

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีค้อนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอทสกี
ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่มีต่อ
ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เยาวภา วรครุช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



THE EFFECT OF USING MATHEMATICAL LEARNING ACTIVITIES
BASED ON VYGOTSKY'S CONSTRUCTIVIST THEORY WITH
POLYA'S PROBLEM SOLVING PROCESS ON THE MATHEMATICAL
PROBLEM SOLVING SKILLS, MATHEMATICAL COMMUNICATION
SKILLS AND LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHEMATICAL
PROBLEM SOLVING

YAOWAPA VORAKUT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN MATHEMATICS EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2015
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบปรบองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไวกอทสก์ร่วมกับ
กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลลัพธ์อื่นในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัย นางสาวเยาวภา วรครุช

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล

ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนกรณ์ วัฒนาทวีกุล

กรรมการ

ดร. ศักดิ์ดา น้อยนาน

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนกรณ์ วัฒนาทวีกุล)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2558

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนกรณ วัฒนาภีกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความเมตตา อุทิศเวลา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อย ตลอดทั้งปีกังฟังความมีวินัยในการทำงาน ความรับผิดชอบในหน้าที่ รวมทั้งเป็นแบบอย่างในการทำงานให้กับผู้วิจัย และได้รับความกรุณาจากคณาจารย์ประจำหลักสูตรคณิตศาสตรศึกษา ทุกท่านที่คอยดูแลช่วยเหลือ ให้ความรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ ดร.ดรุณ บุญชาติ ผู้อำนวยการสหกิจศึกษา หลักศึกษา คณครุสกัญญา exam คณครุอรชร โคงพันธ์ และคณครุสุพัฒนา ศรีเมือง ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยให้คำแนะนำ แก้ไข และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการสร้างเครื่องมือในการทำวิจัย อีกทั้งขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนไตรมิตร อำเภอโพธิ์ศรีสุวรรณ จังหวัดศรีสะเกษ พร้อมทั้งคณาจารย์ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนตลอดระยะเวลาของการทำวิจัย ขอขอบใจนักเรียน โรงเรียนไตรมิตรทุกคนที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี และขอขอบคุณเพื่อนนิสิตบริษัทฯ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษาทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การช่วยเหลือเสมอมา

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ที่คอยดูแลอย่างใกล้ชิด สร้างกำลังใจ และสนับสนุนให้ความช่วยเหลือตลอดมา คุณค่าและประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ขอขอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ผู้เป็นบุพการี ตลอดจนครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวง แก่ผู้วิจัย



เยาวรา วรครุ
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

- เรื่อง** : ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ด้วยสื่อตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ผู้วิจัย** : เยาวภา วรครุธ
- ที่ปรึกษา** : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
- สาขาวิชา** : คณิตศาสตรศึกษา
- อาจารย์ที่ปรึกษา:** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนกรณ วัฒนาทวีกุล
- ศัพท์สำคัญ** : ไวกอทสกี, กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา, ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไตรมิตร อำเภอโพธิ์ศรีสุวรรณ จังหวัดศรีสะเกษ สังกัดองค์กรบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้อง จำนวนนักเรียน 60 คน เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนั้นใช้การจับฉลากเพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง กลุ่มทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ด้วยสื่อตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ส่วนกลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติทดสอบที่ (t-test) และการสรุปความเรียง

ผลการวิจัย พบร่วมกันว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ABSTRACT

TITLE : THE EFFECT OF USING MATHEMATICAL LEARNING ACTIVITIES BASED ON VYGOTSKY'S CONSTRUCTIVIST THEORY WITH POLYA'S PROBLEM SOLVING PROCESS ON THE MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING SKILLS, MATHEMATICAL COMMUNICATION SKILLS AND LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING

AUTHOR : YAOWAPA VORAKUT

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : MATHEMATICS EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. MANAKORN WATTANATAWEEKUL, Ph.D.

KEYWORDS : VYGOTSKY, POLYA'S PROBLEM SOLVING PROCESS,
MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING SKILLS,
MATHEMATICAL COMMUNICATION SKILLS,
LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING

This research aimed to study the effects of using mathematical learning activities based on Vygotsky's constructivist theory with Polya's problem solving process on mathematical problem solving skills, mathematical communication skills, and learning achievement of mathematical problem solving. The participants were 60 purposively selected grade seven students from Trimit School in Phosisuwan District, Sisaket Province, in the first semester of the 2015 academic year. Thirty students were randomly placed in the experimental group and 30 students in the control group. The experimental group used mathematical learning activities based on Vygotsky's constructivist theory with Polya's problem solving process, while the control group used mathematical learning activities based on conventional methods. Research instruments were lesson plans and an achievement test. Data were analyzed using t-test statistics and summarizing in a descriptive style.

Results showed that students' mathematical problem solving skills, mathematical communication skills, and learning achievement of mathematical problem solving using mathematical learning activities based on Vygotsky's constructivist theory with Polya's

problem solving process were statistically significantly higher than before learning and those of the students using mathematical learning activities based on conventional methods.

สารบัญ

	หน้า
กิจกรรมประการ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	7
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	7
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	7
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	8
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	13
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีองค์กรดิวิสต์ตามแนวคิดของไวกอฟสกี	15
2.2 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา	21
2.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีองค์กรดิวิสต์ตามแนวคิดของไวกอฟสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา	21
2.4 การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	26
2.5 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	31
2.6 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	39
2.7 ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	44
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	53
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	65
3.2 แบบแผนการวิจัย	66
3.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	66

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	69
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	77
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	77
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	80
4.2 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	101
4.3 ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	107
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 วัตถุประสงค์ สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย	127
5.2 สรุปผลการวิจัย	129
5.3 อภิปรายผลการวิจัย	130
5.4 ข้อเสนอแนะ	134
เอกสารอ้างอิง	135
ภาคผนวก	
ก รายนามผู้เขียนช่วย	146
ข การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	148
ค แผนการจัดการเรียนรู้	151
ง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	165
จ ผลการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	172
ฉ ข้อมูลเชิงปริมาณ	176
ประวัติผู้วิจัย	193

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ลำดับขั้นการสอนจากการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของไวกอทสกี	23
2.2 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	37
2.3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric Score	38
2.4 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	42
2.5 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	43
2.6 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	51
2.7 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบพิจารณาองค์รวม	52
3.1 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง	71
3.2 เกณฑ์การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	75
3.3 เกณฑ์การประเมินผลทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	76
3.4 เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	77
4.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	81
4.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นรายด้าน	82
4.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	101
4.4 จำนวนนักเรียนในแต่ละช่วงคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	107
4.5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	108
4.6 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	109
ข.1 ค่าดัชนีค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 1	149
ข.2 ค่าดัชนีค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 2	150

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
จ.1 คณานความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จากการทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ในการจัดชั้นเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558	173
จ.2 ผลการเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง	174
ฉ.1 คณานทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	177
ฉ.2 คณานทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม	178
ฉ.3 คณานทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านทำความเข้าใจโจทย์ของกลุ่มทดลอง	179
ฉ.4 คณานทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านการเลือกวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลอง	180
ฉ.5 คณานทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านการใช้วิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลอง	181
ฉ.6 คณานทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านการสรุปคำตอบของกลุ่มทดลอง	182
ฉ.7 คณานทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านทำความเข้าใจโจทย์ของกลุ่มควบคุม	183
ฉ.8 คณานทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านการเลือกวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มควบคุม	184
ฉ.9 คณานทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านการใช้วิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มควบคุม	185
ฉ.10 คณานทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านการสรุปคำตอบของกลุ่มควบคุม	186
ฉ.11 คณานทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	187
ฉ.12 คณานทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม	188

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ.13 คะແນນຜລສັນຖອີໃນກາຣແກ້ໄຈທຍໍປັນຫາທາງຄນິຕະສາສົຮກ່ອນເຮັດວຽນແລະຫລັງເຮັດວຽນ ຂອງກລຸ່ມທດລອງ	189
ฉ.14 คະແນນຜລສັນຖອີໃນກາຣແກ້ໄຈທຍໍປັນຫາທາງຄນິຕະສາສົຮກ່ອນເຮັດວຽນແລະຫລັງເຮັດວຽນ ຂອງກລຸ່ມຄວບຄຸມ	190
ฉ.15 ຄ່າເเฉລີຍ (\bar{X}) ແລະສ່ວນເປີຍງເບີນມາຕຽບນານ (SD) ຈາກຄະແນນຜລສັນຖອີໃນກາຣ ແກ້ໄຈທຍໍປັນຫາທາງຄນິຕະສາສົຮກ່ອນເຮັດວຽນແລະຫລັງເຮັດວຽນຂອງກລຸ່ມທດລອງ ແລະກລຸ່ມຄວບຄຸມ	191

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 กรอบแนวคิดทฤษฎีคุณสตรัคติวิสตร์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา	70
4.1 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	81
4.2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน	84
4.3 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 5 กลุ่มทดลองคนที่ 12	85
4.4 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 2 กลุ่มควบคุมคนที่ 17	86
4.5 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 15	87
4.6 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 15	88
4.7 ผลการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ก่อนเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 25	89
4.8 ผลงานเขียนเฉพาะสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ก่อนเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 6	89
4.9 การเขียนแสดงการทำความเข้าใจโจทย์ได้ถูกต้อง หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 11	90
4.10 การทำความเข้าใจโจทย์ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 15	90
4.11 การเขียนเนื่องไขของโจทย์และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บางส่วน หลังเรียน ข้อที่ 8 กลุ่มควบคุมคนที่ 1	91
4.12 การเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 30	91
4.13 การอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสมสมกับโจทย์ปัญหา ก่อนเรียน ข้อที่ 7 กลุ่มทดลองคนที่ 17	92
4.14 การเขียนสมการในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ก่อนเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 15	92
4.15 การเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหา เขียนตารางและสมการได้เหมาะสมกับโจทย์ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 13	93

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.16	การเขียนอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 15	93
4.17	การเขียนสั้นโดยไม่มีข้อความอธิบาย หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 3	94
4.18	การเขียนสมการแต่ไม่ถูกต้อง หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 16	94
4.19	การสรุปคำตอบทันทีโดยไม่เขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา ก่อนเรียน ข้อที่ 3 กลุ่มทดลองคนที่ 12	95
4.20	การตอบทันทีโดยไม่เขียนแสดงการแก้ปัญหา ก่อนเรียน ข้อที่ 2 กลุ่มควบคุมคนที่ 1	95
4.21	การนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง ตามลำดับขั้นตอน หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 19	96
4.22	แสดงถึงความพยายามในการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ หลังเรียน ข้อที่ 8 กลุ่มทดลองคนที่ 15	97
4.23	แสดงการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง ชัดเจน หลังเรียน ข้อที่ 9 กลุ่มทดลองคนที่ 15	97
4.24	การนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้แล้วได้คำตอบไม่ถูกต้อง หลังเรียน ข้อที่ 3 กลุ่มควบคุมคนที่ 30	98
4.25	การสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน ก่อนเรียน ข้อที่ 2 กลุ่มทดลองคนที่ 12	99
4.26	การสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน ก่อนเรียน ข้อที่ 2 กลุ่มควบคุมคนที่ 1	99
4.27	การตรวจคำตอบโดยใช้แผนภาพประกอบ หลังเรียน ข้อที่ 3 กลุ่มทดลองคนที่ 19	99
4.28	การสรุปคำตอบ และเขียนอธิบายด้วยภาษาไม่เป็นทางการในการตรวจคำตอบ หลังเรียน ข้อที่ 4 กลุ่มทดลองคนที่ 2	100
4.29	การสรุปคำตอบถูกต้องบางส่วนซึ่งขาดรายละเอียดที่สำคัญ หลังเรียน ข้อที่ 2 กลุ่มควบคุมคนที่ 30	100
4.30	การเขียนคำตอบโดยไม่มีการแสดงการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ก่อนเรียน ข้อที่ 5 กลุ่มควบคุมคนที่ 5	100

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.31 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	102
4.32 การแก้ปัญหาไม่เป็นลำดับขั้นตอน ก่อนเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 9	103
4.33 การแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ไม่เป็นลำดับขั้นตอน ก่อนเรียน ข้อที่ 6 กลุ่มควบคุมคนที่ 8	103
4.34 การแก้ปัญหาได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 9	104
4.35 การแก้ปัญหาไม่ครบถ้วนลำดับขั้นตอน หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 16	105
4.36 การแก้ปัญหาโดยไม่ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหา หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 15	106
4.37 จำนวนนักเรียนในแต่ละช่วงคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	108
4.38 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 3 กลุ่มทดลองคนที่ 12	110
4.39 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 2 กลุ่มควบคุมคนที่ 1	111
4.40 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 3 กลุ่มควบคุมคนที่ 8	111
4.41 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 4 กลุ่มทดลองคนที่ 5	112
4.42 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 3 กลุ่มทดลองคนที่ 19	113
4.43 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 19	114
4.44 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 6 กลุ่มทดลองคนที่ 11	115
4.45 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 7 กลุ่มทดลองคนที่ 14	116

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.46 ผลงานเขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 9 กลุ่มทดลองคนที่ 15	117
4.47 ผลงานเขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 2 กลุ่มทดลองคนที่ 19	118
4.48 ผลงานเขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 5 กลุ่มทดลองคนที่ 19	119
4.49 ผลงานเขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 5 กลุ่มทดลองคนที่ 29	120
4.50 ผลงานเขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 13	121
4.51 ผลงานเขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 1	121
4.52 ผลงานเขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 2 กลุ่มควบคุมคนที่ 30	122
4.53 ผลงานเขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 19	123
4.54 ผลงานเขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 19	124
4.55 ผลงานเขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 15	125
4.56 ผลงานเขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 15	126

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาระดับนานาชาติ โครงการ PISA (Program for International Study Assessment) 2012 จำนวน 65 ประเทศ ในภาพรวม พบว่า ผลประเมิน PISA ของนักเรียนไทยกลุ่มอายุ 15 ปี การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ไทย มีคะแนนเฉลี่ย 427 ได้อันดับที่ 50 จากคะแนนตามมาตรฐานพื้นฐานของคณิตศาสตร์ OECD ที่ 494 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557: 185) และจากการที่ไทยได้เข้าร่วมโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2554 (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS 2011) ใน การประเมินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านเนื้อหาวิชา พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เป็น 427 คะแนน เมื่อเทียบกับค่ากลางของการประเมินคือ 500 คะแนน จัดอยู่ในลำดับที่ 28 จาก 45 ประเทศ และ 14 รัฐ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557: 9) และรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติชั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2557 วิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนไตรมิตร อำเภอโพธิ์ศรีสุวรรณ จังหวัดศรีสะเกษ สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ ที่ผู้วิจัยปฏิบัติหน้าที่สอน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 26.37 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนนซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศไทย ที่มีคะแนนเฉลี่ย 29.67 เมื่อพิจารณาตามสาระการเรียนรู้จะเห็นได้ว่าสาระการเรียนรู้ที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดสองอันดับสุดท้ายคือสาระการเรียนรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 3.68 รองลงมาคือสาระการเรียนรู้จำนวนและ การดำเนินการ มีคะแนนเฉลี่ย 18.85 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2558) ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาชั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับเนื้อหาวิชาที่เห็นว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้นำพื้นฐานการเรียนรู้ดังกล่าวไปใช้ในเนื้อหาและรายวิชาอื่น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยพบว่า สาระการเรียนรู้จำนวนและการดำเนินการ มีสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ควรได้รับการส่งเสริมอย่างเร่งด่วนได้แก่ การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็ม และการนำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้

ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่เป็นที่นิยมและยอมรับอย่างกว้างขวางในปัจจุบันอีกกลุ่มแนวคิดหนึ่งคือทฤษฎีคณิตศาสตร์คิวติวิสต์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 10-12) ซึ่งมี เพียเจ็ต (Piaget) และไวゴอฟสกี (Vygotsky) เป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีคณิตศาสตร์คิวติวิสต์ (พิศนา แรมณี, 2557: 90) โดยเพียเจ็ต เชื่อว่าเด็กเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์สามารถเรียนรู้ด้วยการทดลองและค้นพบด้วยตนเองได้ ในขณะที่ไวゴอฟสกีเห็นว่าเด็กเรียนเป็นผู้ที่ได้รับการชี้แนะช่วยเหลือจากครูและเพื่อนร่วมรุ่นที่เก่งกว่า นักเรียนจะสามารถเพิ่มพูนศักยภาพของตนได้มากกว่าที่จะเรียนรู้หรือค้นพบด้วยตนเองเท่านั้น (สิริอร วิชาชานุ, 2554: 162)

ไวゴอฟสกี เน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล และการให้ความช่วยเหลือนักเรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปถึงระดับพัฒนาการที่นักเรียนมีศักยภาพจะไปถึงได้โดยเสนอแนวคิดเกี่ยวกับ “zone of proximal development” ที่เชื่อว่าการให้ความช่วยเหลือชี้แนะแก่นักเรียนซึ่งอยู่ในลักษณะของ “assisted learning” หรือ “scaffolding” เป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะสามารถช่วยพัฒนานักเรียนให้ไปถึงระดับที่อยู่ในศักยภาพของนักเรียนได้ (พิศนา แรมณี, 2557: 91-93) และเชื่อว่าสังคมและวัฒนธรรมที่บุคคลดำเนินชีวิตอยู่มีผลอย่างมากต่อการเลือกที่จะเรียนรู้ และต่อวิธีการเรียนรู้ของบุคคลตั้งแต่เยาว์วัย การประทับรั้งทางสังคม อันได้แก่ การสังสรรค์กับบุคคลอื่น การร่วมทำกิจกรรมกลุ่ม ล้วนแล้วแต่ทำให้บุคคลเกิดการพัฒนา ทั้งในด้านโครงสร้างทางความคิดและกระบวนการคิด (นุชลี อุปภัย, 2558: 50)

การประยุกต์ใช้ในการสอนทำได้ด้วยการสอนเป็นขั้น ๆ (scaffolding teaching) จากการที่สามารถทำได้เอง นักเรียนจะค่อย ๆ มีความสามารถทำในสิ่งที่ยากขึ้น และการสอนด้วยวิธีการโต้ตอบกัน (reciprocal teaching) ด้วยการให้มีการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน (สิริอร วิชาชานุ, 2554: 163) ซึ่งการอภิปรายกลุ่ม เป็นการจัดกิจกรรมกลุ่มที่จะทำให้นักเรียนได้ใช้การปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันในสถานการณ์ที่นักเรียนกับนักเรียน หรือนักเรียนกับครูสนทนาระดับกัน เพื่อแบ่งปันข้อมูล ความคิด ความคิดเห็น หรือความรู้สึก สำหรับประเภทของการอภิปรายที่มีเป้าหมายเพื่อการสร้างทักษะหรือกระบวนการคิด คือ การระดมสมอง ซึ่งเป็นเทคนิคที่ง่ายและมีประสิทธิภาพ เมื่อใช้ในการคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมในการระดมสมอง (ธนาธิป พร垦ฤทธิ์, 2554: 152-155) ดังผลการวิจัยของ ทรงชัย อักษรคิด (2553) ที่ได้ศึกษา การใช้การอภิปรายกลุ่มย่อยเพื่อปรับปรุงภาพนโนท์ศัพท์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ พบร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การอภิปรายกลุ่มย่อยสามารถเสริมสร้างภาพมโนท์ศัพท์ทางเรขาคณิตที่ถูกต้องให้กับนิสิตได้เป็นอย่างดี

การใช้แนวคิดของไวゴอฟสกีกับวิชาคณิตศาสตร์ ใน การให้ความช่วยเหลือชี้แนะแก่นักเรียนในลักษณะ “assisted learning” หรือ “scaffolding” ด้วยข้อความที่แตกต่างกัน เช่น การเสริมต่อการเรียนรู้ (ศรีจิรัตน์ เสรีรูศรี, 2553; จารุทศน์ วงศ์ข้าหลวง, 2557; ทัยรัตน์ ยศแผ่น, 2557) การช่วย

