเท็ตวา (Garofalo; & Mtetwa. 1993: 16-18) ที่ว่า ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น ครูต้องจัดบรรยากาศที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง บรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว หากแต่ต้องเป็นบรรยากาศที่สนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ โดยอาจแสดงเหตุผลด้วยวาจา ด้วยการเขียนที่ใช้ภาษาต่างๆ หรือใช้อุปกรณ์แสดงให้เห็นจริง และสอดคล้องกับคำกล่าวของอัมพร ม้าคนอง (2553: 50) ที่ว่า การให้นักเรียนได้อธิบาย ชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญคือ นักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจถูกต้องของสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง มากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับหลักในการพัฒนาการให้เหตุผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547ก: 15-19) ที่ว่า ครูควรจัดบรรยากาศในห้องเรียนที่ส่งเสริมการฝึกการให้เหตุผล และควรจัดให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการให้เหตุผลอย่างสม่ำเสมอ จึงจะช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลได้

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring จำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับสูง สามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน สื่อสารแนวคิดทุกครั้งได้อย่างชัดเจน จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 นักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับปานกลาง สามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 42.86 และมีส่วนน้อยที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งอธิบายโดยใช้ภาษาที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการสื่อสารแนวคิด

4.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันทั้งระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกัน ด้วยการพูดนำเสนองานหน้าชั้นเรียนหลังจากที่มีการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม หรือการตอบคำถามของครูซึ่งล้วนเป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน สอดคล้องกับคำกล่าวของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 26) ที่ว่า การส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ ในลักษณะของการสืบค้น การสืบเสาะ

การพรรณนาและการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการอ่าน การพูดและการแสดงแนวคิด จัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีโอกาสนักปฏิบัติสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผล และชวนเชื่อให้บุคคลอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตนทั้งการพูดและการฟัง กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ เรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่างๆ และทำให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดของตนเอง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชร ชันเชื้อ (2545: 123-136) ได้พัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นโดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเรียนโดยใช้ชุดการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้นโดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้กระบวนการกลุ่มซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนได้นั่นเอง

4.2 การใช้คำถามของครูและการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและตอบสนองโดยการพูดออกมา ซึ่งเป็นแนวทางที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน สอดคล้องกับคำกล่าวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547ข: 19) ที่ว่าการใช้คำถามของครูมีผลอย่างยิ่งต่อการกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อตอบสนองหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อสิ่งที่ถูกถาม อันจะนำมาซึ่งการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการสื่อสารทางการพูด และนอกจากการใช้คำถามของครูจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดแล้ว การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามจากครูและเพื่อนในประเด็นที่สงสัยก็เป็นแนวทางหนึ่งที่มีประโยชน์เช่นกัน สอดคล้องกับคำกล่าวของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 4-5) ที่ว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถามนั้น ถือเป็นส่งเสริมทักษะสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแสดงเหตุผล โดยการเปิดโอกาสให้อธิบายเหตุผลกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน หรือการคิดค้นหาคำตอบจากคำถามเกี่ยวกับบางสิ่ง เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอันลึกซึ้งในความคิดของพวกเขา นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของโวลฟ์ (Wolf, 2009: abstract) ที่ได้ศึกษาความเข้าใจเชิงลึกในเรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยเน้นทักษะการสื่อสารทั้งการพูด และการอภิปรายกับผู้อื่น ในเรื่องปัญหาเศษส่วนที่ซับซ้อน จากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องเศษส่วนอย่างลึกซึ้ง เมื่อเรียนรู้จบหน่วยแล้วนักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการอภิปรายในชั้นเรียนได้ดีขึ้นกว่าก่อนเรียน มีผลทำให้นักเรียนรู้สึกมีความสุขในการเรียนและมีความมั่นใจเพิ่มมากขึ้น นับว่าการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดนั้นประสบผลสำเร็จอย่างยอดเยี่ยมทั้งทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

### ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. การเตรียมตัวของครูในการจัดการเรียนรู้มาเป็นอย่างดี ทั้งการจัดเตรียมเอกสาร เตรียมสื่อ การสอน และการเตรียมคำถามที่กระตุ้นการคิดของนักเรียน จะช่วยให้นักเรียนมีความตั้งใจและสนใจในการเรียน อีกทั้งการให้ความเป็นกันเองกับนักเรียน จะทำให้นักเรียนกล้าแสดงออก และกล้าที่จะตอบคำถาม

2. ในการตอบคำถาม หรือการนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียนนั้น มักปรากฏกับนักเรียนกลุ่มเก่ง ทำให้เพื่อนนักเรียนในกลุ่มปานกลางหรือกลุ่มอ่อนเกิดความเบื่อหน่าย และไม่สนใจในการซักถามของครูได้ ดังนั้นครูจะต้องมีการจำกัดจำนวนครั้งของการตอบคำถามในแต่ละคาบเพียง คนละ 1 ครั้ง เพื่อที่จะได้ประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดได้ทั่วถึง

3. เนื่องจากกิจกรรมที่ให้นักเรียนร่วมกันทำเป็นกลุ่มนั้น มักเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่แปลกใหม่ที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง จึงทำให้นักเรียนมีความสนใจ และมีความกระตือรือร้นในการทำ โดยต่างระดมสมอง และอภิปรายร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

4. ในชั้นปฏิบัติการกิจกรรมโดยให้นักเรียนร่วมกันทำเป็นกลุ่มนั้น ครูจะเดินตรวจตรารอบห้อง เพื่ออธิบายชี้แนะแก่นักเรียนกลุ่มที่มีข้อสงสัย ซึ่งสำหรับห้องเรียนขนาดใหญ่ที่มีนักเรียนจำนวนมาก ทำให้ครูไม่สามารถดูแลนักเรียนได้อย่างทั่วถึง จึงต้องใช้วิธีการเพื่อนช่วยเพื่อนโดยให้นักเรียนในกลุ่มที่เข้าใจถูกต้องแล้ว ช่วยอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มที่ยังไม่เข้าใจ ซึ่งวิธีนี้นอกจากจะประหยัดเวลาแล้ว ยังเป็นการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดแก่นักเรียนอีกด้วย

5. การตรวจแบบฝึกหัดทักษะที่ให้นักเรียนทำเป็นการบ้านอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้นักเรียนแต่ละคนทราบถึงความก้าวหน้าและข้อบกพร่องต่างๆ ของตนได้ และสามารถแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring ครูควรมีการเสริมแรงเมื่อนักเรียนได้พูดแสดงเหตุผล หรือปฏิบัติสิ่งต่างๆ ได้ถูกต้อง เพื่อให้นักเรียนรู้สึกภูมิใจ และกล้าแสดงออกมากขึ้น

2. ในชั้นปฏิบัติการกิจกรรม ครูควรมีการชี้แจงการทำกิจกรรมแต่ละข้ออย่างละเอียด เพื่อให้ นักเรียนสามารถลงมือทำได้อย่างถูกต้อง

3. ครูต้องใจเย็นและอดทนรอเวลาที่จะให้นักเรียนตอบคำถาม หรือพบข้อสรุปด้วยตนเอง หากนักเรียนตอบไม่ได้ ครูควรใช้คำถามชี้แนะแนวทางให้แก่ นักเรียน

4. ครูควรกำหนดเวลาที่เหมาะสมแก่นักเรียนในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง เพื่อให้นักเรียนเร่งลงมือทำในเวลาที่ยก้กัค มิฉะนั้นนักเรียนอาจใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากเกินไป



**ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป**

1. ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ

2. ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนกับกระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring โดยศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น