เสริมศักยภาพ (กมลฉัตร กล่อมอิม, 2556) และฐานการช่วยเหลือ (เสกสรร แย้มพินิจ, 2556) แต่ต่างก็มีผลการวิจัยที่ช่วยพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของนักเรียน ดังนี้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพิชณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพิชณิตมีพัฒนาการสูงขึ้น (โศภิรัตน์ เสริฐศรี, 2553) มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการ มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีพัฒนาการของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไปในทางที่ดีขึ้น (หทัยรัตน์ ยศแผ่น, 2557) ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างเป็นลำดับ (กมลฉัตร กล่อมอิม, 2556) ส่วนผลการวิจัยต่างประเทศยังพบเช่นเดียวกันว่า การเสริมต่อการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ (Michelle, Scott, and Joanne, 2014) และวิธีการจัดการเรียนรู้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดเชิงสังคมของไวนกอร์ทก็มีผลการเรียนรู้ดีกว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย (Bhutto, 2013)

สถาบันคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาหรือ (National Council of teachers of mathematics: NCTM) ได้ให้ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ข้อหนึ่งที่ได้รับความสนใจและตอบรับอย่างกว้างขวาง คือ การแก้ปัญหาต้องเป็นจุดเน้นของคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนในทศวรรษ 1980 และได้กล่าวเป็นหัวข้อสำคัญของการอภิปรายตลอดทศวรรษในที่ประชุมวิชาชีพหลายแห่ง ความสนใจได้มุ่งไปสู่ทรรศนิยมแก้ปัญหาเนื่องจากผลการสอบทั้งระดับชาติและระดับห้องถัน แสดงถึงปัญหาของนักเรียนในเรื่องนี้มากกว่าทักษะการคิดคำนวณพื้นฐาน แต่นักเรียนไม่ตื่นเต้นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเหมือนครู เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องค้นหาวิธีที่จะกระตุ้นให้เกิดการสอนแบบแก้ปัญหา ครูจำเป็นต้องสร้างทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียน (ฉบับรวม เศวตมาลัย, 2544: 55) ซึ่งบทบาทที่สำคัญที่สุดของครูผู้สอน คือ การช่วยเหลือนักเรียนในการแก้ปัญหา โดยครูควรพยายามทำความเข้าใจถึงความคิดของนักเรียน ว่า nักเรียนควรจะรู้อะไร แล้วใช้คำถามที่หลากหลายและให้คำแนะนำเพื่อกระตุ้นกระบวนการทางความคิด เพื่อส่งเสริมนักเรียนค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป (Polya, 1990: 1) เพราะการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการเรียนที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียนซึ่งการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เพชญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 6) แต่ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ มักประสบปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา กล่าวคือ นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้วไม่ทราบว่าจะหาคำตอบของปัญหานั้นได้

อย่างไร สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะว่า “การแก้โจทย์ปัญหา” นั้น เป็นการนำความรู้และประสบการณ์ทั้งหมดที่นักเรียนแต่ละคนเรียนมาไปใช้ซึ่งอยู่ในขั้นวิเคราะห์ (สุวาร กัญจน์มูล, 2545: 50-52)

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่จะนำมาส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 8) ซึ่งมีกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding The Problem) เป็นขั้นที่นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาเพื่อทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นที่นักเรียนหาความสัมพันธ์ของข้อมูลกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาและเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นการดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติตามยุทธวิธีที่เลือกไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ขั้นที่ 4 ขั้นมองย้อนกลับ (Looking back) เป็นขั้นที่นักเรียนประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้โดยตรวจสอบผลลัพธ์เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผลและเข้าใจผลของการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งช่วยให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างถ่องแท้ (Polya, 1990: 1-5) และพบว่ามีผลการวิจัยที่สนับสนุนแนวคิดของโพลยา ดังนี้ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (อารมณ์ จันทร์لام, 2550; จิตติมา พิศากาค, 2552) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบปกติ (ดวงพร ตั้งอุดมเจริญชัย, 2551; เย็นฤทธิ์ กันทาสุวรรณ, 2553) และมีผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (ณัฐพร นวนสาย, 2554) นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนอยู่ในระดับมาก (อารมณ์ จันทร์لام, 2550; ปราณี ผิวแดง, 2553) และมีความพึงพอใจต่อการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด (นิรัชรา ชัยชนะอุดมกุล, 2556)

และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ส่วนใหญ่ทำการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีคณิตศาสตร์คติวิสัย ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เช่น ทิวพร สกุลสูษา (2552); จิตรา แก้วชัย (2553); นริชญ์ ภูสังข์ (2553); บุษบา พลรัตน์ (2554); สุจิตรา แสงสีสวล (2554); สมจิตร สุทธิประภา (2555); พรนภา ราชรองเมือง (2556) ซึ่งยังไม่เน้นกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันครุและเพื่อน รวมถึงการส่งเสริมให้มีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนข้อมูลกันด้วยการอภิปรายกลุ่มแบบธรรมสนองอันจะทำให้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้กิจกรรมในชีวิตประจำวันที่คนส่วนใหญ่ขาดไม่ได้ คือ การสื่อสาร เราใช้การสื่อสารเพื่อสร้างความเข้าใจให้เกิดขึ้นระหว่างกันและกันทั้งในด้านการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม เศรษฐกิจ และ

การศึกษา และเมื่อต้องแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนจำเป็นต้องใช้การอ่าน การพูดหรือเขียนเพื่อ อธิบายความรู้ความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ สัญลักษณ์ ตัวแปร สมการ ตาราง กราฟ ตัวแบบหรือแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อื่น ๆ เข้ามาช่วยสื่อความหมายและนำเสนอให้ ความรู้ มีความกaghทัดรัด และชัดเจน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 54-55) เนื่องจากที่ผ่านมาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ได้นเน้นเรื่องการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนยังไม่มีความสามารถด้านนี้ทำให้ครุซึ่งเห็นได้จากการที่นักเรียนไม่สามารถนำเสนอ ข้อมูลให้ผู้อื่นเห็นภาพรวมหรือเข้าใจประเด็นสำคัญ ๆ ของสิ่งที่ต้องการนำเสนอได้ หรือไม่สามารถสื่อ ความหมายบางเรื่องให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกันได้ ทั้งที่ผ่านการเรียนรู้เรื่องนั้นมาแล้ว (อัมพร มัคคง, 2554: 56-57) จากความสำคัญดังกล่าวจึงมีการวิจัยเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วย วิธีการที่แตกต่างกัน ได้แก่ ใช้กระบวนการกลุ่มในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน (พิชิต แก้วก่อง, 2549) คำถามปลายเปิด (ปิยะรัตน์ เงาผ่อง, 2551) โมเดลชิปปา (สุนทร สมบัติธีระ, 2555) ชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (อรำไพ ศรีวิชัย, 2555) จัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบธรรมชาติ (กีมภา โลยวิเวก, 2556) จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบอี็คช์เพลชิก ที่เน้นการใช้ตัวแทน (สายัณห์ พลแพน, 2556) และการใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ (ทัยรัตน์ ยศแผ่น, 2557)

การที่มีนักคิด นักการศึกษาและครุอาจารย์ ผู้มีประสบการณ์ในการจัดการศึกษาและการเรียนรู้ ที่ได้พยายามคิดค้น หรือพัฒนารูปแบบการสอนขึ้นจากความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตน หรือ ประยุกต์จากทฤษฎีหรือหลักการที่ได้รับการยอมรับอยู่แล้ว ที่สามารถนำรูปแบบดังกล่าวไปใช้แล้ว ได้ผลตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบนั้นถือว่าเป็นการช่วยให้แนวทางแก้ปัญหามีต้องเสียเวลาลงพิด ลงฤทธาภกได้รูปแบบที่ดีตรงกับวัตถุประสงค์ สำหรับรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวในประเทศไทย มีสองกลุ่มคือ กลุ่มนักการศึกษา และอีกกลุ่มคือนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาโทและเอก และรูปแบบที่ น่าสนใจสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา คือรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ พัฒนาโดย ไฟจิตร สดวงการ (พิศนา แซมมานี, 2557: 274-285) ซึ่งไฟจิตร สดวงการ (2539: 94) ได้เสนอรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างความขัดแย้งทางปัญญา เป็นขั้นของการเสนอปัญหาเพื่อให้นักเรียน เข้ากลุ่มย่อยจะสร้างสถานการณ์ตัวอย่างเพื่อนำไปตรวจสอบและปรับเปลี่ยนวิธีทำของสมาชิกในกลุ่ม จากนั้นเลือกวิธีทำที่สมาชิกกลุ่มเห็นชอบมากที่สุดเสนอต่อขั้นเรียนโดยมีกลุ่มใหญ่ตรวจสอบวิธีทำของ กลุ่มย่อย และมีครุเสนอวิธีทำที่เตรียมมาแต่ถ้าเข้ากับนักเรียนก็ไม่ต้องเสนอ สุดท้ายนักเรียนตั้งโจทย์ขึ้น เองแล้วแลกเปลี่ยนกันทำและตรวจสอบ ขั้นที่ 3 การสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา กลุ่ม ใหญ่ร่วมกันสรุปมโนทัศน์ ขั้นตอนการคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหาร่วมกันแล้วทำแบบฝึกหัด

รูปแบบการจัดกิจกรรมตั้งกล้าว ไฟจิตร สตางค์การ (2539: บหคดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยกำหนดให้กลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติในระดับผลสัมฤทธิ์เดียวกัน (2) ขนาดความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ ใหญ่กว่าขนาดของความแตกต่างในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง (3) กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและปานกลางมีความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน (4) กลุ่มทดลองที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้สูงกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติที่มีระดับผลสัมฤทธิ์เดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่ารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของไฟจิตร สตางค์การ (2539) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ซึ่งพิจารณาแล้วเห็นว่าจะเหมาะสมกับวัยและบริบทของนักเรียน แทนการสร้างสถานการณ์ด้วยนักเรียนเองในขั้นตอนที่ 2 ของไฟจิตร สตางค์การ (2539) ที่เสนอไว้ โดยผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีคิดติดในแผ่นผังของกลุ่มจากนั้นร่วมกันอภิปรายกลุ่มแบบร่วมสมองในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาในทุกขั้นตอนเพื่อที่จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนหรือครู และเหตุผลที่ใช้การเขียนแสดงวิธีคิดแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ก่อนร่วมอภิปรายกลุ่มแบบร่วมสมอง เพราะถ้าให้นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองเงินจนเสร็จในครั้งเดียว ยังไม่เพียงพอสำหรับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง และต่ำ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือตามแนวคิดของไวกอฟสกี เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งชั้นเรียนโดยไม่พิจารณาเป็นระดับผลการเรียน เนื่องจากมีความต้องการช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้สร้างกรอบแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอฟสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เพื่อช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 โจทย์ให้อธิบาย ขั้นที่ 2 คิดวิธีหาคำตอบ ขั้นที่ 3 แสดงวิธีหาคำตอบ และขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณสตรคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอทสกี ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่มีต่อหักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณสตรคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาไม่หักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

1.3.2 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณสตรคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาไม่หักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

1.3.3 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณสตรคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

1.3.4 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณสตรคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไตรมิตร อำเภอโพธิ์ศรีสุวรรณ จังหวัดศรีสะเกษ สังกัดองค์กรบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้อง จำนวนนักเรียน 60 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนั้นใช้การจับฉลากเพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 แบบ คือ

- 1) กิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ด้วยวิธีสืบสานตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา
- 2) กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

1.4.2.2 ตัวแปรตาม คือ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้วิจัย คือ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนสิงหาคม 2558 จำนวน 20 ชั่วโมง

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ทฤษฎีคณิตศาสตร์ด้วยวิธีสืบสาน คือ เป็นแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้เองผ่านกระบวนการเชื่อมโยงทางสติปัญญาในการปรับประสบการณ์ใหม่ มาเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม แล้วมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางสังคมร่วมกับเพื่อนทำให้เกิดกระบวนการทางสติปัญญาในการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบที่สามารถเข้าใจได้โดยมีครุอย่างช่วยเหลือซึ่งมากกว่าจะเป็นผู้บอก เกิดเป็นโครงสร้างความรู้ใหม่ แต่เมื่อไม่สามารถปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันได้จะเกิดความไม่สมดุลซึ่งนักเรียนจะพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญาระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่อีกครั้ง เพื่อส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียนที่เป็นอยู่ให้ไปถึงระดับพัฒนาการที่นักเรียนมีศักยภาพจะไปถึงได้

1.5.2 ยุทธวิธีการแก้ปัญหา เป็นวิธีการที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ การค้นหาแบบรูป การสร้างตาราง การเขียนแผนภาพ การแจงกรณีที่เป็นไปได้ ทั้งหมด การคาดเดาและตรวจสอบ และการเขียนสมการ

1.5.3 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาเพื่อทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนจะต้องสามารถระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวมีรูป ข้อมูล และเงื่อนไขของโจทย์ ด้วยการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ชี้ไปชี้มา และจากมุมมองที่หลากหลาย โดยบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และเงื่อนไขของโจทย์ได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนหาความสัมพันธ์ของข้อมูลกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ด้วยการมองไปยังตัวมีรูป พยายามคิดเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีความคล้ายคลึงกับโจทย์ เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาและเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นการดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติตามยุทธวิธีที่เลือกไว้ ด้วยการเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาตามยุทธวิธีที่เลือกไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นมองย้อนกลับ เป็นขั้นที่นักเรียนประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้โดยตรวจสอบผลลัพธ์ ดำเนินการวิเคราะห์แต่ละขั้นตอน เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผลและเข้าใจผลของการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งช่วยให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างถ่องแท้

1.5.4 กิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เป็นการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 โจทย์ให้อะไรบ้าง เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนอ่านโจทย์และเขียนสิ่งที่เกิดจากการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาที่ได้รับมาซึ่งมีความเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเกี่ยวกับจำนวนนับ แล้วนำมาสะสูมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป โดยครุตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนเพื่อทำความเข้าใจโจทย์

ขั้นที่ 2 คิดวิธีหาคำตอบ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละคนคิดเชื่อมโยงความรู้เดิมเกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของจำนวนนับกับจำนวนเต็มที่มีความคล้ายคลึงกับโจทย์ทั้งจากการสนทนากับเพื่อน และระหว่างการร่วมกิจกรรมกลุ่ม โดยเขียนความสัมพันธ์ของข้อมูลกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ เพื่อเป็นการหาวิธีหาคำตอบเป็นรายบุคคล และอาจเขียนยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหา ที่เหมาะสม

ขั้นที่ 3 แสดงวิธีหาคำตอบ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงกระบวนการหาคำตอบตามแนวทางกลุ่มที่เลือกไว้ และตรวจสอบทีละขั้นตอนซึ่งเป็นการปรับความรู้เดิมและความรู้ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบ นั่นคือ เป็นการปรับความรู้เดิมเกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของ

จำนวนนับให้เข้ากับการดำเนินการของจำนวนเต็มมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาโดยเขียนข้อความที่ตนเองเข้าใจ

ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละคนนำหลักการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนนับและจำนวนเต็มที่ได้จากการแก้ปัญหามาสรุป และนำคำตอบที่ได้จากการเรียนรู้มาเขียนแสดงการตรวจคำตอบตามแนวความคิดและความเข้าใจของแต่ละคน

โดยแต่ละขั้นตอนนักเรียนจะทำเป็นรายบุคคลก่อนเข้าร่วมอภิปรายกลุ่มแบบร่วมสมองแล้วเขียนในแผ่นผังของกลุ่ม เพื่อส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์และการช่วยเหลือระหว่างเพื่อนหรือครูให้นักเรียนได้มีพัฒนาการทางด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น

1.5.5 กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เป็นการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยการอ่านโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร และร่วมกันอภิปรายเพื่อเขียนแสดงกระบวนการแก้โจทย์ปัญหางานในแผ่นผังของกลุ่ม แล้วนำเสนอผลการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มต่อชั้นเรียน อภิปรายซักถามเกี่ยวกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาร่วมกัน และช่วยกันสรุปจากกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเป็นหลักการทางคณิตศาสตร์ โดยมีครุอยดังคำอธิบายต่อไปนี้

1.5.6 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา จากการทำความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และสรุปคำตอบ โดยใช้เกณฑ์การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

ตารางที่ 1.1 เกณฑ์การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- มีการทำความเข้าใจปัญหาโดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องครบถ้วน - มีการทำความเข้าใจปัญหาโดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน - มีการทำความเข้าใจปัญหาโดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา

ตารางที่ 1.1 เกณฑ์การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
2. การเลือกวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และ สอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง หรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหามิถูกต้อง หรือไม่สามารถ เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธีการ แก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดง การแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดง ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบ ไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

1.5.7 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการอธิบายแนวคิดโดยใช้การ เขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ รูปภาพ และแบบจำลองให้ผู้อื่นรับรู้อย่าง ถูกต้องและชัดเจน โดยใช้เกณฑ์การประเมินผลทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังนี้

ตารางที่ 1.2 เกณฑ์การประเมินผลทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
3 (ดี)	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา ประโยชน์สูงสุด นำเสนอด้วยลำดับขั้นตอน ได้ถูกต้อง ชัดเจน และมีรายละเอียดครบถ้วน สมบูรณ์
2 (พอใช้)	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา ประโยชน์สูงสุด นำเสนอด้วยลำดับขั้นตอน ได้ถูกต้อง ชัดเจน 2 รายการ
1 (ปรับปรุง)	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา ประโยชน์สูงสุด นำเสนอด้วยลำดับขั้นตอน ได้ถูกต้อง ชัดเจน 1 รายการ
0 (ไม่พยาຍາມ)	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา ประโยชน์สูงสุด นำเสนอด้วยลำดับขั้นตอน ไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน หรือ ไม่มีร่องรอยการ ดำเนินการแก้ปัญหา

1.5.8 ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นผลของความสามารถในการนำ
ความรู้ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ในการแก้
โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ที่ผู้วจัยสร้างขึ้น ดังนี้

ตารางที่ 1.3 เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ยอดเยี่ยม)	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและเขียนประโยชน์คณิตศาสตร์ถูกต้อง ได้คำตอบถูกต้อง สมบูรณ์
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยชน์คณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องไม่สมบูรณ์ ได้คำตอบถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้อง แต่ตอบไม่ถูกต้อง
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องเป็นบางขั้นตอน ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาย่อยๆ ที่แบ่งจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดแต่ดำเนินการต่อไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดวิธีการแก้ปัญหา
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งบ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหางานประการ ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องเพียงบางส่วน ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ได้คำตอบถูกต้อง
0 (ไม่พิจารณา)	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีร่องรอยของการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - คัดลอกข้อมูลจากโจทย์ปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นแนวทางสำหรับครูในการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากเอกสารต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ด้วยวิธีสัมผัสร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนการศึกษาดังนี้

- 2.1 ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไวกอทสกี
- 2.2 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา
- 2.4 การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.5 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.6 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 2.7 ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีคณิตศาสตร์ด้วยวิธีสัมผัสร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา

2.1.1 ความหมายของทฤษฎีคณิตศาสตร์

ไฟจิตร สตวากการ (2539: 22) ได้ให้ความหมายว่า ทฤษฎีคณิตศาสตร์ เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการกระทำของตนเอง ซึ่งมีแนวคิดหลักว่าบุคคลเรียนรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานมากกว่าอาศัยแต่เพียงการรับรู้ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมหรือการสอนจากภายนอกเท่านั้น

คุณหัส บุญเย็น (2546: 16) สรุปได้ว่า ทฤษฎีคณิตศาสตร์ เป็นทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ผู้เรียนจะเป็นผู้กระตือรือร้นสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการรับฟังความรู้จากครู และหลอมรวมความรู้ใหม่ ๆ ที่ได้รับกับความรู้เดิมซึ่งผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านมาแล้ว นำมาปรับขยายเป็นความรู้ใหม่โดยการคิดอย่างละเอียดและลึกซึ้ง ครูผู้สอนจะเป็นเพียงผู้ให้การสนับสนุน สงเคราะห์ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง

ทิวาพร สกุลสุขยา (2552: 18) สรุปความหมายของคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการสอนที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์ที่มุ่งพัฒนาให้นักเรียนได้เกิดความรู้มโนมติทักษะทาง

คณิตศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ของตนเองจากการสัมพันธ์กับสิ่งที่เผชิญกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมจัดให้นักเรียนเผชิญปัญหาที่แตกต่างกัน และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองพร้อมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผล ในการแก้ปัญหาของตนเองสะท้อนความเข้าใจในการทำกิจกรรมกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มมีทักษะความรับผิดชอบ เกิดการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม

รุ่นภา แก้ววงศ์ (2553: 29) สรุปว่า ทฤษฎีคณิตศาสตร์ติวิสต์ เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นมาเองโดยอาศัยความรู้เดิมกับความรู้ใหม่แล้วเกิดการค้นพบ หรือการค้นพบครั้งใหม่จะทำให้เกิดการสร้างความรู้ครั้งใหม่ ครูผู้สอนจะเป็นเพียงผู้อำนวยความสอดคล้องให้กับนักเรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม (2556: 33) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคณิตศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์เดิมกับข้อมูลความรู้ที่ได้มาใหม่จากการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนคนอื่นและผู้สอนแล้วสรุปออกมาเป็นโครงสร้างความคิดใหม่ การเรียนรู้ในรูปแบบนี้จะเรียนได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้เรียนผ่านกระบวนการกลุ่มซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในการทำงาน เพื่อใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ ครูมีหน้าที่ค่อยแนะนำแนวทางและให้คำปรึกษาเท่านั้น

จากความหมายของทฤษฎีคณิตศาสตร์ดังกล่าว สรุปได้ว่า ทฤษฎีคณิตศาสตร์ติวิสต์เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะเป็นผู้กระตือรือร้นสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนหรือครู แล้วนำมาปรับขยายเป็นความรู้ใหม่ของตนเอง ครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง สนับสนุน และส่งเสริม ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.1.2 แนวคิดของทฤษฎีคณิตศาสตร์ติวิสต์

จิตรา แก้วชัย (2553: 15; อ้างอิงจาก Cobb, 1994) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคณิตศาสตร์ติวิสต์เป็นกระบวนการที่ไม่หยุดนิ่งอยู่กับที่ในการสร้าง การรวมและการตกแต่งความรู้ ผู้เรียนมีโครงสร้างความรู้ที่ใช้ในการตีความหมายและทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ รอบตัวเรา โครงสร้างความรู้ของผู้เรียนอาจแยกและแตกต่างจากโครงสร้างความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ และการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม และเป็นการร่วมมือระหว่างผู้สอนและผู้เรียนในประเด็นปะนีปะนอม ความหมายที่สร้างขึ้น บุคคลที่แวดล้อมผู้เรียนจะมีอิทธิพลต่อความคิดเห็นของผู้เรียน นอกจากนี้ผู้ใหญ่ที่อยู่รอบตัวของผู้เรียน ภาษาและวัฒนธรรมเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

ชนาริป พร垦ล (2554: 72) ได้กล่าวถึงทฤษฎีคณิตศาสตร์ติวิสต์ว่า มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจ็ตและไวกอฟสกี เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงการเรียนรู้ว่าเกิดขึ้นในบริบทที่ผู้เรียนสร้างความรู้ในขณะที่ได้รับประสบการณ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ และเชื่อว่า ผู้เรียนจะเข้าใจถ่องแท้ เมื่อรู้จักสิ่งนั้นด้วยตนเองอย่างตื้นตัว เขาจะต้องจัดการทำกับข้อมูลใหม่ด้วยความรู้ที่มีอยู่



และถ้าข้อมูลใหม่ไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกับความรู้เดิม จะเกิดความชัดແยังชื้นในใจ และจะต้องหาทางแก้ไข

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 10) กล่าวว่า แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งมองว่าโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นรากฐานสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงระหว่างโน้ตหนึ่งต่อ ๆ ทางคณิตศาสตร์ควรสัมพันธ์และเกิดขึ้นไปด้วยกัน ประกอบกับประสบการณ์ที่เหมาะสมและเอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ขึ้นในตัวเอง

ทิศนา แรมมณี (2557: 90-91) กล่าวถึงพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่า มีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซาบหรือดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุล (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา

สมາลี ชัยเจริญ (2557: 152-153) อธิบายว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการเชาว์ปัญญาของ เพียเจ็ต เรียกว่า คอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (cognitve constructivism) และของไวกอทสกี เรียกว่า คอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) ซึ่งเน้นเกี่ยวกับบริบททางสังคม แนวคิดของทฤษฎีนี้มุ่งเน้นการสร้างมากกว่าการรับรู้ โดยเชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน โดยมีผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน โดยพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่ตนเองเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) หรือที่เรียกว่า สกีมา (schema) ซึ่งเป็นหน่วยเล็กที่สุดของโครงสร้างทางปัญญา ประกอบด้วย ภาษา หรือเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือสิ่งที่แต่ละบุคคลมีประสบการณ์หรือเหตุการณ์ อาจเป็นความเข้าใจหรือความรู้ของแต่ละบุคคล โดยโครงสร้างทางปัญญาของบุคคลจะมีการพัฒนาผ่านกระบวนการดูดซึมซึ่งเป็นการนำสิ่งแวดล้อมภายนอกหรือความรู้ใหม่เข้ามาเพิ่มหรือขยายในโครงสร้างทางปัญญา และการปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ ด้วยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมหรือโครงสร้างทางปัญญาเดิมกับข้อมูลหรือสารสนเทศใหม่จากสิ่งแวดล้อมที่มีความชัดແยังหรือแตกต่างกับโครงสร้างทางปัญญาเดิม และการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมหรือสกีมาตนเอง เพื่อให้ปรับเข้าสู่สภาพสมดุลของแต่ละบุคคลหรือเกิดการเรียนรู้นั่นเอง

สรุปได้ว่า แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นแนวความคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้เองผ่านกระบวนการเชื่อมโยงทางสติปัญญาในการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันโดยมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งประกอบด้วย บุคคล ภาษา

และวัฒนธรรม แต่เมื่อไม่สามารถปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันได้จะเกิดความไม่สมดุลซึ่งผู้เรียนจะพยายามปรับระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่อีกรึ

2.1.3 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไอกอทสกี

สร้างค์ โครวตระกูล (2553: 205-206) กล่าวว่า ไอกอทสกี เน้นความสำคัญของวัฒนธรรม และสังคมที่มีต่อพัฒนาการเชาว์ปัญญา ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ซึ่งสถาบันสังคมต่าง ๆ และภาษา มีบทบาทสำคัญต่อพัฒนาการเชาว์ปัญญา นอกจากนั้นการพูดกับตนเอง (inner speech) ก็มีบทบาทสำคัญในการแก้ปัญหา โดยมีความเชื่อและหลักการพื้นฐาน 2 ประการคือ

(1) พัฒนาการทางภาษาของเด็กนั้น ช่วยเหลือให้เด็กสื่อสารกับผู้อื่นได้ดีขึ้นและช่วยให้คิดวางแผน แนะนำ และควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ ของตนเอง

(2) การสอนเด็กนั้น ครูสามารถเอื้ออำนวยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้ถ้าครูทราบว่า พัฒนาการทางพุทธิปัญญาของเด็กอยู่ในส่วน (zone) ที่ใกล้เคียงกับระดับที่จะรับรู้หรือค้นพบความรู้ที่ครูจะสอนให้ ที่เรียกว่า “the zone of proximal development” ซึ่งมีสองระดับคือ ระดับสูง เป็นส่วนที่เด็กสามารถทำงานได้เองตามลำพัง และระดับต่ำ เป็นส่วนที่เด็กจะทำงานได้ ถ้าได้รับการช่วยเหลือ ส่วนนี้สำคัญมาก เพราะเป็นระยะที่ต้องการชี้แนะเพียงเล็กน้อยเท่านั้นก็จะสามารถเรียนรู้ได้แต่ถ้าหากว่าเด็กไม่ได้รับการช่วยเหลือเลย ก็จะทำเองไม่ได้ ไอกอทสกีเรียกวิธีสอนนี้ว่า “scaffolding” หรือ “assisted learning”

พรรณพิพิญ ศิริวรรณบุศย์ (2553: 57-59) กล่าวถึงพัฒนาการของมนุษย์ตามแนวคิดของไอกอทสกีว่า เป็นอิทธิพลของการอบรมเลี้ยงดูที่ถ่ายทอดวัฒนธรรมค่านิยม และความเชื่อให้กับเด็ก ตั้งแต่แรกเกิด เขาพิจารณาว่า ช่วงของการพัฒนาสติปัญญาของเด็กไม่เท่ากัน แม้เด็กจะมีอายุเท่ากัน เด็กบางคนเรียนรู้ด้วยตนเองได้เร็วกว่าเด็กบางคน บางคนต้องได้รับความช่วยเหลือจากผู้ใหญ่ กล่าวคือเด็กอยู่ต่ำกว่าช่วงของการพัฒนาสติปัญญา สำหรับการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการที่เด็กปฏิสัมพันธ์ ทางสังคมกับผู้ใหญ่ และการเรียนรู้ที่เด็กมีในสภาพแวดล้อม รวมถึงวัฒนธรรม (socioculture context) เปลี่ยนสิ่งเร้าที่เรียนรู้จากสังคมเป็นเครื่องเชื่อมโยงสิ่งเร้าภายนอก ให้ซึมซาบเป็นส่วนของสิ่งที่มีอยู่ ภายใน ซึ่งเป็นกลไกกลางที่เด็กใช้เป็นเครื่องมือและเครื่องหมาย (sign) เพื่อช่วยการทำงานให้เกิดสัมฤทธิผล ในการใช้เครื่องหมายจะสะท้อนถึงระดับสติปัญญาของบุคคล ผู้ที่สามารถใช้เครื่องหมายแทนสิ่งที่เป็นนามธรรมช่วยในการคิดแก้ปัญหาเป็นผู้ที่มีสติปัญญาในขั้นสูง และผู้ช่วยเหลือคือ ครู บิดามารดา ต้องตระหนักรسمอว่า บุคคลมีความแตกต่างของช่วงของการพัฒนาสติปัญญา เครื่องหมายดังกล่าวแบ่งเป็น 3 ชนิดคือ

(1) Indexical sign เป็นเครื่องหมายใช้อธิบายข้อมูลในลักษณะความสัมพันธ์แบบสาเหตุและผล (causeeffect) เช่น ควันไฟเป็นเครื่องหมายของไฟ

(2) Iconic si^gtu^k เป็นเครื่องหมายที่เป็นภาพสื่อความหมายสิ่งต่าง ๆ เช่น พระเกี้ยวเป็นเครื่องหมายของจุดลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(3) Symbolic si^gtu^k เป็นเครื่องหมายสัญลักษณ์แทนนามธรรมที่ช่วยในการคิดหรือการแก้ปัญหา เช่น ภาษาหรือตัวเลข

สิริอร วิชาภูร (2554: 158-162) อธิบายแนวคิดของไอกอทสกีเกี่ยวกับเครื่องมือทางวัฒนธรรม (cultural tools) ในการที่จะตอบสนองต่อสังคมได้ เช่น สัญลักษณ์ (ภาษาและตัวเลข) กฎของสังคม และเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่ใช้ในสังคมได้มาจากการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นผ่านกระบวนการสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (interpersonal process) ดังนั้นภาษาถือว่าเป็นเครื่องมือทางวัฒนธรรมหลักในการเรียนรู้และพัฒนาการทางการรู้คิด ซึ่งลักษณะการใช้ภาษามี 3 ขั้น คือ ขั้นสังคม เป็นการใช้ภาษาในการแสดงออกถึงความรู้สึก หรือการคิดในระดับธรรมชาติ เพื่อใช้ในการสื่อสารกับผู้อื่น ขั้นการพูดโดยยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง เป็นการใช้ภาษาจากการคิดและสามารถนำไปใช้ให้เกิดกระบวนการคิดได้แล้ว แต่เมื่อใช้พูดกับตัวเองดัง ๆ แต่ยังไม่สามารถถอดรหัสในใจหรือใช้กระบวนการคิดในใจ (internalize) และขั้นการพูดกับตนเองภายในใจ (inner speech) เด็กสามารถคิดในใจได้ เพราะภาษาเป็นตัวกำหนดกระบวนการคิด

โศจิวัจน์ เสริญศรี (2553: 38) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดไอกอทสกี ให้ความสำคัญเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญา ซึ่งเกิดจากการที่เด็กได้รับการเรียนรู้จากการสังคม การเรียนรู้ร่วมมือจากเพื่อนและผู้ใหญ่ที่มีความสามารถกว่า ในขณะที่เด็กอยู่ในบริเวณพื้นที่ร้อยต่อพัฒนาการจะได้รับการช่วยเหลือ โดยผ่านการเรียนรู้ร่วมมือซึ่งเปิดโอกาสให้เด็กได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน จะส่งผลให้เด็กแต่ละคนพัฒนาความคิดของตนเองได้เต็มศักยภาพ

เจนสมุทร แสงพันธ์ (2555: 14) ได้สรุปไว้ว่า แนวคิดสำคัญของไอกอทสกีที่มีต่อพัฒนาการ ได้แก่ การเรียนรู้ส่วนบุคคลนั้นมีจุดกำเนิดและขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และความสำคัญของสื่อกลางที่เป็นตัวเขื่อมระหว่างหน้าที่การคิดในระดับทางสังคมและระดับทางสังคม

กมนลฉัตร กล่อมอิม (2556: 62) สรุปเกี่ยวกับมโนทัศน์ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไอกอทสกี ว่าพัฒนาการและการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองโดยให้ความสำคัญกับบทบาทของสังคมต่อการพัฒนาทางปัญญาของผู้เรียน ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและมุ่งมองทางวัฒนธรรมของผู้เรียนเป็นปัจจัยสำคัญของการพัฒนาทางปัญญา

สมາລี ชัยเจริญ (2557: 139) กล่าวถึงแนวคิดของไอกอทสกี เกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สอดคล้องกับเพียงเจตซึ่งผู้สอนจะมีบทบาทค่อนข้างจำกัด แต่ไอกอทสกี เน้นเกี่ยวกับบริบท การเรียนรู้ทางสังคม เปิดโอกาสให้ครูหรือผู้เรียนที่อายุสูงกว่าแสดงบทบาท และเชื่อว่าวัฒนธรรมจะเป็นเครื่องมือทางปัญญาที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาด้านพุทธิปัญญาของผู้เรียน โดยที่ผู้ใหญ่หรือผู้

อาวุโส เช่น พ่อแม่ และครู เปรียบเสมือนท่อที่นำเครื่องมือทางวัฒนธรรมรวมทั้งภาษา มาสู่ผู้เรียน เครื่องมือทางวัฒนธรรมเหล่านี้ได้แก่ ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม บริบททางสังคมและภาษา รวมถึง การเข้าถึงข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

ทิคนา แซมณี (2557: 91) กล่าวถึงแนวคิดของไวกอทสกีสรุปได้ว่า มนุษย์ได้รับอิทธิพล จากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ทั้งจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือ วัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น นอกจากนั้นภาษาຍังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนา เชวน์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่ เมื่ออายุมากขึ้น พัฒนาการทั้ง 2 ด้าน จะเป็นไปร่วมกัน โดยไวกอทสกี เน้นความแตกต่างระหว่าง บุคคล และการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้า จากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ ไปถึงระดับ พัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้ โดยเด็กทุกคนมีระดับพัฒนาการทางเชวน์ปัญญาที่ตนเป็นอยู่ และมีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพจะไปให้ถึงช่วงระหว่างระดับที่เด็กเป็นอยู่ในปัจจุบันกับระดับที่ เด็กมีศักยภาพจะเจริญเติบโตขึ้นเอง ที่เรียกว่า “zone of proximal development” หรือ “zone of proximal growth” ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านการจัดการเรียนการสอน ในการให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน อยู่ในลักษณะ “assisted learning” หรือ “scaffolding” และ เน้นความสำคัญของบริบทที่แท้จริง (authentic context) เพราะการสร้างความหมายได้ มากเป็น การสร้างบันฐานของบริบทโดยบริบทนั่น จึงทำให้โดยขาดบริบทนั้นไม่ได้ ดังนั้นการเรียนรู้จึง จำเป็นต้องดำเนินการอยู่ในบริบทนั่น แลกกิจกรรมและงานทั้งหลายที่ใช้ในการเรียนรู้จะจำเป็นต้อง เป็นสิ่งจริง (authentic activities/tasks)

นุชตี อุปภัย (2558: 49-50) กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแนวคิดของไวกอทสกีว่า เป็นผลมา จากกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรมแวดล้อมที่บุคคลใช้ชีวิตอยู่ ซึ่งกิจกรรมทางสังคมที่ทำให้เกิด การพัฒนาทั้งในด้านโครงสร้างทางความคิดและกระบวนการคิดจะซึมซาบเข้าสู่กระบวนการภายใน ของบุคคล (internalized processes) เกิดเป็นการพัฒนาโครงสร้างทางความคิดขึ้น คือ การสังสรรค์ กับบุคคลอื่น การร่วมทำกิจกรรมกลุ่ม และเครื่องมือที่ทำให้บุคคลเกิดการเรียนรู้และพัฒนา ได้แก่ เครื่องมือทางวัฒนธรรม (cultural tools) เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ ปากกา ยางลบ รวมไปถึงคอมพิวเตอร์และ อินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน และเครื่องมือที่เป็นสัญลักษณ์ (symbolic tools) ได้แก่ ภาษา รูปภาพศิลปะ ตัวเลข ระบบทางคณิตศาสตร์ รหัส และเครื่องหมายต่าง ๆ เป็นต้น โดยบุคคลจะใช้เครื่องมือเหล่านี้ทั้ง ในการเรียนรู้ทางสังคมในขั้นแรกและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายใต้บุคคลสามารถสร้างแนวคิด ขึ้นมาด้วยตนเอง (self-regulation)

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตาม แนวคิดของไวกอทสกี เป็นแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้เองผ่าน กระบวนการเข้ามายोงทางสติปัญญาในการปรับประสบการณ์ใหม่มาเข้ามายोงกับประสบการณ์เดิม

แล้วมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางสังคมร่วมกับเพื่อนทำให้เกิดกระบวนการทางสติปัญญาในการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบที่สามารถเข้าใจได้โดยมีครุอย่างช่วยเหลือซึ่งมากกว่าจะเป็นผู้บอกรู้ เกิดเป็นโครงสร้างความรู้ใหม่ แต่มีความสามารถปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันได้จะเกิดความไม่สมดุลซึ่งนักเรียนจะพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญาระหว่างประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่อีกรั้ง เพื่อส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียนที่เป็นอยู่ให้ไปถึงระดับพัฒนาการที่ผู้เรียนมีศักยภาพจะไปถึงได้

2.2 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

โพลยา (Polya, 1990: 1-5) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding The Problem) เป็นขั้นที่นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาเพื่อทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนจะต้องสามารถระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ ข้อมูล และเงื่อนไขของโจทย์ ด้วยการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ข้าไปข้ามมา และจากมุมมองที่หลากหลาย โดยบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และเงื่อนไขของโจทย์ได้

(2) ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นที่นักเรียนหาความสัมพันธ์ของข้อมูลกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ด้วยการมองไปยังตัวไม่รู้ พยายามคิดเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีความคล้ายคลึงกับโจทย์ เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาและเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

(3) ขั้นที่ 3 ขั้นการดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติตามยุทธวิธีที่เลือกไว้ ด้วยการเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาตามยุทธวิธีที่เลือกใช้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

(4) ขั้นที่ 4 ขั้นมองย้อนกลับ (Looking back) เป็นขั้นที่นักเรียนประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้โดยตรวจสอบผลลัพธ์ ดำเนินการวิเคราะห์แต่ละขั้นตอน เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผลและเข้าใจผลของการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งช่วยให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างถ่องแท้