**บรรณานุกรม**



## บรรณานุกรม

- กชกร รุ่งหัวไผ่. (2547). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการ  
คิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์  
2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3). ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
ถ่ายเอกสาร.
- กรมวิชาการ. (2544ก). คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.  
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- \_\_\_\_\_. (2544ข). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์  
องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.  
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- \_\_\_\_\_. (2555). แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการฉบับที่ 11  
พุทธศักราช 2555-2559. กรุงเทพมหานคร.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:  
อรุณการพิมพ์.
- กิติมา สุรสนธิ. (2548). ความรู้ทางการสื่อสาร (Introduction to Communication). พิมพ์ครั้งที่ 4.  
กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.
- เกศินี จุฑาวิจิตร. (2542). การสื่อสารเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครปฐม: คณะ  
วิทยาการจัดการ สถาบันราชภัฏนครปฐม.
- เกษม ศรีเดิมา. (2550). เอกสารสรุปแนวทางการจัดการเรียนแบบใฝ่รู้. นครสวรรค์:  
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). การคิดเชิงวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- ชนิษฐา ราศรี. (2552). การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4. วิทยานิพนธ์  
ศษ.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- จรรยา ดาสา. (2552, พฤศจิกายน-ธันวาคม). 15 เทคนิคในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้เชิงรุก  
(15 techniques in Active learning). นิตยสาร สสวท. 38(163): 72-76.
- จริยวดี บรรทัดเที่ยง. (2547). ผลการใช้ชุดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์  
ด้านการใช้ตัวแทน เรื่อง คู่อันดับและกราฟ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.  
สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

ศรินครินทร์วิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- จิตติมา ขอบเอียด. (2551). *การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิรากร สำเร็จ. (2551). *ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) โดยเน้นเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทร์วิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จุมพต ขำวีระ. (2538). *การพัฒนาชุดการสอน เพื่อพัฒนาสมรรถภาพในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- จุฬา ทองดี. (2551). *ผลการใช้ e-Learning ประกอบการเรียนการสอนเรื่อง การวัดการกระจายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ฉวีวรรณ เศวตมาลย์. (2542). *“การแก้ปัญหา” เอกสารประกอบการอบรมกิจกรรมคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สาขามัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์). คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชญาณิชรุ้ พุกเถื่อน. (2536). *การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดพิษณุโลก*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2530). *หลักการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ชัยยุทธ บุญธรรม. (2549). *การพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนแบบค้นพบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- ชัยรัตน์ สุล่านาจ. (2547). *ผลการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ที่มีต่อทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2539). *การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในโรงเรียน*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน.
- \_\_\_\_\_. (2542). *ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการจัดการค่ายคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- \_\_\_\_\_. (2543). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชานนท์ ศรีผ่องงาม. (2549). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division : STAD) เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชำนาญ เอี่ยมสำอาง. (2539). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเชิงนิเวศศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 10. นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจอินเตอร์ โพรเกรสซิฟ.
- เชิดศักดิ์ ต้นภูมี. (2550). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพหุระดับกับความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุดรธานี เขต 1*. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เชี่ยวชาญ เทพกุลศล. (2545). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบ STAD ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน*. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- โชคสุวิชัย สุภาพาส. (2554). *ผลการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT เรื่อง เส้นขนาน ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการคิดสังเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม. (2557). *การประเมินโครงการพัฒนาครูโดยใช้กระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching & Mentoring สำนักรงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9*. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – เมษายน 2557. หน้า 31-42

- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2523). เอกสารประกอบการเรียนวิชา การประเมินผลทางการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ณัฐยานี สงคราม. (2547). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมประกอบเทคนิคการประเมินจากสภาพจริง. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดลยา แต่งสมบูรณ์. (2550). การศึกษาผลการพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้กิจกรรมการแสวงหา และค้นพบความรู้ด้วยตนเองประกอบการประเมินตามสภาพจริง สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม; และคณะ. (2547). ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้ กลุ่มคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. ประมวลบทความ หลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- \_\_\_\_\_. (2547). จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่องการวัด สู่การจัดการเรียนการสอนใน ชั้นเรียน. ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ดอกอ้อ มิมะละ. (2552). การศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วย บทเรียนบูรณาการ การอ่าน การคิดวิเคราะห์ และการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ดาวานภา ฤทธิ์แก้ว. (2548). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความถนัดทางการเรียนแตกต่างกันในโรงเรียนสังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดมุกดาหาร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ดุลย์ สีมา. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลง เรขาคณิต และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่าง กลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) และกลุ่มที่จัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

- ทองหล่อ วงษ์อินทร์. (2537). การวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้าน กระบวนการในการคิดแก้ปัญหา และเมตาคognition ของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญและไม่ชำนาญในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ศ. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ทิวัดต์ มณีโชติ. (2549). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. นนทบุรี: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- ทินรัตน์ กาญจนบุญช. (2550). ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทิวาพร สกลสุธา. (2552). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ทิวัดต์ มณีโชติ. (2549). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. นนทบุรี: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- ทิศนา แคมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน:องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทพสุดา เกตุทอง. (2551). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการขั้นพื้นฐาน จังหวัดลพบุรี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ธนเดช เกียรติมงคล. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดศรีทธาธรรมที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กับวิธีสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). ราชบุรี: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง. ถ่ายเอกสาร.
- นภารัตน์ หวังสุขกลาง. (2552). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน).



- ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- นันทกัญญา เจริญเกียรติบวร. (2547). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิตยา ฉิมวงศ์. (2551). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้อัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์และการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- นิพล อินนอก. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรลัสมันภาพระหว่างบุคคลและการคิดวิเคราะห์ระหว่างนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือกับนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาบุรีรัมย์ เขต 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- นุตริยา จิตตารมย์. (2548). ผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บงกชรัตน์ สมานสินธุ์. (2551). ผลการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2549). จึงจำเป็นต้องจัดการเรียนรู้แบบฝังรู้ในระดับอุดมศึกษา. วารสารการจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 1(1): 3-7.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัท 200 เวิลด์มีเดีย.
- \_\_\_\_\_. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชู ชลัษเฐียร. (2539). การพัฒนาการวัดความสามารถด้านเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- บุศรา อิ่มทรัพย์. (2551). ผลการใช้สื่อประสมเรื่อง “การแปลงทางเรขาคณิต” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เบญจมาศ อินทร์ฤทธิ. (2556). การนิเทศการศึกษาด้วยกระบวนการสอนแนะ (Coaching) และพี่เลี้ยง (Mentoring) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูผู้สอนในโครงการยกระดับคุณภาพครูทั้งระบบตามศักยภาพ โดยใช้กระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2557, จาก <https://sites.google.com/site/benjasingburi/ngan-wicay-coaching-khru-khnit>
- ประสาธ อิศรปริดา. (2523). จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ: กราฟิคอร์ต.
- ปริญญา สองสีดา. (2550). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมแลเศษส่วนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). “หน่วยที่ 12 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์,” ใน ประมวลสาระชุดวิชา สาระตัดยะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปานิตา อางจวงษ์. (2552). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่ม TAI กับ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- เปี้ยทิพย์ เขาไขแก้ว. (2551). ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่เน้นการให้เหตุผลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรรณทิภา ทองนวล. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พรรณณี ช. เจนจิต. (2528). จิตวิทยาการเรียนการสอน (จิตวิทยาการศึกษาสำหรับครูในชั้นเรียน). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: อมรินทร์การพิมพ์.
- พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล. (2547). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พัชรี วงษ์เกษม; และคนอื่นๆ. (2550). คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน. กรุงเทพฯ: พิทักษ์การพิมพ์.
- ไพจิตร สะดวกการ. (2539). ผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ต. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร
- มณฑล ไบบัว. (2536). หลักการและทฤษฎีการสื่อสาร. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- มณิรัตน์ สิงห์เดช. (2549). เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ แรงจูงใจในการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนโดยวิธีร่วมมือกันเรียนรู้ กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(การวิจัยการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- มยุรี บุญเยี่ยม. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง ความน่าจะเป็นโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมความตระหนักในการรู้คิดของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. (2557). บทความโครงการ Coaching and Mentoring. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2557, จาก <http://www.edu.nrru.ac.th/Coachingnrru/>.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2542). เอกสารการสอนชุดวิชา การสื่อสาร (Communication). พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- มาลินี ศิริจारी. (2545). การเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และความสามารถทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนไฮเปอร์เท็กซ์และบทเรียนสื่อประสมในวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์. ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มาเลียม พินิจรอบ. (2549). ผลการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่มที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์

- กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เยาวพร วรรณทิพย์. (2548). *ความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันของนักเรียน โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร. ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.*
- รัชดา ยাত্রา. (2549). *ผลของการจัดกิจกรรมขบวนการคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.*
- เรณูวัฒน์ พงษ์อุทธา. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นสื่อกับการจัดกิจกรรมตามปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.*
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.*
- \_\_\_\_\_. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.*
- \_\_\_\_\_. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.*
- ละออ กองรส. (2550). *การศึกษาเปรียบเทียบผลการคิดเอกลักษ์ทางภาษา 6 แบบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ต่างกัน. ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.*
- ลักขณา สริวัฒน์. (2549). *การศึกษารายกรณี Case Study. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์*
- วลีพร เดชเดชา. (2547). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมภาพลักษณ์ มโนทัศน์ทางเรขาคณิต. ปริญญาโท กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.*
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2545). *เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.*

- วัชร ชันเชื้อ. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้ กระบวนการกลุ่ม เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วาสนา กิมเท็ง. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความไม่รู้อันไม่รู้เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิษณุ นภาพันธุ์. (2551). การศึกษาลักษณะการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับ ประถมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศรีสุรางค์ ทินะกุล. (2542). การคิดและการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: เอิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.
- ศิริพร คำภักดี. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และพหุนาม ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคกลุ่มแข่งขัน (TGT)กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร รัตนโกสินทร์. (2546). การสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ. (2541). เอกสารเสริมความรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา อับดับที่ 9 เรื่อง การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2553). การสอบ o-net ป.6,ม.3 และม.6 ปีการศึกษา 2552 (กุมภาพันธ์ 2553) และการสอบ GAT/PAT ครั้งที่ 1/2553 (มีนาคม 2553). สืบค้นเมื่อ 24 มิถุนายน 2553, จาก <http://www.niets.or.th/upload-files/uploadfile/5/3769af89754662a4c094a60f4895a12b.pdf>

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- \_\_\_\_\_. (2546). *คู่มือการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็น.การพิมพ์.
- \_\_\_\_\_. (2551). *ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ส เจริญการพิมพ์.
- สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2549). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10*. กรุงเทพฯ: สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ*. ปรินญานิพนธ์. กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กทม. : ประสานการพิมพ์.
- สมฤดี ดุกหลิม. (2552). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบโยนิโสมนสิการ เรื่อง อสมการ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความฉลาดทางอารมณ์ ด้านการตระหนักรู้ตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานี เขต 2 ร่วมกับคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2556). *ประเมินโครงการ พัฒนาคูรูโดยใช้กระบวนการสร้างระบบพี่เลี้ยง Coaching and Mentoring*. สืบค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2558, จาก [http://www.edu.ku.ac.th/en/files/20140720113323\\_edu03.pdf](http://www.edu.ku.ac.th/en/files/20140720113323_edu03.pdf)
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2548). *สานฝัน...ด้วยการคิด*. ศูนย์บริหารโครงการหนึ่งอำเภอ หนึ่งโรงเรียนในฝัน.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน. (2545). *รายงานการศึกษาศภาพการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของโรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา(องค์การมหาชน). (2548). *มาตรฐานการศึกษา ตัวบ่งชี้ และเกณฑ์การพิจารณาเพื่อการประเมินคุณภาพภายนอกระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน : ประถมและมัธยมศึกษาตอนต้น (พ.ศ.2549-2553)*. สืบค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2558, จาก [http://www.act.ac.th/group\\_department/act\\_criterion/cr12.pdf](http://www.act.ac.th/group_department/act_criterion/cr12.pdf)
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2552). *รายงานการวิจัย การวิเคราะห์กระบวนการพัฒนาการศึกษาของโรงเรียนภายหลังการประเมินภายนอกครั้งแรก*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาศึกษา. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2547). *แนวทางการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาแบบอิงมาตรฐาน*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- \_\_\_\_\_. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *เอกสารคำสอนวิชา 158522 ทฤษฎีและวิธีสอนวิชาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- \_\_\_\_\_. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สิริวรรณ จันทร์งาม. (2548). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการสอนโดยใช้ สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้า (ADVANCE ORGANIZER MODEL) เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุกัลยา อุบลรัตน์. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงวิธีการซึ่งสอดคล้อง กับความสามารถทางพุทธิปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิด อย่างมีเหตุผล เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น และความภาคภูมิใจในตนเองของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนันธธา ธรรมพุด. (2552). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการ กลุ่มเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนันท์ ศลโกสม. (2525). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและ จิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุพินญา คำขจร. (2550). *การเปรียบเทียบผลการเรียนด้วย CIPPA และ TAI ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจ ของนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สุวรรณ การจณมยุร. (2542). *เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา เล่ม 3*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อังคณา แก้วไชย. (2549). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ TAI และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- อัจฉรา สุขารมณ์; และ อรพินท์ ชูชม. (2530). *การศึกษาเปรียบเทียบนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าระดับความสามารถ กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปกติ*. รายงาน วิจัยฉบับที่ 39. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัญญา โพธิ์ลากร. (2545). *การพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์. กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพร ม้าคอง. (2547). *เอกสารคำสอนรายวิชา 2704688 ทฤษฎีและการประยุกต์ทางการศึกษาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารีย์ คงสวัสดิ์. (2544). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารีย์ ศรีเดือน. (2547). *การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่อง การประยุกต์ 1 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อิทธิเทพ นวาระสุจิตร. (2548). *ชุดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการทำให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Alsop, Jonhkeough. (1996). *The Effect of Mathematics Instruction Based on Constructivism on Prospective Teacher s Conceptual Understanding, Anxiety and Confidence*. Dissertation Abstracts International University of Wyoming 56, 8 (February 1996): 3038-A