2.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์คติวิสัยตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

2.3.1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์คติวิสัย

ไฟจิตร สดวงการ (2539: 93) ได้ดำเนินการสร้างกระบวนการสอนจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และศึกษาการสร้างกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคณิตศาสตร์คติวิสัย ได้ขั้นตอนการ

สอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคณศาสตร์คติวิสัย สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนี้

(1) ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา

(1.1) ครูเสนอปัญหาที่นำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคล

(1.2) นักเรียนเข้ากลุ่มย่อย แสดงวิธีทำของตนต่อสมาชิกกลุ่ม

(2) ขั้นดำเนินกิจกรรมไต่ตระอง

(2.1) กลุ่มย่อยสร้างสถานการณ์ตัวอย่าง

(2.2) กลุ่มย่อยใช้สถานการณ์ตัวอย่างตรวจสอบและปรับเปลี่ยนวิธีทำของสมาชิกของกลุ่ม

(2.3) กลุ่มย่อยเลือกวิธีทำที่สมาชิกกลุ่มเห็นชอบมากที่สุดเสนอต่อกลุ่มใหญ่

(2.4) กลุ่มใหญ่ตรวจสอบวิธีทำของกลุ่มย่อย

(2.5) ครูเสนอวิธีทำที่เตรียมมา แต่ถ้าข้ากับวิธีทำของนักเรียน ครูไม่ต้องเสนอ

(2.6) นักเรียนตั้งใจพยายาม แล้วแก้ไขเพื่อให้สามารถทำและตรวจสอบ

(3) ขั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

(3.1) กลุ่มใหญ่สรุปมโนทัศน์ ขั้นตอนการคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหา

(3.2) นักเรียนทำแบบฝึกหัด

2.3.2 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณศาสตร์คติวิสัยตามแนวคิดไวกอทสกี

กุญชรี คำชาญ (2544: 101; อ้างอิงจาก Gallimore and Tharp, 1990) ได้เสนอว่า ครูจะนำเอาแนวคิดของไวกอทสกีไปช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ได้ดังนี้

(1) เป็นตัวแบบพฤติกรรมให้เด็กสามารถเลียนแบบได้

(2) ให้รางวัลเมื่อเด็กแสดงพฤติกรรมไปในทิศทางที่พึงประสงค์

(3) ให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อเขาจะได้ทบทวนและปรับปรุง

(4) จัดสารสนเทศที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ให้ผู้เรียน

(5) ถามคำถามที่ต้องให้ผู้เรียนสร้างแบบของการตอบสนอง

(6) จัดโครงสร้างความรู้ความเข้าใจสำหรับให้ผู้เรียนได้จัดระบบและทำความเข้าใจความรู้ใหม่

ได้ด้วยตนเอง

สร้างค์ โค้เวตระกุล (2556: 332-334) กล่าวว่า วิธีสอนของไวกอทสกี ที่เรียกว่า การสอนโดยการช่วยของครู “teacher assisted teaching” หรือที่เรียกว่า “scaffolding” เพื่อให้นักเรียนทำงานได้เป็นผลสำเร็จตามเป้าหมาย มีหลักการพื้นฐานของวิธีสอน ดังนี้

(1) ผู้เรียนเป็นผู้ที่ลงมือกระทำ (active) และจะต้องมีส่วนในการเรียนรู้

(2) การเรียนรู้ทุกชนิด เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ถือว่าสังคมเป็นแหล่งสำคัญของการเรียนรู้ และพัฒนาการเข้าวนปัญญา

(3) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีและมากขึ้นถ้าหากมีคนช่วย

(4) ผู้เรียนทุกคนมี “zone of proximal development” ครูผู้สอนจะต้องทราบว่า ผู้เรียนมี zone of proximal development ต่างกัน บางคนอยู่เหนือ บางคนอยู่ระหว่าง และบางคนอยู่ต่ำ การช่วยเหลือจากครู จะช่วยให้ทุกคนเกิดการเรียนรู้ตามศักยภาพของตน การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนจึงสำคัญมากโดยเฉพาะนักเรียนที่อยู่ต่ำกว่า zone of proximal development

(5) การพูดอย่างรู้คิดภายในหรือการคิดในใจ (inner speech) มีความสำคัญในการเรียนรู้จากการวิจัยพบว่าผู้ที่แก้ปัญหาได้ดีใช้การคิดในใจในการวางแผนการทำงานหรือแก้ปัญหา

การนำทฤษฎีของไวกอฟสกีมาใช้ในการสอน มีลำดับขั้นการสอนและตัวอย่างในการนำมาประยุกต์ใช้ ดังนี้ (สุรางค์ โควัตระกุล, 2556: 332-334; อ้างอิงจาก Winn, 1992)

ตารางที่ 2.1 ลำดับขั้นการสอนจากการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของไวกอฟสกี

ลำดับขั้นการสอน	ตัวอย่าง
1. ประเมินพื้นความรู้และทักษะของนักเรียน	ใช้ข้อสอบนักเรียนก่อนที่จะทำการสอน (pretest) หรือให้นักเรียนทำงานที่คล้ายคลึงกับสิ่งที่ครูจะสอน เพื่อทราบพื้นความรู้ของนักเรียน
2. ครูช่วยนักเรียนด้วยการสอน	ครูยกตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาหรือการทำงาน ด้วยการผูกสิ่งที่คิดออกมادัง ๆ (verbal thinking) ว่าจะทำสิ่งใดก่อนหลังหรือมีวิธีการอะไร โดยครูเป็นต้นแบบแสดงให้ดู
3. แหล่งข้อมูลป้อนกลับและให้นักเรียนตรวจคำตอบด้วยตนเอง	เมื่อนักเรียนทำงานเสร็จ ครูให้ข้อมูลป้อนกลับ และให้นักเรียนตรวจคำตอบของตนเอง วิเคราะห์ดูว่าที่ทำผิดเป็นเพราะเหตุไร และควรจะช่วยนักเรียนแก้ไขกระทั่งได้คำตอบที่ถูกต้องด้วยการช่วยเหลือจากครู
4. ค่อย ๆ เพิ่มความรับผิดชอบของนักเรียน	ครูลดความช่วยเหลือ โดยสังเกตดูว่า นักเรียนคนใดสามารถทำได้ดีหรือดีขึ้น ก็ปล่อยให้อิสระทำงานด้วยตนเอง

สุมาลี ชัยเจริญ (2557: 140) เสนอว่าทุกขั้นเรียนที่ใช้กลยุทธ์การเรียนรู้สอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอฟสกี อาจจะไม่จำเป็นต้องจัดกิจกรรมที่เหมือนกันทุกประการ กิจกรรมและรูปแบบอาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม อย่างไรก็ตาม มีหลักการ 4 ประการ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชั้นเรียนที่เรียกว่า “Vygotskian” ดังนี้

(1) การเรียนรู้และการพัฒนาทางด้านสังคม ได้แก่ กิจกรรมการร่วมมือ (collaborative activity)

(2) Zone of proximal development ควรจะสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตรและการวางแผนบทเรียน

(3) การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย และไม่ควรแยกการเรียนรู้ และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพที่เป็นจริง

(4) การเรียนรู้ควรเชื่อมโยงทั้งประสบการณ์นอกโรงเรียนและในโรงเรียนสำหรับผู้เรียน

นุชลี อุปภัย (2558: 51) กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของไวกอฟสกี ว่า ในปัจจุบันได้ถูกนำมาใช้เป็นแบบ Cooperative Learning และ Scaffolding ดังนี้

(1) Cooperative Learning เป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนได้ด้วยตนเองจากการพูดคุยสนทนาปัญหาร่วมกับผู้อื่น เป็นการนำกระบวนการทางสังคมมาใช้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการปรับแต่งและพัฒนาความคิดของตนเอง และสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใน การเรียนการสอนผู้สอนจะแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ ซึ่งแต่ละกลุ่มประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความสามารถคล้ายกันไป โดยผู้เรียนจะร่วมกันและช่วยเหลือเกื้อกูลกันในการเรียนรู้หรือแก้ปัญหาที่ผู้สอนกำหนด

(2) Scaffolding เป็นการสอนที่เน้นบทบาทของครูในการให้คำแนะนำ หรือเป็นแบบอย่างในการคิดวิเคราะห์ รวมทั้งกระตุ้นจนทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการทำงานภายใต้ความคิดได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา Polya (1957) กล่าวถึง บทบาทของครูในการแก้ปัญหาว่า “งานที่สำคัญที่สุดของครู คือ การช่วยเหลือนักเรียนในขณะแก้ปัญหาและต้องการความช่วยเหลือ ในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องการเวลาในการคิด พิจารณา วิเคราะห์ค่าถูก หาคำตอบและตอบและตรวจสอบคำตอบ” บทบาทของครูจึงเป็นเรื่องสำคัญ และมีข้อควรคำนึงในการสอน (สิริพร ทิพย์คง, 2544: 70-72) ดังนี้

(1) ในการเตรียมการสอนการแก้ปัญหา มีข้อควรคำนึงดังนี้

(1.1) ก่อนการแก้ปัญหา

(1.1.1) ควรอธิบายให้มองเห็นความสำคัญของการอ่านโจทย์ปัญหา อ่านโจทย์อย่างระมัดระวัง คิดขณะที่อ่าน และให้ความสนใจกับคำหรือข้อความที่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

(1.1.2) ควรกระตุ้นให้นักเรียนสนใจกับข้อมูลต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหา และพยายามทำความเข้าใจในแต่ละประโยคของโจทย์

(1.1.3) เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา ในกรณีที่นักเรียนตอบผิด ครูครัวให้กำลังใจและให้เวลาอ่านนักเรียนคิด

(1.1.4) ควรทดลองแก้โจทย์ปัญหานั้นก่อน เตรียมคำถาม และวิธีการที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการแก้โจทย์ปัญหานั้น

(1.2) ระหว่างการแก้ปัญหา

(1.2.1) ควรตระหนักในจุดอ่อนของนักเรียนในการแก้ปัญหา

(1.2.2) ช่วยเสนอแนะวิธีแก้ปัญหาในกรณีที่นักเรียนมีปัญหาทำไม่ได้

(1.2.3) ช่วยกระตุ้นให้ใช้วิธีการคิดที่แตกต่างจากวิธีที่ใช้

(1.2.4) ให้ตรวจสอบงานที่ทำหลังจากทำเสร็จแล้ว

(1.3) หลังการแก้ปัญหา

(1.3.1) ควรเปิดโอกาสให้แสดงวิธีทำ อธิบายแนวคิดตลอดจนบอกคำตอบ

(1.3.2) ควรถามว่านักเรียนใช้ความรู้อะไรบ้างในการแก้ปัญหานี้

(2) ปฏิบัติตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

(2.1) การทำความเข้าใจปัญหา ครูครัวกระตุ้นให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหา แล้วถามว่า นักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาเพียงใด โจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์ต้องการให้หาอะไร ในกรณีที่ทำงานเป็นกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มอาจจะช่วยกันตั้งคำถามเพื่อให้เข้าใจมากขึ้น นอกจากนี้อาจจะเปลี่ยนโจทย์ปัญหาเป็นคำพูดของตนเอง

(2.2) การวางแผนแก้ปัญหา ครูครัวกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลในโจทย์ปัญหา และถามว่าเคยเห็นโจทย์ลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ ถ้าเคยใช้วิธีการใด โดยให้บอกยุทธวิธี การแก้ปัญหานั้น

(2.3) การดำเนินการตามแผน เมื่อนักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาแล้ว ควรได้รับการกระตุ้นจากครู ให้ลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ถ้าแผนที่วางไว้ไม่ได้ ครูกระตุ้นให้ใช้วิธีใหม่ และให้คำแนะนำในกรณีที่นักเรียนต้องการความช่วยเหลือ

(2.4) การตรวจสอบผล/คำตอบ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญในการแก้ปัญหา เพราะเป็นการตรวจสอบความเข้าใจ ความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบที่ได้ ครูอาจจะถามให้นักเรียนอธิบายวิธีการทำ และวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะมีหลายวิธี

2.4 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.4.1 ความหมายของปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2544: 9-10) กล่าวว่า ปัญหาเป็นงานที่บุคคลเผชิญอยู่และต้องการหาคำตอบแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 3 ประการคือ ความต้องการที่ค้นหา คำตอบ ตอบคำถามของปัญหานั้นไม่ได้ทันทีทันใด และต้องใช้ความพยายามอย่างสมำเสมอ จะแก้ปัญหานั้นได้

อัจฉริยา พงศ์พิษณุ (2551: 15; อ้างอิงจาก Schoenfeld, 1992) กล่าวถึงปัญหาไว้ว่า ปัญหามีสองลักษณะคือปัญหาในลักษณะที่เป็นแบบฝึกหัดธรรมชาติใช้ฝึกเทคนิคใหม่ ๆ และปัญหานิลักษณะที่ยากหรือสถาบันซับซ้อน การที่กิจกรรมใดจะเป็นปัญหาเมื่อผู้ที่แก้ปัญหาเผชิญหน้าและพบอุปสรรคที่ขัดขวางในการค้นหาคำตอบ กิจกรรมอย่างเดียวกันอาจเป็นเพียงแบบฝึกของคนหนึ่งแต่เป็นปัญหาหรือสร้างความยุ่งยากกับอีกคนหนึ่ง ดังนั้นปัญหาจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับแต่ละคนที่เข้าไปสัมผัสรักษาการณ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 7) ให้ความหมายคำว่าปัญหา คือ สถานการณ์ที่เผชิญอยู่และต้องการค้นหาตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที ถ้าสถานการณ์นั้นง่ายเกินไปจนรู้วิธีการหาคำตอบหรือรู้คำตอบทันที แล้วสถานการณ์นั้นก็ไม่ใช่ปัญหาอีกต่อไป อย่างไรก็ตามปัญหาสำหรับคนหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่งก็ได้

จากความหมายของปัญหาข้างต้น นำมาสรุปได้ว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ต้องการค้นหาตอบ แต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ซึ่งปัญหาสำหรับคนหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่ง ก็ได้

2.4.2 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

บริขา เนาว์เย็นผล (2544: 16) ได้สรุปความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็น สถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบซึ่งบุคคลต้องใช้สาระความรู้ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์กำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบ บุคคลผู้คิดหาคำตอบไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์นั้นมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด สถานการณ์หรือคำถามข้อใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้คิดหาคำตอบ บางสถานการณ์เป็นปัญหาสำหรับบางคน แต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับคนอื่นๆ ก็ได้

สิริพร ทิพย์คง (2544: 10) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่จะพับในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาต่าง ๆ จะต้องใช้ความสามารถในวิธีการแก้ปัญหา และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 7) ให้ความหมายคำว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าหมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหา คำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

จากการให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้นกล่าวได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ต้องการค้นหาคำตอบ จะต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา สถานการณ์จะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้คิดคำตอบ

2.4.3 ความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จิตรา แก้วชัย (2553: 26; อ้างอิงจาก Adams et al, 1997) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหา ว่า คือสถานการณ์ที่เป็นประโยชน์ภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาว่าจะต้องใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา นั่นคือ การให้ได้มาระดับของคำตอบของปัญหา จะได้จากการพิจารณาว่าจะต้องทำอะไร

บุษบา พลรัตน์ (2554: 39) สรุปไว้ว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่บรรยายสภาพการณ์ด้วยถ้อยคำ ข้อความ ตัวเลข และอื่นๆ ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันทีจะต้องใช้กระบวนการที่เหมาะสม ซึ่งประกอบด้วยทักษะ ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 161) ให้ความหมายว่า เป็นสถานการณ์หรือเรื่องราวที่ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ มาคิดคำนวณหรือให้เหตุผลเพื่อหาคำตอบ ที่ต้องการ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อาจมีทั้งเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ และไม่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

สุกัญญา สุขสบายน (2556: 11) กล่าวถึงความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่า เป็นคำตามหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีข้อความเป็นภาษาหนังสือ ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ทันทีทันใด ต้องคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข ซึ่งต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน การตัดสินใจลงมือแก้ปัญหา โดยจะต้องวิเคราะห์ความหมายสถานการณ์ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการค้นหาคำตอบ

ดังนั้นสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำตามที่มีข้อความเป็นประโยชน์ภาษา ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องคิดวิธีการหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ทักษะ ความรู้ ประสบการณ์ ประกอบการวิเคราะห์ความหมายสถานการณ์ปัญหา เพื่อดำเนินการวางแผน ลงมือแก้ปัญหา และหาคำตอบต่อไป

2.4.4 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1990: xi-xxx) กล่าวถึง การแก้ปัญหาว่า เป็นการค้นหาคำตอบ (investigation) อาจใช้กลยุทธ์ ทักษะความรู้ในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลที่ไม่ได้เกิดขึ้นทันทีทันใด ต้องใช้เวลาอยู่ กับปัญหา พยายามตัดสินว่าความคิดและแนวคิดและวิธีการใดนำไปใช้แก้ปัญหาได้ ซึ่งไม่ควรจะเป็น การค้นหาข้อเท็จจริงและวิธีการ แต่นักเรียนควรจะเรียนรู้ที่จะค้นหาคำตอบของโจทย์ปัญหาด้วย ตนเอง

บริชา เนาว์เย็นผล (2544: 18) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ ความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาพสมพسانกับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหา เพื่อกำหนด วิธีการหาคำตอบของปัญหา

อัชริยา พงศ์พิษณุ (2551: 18) สรุปไว้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นวิธีการกระบวนการ หรือเทคนิคต่าง ๆ ที่จะเข้าถึงปัญหา เป็นทักษะที่จะต้องบูรณาการความรู้ในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ทาง คณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการแสดงออกของแต่ละบุคคลในการนำสิ่งที่ยุ่งยาก ออกไปเพื่อที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่โดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจ การคิด วิเคราะห์ มโนมติ ประสบการณ์และทักษะพื้นฐานต่าง ๆ ที่มี ทำให้สังคมเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของแต่ละ บุคคล การแก้ปัญหาควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม ได้แลกเปลี่ยนความคิดกัน ดังนั้นตัวปัญหาที่ใช้ต้อง กระตุนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงเหตุผลกับคำตอบของตนเองสามารถอธิบายแนวคิดต่อคนอื่น อย่างเป็นธรรมชาติและเป็นปกติวิสัย ถือว่าเป็นการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์

อัมพร มัคคุณ (2554: 39; ข้างจาก Krulik and Reys, 1980) กล่าวว่า การแก้ปัญหา เป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหา เป็นทั้งทักษะ (skill) ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบของ ปัญหา และกระบวนการ (process) ซึ่งเป็นวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และ วางแผนโดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 7) ให้ความหมาย การแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการ แก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทาง คณิตศาสตร์

สุกัญญา สุขสบายน (2556: 12) สรุป การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการ ในการค้นหาคำตอบของปัญหา หรือสิ่งที่โจทย์ถามหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ ความคิด หลักการและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาพสมพسانกับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหา เพื่อกำหนดเป็นกระบวนการในการค้นหาคำตอบของปัญหา

จากการศึกษาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการคิด วิธีการหาคำตอบของปัญหา หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการหาของแต่ละบุคคล นักเรียนควรจะเรียนรู้ที่จะหาคำตอบของโจทย์ปัญหาด้วยตนเองโดยการมีส่วนร่วม แลกเปลี่ยนความคิด นำความรู้ ความคิด หลักการและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิมมาหาคำตอบ

2.4.5 ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2544: 49) กล่าวว่า ใน การแก้ปัญหา แต่ละบุคคลต้องใช้ความคิดและพยายามเลือกยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหานั้นได้ นักแก้ปัญหาที่ดีจะมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่พร้อมจะเลือกมาใช้ได้ในทันทีขณะที่เผชิญปัญหา ในการนำเสนอ�ุทธวิธีในการแก้ปัญหา สิ่งที่จะต้องทราบนักอุปถัมภ์เสมอ คือ

- (1) ยุทธวิธีทั้งหลาย สามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาที่มีอยู่อย่างหลากหลาย
- (2) ยุทธวิธีสามารถประยุกต์ใช้ในแนวทางที่ต่างกัน สำหรับปัญหาที่แตกต่างกัน
- (3) ปัญหาสามารถแก้ได้หลากหลายวิธี ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ยุทธวิธีเฉพาะเจาะจงกับปัญหาที่กำหนดให้เสมอไป
- (4) นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในระดับเดียวกันทั้งหมดในการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาแต่ละยุทธวิธี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 178-179) กล่าวว่า ยุทธวิธี แก้ปัญหาเป็นเครื่องมือสำคัญในการกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมกับสถานการณ์โจทย์ จะช่วยลดปัญหาในเรื่องของความยุ่งยากในขั้นตอน ลดเวลาที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและอาจช่วยให้มองเห็นปัญหานั้นง่ายขึ้น ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นเครื่องมือสำคัญและสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี และที่พบบ่อยในทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

(1) การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือเป็นแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน ยุทธวิธินี้มักจะใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิต การฝึกฝนการค้นหาแบบรูปในเรื่องดังกล่าวเป็นประจำ จะช่วยนักเรียนในการพัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวนและทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประมวลและคาดคะเน จำนวนที่พิจารณาโดยยังไม่ต้องคิดคำนวณก่อน ตลอดจนสามารถสะท้อนความรู้ความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดของตนได้

(2) การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยในการวิเคราะห์สัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นพบแบบรูปหรือข้อซึ้งแนะนำอีก ๑ ตลอดจนช่วยให้ไม่หลงลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่ง เมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

(3) การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

(4) การแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูลโดยแยกเป็นกรณี ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ใน การแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด นักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่ใช้ออกก่อน แล้วค่อยค้นหาระบบทรรูปของกรณีเหลืออยู่ ซึ่งถ้าไม่มีระบบในการแจงกรณีที่เหมาะสมยุทธวิธีนี้ก็จะไม่มีประสิทธิภาพ ยุทธวิธีนี้จะได้ดีถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน ซึ่งบางครั้งเราอาจใช้การค้นหาระบบทรรูปและการสร้างตารางมาช่วยในการแจงกรณีด้วยก็ได้

(5) การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดทดสอบกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง มาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรก ๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไป นักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดาหน้าเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

(6) การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูปของสมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาว่า ข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมา มีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้แล้วเขียนสมการหรือสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการ มักใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ ซึ่งได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวกและสมบัติการคูณ และเมื่อใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยแล้ว ต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหาถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานี้ ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางพีชคณิต

(7) การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผล ย้อนกลับไปสู่เหตุโดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขึ้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

(8) การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคยหรือที่ต้องทำตามขั้นตอนที่ลงทะเบียน ทั้งนี้เพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีอื่นไม่ได้ผล สิ่งสำคัญที่สุดของยุทธวิธีนี้คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

(9) การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อยหรือเป็นส่วน ๆ ซึ่งในการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนอาจลดจำนวน

ของข้อมูล หรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่คุ้นเคย หรือเคยแก้ปัญหามาก่อนหน้านี้

(10) การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา บางปัญหาเราใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบ หรือการเขียนภาพและแผนภาพ จนทำให้บางครั้งเรามิ่งสามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นๆ ได้อย่างเด่นชัด ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

(11) การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้ง ยุทธวิธีนี้มักใช้กับการแก้ปัญหาที่ยากแก่การแก้ปัญหาโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่จะแสดงเป็นเท็จ

2.5 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.5.1 ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ไฟจิตร สดวงการ (2539: 70) ให้ความหมายของทักษะการแก้ปัญหา (problem solving skills) ว่า หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดและหลักการในวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคำนวณไปใช้ในการวิเคราะห์ตีความโจทย์ปัญหา วางแผน และกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหา การเลือกใช้กลวิธีที่มีประสิทธิภาพในการหาคำตอบ และการตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของคำตอบ

พัชรี ปิยภัณฑ์ (2555: 7) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ วัดได้โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 77) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ขั้นตอน หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่มาไปใช้ในการแก้ปัญหา

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม (2556: 12) ได้ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาว่า หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ไปดำเนินการหาคำตอบของปัญหา โดยประยุกต์วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ อันได้แก่ การวิเคราะห์ตีความหมายโจทย์ปัญหา วางแผนและกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้

ข้อสรุปหรือคำตอบของปัญหาอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งประเมินได้จากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา

จากการความหมายเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงสรุปได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธี แก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยการทำความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และสรุปคำตอบ

2.5.2 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปรีชา เน่าวีญนผล (2544: 31-33; อ้างอิงจาก Baroody, 1993: 2-8; Charles and Lester, 1982: 10-12; Heddens and Speer, 1992: 34-35; Krulik and Rudnick, 1993: 10-11) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

(1) ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่าน และการฟัง เนื่องจากนักเรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่าน และการฟังเมื่อพบปัญหานักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหา ซึ่งต้องอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ บท นิยาม มโนมติ และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียนในการระลึกถึงและความสามารถนำมาเข้มข้นกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ ปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่ช่วยให้การทำความเข้าใจปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การรู้จักเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจัดบันทึกเพื่อแยกแยะประเด็นสำคัญ การเขียนภาพหรือแผนภูมิ การสร้างแบบจำลอง การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา การเขียนปัญหาใหม่ด้วยคำพูดตนเอง

(2) ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนมีโอกาสได้พบรูปแบบ ซึ่งอาจจะมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการเลือกใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ก็จะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่าปัญหาใหม่นั้นมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยมาก่อนบ้างหรือไม่ ปัญหาใหม่นั้นสามารถแยกเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่มีโครงสร้างของปัญหาคล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาแล้วหรือไม่ สามารถใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหาใหม่นี้ ได้บ้าง นักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหาจะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

(3) ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล หลังจากที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา และวางแผนในการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ปัญหางานปัญหาจะต้องใช้การคิดคำนวณและในบางปัญหา จะต้องใช้กระบวนการให้เหตุผล การคิดคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการแก้ปัญหา

เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาอย่างแจ่มชัดและวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสมแต่เมื่อล้มมือ แก้ปัญหาแล้วคิดคำนวนไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ถือได้ว่าไม่ประสบความสำเร็จ สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผลนักเรียนจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานในการเขียนและการพูด นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในแต่ละระดับชั้น

(4) แรงขับ เป็นองจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลงใหม่ ซึ่งนักเรียนผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคย และไม่สามารถหาวิธีการหาคำตอบได้ทันทีทันใด นักเรียนจะต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อจะให้ได้คำตอบ นักเรียนผู้แก้ปัญหาจะต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจไฝสัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องใช้ระยะเวลาyananในการปลูกฝังให้เกิดขึ้นในนักเรียนโดยผ่านทางกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนการสอน

(5) ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ไม่ติดยึดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคยแต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหาโดยบูรณาการ ความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(6) ความรู้พื้นฐาน ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหาต้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดีพอ และสามารถนำความรู้นั้นมาใช้ได้อย่างสอดคล้องกับสาระของปัญหาจึงจะทำให้แก้ปัญหาได้

(7) ระดับสติปัญญา มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ

(8) การอ้อมเลี้ยงดู นักเรียนที่มาจากครอบครัวซึ่งมีการอ้อมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น คิดและตัดสินใจด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่มาจากครอบครัวที่เลี้ยงดูแบบปล่อย俾ละเลย และแบบเข้มงวด กวดขัน

(9) วิธีสอนของครู กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นตัวนักเรียนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างเป็นอิสระ มีเหตุผล ให้ความสำคัญกับความคิดของนักเรียน ย้อมจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่ากิจกรรมการเรียนการสอนแบบที่ครูเป็นผู้บอกให้รู้

สิริพร ทิพย์คง (2544: 106) กล่าวว่า ปัจจัยสำคัญที่มืออาชีพลดต่อการแก้ปัญหา คือ

- (1) ความซับซ้อนของโจทย์ปัญหา ข้อมูลที่กำหนดให้มีจำนวนมาก
- (2) วิธีการนำเสนอโจทย์ปัญหา

- (3) ความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา
- (4) การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง
- (5) การเริ่มต้นการแก้ปัญหา นักเรียนไม่ทราบว่าจะเริ่มอย่างไร จะต้องทำอะไรก่อน
- (6) ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอ
- (7) เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา นักเรียนมีกำลังใจที่จะแก้ปัญหาต่อ ๆ
- (8) ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน การที่จะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องได้รับประสบการณ์ที่หลากหลาย

จันตรา ธรรมแพทย์ (2550: 30) ได้สรุปไว้ว่า ปัจจัยที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายประการ เช่น ทักษะการอ่านทำความเข้าใจและแปลความหมาย การเข้าใจสัญลักษณ์ ความสามารถในการสร้างมโนติ ทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ความสามารถในการแก้ปัญหา มีเจตคติที่ดี มีความสนใจแรงจูงใจ ฝึกสกุลหรือ มีความยึดหยุ่นในการคิดไม่ยึดติดในรูปแบบที่คุ้นเคย ยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ องค์ประกอบเหล่านี้จะสามารถพัฒนาการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 175-176) เสนอพื้นฐานที่เป็นองค์ประกอบหลักที่มีอิทธิพลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

(1) องค์ประกอบเกี่ยวกับภาษา ได้แก่ คำและความหมายของคำบางคำที่ใช้ในคณิตศาสตร์ ความหมายของประโยคหรือข้อความที่กำหนดให้ในโจทย์ปัญหา คำที่ใช้ในคณิตศาสตร์อาจมีความหมายแตกต่างจากความหมายที่ใช้ในการสื่อสารและสื่อความหมายกันทั่ว ๆ ไป เช่นคำว่า “หรือ/และ” ต้องเข้าใจว่าทางคณิตศาสตร์ใช้อย่างไร คำอนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบท ถ้า-แล้ว ก็ต่อเมื่อ ฯลฯ คำเหล่านี้เป็นคำที่ใช้ในคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจะต้องเข้าใจชัดเจนว่าหมายถึงอะไร ในขอบเขตเพียงใด นอกจากคำต่าง ๆ แล้ว ยังมีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง การหาราก นักเรียนต้องเข้าใจถึงความหมายของการดำเนินการต่าง ๆ เหล่านี้ และการนำไปใช้ในการเปลี่ยนความหมายโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ ได้อย่างถูกต้อง

(2) องค์ประกอบเกี่ยวกับความเข้าใจ ได้แก่ ความรู้ความสามารถในการตีความและแปลความหมายข้อความทั้งหมดของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาเป็นประโยคสัญลักษณ์ที่นำไปสู่การทำคำตอบด้วยวิธีการได้วิธีการหนึ่ง ซึ่งนักเรียนต้องคิดได้ด้วยตนเอง ถ้านักเรียนสามารถแปลความหมายจากโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง ก็มีโอกาสสูงที่นำไปสู่ความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหานั้น

(3) องค์ประกอบเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ได้แก่ ทักษะในการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

(4) องค์ประกอบเกี่ยวกับการแสดงวิธีทำ ได้แก่ ความสามารถในการเขียนแสดงการแก้ปัญหาที่มีความสมบูรณ์ทั้งแนวคิด เหตุผล และลำดับขั้นตอน นักเรียนต้องมีทักษะในการนำเสนอสิ่งเหล่านี้ด้วยวิธีการที่เหมาะสม ครูควรให้ความสำคัญกับการเขียนวิธีทำของนักเรียน โดยเฉพาะในเรื่องสมการที่ต้องแสดงขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบให้ปรากฏด้วยความชัดเจนของคำตอบเกี่ยวกับหน่วยของคำตอบ ความละเอียดลออเกี่ยวกับการใช้เครื่องหมาย = หรือ ≈ ที่ถูกต้องและเหมาะสมกับปัญหานั้น ๆ

(5) องค์ประกอบในการฝึกทักษะ ได้แก่ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสอนให้นักเรียนมีความชำนาญในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นเรื่องยากและท้าทายครูผู้สอน ครูจำเป็นต้องศึกษาถึงยุทธวิธีให้หลากหลาย เพื่อนำมาถ่ายทอดประสบการณ์ให้นักเรียนได้คุ้นเคยและเลือกใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเริ่มนั้นของครูควรเริ่มจากปัญหาง่าย ๆ ไปสู่ปัญหาที่ยากซับซ้อนขึ้น ให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม อภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดของกันและกัน ครูอาจแนะนำอยุทธวิธีที่เหมาะสมให้นักเรียนลองนำไปใช้แก้ปัญหาได้บ้างในโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์บางข้อ ครูอาจต้องให้ตัวอย่างที่เห็นแนวคิดหรือยุทธวิธีที่มีได้มากกว่า 1 แบบ เพื่อให้นักเรียนเห็นวิธีการและทำความคุ้นเคยกับยุทธวิธีเหล่านั้น ที่สำคัญครูต้องให้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาแก่นักเรียนเพื่อให้ได้ฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ เมื่อนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ลงมากขึ้น ความหวาดกลัวที่ต้องเผชิญกับโจทย์ปัญหาจะลดลง และเจตคติที่มีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะเป็นไปในทางบวกมากยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่สำคัญในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา การแสดงวิธีทำ การคิดคำนวณ และการฝึกทักษะ โดยมีปัจจัยที่มีอิทธิพลในการแก้โจทย์ปัญหา คือ ความซับซ้อนของโจทย์ปัญหา วิธีการนำเสนอโจทย์ปัญหา ความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง การเริ่มนั้นการแก้ปัญหาข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอ เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการแก้ปัญหา และประสบการณ์ในการแก้ปัญหาของนักเรียน

2.5.3 แนวทางพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพร มัคคุณวงศ์ (2554: 47; อ้างอิงจาก Baroody, 1993; Kilpatrick, 1989) กล่าวว่า นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางที่คล้ายคลึงกันในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้ผู้เรียน สามารถสรุปได้ 3 แนวทาง ดังนี้

(1) การสอนผ่านการแก้ปัญหา (teaching via problem solving) เป็นการสอนความรู้หรือพัฒนาทักษะใด ๆ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การให้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่

(2) การสอนให้แก้ปัญหา (teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหากับปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้

(3) การสอนกระบวนการแก้ปัญหา (teaching about problem solving) เป็นการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิค และกลวิธีการแก้ปัญหา เช่น การสอนกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 205-206) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น อาจสรุปเป็นข้อมูลที่ครุน้ำไปใช้ปฏิบัติได้ ดังนี้

(1) ครุจាเป็นต้องปรับเปลี่ยนความคิดในการสอนคณิตศาสตร์ โดยเน้นให้นักเรียนได้คิดด้วยตนเองมากกว่าที่จะทำตามขั้นตอนที่ครุบอก

(2) ในการสอนโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนครุควรให้เวลาให้นักเรียนในการคิดด้วยตนเอง โดยการใช้คำถามที่มีประสิทธิภาพเป็นตัวกระตุ้น และไม่ควรเน้นเรื่องคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าเหตุผลในการหาคำตอบของนักเรียน เพื่อครุจะได้รู้ว่านักเรียนคิดอย่างไร ครุควรเปลี่ยนพฤติกรรมจากการเป็นผู้สอนและอธิบายมาเป็นผู้กำกับให้นักเรียนคิดหาเหตุผลและใช้เหตุผล

(3) ควรสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากรู้และอยากรู้แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งอาจใช้กิจกรรมการเล่นเกมหรือแข่งขันในบางครั้ง

(4) ในช่วงชั้นต้น ๆ ครุไม่ควรคาดหวังกับการแสดงผลวิธีทำของนักเรียน นักเรียนอาจจะหาได้เฉพาะคำตอบเพียงอย่างเดียว สิ่งที่ครุควรทำคือถามนักเรียนว่าคำตอบเหล่านั้นได้มาอย่างไรและทำไมจึงได้เช่นนั้น

(5) การเลือกโจทย์ปัญหาที่จะนำมาสอน ครุควรคำนึงความยากง่าย ให้เหมาะสมกับวัย และสติปัญญาของนักเรียน ไม่ควรใช้โจทย์ที่ยากเกินไป แต่ควรเป็นโจทย์ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันให้มาก อาจเพิ่มลักษณะโจทย์ที่ท้าทายสติปัญญา สำหรับนักเรียนบางคนที่มีความสนใจ

(6) ครุควรเป็นผู้สนับสนุนให้นักเรียนค้นคว้าและแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง

(7) ครุควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างทั่วถึงโดยใช้วิธีการต่าง ๆ อย่างหลากหลาย

(8) ครูฝึกให้นักเรียนได้ปฏิบัติกรรมเพื่อเสริมทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ฝึกการสังเกต ฝึกการบันทึก ฝึกการฟัง ฝึกการแสดง ฝึกการตอบ ฝึกการตั้งข้อสันนิษฐาน ฝึกการค้นคว้าหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ และฝึกทำโครงการ

(9) ครูไม่ควรรับเฉลยปัญหา แต่อาจชี้แนะแบบกว้าง ๆ ให้นักเรียนหาคำตอบด้วยตนเอง ก่อน และค่อย ๆ เสริมรายละเอียดมากขึ้นตามความเหมาะสม

(10) ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดปัญหาและอยากรู้ค้นคว้าหาคำตอบ

(11) ครูควรสนับสนุนให้เกิดปฏิสัมพันธ์ ระหว่างนักเรียนโดยการแบ่งกลุ่มช่วยกันในการแก้โจทย์ปัญหา หรือช่วยกันหาโจทย์ปัญหาหรือแต่งโจทย์จากสถานการณ์ต่าง ๆ

และสำหรับครูที่มีประสบการณ์ไม่มากในด้านการสอนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน การพยายามแก้ปัญหาอย่างเคร่งครัด การพยายามขอคำแนะนำจากครูผู้มีประสบการณ์ ศึกษาวิธีการจากตำราและการสาธิตการสอนของครูผู้ชำนาญ แล้วนำมาปรับใช้กับนักเรียนของตนเอง ให้เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้และสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ก็น่าจะช่วยแก้ปัญหาในเรื่องนี้ได้บ้าง

2.5.4 การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 30) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในกรณีที่ผู้ประเมินต้องการตรวจสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละประเด็นย่อยตามกระบวนการแก้ปัญหา โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยที่มีการกำหนดระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นย่อยเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ดังนี้

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน - เข้าใจปัญหาได้น้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

สุนันทา แสงสุข (2556: 224) ได้ระบุเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric Score

เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1. ทำความเข้าใจปัญหา	
- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง	2
- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง	1
- เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย	0
2. การวางแผนแก้ปัญหา	
- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยชน์คณิตศาสตร์ถูก	3
- เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจำนำไปสู่คำตอบที่ถูก แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยชน์คณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง	2
- เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจำนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ลำดับขั้นตอนไม่ถูกต้อง	1

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric Score (ต่อ)

เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
3. การดำเนินการตามแผน	
- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องและมีคำตอนที่ถูก	3
- นำวิธีการแก้ปัญหางบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้องและมีคำตอนถูก	2
- ใช้วิธีการแก้ปัญหามิถูกต้องหรือมีคำตอบที่ผิดหรือไม่ได้ระบุคำตอบ	1
4. การตรวจสอบหรือการตรวจสอบคำตอบ	
- ใช้วิธีการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์	3
- ใช้วิธีการตรวจสอบคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด	2
- ไม่ได้ระบุวิธีการตรวจสอบ หรือระบุแต่ไม่ถูกต้อง	1

2.6 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2.6.1 ความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สุจitra ศรีสุละ (2554: 7) สรุปว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากการอธิบายวิธีคิดคำตอบที่ได้ว่ามีวิธีการอย่างไร อาศัยหลักการความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบการอธิบาย บรรยายวิธีการแก้ปัญหาและการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การใช้คำพัท สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ แสดงความหมายและ ความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