- Ausubel, David P. (1968). *Educational Psychology : A Cognitive View*. New York: Holt Rinehart and Winston, Inc.
- Artzt, Alice F.; & Shirel, Yaloz-Femia. (1999). Mathematics Reasoning during Small-Group Problem Solving. In *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12*. Stiff, Lee V. pp. 115-126. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics. (1999 Yearbook)
- Aydin, Nuh.; & Halat, Erdogan. (2009). The Impact of Undergraduate Mathematics Courses on College Students' Geometric Reasoning Stages. *The Montana Mathematics Enthusiast*. 6(1/2): 151-164. Retrieved June 4, 2010, from <http://content.ebscohost.com/pdf9/pdf/2009/1XDG/01Feb09/36292345.pdf?T=P&P=AN&K=36292345&S=R&D=ehh&EbscoContent=dGJyMNLe80Sepre4yOvsOLCmr0ieqLFSsKy4TLKWxWXS&ContentCustomer=dGJyMOzprkm0qLRKuePfgex44Dt6fl>
- Baldwin, Jill.; & Williams, Hank. (1988). *Active Learning : A Trainer's Guide*. England : Blackwell Education.
- Balyta, Peter. (2007). *Using Multiple Representation Systems to Deepen Understanding of Functional Relationships in Mathematics*. Retrieved June 4, 2010, from <http://proquest.umi.com/pqdweb?index=121&did=1538379671&SrchMode=1&sid=1&Fmt=2&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1276320067&clientId=61839>
- Baroody, Arthur J. (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8. Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Blanton, James Anthony. (1988). *The Effect of Inquiry Strategies on the Critical Think Skills, Content Acquisition, Self Concept, and Attitude of Eighth – Grade United States History Students in a Public School District in the Mississippi Delta*. Ed. Mississippi : Delta State University.
- Bloom. Benjamin S. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York:Mc Graw-hill Book Company.
- Bloom, Benjamin S. and others. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook 1. Cognitive Domain*. New York: McKay.
- Bowers, Patricia Shane. (1987). *The Effect of the 4MAT System on Achievement and Attitudes in Science*. ERIC-Education Resources Information Center.

Retrieved May 12, 2011, from [http://eric.ed.gov/ERICWebportal/Home.portal?\\_nfpb=true&ERICExSearch\\_Se](http://eric.ed.gov/ERICWebportal/Home.portal?_nfpb=true&ERICExSearch_Se)

- Butler, F. M.; & et al. (2003). *Fraction instruction for students with mathematics disabilities: Comparing two teaching sequences*. *Learning disabilities research & practice*. 18(2): 99-111.
- Carroll, John B. (1963, May). *A Model of School Learning*. *Teachers College Record*. 64(8): 723-733.
- Davidson, Neil. (1990). *Small-Group Cooperative Learning in Mathematics*. In *Teaching and Learning Mathematics in the 1990s*. Thomas J. Cooney and Chriatian R. Hirsch. pp.52-61. Boston, Virginia: NCTM.
- Dossey, John A; & et al. (2002). *Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom : A Contemporary Approach to Teaching Grades 7-12*. Pacific Grove: Brooks/Cole.
- Fan, Chung-Teh. (1952). *Item Analysis Table*. Princeton, New Jersey: Educational Testing Service.
- Ferguson, George A. (1981). *Statistical Analysis in Psychology and Education*. 5th ed. Tokyo: McGraw-Hill.
- Gaeddert, Terri J. (2001). *Using Accelerated Math to Enhance Student Achievement in High School Mathematics Courses*. Educational Resourced Information Center. Retrieved May 14, 2011, from <http://www.proquest.umi.com/> ERIC:ED463177
- Gagne; R. M. (1985). *The Condition of Learning*. New York: CBS College Publishing.
- Gagnon, J. C.; & Krezmien, M. (2011). *Effective instructional strategies for correctional education programs*. Retrieved May 14, 2011, from [http://www.edjj.org/conf/cdEDJJ%20Conference%20\(D\)/Effective%20Instruction.ppt](http://www.edjj.org/conf/cdEDJJ%20Conference%20(D)/Effective%20Instruction.ppt)
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3 rd.ed., Newyork : Mc Graw-hill Book Company.
- Hatfield, Mary M.; Edwards, Nancy T.; & Bitter, Gary G. (1993). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle Schools*. 2 nd ed. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Heimer, R. T.; & C.R. Trueblood. (1997). *Strategies for Teaching Children's Mathematics*. New York: Addison Wesley Publishing Company, Inc.
- Huntington, D. J. (1995). *Instruction in concrete, semi-concrete, and abstract*

- representation as an aid to the solution of relational problems by adolescents with learning disabilities*. Doctoral dissertation, University of Georgia.  
Dissertation Abstracts International. 56 (2): 512 A.
- Kelley, Louetta Anne. (1993, November). *Making The Unfamiliar Familiar: Problem Solving Heuristics as a Means of Confronting Students Misconceptions Algebra*.  
Dissertation Abstracts International. 54(5): 1713-A.
- Kennedy, L.M.; & et al. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 7 th ed.  
Belmont California : Wadsworth.
- Konold, K. B. (2005). *Using the concrete-representational-abstract teaching sequence to increase algebra problem solving skills*. Doctoral dissertation, University of Nevada, 2004. Dissertation Abstracts International. 65 (8): 2949 A.
- Lester, Margaret Lynn. (1996). *The Effects of the Geometer' Sketchpad Software on Achievement of Geometric Knowledge of High School Geometry Students*. Dissertation Abstracts International. 57(6) : 2343-A.
- Lumpkin, Cynthia Rolan. (1991). *Effect of Teaching Critical Thinking skill on the Critical Thinking Ability, Achievement, and Retention of Social Studies content by Fifth and Sixth-graders*. Dissertation Abstracts International. 51(11) : 3694- A.
- Maccini, P.; & Gagnon, J. (2011). *Mathematics strategy instruction (SI) for middle school students with learning disabilities*. Retrieved May 14, 2011, from [http://www.k8accesscenter.org/training\\_resources/massini.asp](http://www.k8accesscenter.org/training_resources/massini.asp)
- Maccini, P.; & Hughes, C. A. (2000). *Effects of a problem solving strategy on the introductory algebra performance of secondary students with learning disabilities*. Learning disabilities research & practice. 15(1): 10-21.
- Maccini, P.; & Ruhl, K. L. (2000). *Effects of a graduated instructional sequence on the algebraic subtraction of integers by secondary students with learning disabilities*. Education and treatment of children. 23(4): 465-489.
- Michaels, Rosemarie. (2000). *The Relationships Among Problem Solving Performance, Gender, Confidence, and Attributional Style in Third-grade Mathematics*.  
Dissertation Abstracts International. 63(03): 5677-A.
- Moyer, Todd O. (2004). *An Investigation of The Geometer's Sketchpad and van Hiele Levels*. Dissertation Abstracts International. 64(11) : 3987-A.
- Nagel D. R., Schumaker J. B., & Deshler D. D. (1986, May). *FIRST-Letter Mnemonic*

*Strategy*. Retrieved May 10, 2011, from [http://www2.ku.edu/~onlineacademy/academymodules/a304/support/xpages/a304b0\\_20900.html](http://www2.ku.edu/~onlineacademy/academymodules/a304/support/xpages/a304b0_20900.html).

- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va: NCTM
- Oas, B. K.; Schumaker, J. B.; & Deshler, D. D. (2011). *Learning strategies: Tools for learning to learn in middle and high schools*. Retrieved May 10, 2011, from <http://www.cals.ncsu.edu:8050/agexed/leap/aee535/learn.htm>
- Perveen, Kousar. (2010, March). *Effect of The Problem-Solving Approach on Academic Achievement of Students in Mathematics at The Secondary Level*. Contemporary Issues In Education Research. 3(3): 9-13. Retrieved March 14, 2010, from <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?hid=8&sid=b08f797f-2b46-4e4f-9360-a9346ec55517%40sessionmgr10&vid=5>
- Polly, D.; Mraz, M.; & Algozzine, R. (2013). *Implications for Developing and Researching Elementary School Mathematics Coaches*. *School Science & Mathematics*. Vol. 113 Issue 6, p297-307. 11p.
- Polya, George. (1957). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. Garden City, New York: Doubleday Company.
- \_\_\_\_\_. (1980). "On Solving Mathematical Problems in High School," *Problem Solving in School Mathematics : 1980 Yearbook*. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- \_\_\_\_\_. (1985). *How to Solve It*, 2<sup>nd</sup> ed. Princeton : University Press.
- Prescott, Daniel A. (1961). *Report of Conference on Child Student*. Education Bulletin. Bangkok: Faculty of Education, Chulalongkorn University.
- Reys, Robert E.; & et al. (2003, January). *Assessing the Impact of Standards-Based Middle Grades Mathematics Curriculum Materials on Student Achievement*. *Journal for Research in Mathematics Education*. 34(1): 74-95.
- Rosman, Bernice L. (1966). *Analytic Cognitive Style in Children dissertation Abstract International*. 27 : 2126-2131.
- Sternberg, R.J. (1986). *Intelligence Applied*. New York: Harcourt Brace Jovanovich. Publisher.
- Silberman, Melvin L. (1996). *Active Learning: 101 Strategies to Teach any Subject*. Massachusetts: Allyn & Bacon.
- Ulep, Soledad Asuncion. (1990). *Strategies Preserves Secondary Mathematics Teachers*

- Use in Solving Problems Involving Uncertainty*. Dissertation Abstracts International. 51(1): 105-A.
- Ward, Donna Lynd. (1980, October). *Effect of Anxiety on Learning Analytical Thinking*. Retrieved May 14, 2011, from <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/f1070358>
- Williams, Kenneth M. (2003, March). *Writing about the Problem-Solving Process to Improve Problem-Solving Performance*. *Mathematics Teacher*. 96(3): 185-187
- Wilson, James W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics*. In *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. Bloom, Benjamin S. pp. 643-649. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Wilson, James W.; Fernandez, Maria.; & Hadaway, Nelda. (1993). *Mathematical Problem Solving, in Research Ideas for the Classroom, High School*. New York: Macmillan Publishing Company.



ภาคผนวก



## ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร
  - ค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร
  - ค่า  $\sum X_i$ ,  $\sum X_i^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $s_e^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร
  - ค่า  $p$  และ  $q$  ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร
  - ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร
  - ค่า  $\sum X_i$ ,  $\sum X_i^2$  และ  $s_e^2$  ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร
  - ค่า  $\sum X_i$ ,  $\sum X_i^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $s_e^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร
  - ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

ตาราง 9 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ค่า IOC
	1	2	3	
1	1	0	1	0.67
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	0	1	1	0.67
6	0	1	1	0.67
7	1	1	1	1
8	0	1	1	0.67
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	0	0.67
14	1	1	1	1
15	1	1	0	0.67
16	1	1	0	0.67
17	1	1	1	1
18	1	1	0	0.67
19	1	1	1	1
20	1	1	0	0.67
21	0	1	1	0.67
22	1	1	1	1
23	1	1	0	0.67
24	1	1	0	0.67
25	0	1	1	0.67
26	1	1	1	1
27	0	1	1	0.67
28	1	0	1	0.67



ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ค่า IOC
	1	2	3	
29	1	1	0	0.67
30	1	1	0	0.67
31	1	1	0	0.67
32	1	1	0	0.67
33	1	0	1	0.67
34	1	1	1	1
35	1	1	1	1
36	1	1	1	1
37	1	1	1	1
38	1	1	1	1
39	1	1	1	1
40	1	1	1	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า  $IOC \geq 0.5$  ซึ่งทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 จึงเลือกทั้ง 40 ข้อ

ตาราง 10 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ค่า IOC
	1	2	3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	0	0.67
7	1	1	0	0.67
8	1	1	0	0.67
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า  $IOC \geq 0.5$  ซึ่งทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 จึงเลือกทั้ง 10 ข้อ

ตาราง 11 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			ค่า IOC
	1	2	3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	0	0.67
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	0	0.67

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า  $IOC \geq 0.5$  ซึ่งทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 จึงเลือกทั้ง 10 ข้อ

ตาราง 12 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เรียง เรียง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวน 40 ข้อ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Evana

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1	0.53	0.39	คัดเลือกรับ
2	0.48	-0.92	คัดออก
3	0.58	-0.49	คัดออก
4	0.67	-0.08	คัดออก
5	0.51	0.72	คัดเลือกรับ
6	0.32	0.51	คัดเลือกรับ
7	0.28	0.80	คัดเลือกรับ
8	0.32	0.72	คัดเลือกรับ
9	0.87	0.63	คัดออก
10	0.33	-0.08	คัดออก
11	0.42	-0.49	คัดออก
12	0.26	-0.18	คัดออก
13	0.87	0.63	คัดออก
14	0.74	0.79	คัดเลือกรับ
15	0.74	0.79	คัดเลือกรับ
16	0.50	0.87	คัดเลือกรับ
17	0.71	0.18	คัดเลือกรับ
18	0.76	0.24	คัดเลือกรับ
19	0.59	0.56	คัดเลือกรับ
20	0.55	0.84	คัดเลือกรับ
21	0.25	0.78	คัดเลือกรับ
22	0.50	0.93	คัดเลือกรับ
23	0.60	0.50	คัดเลือกรับ
24	0.68	0.65	คัดเลือกรับ
25	0.87	0.63	คัดออก
26	0.87	0.63	คัดออก
27	0.87	0.63	คัดออก

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
28	0.76	0.24	คัดออก
29	0.22	0.89	คัดออก
30	0.22	0.93	คัดออก
31	0.22	0.83	คัดออก
32	0.22	0.76	คัดออก
33	0.87	0.63	คัดออก
34	0.87	0.63	คัดออก
35	0.83	0.69	คัดออก
36	0.74	0.79	คัดออก
37	0.25	0.76	คัดออก
38	0.50	0.82	คัดออก
39	0.28	0.80	คัดออก
40	0.08	0.52	คัดออก

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยคัดเลือกตามเกณฑ์ได้ 25 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.22 - 0.76 ซึ่งเป็นความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.18 - 0.93 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ และคัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 20 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ มีค่าความยากง่าย (p) 0.22 - 0.76 ซึ่งเป็นความยากง่ายพอเหมาะ และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.24 - 0.93 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ คือ ข้อ 5 , 6 , 7 , 8 , 14 , 15 , 16 , 19 , 20 , 21 , 22 , 23 , 24 , 29 , 30 , 31 , 32 , 37 , 38 , 39

ตาราง 13 ค่า  $\sum X$ ,  $\sum X^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $\sigma^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
1	29	841	29	22	484
2	25	625	30	22	484
3	17	289	31	40	1600
4	25	625	32	12	144
5	17	289	33	40	1600
6	19	361	34	19	361
7	25	625	35	22	484
8	40	1600	36	10	100
9	20	400	37	29	841
10	10	100	38	25	625
11	12	144	39	22	484
12	30	900	40	17	289
13	32	1024	41	19	361
14	22	484	42	22	484
15	22	484	43	25	625
16	26	676	44	12	144
17	27	729	45	22	484
18	23	529	46	19	361
19	26	676	47	22	484
20	29	841	48	17	289
21	26	676	49	12	144
22	22	484	50	29	841
23	32	1024	51	10	100
24	22	484	52	22	484
25	22	484	53	25	625
26	27	729	54	40	1600
27	32	1024	55	17	289
28	19	361	56	32	1024

ตาราง 13 (ต่อ)

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
57	25	625	79	31	961
58	26	676	80	19	361
59	12	144	81	29	841
60	29	841	82	26	676
61	19	361	83	29	841
62	22	484	84	27	729
63	26	676	85	22	484
64	12	144	86	25	625
65	22	484	87	31	961
66	22	484	88	26	676
67	17	289	89	29	841
68	29	841	90	31	961
69	32	1024	91	26	676
70	19	361	92	17	289
71	26	676	93	19	361
72	32	1024	94	27	729
73	17	289	95	29	841
74	31	961	96	26	676
75	25	625	97	29	841
76	22	484	98	29	841
77	27	729	99	31	961
78	29	841	100	19	361
				$\sum X = 2,401$	$\sum X^2 = 61,939$