อัมพร มัคคุณ (2554: 56) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นการสื่อความหมายระหว่างผู้ส่งสาร กับผู้รับสารให้มีความเข้าใจตรงกัน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (mathematical communications) จึงเป็นการสื่อสารและการสื่อความหมายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร และ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจ หรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ จึงรวมความสามารถเกี่ยวกับการสื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอไว้ด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวท.) (2555: 79) ให้ความหมาย ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ว่าเป็นความสามารถ ใน การพูดและการเขียน การใช้คำพัท สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ รูปภาพ และแบบจำลอง เพื่อ แสดงแนวคิดหรืออธิบายแนวความคิดของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง มีความกระชับ ชัดเจน และเหมาะสม

หทัยรัตน์ ยศแผ่น (2556: 44) สรุปความหมายการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ว่า เป็น ความสามารถของนักเรียนในการอธิบายแนวคิดโดยอาศัยหลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ ใช้

ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อตีความ แปลความ วิเคราะห์ ความหมาย แสดงความหมาย ของแนวคิดและนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

ดังนั้นสรุปได้ว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการอธิบาย แนวคิดโดยใช้การพูดและการเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ รูปภาพ และแบบจำลองให้ผู้อื่นรับรู้อย่างถูกต้องและชัดเจน

2.6.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ปิยะรัตน์ เง่ง่อง (2551: 10) ได้สรุปความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิด เกิดความเข้าใจลึกซึ้งในสิ่งที่เรียนและมีการพัฒนาความสามารถของตนเอง นอกจากนี้ยังเป็นการสร้าง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับครุ

อัมพร มัคโนง (2554: 57; อ้างอิงจาก Bicknell, 1999) กล่าวถึงความสำคัญของการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการทำให้เกิดความเข้าใจ ร่วมกันระหว่างผู้สื่อสารกับผู้รับสาร โดยในกระบวนการสื่อสาร ผู้สื่อสารจะต้องจัดระบบความคิดและ สื่อเป็นภาษาพูดหรือเขียนให้ผู้รับสารเข้าใจตรงกัน ในขณะเดียวกัน ผู้รับสารจะต้องทำความเข้าใจและ คิดในสิ่งที่ผู้สื่อสารพูดหรือเขียน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญในการทำให้เกิดสิ่งต่อไปนี้

- (1) ก่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้เรียน ทำให้เข้าใจงานที่ทำตรงกัน
- (2) ส่งเสริมบริบทของการเรียนรู้ที่เหมาะสม เนื่องจากเป็นบริบทของการพูดจากัน
- (3) เพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับหัวผู้สื่อสารและผู้รับสาร
- (4) ช่วยให้ผู้สอนมองเห็นความเข้าใจของผู้เรียนซึ่งจะทำให้วางแผนจัดการเรียนรู้ได้อย่าง เหมาะสม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 58) กล่าวว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะ ช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของ ตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือ การเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้งและจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย

จากการพิจารณาความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจแนวคิดทาง คณิตศาสตร์ ด้วยการอภิปรายหรือการเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น ซึ่งเป็นการสร้าง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับครู นอกเหนือจากนี้ยังช่วยให้ครุ�องเห็นความเข้าใจของนักเรียนอันจะนำไปวางแผนจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

2.6.3 แนวทางส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

อัมพร มัคனอง (2554: 58-59) ได้เสนอแนวทางพัฒนาทักษะการสื่อสาร สรุปได้ดังนี้

(1) ฝึกให้ผู้เรียนแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาของตนเอง ในลักษณะที่ไม่เป็นทางการ (informal style) หลังจากนั้นจึง ฝึกให้ผู้เรียนสื่อสารอย่างเป็นทางการ (formal style) ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้เรียกหรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นสากล ผู้เรียนอาจต้องพยายามและใช้เวลามากขึ้นในการแสดงความเข้าใจ หรือสื่อสารอย่างเป็นทางการกับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน

(2) ฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาการสื่อสารหลาย ๆ วิธี เช่น การพูด การเขียน

(3) ผู้สอนควรลดเวลาหรือปริมาณการพูดในห้องเรียนของตนให้น้อยลง ผู้เรียนจะได้สื่อสารกันมากขึ้น อันจะทำให้ผู้เรียนคุ้นเคยและสามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารให้ดียิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 63) กล่าวว่า เพื่อให้การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ มีประสิทธิผลยิ่งขึ้น ครุคราวให้นักเรียนมีประสบการณ์ต่อไปนี้

(1) มีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉง (active participation) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารมีโอกาสได้ซักถามหลังจากฟังคำอธิบาย มีโอกาสนำเสนอแนวคิดหรือเหตุผลที่ต่างออกไป หรือได้ลองลงมือปฏิบัติ

(2) มีโอกาสทราบผลการกระทำทันที (immediate feedback) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้ส่งสารได้รับคำติชมวิพากษ์วิจารณ์ทันทีในโอกาสแรกที่เป็นไปได้ ทั้งนี้เพื่อจะได้ทราบว่าผู้รับสารสามารถรับสารได้ดีเพียงใด

(3) มีความรู้สึกภาคภูมิใจและประสบการณ์ที่เป็นความสำเร็จ (success expression) กล่าวคือ มีการท้าทายให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้คิดหรือได้ทำ ทั้งนี้เพราะเมื่อทำได้สำเร็จก็จะเกิดความภาคภูมิใจ

(4) มีโอกาสได้รับสารที่ล่อน้อยตามลำดับขั้น (gradual approximation) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้คร่ำครวญตามที่ล่อน้อยจากง่ายไปยาก จนเข้าใจในเนื้อหาสารที่จะได้รับ

2.6.4 การประเมินผลทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

พูนศรี อาจารย์รัตน์ (2548: 145) ได้เสนอเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบอัตนัย ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ความหมาย
0	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ประโยชน์สัญลักษณ์ และเครื่องหมายเท่ากับ ไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน
1	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ประโยชน์สัญลักษณ์ และเครื่องหมายเท่ากับ ได้ถูกต้อง ชัดเจน เพียง 1 รายการ
2	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ประโยชน์สัญลักษณ์ และเครื่องหมายเท่ากับ ได้ถูกต้อง ชัดเจน เพียง 2 รายการ
3	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ประโยชน์สัญลักษณ์ และเครื่องหมายเท่ากับ ได้ถูกต้อง ชัดเจน เพียง 3 รายการ
4	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ประโยชน์สัญลักษณ์ และเครื่องหมายเท่ากับ ได้ถูกต้อง ชัดเจน ครบถ้วน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 94) กล่าวว่า การให้คะแนน ของแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้หลักวิธี โดยจะต้องพิจารณา ให้คะแนนจากสมรรถภาพของผู้เรียนตามพฤติกรรมการแสดงออกในแต่ละทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ ซึ่งอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมหรือเกณฑ์ย่อยได้ตามความเหมาะสม สำหรับตัวอย่างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์การให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมของ ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ แบ่งระดับคะแนน เป็น 3 ระดับ ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การให้คะแนน
3 (ดี)	- ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอข้อมูล ตามลำดับขั้นตอนชัดเจน และมีรายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์
2 (พอใช้)	- ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอข้อมูล ได้ชัดเจนบางประเด็น และยังขาดรายละเอียดบางประเด็น
1 (ปรับปรุง)	- ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง และการ นำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน

2.7 ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุรชัย ขวัญเมือง (2522: 232) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความรู้ที่ได้จากการสอน หรือทักษะที่ได้พัฒนาขึ้นมาตามลำดับขั้นในวิชาต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ในสถานศึกษา และการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การตรวจสอบดูว่า้นักเรียนได้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ตามที่หลักสูตรกำหนดไว้แล้วเพียงใด ทั้งนี้ยกเว้นในด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และการปรับตน นอกจากนี้แล้วยังหมายรวมไปถึงการประเมินผลความสำเร็จต่าง ๆ ทั้งที่เป็นการวัดโดยใช้แบบทดสอบ แบบให้ปฏิบัติ และแบบที่ไม่ใช้แบบทดสอบด้วย จุดหมายปลายทางของ การวัดดังกล่าวเนี้ยเพื่อที่จะตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียน ภายหลังจากเรียนไปแล้ว

สุนันท์ ศลโภสุ (2525: 129) กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (academic achievement) ว่าเป็นคุณลักษณะและความสามารถบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝน อบรม หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือความสามารถของบุคคลว่า เรียนแล้วรู้เท่าไร มีความสามารถชนิดใด ซึ่งสามารถวัดได้ 3 แบบ ตามจุดหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ

(1) การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การซ่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (performance test)

(2) การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (content) อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (achievement test)

(3) การวัดด้านทักษะ (skill test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดภายนอกการฝึกฝนและได้เรียนแล้ว เพื่อวัดดูว่าผู้เรียนมีทักษะหรือความสามารถล่องแคล่งในการคิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องที่ได้เรียนขนาดไหน แบบทดสอบนี้มุ่งวัดว่า ผู้เรียนมีทักษะการคิดหรือการทำงานขนาดไหน ซึ่งผิดกับทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รวมดาวที่วัดว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถอยู่ ณ ระดับใด ผู้มีทักษะก็คือผู้ที่สามารถทำงานนั้นได้ปริมาณมาก ๆ โดยใช้เวลาทำเพียงเล็กน้อย ทำงานได้อย่างสะดวกสบาย เช่น เป็นการทำทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ซ่างไม่ที่ชำนาญ สามารถใส่ไม่ได้อย่างเรียบร้อยสวยงามและรวดเร็ว

อารมณ์ เพชรชื่น (2527: 46) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2535: 1) กล่าวว่า หลักการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ การพยายามที่จะทำการวัดให้ได้ผลตรงตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน และตรงเนื้อหาสาระ

และวิธีการที่ครุจัดประสบการณ์การเรียนการสอน ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงต้องมุ่งที่ การทำความเข้าใจกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรต่าง ๆ การจัดการศึกษา ตลอดจนการเรียนการสอน และเทคนิคในวิธีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวاسي (2544: 124) กล่าวว่า การทดสอบเป็นวิธีการที่สำคัญอย่างหนึ่ง สำหรับวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เมื่อได้มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณหรือคุณภาพ ของความรู้ ความสามารถ พฤติกรรม หรือลักษณะทางจิตใจ ถ้าการเปลี่ยนแปลงเป็นไปในทิศทางที่พึง ประสงค์ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร อันเป็นผลมาจากการประสบการณ์การเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดขึ้น เรียกว่าผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตร

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลที่เกิดจากการเรียนการสอน หรือทักษะที่ได้ พัฒนาขึ้นมาตามลำดับขั้นในวิชาต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว และการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง การตรวจสอบว่านักเรียนบรรลุถึงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาตามที่หลักสูตรกำหนดไว้แล้วเพียงใด หลังจากเรียน ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ผลของความสามารถในการ นำความรู้ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์

2.7.2 แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชุม ศรีสะอาด (2556: 65-73) ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะต้องมีการวางแผนอย่างดี เพื่อที่จะให้ได้แบบทดสอบที่เป็นมาตรฐาน สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างเที่ยงตรง คะแนนที่วัด มา มีความเชื่อมั่นสูง เนื่องจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบอิงกลุ่ม กับแบบทดสอบอิงเกณฑ์ และการสร้างแบบทดสอบแต่ละ ประเภท ดังนี้

(1) การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงกลุ่ม ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

(1.1) วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชาและทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ

ขั้นแรกสุดจะต้องทำการวิเคราะห์ ว่าวิชาหรือหัวข้อที่จะสร้างข้อสอบวัดนั้น มี จุดประสงค์ของการสอน หรือจุดประสงค์การเรียนรู้อะไรบ้าง ทำการวิเคราะห์เนื้อหาว่ามีโครงสร้าง อย่างไร จัดเรียนหัวข้อให้ญี่หัวข้ออยู่ทุกหัวข้อ พิจารณาความเกี่ยวโยง ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา เหล่านั้น จากนั้นก็จัดทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือที่เรียกว่าตารางวิเคราะห์หลักสูตร ตารางนี้ มี 2 มิติ คือ ด้านเนื้อหา กับด้านสมรรถภาพที่ต้องการวัด ผู้วิจัยเขียนหัวข้อเนื้อหาที่เป็นหัวข้อเรื่องใหญ่ ๆ ตามหลักสูตรวิชานั้นลงในแต่ละ夸ของตารางตามลำดับ ส่วนด้านบนจะเป็นสมรรถภาพซึ่งได้จากการ วิเคราะห์จุดประสงค์

(1.2) กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ

ทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ หลักในการเขียนข้อคำถาม ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบสมรถภาพต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบเพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ

(1.3) เขียนข้อสอบ

ลงมือเขียนข้อสอบ ใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้ในข้อที่ 1 เป็นกรอบซึ่งจะทำให้สามารถออกแบบข้อสอบได้ครอบคลุมทุกหัวข้อเนื้อหา และทุกสมรถภาพ ส่วนรูปแบบและเทคนิคในการเขียนข้อสอบยึดตามที่ได้ศึกษาในขั้นที่ 1.2

(1.4) ตรวจทานข้อสอบ

นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้ในขั้นที่ 1.3 มาพิจารณาบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาถึงความถูกต้องตามหลักวิชา พิจารณาว่าแต่ละข้อวัดในเนื้อหาและสมรถภาพตามตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจนเข้าใจง่ายเหมาะสมดีแล้วหรือไม่ ตัวถูกตัวลงเหมาะสมเข้าหลักเกณฑ์หรือไม่ หลังจากพิจารณาบทวนเองแล้ว นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลและด้านเนื้อหาสาระ พิจารณาข้อบกพร่อง แล้วนำเอาข้อวิจารณ์เหล่านั้นมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

(1.5) พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

นำข้อสอบทั้งหมดมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ โดยจัดพิมพ์คำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบไว้ที่ปกของแบบทดสอบอย่างละเอียด และชัดเจน การจัดพิมพ์ wangru แบบให้เหมาะสม

(1.6) ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง

นำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่คล้ายกันกับกลุ่มตัวอย่างที่จะสอบจริง ซึ่งได้เรียนในวิชาหรือเนื้อหาที่จะสอบแล้ว นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน ทำการวิเคราะห์หากาดำเนินจำแนก ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้วิเคราะห์ตามแบบอิงกลุ่ม คัดเลือกเอาข้อที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ ถ้าข้อที่เข้าเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าที่ต้องการก็ตัดข้อที่มีเนื้อหามากกว่าที่ต้องการ ซึ่งเป็นข้อที่มีจำนวนจำแนกต่ำสุดออกตามลำดับ นำผลการสอบที่คิดเฉพาะข้อสอบที่เข้าเกณฑ์เหล่านั้น มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น

(1.7) พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

นำข้อสอบที่มีจำนวนจำแนก และระดับความยากเข้าเกณฑ์ ตามจำนวนที่ต้องการในข้อที่ 1.6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับที่จะใช้จริง ซึ่งจะต้องมีคำชี้แจงวิธีทำด้วย และในการพิมพ์ออกจากใช้รูปแบบที่เหมาะสมแล้วควรคำนึงถึงความประณีต ความถูกต้อง ซึ่งจะต้องตรวจทานให้ดี

(2) การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์ ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

(2.1) วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา

ขั้นแรกจะต้องทำการวิเคราะห์ดูว่ามีหัวข้อเนื้อหาใดบ้างที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และที่จะต้องวัด แต่ละหัวข้อเหล่านั้นต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมหรือสมรรถภาพอะไร กำหนดออกมาให้ชัดเจน

(2.2) กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ

พิจารณาว่าจะวัดพฤติกรรมย่อยอะไรบ้าง อย่างละเอียดขึ้น พฤติกรรมดังกล่าวคือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั่นเอง เมื่อกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการจริงเสร็จแล้ว ต่อมาก็จะต้องตัดสินใจว่าจะต้องออกข้อสอบเกินไว้หัวข้อละกี่ข้อ ควรเกินไว้ไม่ต่ำกว่า 25% ทั้งนี้เนื่องจากหลังจากที่นำไปทดลองใช้ และวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อแล้ว จะตัดข้อที่มีคุณภาพไม่เข้าเกณฑ์ออก ข้อสอบที่เหลือจะได้ไม่น้อยกว่าจำนวนที่ต้องการจริง

(2.3) กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ

ขั้นตอนนี้จะเหมือนกับขั้นตอนที่ 2 ของการวางแผนสร้างข้อสอบแบบอิงกลุ่ม ทุกประการ นั่นคือตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด และศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ เช่น ศึกษาหลักในการเขียนข้อคำถามแบบนั้น ๆ ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบเพื่อวัดจุดประสงค์ต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบ เพื่อที่จะได้นำมาใช้ในการเขียนข้อสอบของตน

(2.4) เขียนข้อสอบ

ลงมือเขียนข้อสอบ ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามตารางที่ได้กำหนด จำนวนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และใช้รูปแบบ เทคนิคการเขียนตามที่ได้ศึกษาในขั้นที่ 2.3

(2.5) ตรวจทานข้อสอบ

ขั้นตอนนี้จะเหมือนขั้นตอนที่ 1.4 ของการวางแผนสร้างแบบทดสอบอิงกลุ่ม กล่าวคือนำข้อสอบที่ได้เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 2.4 มาพิจารณาบทวนอีกครั้ง โดยพิจารณาความถูกต้อง ตามหลักวิชา แต่ละข้อวัดพฤติกรรมย่อยหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจน เข้าใจง่ายหรือไม่ ตัวถูกตัวหลวงเหมาะสมเข้าเกณฑ์หรือไม่ ทำการปรับปรุงให้เหมาะสมสมบูรณ์ที่สุด

(2.6) ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อสอบที่วัดแต่ละจุดประสงค์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและด้านเนื้อหาจำนวนไม่ต่ำกว่า 3 คน พิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้แน่นหรือไม่ โดยใช้วิธีของโรวินลลี (Rovinelli) และแฮมเบิลตัน (R. K. Hambleton) หลังจากผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเสร็จแล้ว นำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
มากกว่าหรือเท่ากับ 0.05	เป็นข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา เพราะวัดตามจุดประสงค์เชิงพัฒนารูปแบบที่ต้องการจริง
น้อยกว่า 0.05	เป็นข้อสอบที่ต้องตัดทิ้งหรือแก้ไข เพราะไม่ได้วัดตามจุดประสงค์เชิงพัฒนารูปแบบที่ต้องการ

(2.7) พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

นำข้อสอบทั้งหมดที่ผ่านการพิจารณาฯ ให้มาเข้าเกณฑ์ในขั้นที่ 2.6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบ วิธีตอบ จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

(2.8) ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง

นำเอาแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่คล้ายกับกลุ่มตัวอย่างจริง จำนวนประมาณ 40 คน หรือมากกว่า โดยสอบในช่วงไม่งraqของการเรียนวิชานั้น เรียกว่าการสอบก่อนเรียน และนำแบบทดสอบเดิมมาสอบกับกลุ่มเดิมอีกรังหนึ่งหลังจากที่เรียนวิชานั้นจบแล้ว เรียกว่าการสอบหลังเรียน นำผลการสอบสองครั้งมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อโดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามแบบอิงเกณฑ์ คัดเลือกข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ตามที่จำนวนที่ต้องการ หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

(2.9) พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ จากผลการวิเคราะห์ในขั้นที่ 2.8 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงต่อไป โดยเน้นรูปแบบการพิมพ์ที่ประณีต มีความถูกต้อง มีคำชี้แจงที่ละเอียดเจ้มชัด ผู้อ่านเข้าใจง่าย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 17-22) ได้กำหนด การสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ ว่า เครื่องมือในการวัดผลประเมินผลที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปมีที่มา 3 ลักษณะ ได้แก่ (1) เครื่องมือมาตรฐานที่มีอยู่แล้ว (2) เครื่องที่ได้จากการดัดแปลงหรือปรับปรุงเครื่องมือที่มีผู้สร้างไว้แล้ว และ (3) เครื่องมือที่สร้างขึ้นใหม่ ผู้สอนสามารถจัดทำและใช้เครื่องมือได้ทั้งสามลักษณะตามความเหมาะสม แต่ทั้งนี้ผู้สอนต้องมั่นใจว่าเครื่องมือที่นำมาใช้นั้นมีคุณภาพและสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ ในการนี้ที่ผู้สอนจะสร้างเครื่องมือขึ้นเอง ควรศึกษาขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นตอนการวางแผน การวางแผนสร้างเครื่องมือในการวัดผลประเมินผลเป็นขั้นตอนแรกและมีความสำคัญมาก เนื่องจากการวางแผนที่ดีจะช่วยให้สร้างเครื่องมือที่มีเนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่เหมาะสมและอยู่ในกรอบของมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรซึ่งจะส่งผลให้เครื่องมือที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ ขั้นตอนในการวางแผนสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผลมีดังนี้