ตาราง 14 ค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
5	0.570	0.430	0.245	22	0.340	0.660	0.224
6	0.440	0.560	0.246	23	0.690	0.310	0.214
7	0.270	0.730	0.197	24	0.810	0.190	0.154
8	0.490	0.510	0.250	29	0.720	0.280	0.202
14	0.660	0.340	0.224	30	0.720	0.280	0.202
15	0.720	0.280	0.202	31	0.450	0.550	0.248
16	0.290	0.710	0.	32	0.400	0.600	0.240
19	0.500	0.500	0.250	37	0.300	0.700	0.210
20	0.610	0.390	0.238	38	0.740	0.260	0.192
21	0.500	0.500	0.250	39	0.430	0.570	0.245
				รวม			4.439

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร KR -  
20 (Kuder - Richardson )

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right\}$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกในข้อหนึ่งๆ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือ 1-p
	$\sigma^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยที่  $\sigma^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n^2}$   
 เมื่อ  $\sigma^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 20 จะได้  $\sum X = 2,401$  ,  $\sum X^2 = 61,939$  ,  $n = 100$

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n^2} \\ &= \frac{100(61,939) - (2,401)^2}{10,000} \\ &= 42.91\end{aligned}$$

จากตาราง 21 จะได้  $n = 20$  ,  $\sum pq = 4.439$  ,  $\sigma^2 = 42.91$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right\} \\ &= \frac{20}{20-1} \left\{ 1 - \frac{4.439}{42.91} \right\} \\ &= \frac{20}{19} \left\{ \frac{42.91 - 4.439}{42.91} \right\} \\ &= 0.96\end{aligned}$$



ตาราง 15 ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

ข้อที่	$P_E$	D	ผลการพิจารณา
1	0.57	0.37	คัดเลือก
2	0.58	0.38	คัดเลือก
3	0.58	0.54	คัดเลือก
4	0.61	0.74	คัดเลือก
5	0.61	0.59	คัดเลือก
6	0.59	0.51	คัดเลือก
7	0.62	0.72	คัดเลือก
8	0.55	0.37	คัดเลือก
9	0.63	0.56	คัดเลือก
10	0.61	0.73	คัดเลือก

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยคัดเลือกตามเกณฑ์ 10

ข้อ มีค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) ตั้งแต่ 0.56 - 0.69 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.37 - 0.84 โดยคัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 5 ข้อ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) ตั้งแต่ 0.56 - 0.69 ซึ่งเป็นความยากพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.37 - 0.74 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ ได้แก่ ข้อ 3, 4, 5, 7 และ 9 ที่ครอบคลุมจุดประสงค์ไปใช้ในครั้งต่อไป

ตาราง 16 ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

ข้อที่	$P_E$	D	ผลการพิจารณา
1	0.86	0.88	คัดเลือกรับ
2	0.59	0.60	คัดเลือกรับ
3	0.52	0.72	คัดเลือก
4	0.51	0.56	คัดเลือก
5	0.54	0.72	คัดเลือก
6	0.51	0.69	คัดเลือก
7	0.62	0.76	คัดเลือก
8	0.28	0.16	คัดออก
9	0.35	0.76	คัดเลือก
10	0.42	0.84	คัดเลือก

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยคัดเลือกตามเกณฑ์ 9 ข้อ มีค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) ตั้งแต่ 0.42 - 0.62 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.36 - 0.97 โดยคัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 5 ข้อ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) ตั้งแต่ 0.35 - 0.62 ซึ่งเป็นความยากพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.36 - 0.76 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ ได้แก่ ข้อ 2, 3, 5, 7 และ 9 ที่ครอบคลุมจุดประสงค์ไปใช้ในครั้งต่อไป

ตาราง 17 ค่า  $\sum X_i$  ,  $\sum X_i^2$  และ  $s_i^2$  ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	$s_i^2$
3	182	518	1.89
4	221	741	2.55
5	200	666	2.69
7	303	1,073	1.56
9	283	945	1.46
			$\sum s_i^2 = 10.15$

ตาราง 18 ค่า  $\sum X_i$  ,  $\sum X_i^2$  และ  $s_i^2$  ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	$s_i^2$
2	301	1075	1.71
3	316	1074	0.76
5	177	477	1.65
7	339	1257	1.09
9	183	493	1.60
			$\sum s_i^2 = 6.81$

ตาราง 19 ค่า  $\sum X$ ,  $\sum X^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $s^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องเศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
1	18	324	29	10	100
2	19	361	30	9	81
3	17	289	31	7	49
4	20	400	32	5	25
5	17	289	33	7	49
6	15	225	34	9	81
7	19	361	35	9	81
8	16	256	36	10	100
9	20	400	37	11	121
10	17	289	38	5	25
11	19	361	39	7	49
12	18	324	40	12	144
13	15	225	41	11	121
14	20	400	42	9	81
15	20	400	43	5	25
16	18	324	44	9	81
17	13	169	45	7	49
18	8	64	46	11	121
19	12	144	47	8	64
20	18	324	48	10	100
21	10	100	49	12	144
22	17	289	50	9	81
23	16	256	51	11	121
24	17	289	52	8	64
25	20	400	53	9	81
26	18	324	54	11	121
27	17	289	55	5	25
28	20	400	56	9	81

ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
57	9	81	79	10	100
58	12	144	80	20	400
59	10	100	81	12	144
60	12	144	82	9	81
61	9	81	83	20	400
62	5	25	84	9	81
63	7	49	85	7	49
64	8	64	86	11	121
65	12	144	87	5	25
66	9	81	88	12	144
67	8	64	89	20	400
68	11	121	90	10	100
69	9	81	91	9	81
70	12	144	92	20	400
71	10	100	93	10	100
72	8	64	94	20	400
73	5	25	95	9	81
74	7	49	96	11	121
75	11	121	97	5	25
76	12	144	98	10	100
77	9	81	99	7	49
78	20	400	100	9	81
				$\sum X = 1,189$	$\sum X^2 = 16,331$

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร  
การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

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

เมื่อ	$\alpha$ แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	$k$ แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$s_i^2$ แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$s_t^2$ แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยที่ 
$$s_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$s_i^2$ แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$\sum X_i$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในข้อที่ $i$
	$\sum X_i^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ $i$
	$N$ แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

และ 
$$s_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$s_t^2$ แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบ ทั้งฉบับ
	$\sum X^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$N$ แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

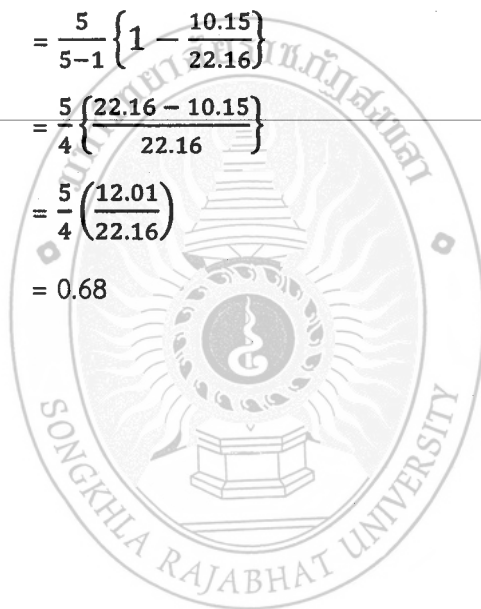
จากตาราง 26 จะได้  $\sum X = 1,189$ ,  $\sum X^2 = 16,331$ ,  $N = 100$

$$\begin{aligned}
 s_t^2 &= \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{100(16,331) - (1,189)^2}{100(100-1)} \\
 &= \frac{1,633,100 - 1,413,721}{9,900} \\
 &= \frac{219,379}{9,900} \\
 &= 22.16
 \end{aligned}$$