(1.1) การศึกษาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วยให้สามารถกำหนดกรอบแนวคิดของเนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่เหมาะสมในแต่ละระดับชั้น เนื่องจากเนื้อหาสาระที่ปรากฏในมาตรฐานการเรียนรู้จะมุ่งเน้นการวัดระดับความรู้ ความคิด การแก้ปัญหา หรือการประยุกต์ใช้ที่แตกต่างกัน

(1.2) การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัด สามารถพิจารณาได้โดยตรงจากมาตรฐานการเรียนรู้ เนื่องจากมาตรฐานการเรียนรู้จะประกอบด้วยกรอบเนื้อหาสาระโดยทั่วไป ระดับ พฤติกรรมที่สามารถวัดได้ประกอบด้วยความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การ สังเคราะห์ การประเมินค่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ รวมทั้งสามารถประเมินสมรรถภาพ และทักษะการคิดไปพร้อมกันได้ด้วย

(1.3) การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด เป็น ขั้นตอนที่ต้องทำก่อนลงมือสร้างเครื่องมือวัดผลประเมินผล เพื่อเป็นการกำหนดความสำคัญของเนื้อหา และระดับพฤติกรรมที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ เนื่องจากเนื้อหาในสารการเรียนรู้และระดับชั้นมี ความแตกต่างกัน และพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้และในแต่ละระดับชั้นมี ความสำคัญไม่เท่ากัน เช่น ในบางระดับชั้นอาจมุ่งเน้นพฤติกรรมด้านความเข้าใจ และการนำไปใช้ ในขณะที่บางระดับชั้นที่สูงขึ้นอาจให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

(1.4) การเลือกชนิดของเครื่องมือวัด เครื่องมือวัดผลประเมินผลมีอยู่หลากหลาย การที่จะเลือกใช้เครื่องมือลักษณะใดนั้น ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ระดับของผู้เรียน ผู้ประเมิน การนำไปใช้เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ตัวอย่างของเครื่องมือวัดผลประเมินผล เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึกของผู้เรียน แบบวัดภาคปฏิบัติ โครงงาน คณิตศาสตร์ และแฟ้มสะสมงาน การเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมจะช่วยให้วัดในสิ่งที่ต้องการได้ใกล้เคียง กับความเป็นจริง ซึ่งจะทำให้ผลการประเมินที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

(2) ขั้นตอนการสร้าง หลังจากได้วางแผนการสร้างเครื่องมือแล้ว ขั้นตอนถัดไปเป็นการ สร้างหรือจัดทำเครื่องมือลักษณะต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ และปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพ ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอนดังนี้

(2.1) การออกแบบเครื่องมือ การสร้างเครื่องมือจะเริ่มด้วยการสร้างเครื่องมือฉบับ ร่าง เป็นการออกแบบเครื่องมือที่ใช้วัดพฤติกรรมของผู้เรียน และการออกแบบการตรวจและประเมิน พฤติกรรม รวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การประเมิน การให้คะแนน การออกแบบแบบบันทึกคะแนน การ กำหนดวิธีการแปลความหมายคะแนนตามที่ได้วางแผนได้แล้ว

การสร้างเครื่องมือที่มีคุณภาพและเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการจำเป็นต้อง บันทึกข้อมูลในการสร้างเพื่อการตรวจสอบความถูกต้องและอ้างอิง ซึ่งมีประเด็นสำคัญ ได้แก่

(1) ระดับชั้น (2) สาระการเรียนรู้ (3) มาตรฐานการเรียนรู้ (4) ตัวชี้วัด (5) พฤติกรรมที่วัด (6) คำตามหรือเครื่องมือวัด (7) คำตอบที่ถูกต้องหรือแนวการตอบ และ (8) เกณฑ์การให้คะแนนหรือแนวทางการประเมิน

(2.2) การตรวจสอบคุณภาพ หลังจากได้เครื่องมือฉบับร่าง ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในเบื้องต้นตามประเด็นที่ทำบันทึกไว้ และถ้าต้องการให้เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น จำเป็นต้องมีการนำเครื่องมือไปทดลองใช้ก่อน โดยเลือกกลุ่มผู้เรียนที่เป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มที่ใช้จริง ซึ่งคุณภาพของเครื่องมือมีหลายประการ ในที่นี้จะกล่าวถึงคุณภาพที่สำคัญ 4 ประการ คือ (1) ความเที่ยงตรง (2) ความเชื่อมั่น (3) ความยาก และ (4) อำนาจจำแนก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(2.2.1) ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำหรือความตรงของเครื่องมือในการวัดในสิ่งที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงเป็นการวัดคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับ จุดมุ่งหมายสำคัญของการนำเครื่องมือไปใช้ ในการสร้างเครื่องมือจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความเที่ยงตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของเครื่องมือที่ต้องการวัด

(2.2.2) ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผลการวัด จากเครื่องมือชนิดเดียวกันที่ทำการวัดซ้ำ แล้วได้ผลเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกับผลเดิมมากที่สุด การตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือมีอยู่หลายประเภท ได้แก่ ความเชื่อมั่นเชิงความคงที่ ความเชื่อมั่นเชิงความเท่าเทียมกัน และความเชื่อมั่นเชิงความสอดคล้องภายใน

(2.2.3) ความยาก (Difficulty) หมายถึง อัตราส่วนของจำนวนผู้ตอบถูกต่อจำนวนผู้ตอบทั้งหมด การหาค่าความยากเป็นวิธีตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในระบบอิงกลุ่ม และมีลักษณะเป็นการวิเคราะห์รายข้อ ไม่ใช่เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมทั้งฉบับ

(2.2.4) อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกกลุ่มผู้สอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน การหาค่าอำนาจจำแนกเป็นวิธีตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในระบบอิงกลุ่ม และมีลักษณะเป็นการวิเคราะห์รายข้อ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือมีความแตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือ โดยเครื่องมือบางชนิดจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพทั้งสี่ประการ เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนเครื่องมือบางชนิดตรวจสอบคุณภาพเพียง 3 ประการ เช่น แบบสอบถามบางชนิดและแบบวัดเจตคติ ต้องตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่นและอำนาจจำแนก และเครื่องมือบางชนิดตรวจสอบคุณภาพเพียง 2 ประการ เช่น แบบสอบถามบางชนิดและแบบสัมภาษณ์ ต้องตรวจสอบความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น

(3) การจัดทำเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้ หลังจากมีการหาคุณภาพเครื่องมือ นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ยังต้องให้ความสำคัญกับปัจจัยที่มีต่อความถูกต้องในการวัด เช่น ความซัดเจนของคำชี้แจงหรือคำสั่ง กำหนดเวลาในการตอบเป็นต้น

2.7.3 การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 127) กล่าวว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีรายการประเมินที่แสดงถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหา และจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่มีรายละเอียดเพียงพอที่จะใช้ประเมินผลผู้เรียน นอกจากนี้ควรมีการบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่ผู้เรียนแสดงความสามารถในการมองปัญหาย้อนกลับ โดยการตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ ตลอดจนการขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการที่นำไปได้ สำหรับเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 ประเด็น คือ (1) ความเข้าใจปัญหา (2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา (3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และ (4) การสรุปคำตอบ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมที่พิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหาของผู้เรียนในภาพรวม โดยกำหนดระดับคุณภาพเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหามิใช้ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 311) ระบุถึงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา โดยดำเนินการตรวจให้คะแนนผลงานการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติภาระเรียนและการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนพิจารณาองค์รวม ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบพิจารณาองค์รวม

คะแนน/ความหมาย	การแสดงการแก้ปัญหาที่ปราภูมิให้เห็น
4 ยอดเยี่ยม	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ได้คำตอบของปัญหาถูกต้อง สมบูรณ์
3 ดี	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการตามยุทธวิธีแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง แต่เข้าใจบางส่วนของปัญหาผิดไป โดยเนื่องไขบางอย่างของปัญหา หรือ - เลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสม หาคำตอบถูกต้อง แต่ดำเนินการตามยุทธวิธีได้ไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม และแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบของปัญหาแต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา
2 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ยุทธวิธีไม่เหมาะสม และได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งที่แสดงถึงการมีความเข้าใจปัญหา หรือ - ใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้คำตอบ หรือ - ใช้ยุทธวิธีได้เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง และนำไปสู่การหาคำตอบที่ผิดพลาด หรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหา
1 ยังต้องปรับปรุง	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงวิธีหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหาบางประการ และมีแนวทางที่จะมีนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ - พยายามแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่ไม่เหมาะสม เพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และไม่คิดหา yuthwirith อื่น หรือ - มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่จะหาเป้าหมายอย่างฯ ของปัญหา แต่ไม่ดำเนินการต่อ
0 ไม่พยายาม	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่แสดงการแก้ปัญหา หรือ ไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหา คัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอทสกี

ปรีชา ศรีเรืองฤทธิ์ (2006: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้พื้นที่รอยต่อของพัฒนาการ (ZPD) ของไวกอทสกี เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน การเขียนภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา โดยการสังเคราะห์ต้นร่างของรูปแบบการเรียนการสอนการเขียนที่ใช้ ZPD แล้วนำไปทดลองใช้ด้วย Action Research 3 วงจร เพื่อให้ได้รูปแบบที่มีประสิทธิผลในระยะที่ 2 มีการบันทึก

ผลการใช้และการปรับแก้ขอย่างต่อเนื่อง ในระยะที่ 3 เป็นการทดสอบโดยใช้การวิจัยกึ่งทดลองเพื่อ ยืนยันประสิทธิผลของรูปแบบนี้ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนการเขียนประกอบด้วย 3 ขั้นตอนที่นำเอา ZPD ไปใช้เพื่อให้นักศึกษาวิเคราะห์ระดับพัฒนาการที่เป็นจริง (Actual Development Level: ADL) ก่อนการสร้างความตระหนักรู้ในศักยภาพของตนเอง เพื่อจะนำไปใช้ในการพัฒนางานเขียนโดยมีผู้สอน เป็นแหล่งเรียนรู้ และเทคโนโลยีเข้าช่วย โดยจัดสถานการณ์ให้ ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มแบบเพื่อนช่วยเพื่อน ผู้สอนช่วยผู้เรียน และผู้เรียนช่วยตนเองจนสามารถใช้ พื้นที่roy ต่อของพัฒนาการ ทำให้การเขียนของตนเองพัฒนาขึ้น

Debbie (2010: abstract) ได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสังคมของไวกอฟสกี (Vygotsky's social learning theory) ที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนในการใช้เครื่องคำนวณ (calculator self-efficacy) และผลสัมฤทธิ์ในการใช้เครื่องคำนวณ (calculator achievement) ตาม เพศ โดยการวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental) มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มทดลองเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสังคมของไวกอฟสกี ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนรู้ตามวิธีการ แบบดั้งเดิม ผลการวิจัยพบว่า หลังเรียนเพศชายมีคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการใช้ เครื่องคำนวณสูงกว่าเพศหญิง แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเพศชายกับเพศหญิง ด้านผลสัมฤทธิ์ในการใช้เครื่องคำนวณสุทธิ (net gain) เพศชายมีคะแนนจากการงานการใช้เครื่อง คำนวณ 2 ขั้นตอนและหลายขั้นตอนสูงกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพศไม่มีความสัมพันธ์ ระหว่างความสามารถในการใช้เครื่องคำนวณกับผลสัมฤทธิ์ในการใช้เครื่องคำนวณ ยกเว้นเมื่อนักเรียน ทำนายด้วยโปรแกรมคำนวณจากความสามารถของตนเองได้อย่างถูกต้อง การทำนายของเพศชายสูง กว่าเพศหญิงแต่มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนน ผลสัมฤทธิ์ในการใช้เครื่องคำนวณสูงกว่ากลุ่มควบคุมและมีผลสัมฤทธิ์ในการใช้เครื่องคำนวณสุทธิสูง กว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเพศหญิงในกลุ่มทดลองมีคะแนนจากการวัดทุกอย่างสูง กว่าเพศหญิงในกลุ่มควบคุม เช่นกันถึงแม้จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โศจิวัจน์ เสริฐศรี (2553) ได้พัฒนาระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการคิดเชิง สัมพันธ์และแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 52 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 26 คน และกลุ่ม ควบคุม 26 คน โดยมีเครื่องมือในการทดลอง คือ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตใน ระดับประถมศึกษา แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า มีกระบวนการเรียนการสอนประกอบด้วย ขั้นการค้นหาความสัมพันธ์ ขั้นการคิดเชิง สัมพันธ์ ขั้นการสร้างข้อสรุป ขั้นการตรวจสอบและยืนยันข้อสรุป ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม และความสามารถในการให้

เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ และแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้มีพัฒนาการสูงขึ้น

กมลฉัตร กล่อมอิม (2556: บทคัดย่อ) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย UCDDE Model ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นการสร้างตัวแทนของปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นการปฏิบัติกรรมการแก้ปัญหา และขั้นการประเมินผลการแก้ปัญหา มีผลการประเมินความเหมาะสมสมขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมาก มีผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมาก มีค่าดัชนีประสิทธิผลระหว่าง 0.6088-0.6706 และผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 นักเรียนมีพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก และการช่วยเสริมศักยภาพทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างเป็นลำดับ

Bhutto (2013) ศึกษา ผลการเรียนรู้รายวิชาพีชคณิตด้วยทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดเชิงสังคม ของนักเรียนเกรด 7 ในเมืองชินต์ ประเทศปากีสถาน โดยใช้วิธีการวิจัยแบบกึ่งทดลอง มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มทดลอง 28 คน และกลุ่มควบคุม 26 คน ผลการวิจัยพบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดเชิงสังคมของไวゴทสกี (Vygotsky's social constructivist) มีผลการเรียนรู้ (learning outcomes) ดีกว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย (one-way teaching) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Suttiwan Manphosri (2013: abstract) วิจัยเรื่อง รูปแบบการสอนเพื่อลดความวิตก กังวลในการเขียนและพัฒนาความสามารถในการเขียนภาษาอังกฤษของนักเรียนเมื่อได้เรียนด้วยกลวิธีเสริมต่อการเรียนรู้และเปรียบเทียบความวิตกกังวลในการเขียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยกลวิธีเสริมต่อการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ความวิตกกังวลในการเขียนของนักเรียนลดลงหลังเรียนด้วยกลวิธีเสริมต่อการเรียนรู้ และความสามารถในการเขียนภาษาอังกฤษก่อนระหว่างและหลังเรียนโดยกลวิธีเสริมต่อการเรียนรู้ สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งนักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการสอนเพื่อลดความวิตกกังวลในการ

เขียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการใช้กลวิธีเสริมต่อการเรียนรู้ของไวยากรณ์

Hyunjung, Jung and Frank (2014) ได้ตรวจสอบความสัมพันธ์ที่มีต่อการใช้กลยุทธ์การสอนที่มีโครงสร้างแบบหลวม ๆ (ill-structured) สามลักษณะที่มีต่อการส่งเสริมทักษะการรู้คิดและประสิทธิภาพของการแก้โจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างแบบหลวม ๆ ด้วยการตรวจสอบอิทธิพลระหว่างการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและการเสริมต่อการเรียนรู้ (cognitive scaffolding) คำถ้าที่มีโครงสร้างแบบหลวม ๆ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ (1) ครูถ้าคำถ้าที่เป็นการแนะนำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา (2) การพัฒนาข้อคำถ้าจากเพื่อน (3) การพัฒนาจากข้อคำถ้าของนักเรียนครั้งแรกและปรับปรุงต่อภายใต้ข้อคำถ้าของครู การวิจัยพบว่า กลุ่มที่ครูถ้าคำถ้าที่เป็นการแนะนำกระบวนการแก้โจทย์ปัญหามีประสิทธิภาพดีกว่ากลุ่มอื่นแสดงให้เห็นถึงการใช้คำถ้าจากครูมีประสิทธิผลมากกว่า ทั้งให้นักเรียนพัฒนาคำถ้าของพวกรเขาเองกับหรือปราศจากการปรับแก้ ในการแก้โจทย์ปัญหาโครงสร้างแบบหลวม ๆ ใน การวิเคราะห์แต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา แสดงให้เห็นถึงการใช้การตั้งคำถ้าจะช่วยได้มากขึ้นในขั้นตอนของการพิสูจน์และการติดตามผล (monitoring) และประเมินผลมากกว่านักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถ้าเอง และพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างการพัฒนาข้อคำถ้าจากเพื่อนกับการพัฒนาจากข้อคำถ้าของนักเรียนครั้งแรกและปรับปรุงต่อภายใต้ข้อคำถ้าของครูอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งโดยรวมหรือในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา

Michelle, Scott and Joanne (2014) ได้ศึกษาการให้การช่วยเหลือจากเพื่อน ซึ่งเป็นเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า การเสริมต่อการเรียนรู้ 2 ประเภทที่ใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้มโนทัศน์เรื่อง เรขาคณิตของนักเรียนได้แก่ แผนผังรูปสี่เหลี่ยม และการจัดรูปแบบกลุ่มการเรียนรู้ซึ่งเริ่มต้นจัดกลุ่มให้นักเรียนร่วมกิจกรรมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน เป็นลีนเป็น 2 คน และคนเดียว ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า ภาระงานประจำวัน รูปแบบแผนผังรูปสี่เหลี่ยมช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ นอกจากนั้นนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือมีคุณภาพดีกว่าเดิม สูงกว่าเดิม 2 เท่า

ทัยรัตน์ ยศแผ่น (2557) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 98 คน เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 48 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 50 คน กลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้จากการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า

ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

อารมณ์ จันทร์لام (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 51 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม แบบแผนการวิจัยเป็นแบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง พบร้า นักเรียนที่เรียนโจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาเศษส่วนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีนักเรียนที่มีผลสอบหลังเรียนผ่านเกณฑ์ 60 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นร้อยละ 90.20 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโจทย์ปัญหาเศษส่วนอยู่ในระดับมาก

ดวงพร ตั้งอุดมเจริญชัย (2551: บทคัดย่อ) ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 50 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 25 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหา ที่สอนแบบปกติและที่สอนแบบโดยใช้ขั้นตอนของโพลยา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหา ที่สอนโดยใช้ขั้นตอนของโพลยาสูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จิตติมา พิศาลภาค (2552: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 39 คน จำนวน 1 ห้องเรียน จากจำนวน 7 ห้องเรียน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และได้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความหลากหลายและเหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ปราณี ผิวแดง (2553: บทคัดย่อ) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาระคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับสถานการณ์ในห้องถิน ห้องเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีนักเรียนผ่าน

เกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 56.25 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 อีกทั้งพบว่าความพึงพอใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาระคน โดยใช้วิธีแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับสถานการณ์ห้องถิน อยู่ในระดับมาก