จากตาราง 24 จะได้  $k = 5$ ,  $\sum s_i^2 = 10.15$ ,  $s_t^2 = 22.16$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\} \\
 &= \frac{5}{5-1} \left\{ 1 - \frac{10.15}{22.16} \right\} \\
 &= \frac{5}{4} \left\{ \frac{22.16 - 10.15}{22.16} \right\} \\
 &= \frac{5}{4} \left( \frac{12.01}{22.16} \right) \\
 &= 0.68
 \end{aligned}$$



ตาราง 20 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ตรวจ ให้คะแนนคนที่ 2 (Y)	$X^2$	$Y^2$	XY
1	18	16	324	256	288
2	19	18	361	324	342
3	17	15	289	225	255
4	20	19	400	361	380
5	17	16	289	256	272
6	15	14	225	196	210
7	19	18	361	324	342
8	16	15	256	225	240
9	20	19	400	361	380
10	17	15	289	225	255
11	19	15	361	225	285
12	18	14	324	196	252
13	15	13	225	169	195
14	20	16	400	256	320
15	20	16	400	256	320
16	18	16	324	256	288
17	13	9	169	81	117
18	8	8	64	64	64
19	12	12	144	144	144
20	18	16	324	256	288
21	10	10	100	100	100
22	17	16	289	256	272
23	16	15	256	225	240
24	17	14	289	196	238
25	20	16	400	256	320
26	18	15	324	225	270
27	17	14	289	196	238



ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ตรวจ ให้คะแนนคนที่ 2 (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
28	20	16	400	256	320
29	10	8	100	64	80
30	9	7	81	49	63
31	7	7	49	49	49
32	5	4	25	16	20
33	7	7	49	49	49
34	9	7	81	49	63
35	9	7	81	49	63
36	10	8	100	64	80
37	11	9	121	81	99
38	5	4	25	16	20
39	7	7	49	49	49
40	12	12	144	144	144
41	11	9	121	81	99
42	9	7	81	49	63
43	5	4	25	16	20
44	9	7	81	49	63
45	7	7	49	49	49
46	11	9	121	81	99
47	8	8	64	64	64
48	10	8	100	64	80
49	12	12	144	144	144
50	9	7	81	49	63
51	11	9	121	81	99
52	8	8	64	64	64
53	9	7	81	49	63
54	11	9	121	81	99
55	5	4	25	16	20

## ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ตรวจ ให้คะแนนคนที่ 2 (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
56	9	7	81	49	63
57	9	7	81	49	63
58	12	12	144	144	144
59	10	8	100	64	80
60	12	12	144	144	144
61	9	7	81	49	63
62	5	4	25	16	20
63	7	7	49	49	49
64	8	8	64	64	64
65	12	12	144	144	144
66	9	7	81	49	63
67	8	8	64	64	64
68	11	9	121	81	99
69	9	7	81	49	63
70	12	12	144	144	144
71	10	8	100	64	80
72	8	8	64	64	64
73	5	4	25	16	20
74	7	7	49	49	49
75	11	8	121	64	88
76	12	11	144	121	132
77	9	7	81	49	63
78	20	15	400	225	300
79	10	8	100	64	80
80	20	15	400	225	300
81	12	12	144	144	144
82	9	7	81	49	63
83	20	16	400	256	320

ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ตรวจ ให้คะแนนคนที่ 2 (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
84	9	7	81	49	63
85	7	7	49	49	49
86	11	9	121	81	99
87	5	4	25	16	20
88	12	12	144	144	144
89	20	16	400	256	320
90	10	8	100	64	80
91	9	7	81	49	63
92	20	16	400	256	320
93	10	8	100	64	80
94	20	16	400	256	320
95	9	7	81	49	63
96	11	9	121	81	99
97	5	4	25	16	20
98	10	8	100	64	80
99	7	7	49	49	49
100	9	7	81	49	63
รวม	1189	1023	16331	12123	14005

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ของผู้วิจัยและผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2 โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ

r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย $\sum Y$  แทน ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย $\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย

แต่ละตัวยกกำลังสอง

 $\sum Y^2$  แทน ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย

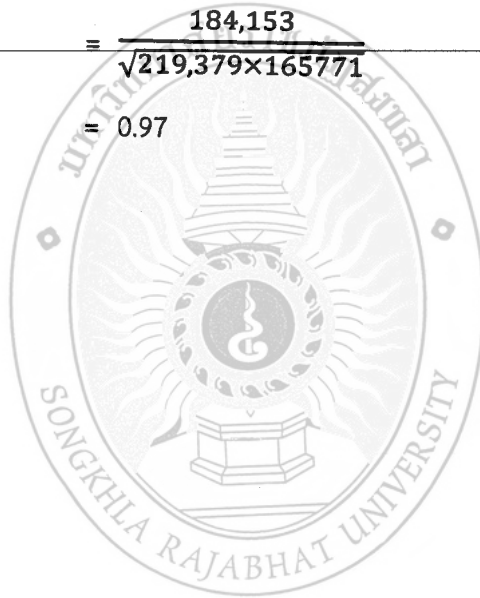
แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\Sigma XY$  แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนที่ตรวจโดย  
ผู้วิจัยกับคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย  
N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 20 จะได้  $\Sigma X = 1,189$  ,  $\Sigma Y = 1,023$  ,  $\Sigma X^2 = 16,331$  ,

$\Sigma Y^2 = 12,123$  ,  $\Sigma XY = 14,005$  ,  $N = 100$

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{N \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{[N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}} \\
 &= \frac{(100 \times 14,005) - (1,189 \times 1,023)}{\sqrt{[(100 \times 16,331) - (1,189)^2] \times [(100 \times 12,123) - (1,023)^2]}} \\
 &= \frac{1,400,500 - 1,216,347}{\sqrt{[1,633,100 - 1,413,721] \times [1,212,300 - 1,046,529]}} \\
 &= \frac{184,153}{\sqrt{219,379 \times 165,771}} \\
 &= 0.97
 \end{aligned}$$



ตาราง 21 ค่า  $\sum X$ ,  $\sum X^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $s^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
1	16	256	29	19	361
2	14	196	30	6	36
3	14	196	31	7	49
4	12	144	32	10	100
5	12	144	33	19	361
6	16	256	34	16	256
7	13	169	35	10	100
8	16	256	36	19	361
9	16	256	37	15	225
10	16	256	38	19	361
11	16	256	39	12	144
12	12	144	40	6	36
13	10	100	41	19	361
14	15	225	42	8	64
15	13	169	43	12	144
16	14	196	44	19	361
17	18	324	45	16	256
18	6	36	46	10	100
19	14	196	47	15	225
20	19	361	48	12	144
21	15	225	49	10	100
22	17	289	50	16	256
23	15	225	51	6	36
24	13	169	52	16	256
25	14	196	53	19	361
26	12	144	54	10	100
27	12	144	55	16	256
28	17	289	56	12	144

ตาราง 21 (ต่อ)

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
57	16	256	79	16	256
58	16	256	80	6	36
59	8	64	81	10	100
60	15	225	82	19	361
61	6	36	83	8	64
62	9	81	84	16	256
63	12	144	85	15	225
64	19	361	86	14	196
65	9	81	87	8	64
66	16	256	88	16	256
67	16	256	89	19	361
68	12	144	90	6	36
69	8	64	91	9	81
70	9	81	92	19	361
71	16	256	93	6	36
72	8	64	94	9	81
73	9	81	95	14	196
74	16	256	96	15	225
75	10	100	97	8	64
76	15	225	98	19	361
77	8	64	99	14	196
78	10	100	100	16	256
				$\sum X = 1,316$	$\sum X^2 = 18,890$

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้  
สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

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

เมื่อ	$\alpha$ แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	$k$ แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$s_i^2$ แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$s_t^2$ แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยที่ 
$$s_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$s_i^2$ แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$\sum X_i$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในข้อที่ $i$
	$\sum X_i^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ $i$
	$N$ แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

และ 
$$s_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$s_t^2$ แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบ ทั้งฉบับ
	$\sum X^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$N$ แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 21 จะได้  $\sum X = 1,316$  ,  $\sum X^2 = 18,890$  ,  $N = 100$

$$\begin{aligned}
 s_i^2 &= \frac{N\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{100(18,890) - (1,316)^2}{100(100-1)} \\
 &= \frac{1,889,000 - 1,731,856}{9,900} \\
 &= \frac{157,144}{9,900} \\
 &= 15.87
 \end{aligned}$$

จะได้  $k = 5$  ,  $\sum s_i^2 = 6.81$  ,  $s_i^2 = 15.87$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_i^2} \right\} \\
 &= \frac{5}{5-1} \left\{ 1 - \frac{6.81}{15.87} \right\} \\
 &= \frac{5}{4} \left\{ \frac{15.87 - 6.81}{15.87} \right\} \\
 &= \frac{5}{4} \left( \frac{9.06}{15.87} \right) \\
 &= 0.71
 \end{aligned}$$



ตาราง 22 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ การหาร

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ตรวจ ให้คะแนนคนที่ 2 (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
1	16	14	256	196	224
2	14	12	196	144	168
3	14	13	196	169	182
4	12	12	144	144	144
5	12	11	144	121	132
6	16	14	256	196	224
7	13	11	169	121	143
8	16	14	256	196	224
9	16	14	256	196	224
10	16	15	256	225	240
11	16	15	256	225	240
12	12	11	144	121	132
13	10	9	100	81	90
14	15	14	225	196	210
15	13	12	169	144	156
16	14	13	196	169	182
17	18	16	324	256	288
18	6	5	36	25	30
19	14	12	196	144	168
20	19	17	361	289	323
21	15	15	225	225	225
22	17	17	289	289	289
23	15	15	225	225	225
24	13	13	169	169	169
25	14	14	196	196	196
26	12	12	144	144	144
27	12	12	144	144	144

ตาราง 22 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ตรวจ ให้คะแนนคนที่ 2 (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
28	17	17	289	289	289
29	19	19	361	361	361
30	6	6	36	36	36
31	7	7	49	49	49
32	10	10	100	100	100
33	19	19	361	361	361
34	16	16	256	256	256
35	10	10	100	100	100
36	19	19	361	361	361
37	15	15	225	225	225
38	19	19	361	361	361
39	12	12	144	144	144
40	6	6	36	36	36
41	19	19	361	361	361
42	8	8	64	64	64
43	12	12	144	144	144
44	19	19	361	361	361
45	16	16	256	256	256
46	10	10	100	100	100
47	15	15	225	225	225
48	12	12	144	144	144
49	10	10	100	100	100
50	16	16	256	256	256
51	6	6	36	36	36
52	16	16	256	256	256
53	19	19	361	361	361
54	10	10	100	100	100
55	16	16	256	256	256

ตาราง 22 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ตรวจ ให้คะแนนคนที่ 2 (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
56	12	12	144	144	144
57	16	16	256	256	256
58	16	16	256	256	256
59	8	8	64	64	64
60	15	15	225	225	225
61	6	6	36	36	36
62	9	9	81	81	81
63	12	12	144	144	144
64	19	19	361	361	361
65	9	9	81	81	81
66	16	16	256	256	256
67	16	16	256	256	256
68	12	12	144	144	144
69	8	8	64	64	64
70	9	9	81	81	81
71	16	16	256	256	256
72	8	7	64	49	56
73	9	8	81	64	72
74	16	15	256	225	240
75	10	9	100	81	90
76	15	14	225	196	210
77	8	7	64	49	56
78	10	9	100	81	90
79	16	14	256	196	224
80	6	5	36	25	30
81	10	9	100	81	90
82	19	17	361	289	323
83	8	7	64	49	56

ตาราง 22 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ตรวจ ให้คะแนนคนที่ 2 (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
84	16	15	256	225	240
85	15	14	225	196	210
86	14	13	196	169	182
87	8	7	64	49	56
88	16	14	256	196	224
89	19	17	361	289	323
90	6	5	36	25	30
91	9	8	81	64	72
92	19	18	361	324	342
93	6	5	36	25	30
94	9	8	81	64	72
95	14	13	196	169	182
96	15	14	225	196	210
97	8	7	64	49	56
98	19	18	361	324	342
99	14	12	196	144	168
100	16	13	256	169	208
รวม	1316	1252	18890	17216	18004

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
ของผู้วิจัยและผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2 โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ

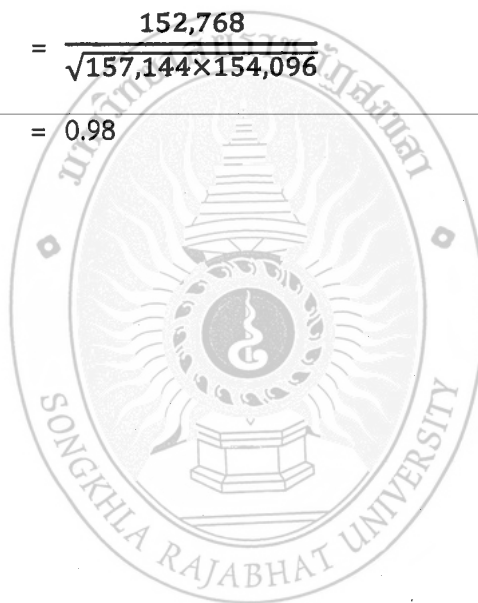
r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย
$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\Sigma XY$  แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนที่ตรวจโดย  
ผู้วิจัยกับคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย  
N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 22 จะได้  $\Sigma X = 1,316$  ,  $\Sigma Y = 1,252$  ,  $\Sigma X^2 = 18,890$  ,

$\Sigma Y^2 = 17,216$  ,  $\Sigma XY = 18,004$  ,  $N = 100$

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{N \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{[N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}} \\
 &= \frac{(100 \times 18,004) - (1,316 \times 1,252)}{\sqrt{[(100 \times 18,890) - (1,316)^2] \times [(100 \times 17,216) - (1,252)^2]}} \\
 &= \frac{1,800,400 - 1,647,632}{\sqrt{[1,889,000 - 1,731,856] \times [1,721,600 - 1,567,504]}} \\
 &= \frac{152,768}{\sqrt{157,144 \times 154,096}} \\
 &= 0.98
 \end{aligned}$$



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : อังคณา อุทัยรัตน์

Name : AUNGKANA UTHAIRAT

วุฒิการศึกษาสูงสุด : กศ.ม. การสอนคณิตศาสตร์

Degree : M.Ed. Teaching Mathematics

อาชีพ : อาจารย์ประจำโปรแกรมหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

Occupation : Teacher, Program Curriculum and Learning Management ,  
Faculty of Education , Songkhla Rajabhat University.