ณัฐพร นวนสาย (2554: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 49 คน ได้มาโดยการใช้เทคนิคการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) รูปแบบการวิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพ 78.70/76.43 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมากกว่าร้อยละ 30 อายุ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คร่าวมีลักษณะดังนี้ (1) น่าสนใจ ท้าทายความสามารถ และเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ (2) ไม่น่าเบื่อ ทักษะการคิดคำนวณ แต่ความมีการแก้ปัญหาสถานการณ์ทั่วไป (3) เป็นลำดับขั้นตอน เรียนรู้จากความซับซ้อนน้อยไปมาก (4) ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย และ (5) นักเรียนควรได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาผ่านกิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมเดี่ยวอย่างสม่ำเสมอ อีกทั้งพบว่าพฤติกรรมการสอนของครูนั้นได้ปรับเปลี่ยนจากการเป็นผู้ให้ความรู้แก่นักเรียนแต่อย่างเดียวเป็นทั้งผู้ให้ความรู้ เป็นผู้เสนอแนะ และคอยช่วยเหลือนักเรียนมากขึ้น และยังพบว่า พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีพัฒนาการดีขึ้น กล่าวคือ ในขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนใช้เวลามากขึ้นในการอ่าน วิเคราะห์โจทย์ และแสดงร่องรอยการเข้าใจเพื่อทำความเข้าใจโจทย์ ในส่วนที่สำคัญได้มากขึ้น ในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหานักเรียนแสดงการวางแผนได้เป็นระบบมีประสิทธิภาพ และแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหากันมากขึ้น ในขั้นดำเนินการตามแผน นักเรียนแสดงกระบวนการค้นหาคำตอบได้ชัดเจน และมีความพยายามในการแก้ปัญหามากขึ้น และในขั้นตรวจสอบผล นักเรียนอธิบายหรือวิเคราะห์คำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล และสามารถแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาแบบอื่นได้

นิรัชรา ชัยชนะอุดมกุล (2556: บทคัดย่อ) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 18 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยา มีประสิทธิภาพ 81.04/82.56 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อายุ่งมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

สุจิตรา แซงสินวัล (2554: บทคัดย่อ) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคณิตศาสตร์คติวิสัยที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง การบวก การลบ การ

คุณท McNim ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 72.00 และนักเรียนจำนวนร้อยละ 71.42 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ ร้อยละ 70 ขึ้นไป และพบว่า นักเรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ คือ นักเรียนสามารถเลือกวิธีแก้ปัญหา ได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง มีความสามัคคี กล้าแสดงความคิดเห็น สามารถอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ มีทักษะในการทำงานกลุ่ม มีความรับผิดชอบ ทั้งนี้จะช่วยในการ แสวงหาความรู้และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.8.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จิตรา แก้วชัย (2553) ได้ศึกษาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคณสตรคติวิสต์โดยเน้น ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา กลุ่มเป้าหมายจำนวน 13 คน พบร่วม ว่า นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ โจทย์ปัญหาร้อยละตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาเพื่อแสดงวิธีการหาคำตอบได้ และได้ฝึก ทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ กล้าคิด กล้าแสดงออก มีความรับผิดชอบและมี ความสุขในการเรียน อีกทั้งนักเรียนทำแบบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาได้คะแนนเฉลี่ย 67.54 จาก คะแนนเต็ม 80 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.44 และมีนักเรียนร้อยละ 100 ได้คะแนนวัดทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

นรริชญ์ ภูสังค์ (2553) ศึกษาทักษะในการแก้ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิง เส้นตัวแปรเดียว โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคณสตรคติวิสต์ ที่เน้นขั้นตอนการ แก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มเป้าหมายจำนวน 20 คน วิจัยแบบกึ่ง ทดลอง (pre-experimental design) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีวิธีการคิดในการแก้โจทย์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน มีกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม และพบว่า นักเรียนได้คะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.15 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่าน เกณฑ์ 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือให้นักเรียน จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ได้คะแนนทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

พัฒนรีย์ ศิริวรินทร์ (2554) ทำการศึกษาการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตาม แนวคิดทฤษฎีคณสตรคติวิสต์ ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมายจำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาจากการทำแบบทดสอบเฉลี่ยร้อยละ 76.70 และคะแนนทักษะ การคิดวิเคราะห์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 79.03 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 70 และแสดงว่า นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ใน การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน มี คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 79.05 และมีจำนวนนักเรียนร้อยละ 77.04 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

สร้างค์ทิพย์ นครไพร (2554) ได้วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคณิตศาสตร์คิดวิสัย เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 73.23 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 78.57 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งผ่านเกณฑ์ทั้งคะแนนและจำนวนนักเรียน โดยนักเรียนมีการนำขั้นตอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับตีมาก คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหาและขั้นวางแผนการแก้ปัญหา สำหรับขั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้นำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับตี และขั้นตรวจสอบผล ตรวจสอบความสมเหตุสมผล นำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และพบว่า ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวพบว่า ด้านบรรยายกาศในชั้นเรียน มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการมีส่วนร่วมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก อันดับรองลงมาเห็นด้วยในระดับปานกลาง และระดับมากตามลำดับ ด้านการใช้สื่อประกอบการจัดกิจกรรมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก อันดับรองลงมาเห็นด้วยในระดับมากที่สุด ด้านการวัดและประเมินผลโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง อันดับรองลงมาเห็นด้วยในระดับมาก

Erdal, Birsen and Bayram (2012: abstract) ได้ศึกษา ผลของการใช้วิธีการตามทฤษฎีคณิตศาสตร์เชิงสังคมที่มีต่อการแก้โจทย์ปัญหาและระดับการรู้คิด (metacognitive levels) ของนักเรียน โดยใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง (semi-experimental) มีการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน กลุ่มทดลองประยุกต์ใช้วิธีการทฤษฎีคณิตศาสตร์เชิงสังคม ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบพึงพาอาศัยโดยใช้ภาระงานที่แท้จริง (authentic task) เป็นฐานที่มีประสิทธิภาพสูง ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ผู้เข้าร่วมวิจัยประกอบด้วยกลุ่มทดลองจำนวน 89 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 48 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีระดับของทักษะการแก้ปัญหาและระดับการรู้คิดสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าภาระงานตามทฤษฎีคณิตศาสตร์เชิงสังคม มีผลทางบวกต่อระดับทักษะการแก้ปัญหาและระดับการรู้คิดของผู้เข้าร่วมการวิจัย

พรนภา ราชร่องเมือง (2556) ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคณิตศาสตร์คิดวิสัยที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 24 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหา เฉลี่ยของนักเรียนทั้งชั้น 42.83 คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ย เป็น 71.39 แสดงว่า นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิด ความสามารถในการสื่อสาร และความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 71.40 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่

กำหนดจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 79.17 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ขึ้นไป

2.8.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

พิชิต แก้วก่อ (2549: บหคดย่อ) ได้พัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสันหนอนคาย จังหวัดเชียงราย กลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบบบันทึกหลังการสอน แบบทดสอบหลังเรียน บันทึกการเรียนรู้ และแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ สิ่งที่ปัญหาต้องการ เขียนวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา และงขั้นตอนการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก ส่วนวิธีการตรวจคำตอบนักเรียน พัฒนาอยู่ในระดับดี ในด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาในด้านการพิจารณา เขียน อกีประยุ อยู่ในระดับดี ส่วนการนำเสนออยู่ในระดับปานกลาง

ปิยะรัตน์ เง่ง่อง (2551: บหคดย่อ) ได้ศึกษาการใช้คำตามปลายเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสารภีพิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มเป้าหมายจำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนและบันทึกหลังการสอนของครู ผลการศึกษาพบว่า การนำคำตามปลายเปิดไปใช้ทำให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน โดยเฉพาะเมื่อทำผ่านกิจกรรมกลุ่ม

สุนทร สมบัติธีระ (2555: บหคดย่อ) วิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง จำนวนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลชิปป้า กลุ่มเป้าหมายจำนวน 45 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยการทดลองขั้นต้น (pre-experimental design) แบบกลุ่มเดียวมีการวัดผลหลังเรียน (one shot case study) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ภาพรวมอยู่ในระดับดี มีจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้นไปร้อยละ 77.72 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 75.11 จำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 33 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลชิปป้าในภาพอยู่ในระดับมาก

อรำไψ ศรีวิชัย (2555: บหคดย่อ) ได้สร้างชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มเป้าหมายจำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการ

วิจัย ได้แก่ ชุดกิจกรรม แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และแบบบันทึกการเรียนรู้ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น

ภูมิภา ลอยวิเวก (2556: บทคัดย่อ) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมชาติ化 เรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเข้มโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 38 คน ได้มาโดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ one-group pretest-posttest design ผลการวิจัยพบว่า หลังเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเข้มโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สายัณห์ พลแพน (2556: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบเอ็กซ์เพลซิทที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ one-group pretest-posttest design เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

2.8.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ไฟจิตร สดวกการ (2539) วิจัยเรื่อง ผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 145 คน เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 75 คน กลุ่มควบคุม จำนวน 70 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) กลุ่มทดลองที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ระดับเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 แต่ไม่พบร่วมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง และสำหรับ (2) ขนาดของความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางและสำหรับ (3) ขนาดของความแตกต่างในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและปานกลางมีความคงทนของ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ งานวิจัยนี้ไม่ได้เปรียบเทียบความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำเนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ในระดับนี้ได้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการซ้อมเสริมตามระเบียบการวัดผลของโรงเรียนในช่วงเวลาที่ห้องระยะไว้เพื่อวัดความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (4) กลุ่มทดลองที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงปานกลาง และต่ำ มีความสามารถในการถ่ายโอนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีระดับผลสัมฤทธิ์เดียวกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05, 0.01 และ 0.05 ตามลำดับ

ภานุจนา ชุนบุญมา (2551) ศึกษาการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวคิดทฤษฎีคณิตศาสตร์คิดวิสัย โดยมีกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน การวิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 79.11 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 26 คน คิดเป็นร้อยละ 86.67 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

สุรเดช ม่วงนิกร (2551) ได้พัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคณิตศาสตร์คิดวิสัย เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนผสมผสานระหว่างแบบ 5E กับ STAD กลุ่มเป้าหมายจำนวน 27 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 78.33 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 24 คน คิดเป็นร้อยละ 88.99 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบดังกล่าวในด้านโครงสร้างความรู้ ด้านแก้ปัญหา/การใช้เหตุผล และด้านคุณลักษณะอื่น ๆ โดยภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด

ทิวาพร สกุลสุยา (2552) ได้ศึกษาการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดทฤษฎีคณิตศาสตร์คิดวิสัย ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา กลุ่มเป้าหมายจำนวน 40 คน เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยมีวิจารณ์ 4 ขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 75.25 และนักเรียนจำนวนร้อยละ 72.50 ของนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

มยุรีย์พร ขันติยุ (2553: 56) ได้พัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคณิตศาสตร์คิดวิสัย เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มเป้าหมายจำนวน 16 คน รูปแบบการวิจัยใช้ระบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 70.20 และมีผู้เรียนจำนวนร้อยละ 75.00 ของนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่กำหนดไว้

ศราวุธ สุวรรณรบุญ (2553) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเชิงซ้อน ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 52 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 26 คนพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเชิงซ้อน ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีประสิทธิภาพ 76.90/72.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 กลุ่มที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และมีความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

รุ่งนภา แก้ววงศ์ษา (2553) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับวิธีการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 73 คน เลือกมาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 38 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 35 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

อัญชรา จันทรเสนา (2555) ได้ศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครอุดรธานี กลุ่มตัวอย่างจำนวน 330 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (stratified random sampling) ผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับตัวแปรเกณฑ์ ได้แก่ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ (X_1) แรงจูงใจให้สัมฤทธิ์ (X_2) ความตั้งใจเรียน (X_4) คุณภาพการสอน (X_5) ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง (X_6) บรรยายกาศในห้องเรียน (X_8) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนความรู้พื้นฐานเดิม (X_3) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเกณฑ์สูงสุด คือ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ (X_1) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.783 ส่วนตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเกณฑ์ต่ำสุด คือ ความรู้พื้นฐานเดิม มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.122 และสามารถสร้างสมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรูปค่าแนวติบและในรูปค่าแนว มาตรฐานได้ดังนี้

(1) สมการในรูปค่าแนวติบ

$$Y' = 3.06 + 1.894X_8 + 1.785X_4 + 1.416X_1 + 1.059X_6 + 0.852X_5$$

(2) สมการในรูปค่าแนวมาตรฐาน

$$Z' = 2.71Z_4 + 2.68Z_8 + 0.233Z_1 + 0.158Z_6 + 0.146Z_5$$

กมลธิญา หงษา (2556) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้นและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยการ

จัดการเรียนรู้แบบ CIPPA กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 96 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA มีประสิทธิภาพ 82.26/80.14 และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติเป็น 80.36/78.82 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ ดังนี้ประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA มีค่าเท่ากับ 0.641 หรือคิดเป็นร้อยละ 64.10 และดังนี้ประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีค่าเท่ากับ 0.639 หรือคิดเป็นร้อยละ 63.90 และ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผล เรื่องแคลคูลัสเบื้องต้นและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไอกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 แบบแผนการวิจัย
- 3.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไตรมิตร อำเภอโพธิ์ศรี สุวรรณ จังหวัดศรีสะเกษ สังกัดองค์กรบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 3 ห้อง รวมทั้งสิ้น 103 คน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องเป็นนักเรียนคละความรู้ ความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจงเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนไตรมิตร อำเภอโพธิ์ศรี สุวรรณ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 2 ห้องเรียน จากนั้นใช้การจับฉลากเพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง กลุ่มทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไอกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ส่วนกลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยมีขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนี้

3.1.1 ขั้นที่ 1 นำคณะนักเรียนมาประเมินความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จากการทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการจัดขั้นเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 มาคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคะแนนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน โดยนำคะแนนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจำนวน 3 ห้อง มาหาคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วเลือกห้องเรียนจำนวนสองห้องที่มีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 มีคะแนน

เฉลี่ย 9.53 คะแนนจำนวน 30 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 มีคะแนนเฉลี่ย 8.43 คะแนน จำนวน 30 คน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

3.1.2 ขั้นที่ 2 นำคะแนนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของห้องสองห้อง มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) พบว่า ค่าความแปรปรวนของคะแนนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ของห้องสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยของห้องสองห้องไปทดสอบค่าที (t-test) พบว่า คะแนนเฉลี่ยความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ห้องสองห้อง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าห้องสองห้องมีความพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3.1.3 ขั้นที่ 3 จับฉลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ผลคือ ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 เป็นกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสตร์ตามแนวคิดของไวกอฟสกี ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา และห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3.2 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสตร์ตามแนวคิดของไวกอฟสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เข้าร่วมการวิจัยจำนวน 60 คน โดยมีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) แล้วจับฉลากห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (nonrandomized control group pretest-posttest design)

3.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3.1 กิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.3.1.1 ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแนะนำการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา ได้แก่ การค้นหาแบบรูป การสร้างตาราง การเขียนแผนภาพ การแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด การคาดเดาและตรวจสอบ และการเขียนสมการ ซึ่งหมายความกับการนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม โดยการใช้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย และการใช้วิธีแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบปกติ แล้วให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ห้องกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.3.1.2 แนะนำและให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตัวตามแนวคิดของไวกอฟสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับกลุ่มทดลองเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ เก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

3.3.1.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยแบ่งเนื้อหาเป็น 5 เรื่อง วันละ 2 ชั่วโมง มีรายละเอียด ดังนี้ เรื่องที่ 1 การบวกจำนวนเต็ม ใช้เวลา 6 ชั่วโมง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 เรื่องที่ 2 การลบจำนวนเต็ม ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-5 เรื่องที่ 3 การคูณจำนวนเต็ม ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6-7 เรื่องที่ 4 การหารจำนวนเต็ม ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8-9 และเรื่องที่ 5 การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม ระคน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10

3.3.2 บทบาทของครูและนักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้กำหนดบทบาทของครูและนักเรียนโดยดัดแปลงมาจาก ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 172-175) สำหรับห้องสองกลุ่ม ดังนี้

3.2.1.1 บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) การแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน

1.1) ครูนำเสนอบริบทปัญหาด้วยวิชาและมอบทหมายโจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนโดยปัญหาในขั้นนี้เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนน้อย เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับนักเรียน

1.2) ใช้คำตามกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา ทบทวนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และกำหนดแนวทางแก้ปัญหาร่วมกัน

1.3) ให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือวิธีทำ ในการหาคำตอบต่อกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน และให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน

1.4) ครูสรุปประเด็นที่นักเรียนนำเสนอและเพิ่มเติมให้ชัดเจนขึ้น

2) การแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่มย่อย

2.1) ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 5 คน และชี้แจงวิธีการทำงานร่วมกันในกลุ่มย่อย

2.2) ครูนำเสนอบริบทปัญหากับนักเรียนในกลุ่มต่าง ๆ โดยการมอบหมายโจทย์ปัญหาให้กับนักเรียน

2.3) อภิปรายร่วมกันในกลุ่มย่อยเพื่อกำหนดแนวคิดหรือวิธีทำในการหาคำตอบของปัญหา

2.4) ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกรรมในกลุ่มย่อย ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเดินไปตามกลุ่มต่าง ๆ หมุนเวียนให้ความช่วยเหลือ พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้เกิดการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม ในการปฏิบัติกรรมระยะแรก ๆ อาจใช้คำถามที่ควรอภิปรายตามขั้นตอนต่าง ๆ ของ การแก้ปัญหา ในระยะหลัง ครูควรพิจารณาให้ประเด็นคำถามที่ควรอภิปรายสำหรับกลุ่มที่เห็นว่า จำเป็นเท่านั้นเพื่อให้นักเรียนได้คิดอย่างเป็นอิสระ

2.5) สำหรับกลุ่มที่สามารถหาคำตอบของปัญหาได้เร็วกว่ากลุ่มอื่น ๆ ครูอาจให้นักเรียนกลุ่มนั้นหาคำตอบโดยใช้วิธีการอื่นที่แตกต่างจากเดิม

3) การนำเสนอผลการปฏิบัติของกลุ่มย่อยต่อกลุ่มใหญ่

3.1) ครูส่งกลุ่มย่อยเสนอแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาต่อชั้นเรียน

3.2) นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

3.3) ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายและสรุปประเด็นของปัญหาให้ชัดเจน ขึ้น พร้อมทั้งสรุปยุทธวิธีและขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อนำ หลักการดังกล่าวมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่ต่อไป

4) การปฏิบัติกรรมเป็นรายบุคคล ให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาถ้าไม่เสร็จให้นำ กลับไปทำเป็นการบ้านและนำมาส่งครูในวันถัดไป

3.3.2.2 บทบาทของนักเรียนเมื่อปฏิบัติกรรมกลุ่ม ครูต้องทำให้นักเรียนทราบถึงสิ่ง ต่อไปนี้

1) กิจกรรมของกลุ่มทุกกิจกรรมเป็นสิ่งที่นักเรียนในกลุ่มต้องร่วมกันรับผิดชอบ ร่วมกันคิด ร่วมกันทำ ไม่ใช่เป็นความรับผิดชอบของนักเรียนคนใดคนหนึ่งโดยเฉพาะ เป้าหมายของ กลุ่มคือการเรียนรู้ และประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาร่วมกัน

2) เมื่อกลุ่มได้โจทย์ปัญหา สมาชิกทุกคนต้องร่วมอภิปรายกลุ่มแบบรวมสมอง เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยสมาชิกทุกคนต้องมีหน้าที่และรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

3) แม้ว่าสมาชิกทุกคนจะมีหน้าที่ แต่จะต้องร่วมกันก็จะต้องร่วมกันรับผิดชอบ งานที่ได้รับมอบหมาย เมื่อได้ข้อสรุปของงานแล้ว จะต้องช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

4) ในบางกิจกรรมสมาชิกของกลุ่มอาจแบ่งงานกันทำ เมื่อทำเสร็จแล้ว จะ นำเสนองานที่ได้รับมอบหมายต่อกลุ่ม นำผลงานของแต่ละคนอภิปรายและสรุปร่วมกันเป็นผลงานของ กลุ่ม

5) เมื่อนักเรียนทำงานหน้าที่ในงานกลุ่มตามที่รับผิดชอบเสร็จแล้ว นักเรียนต้อง คำนึงถึงการนำเสนอต่อทั้งชั้นเรียน

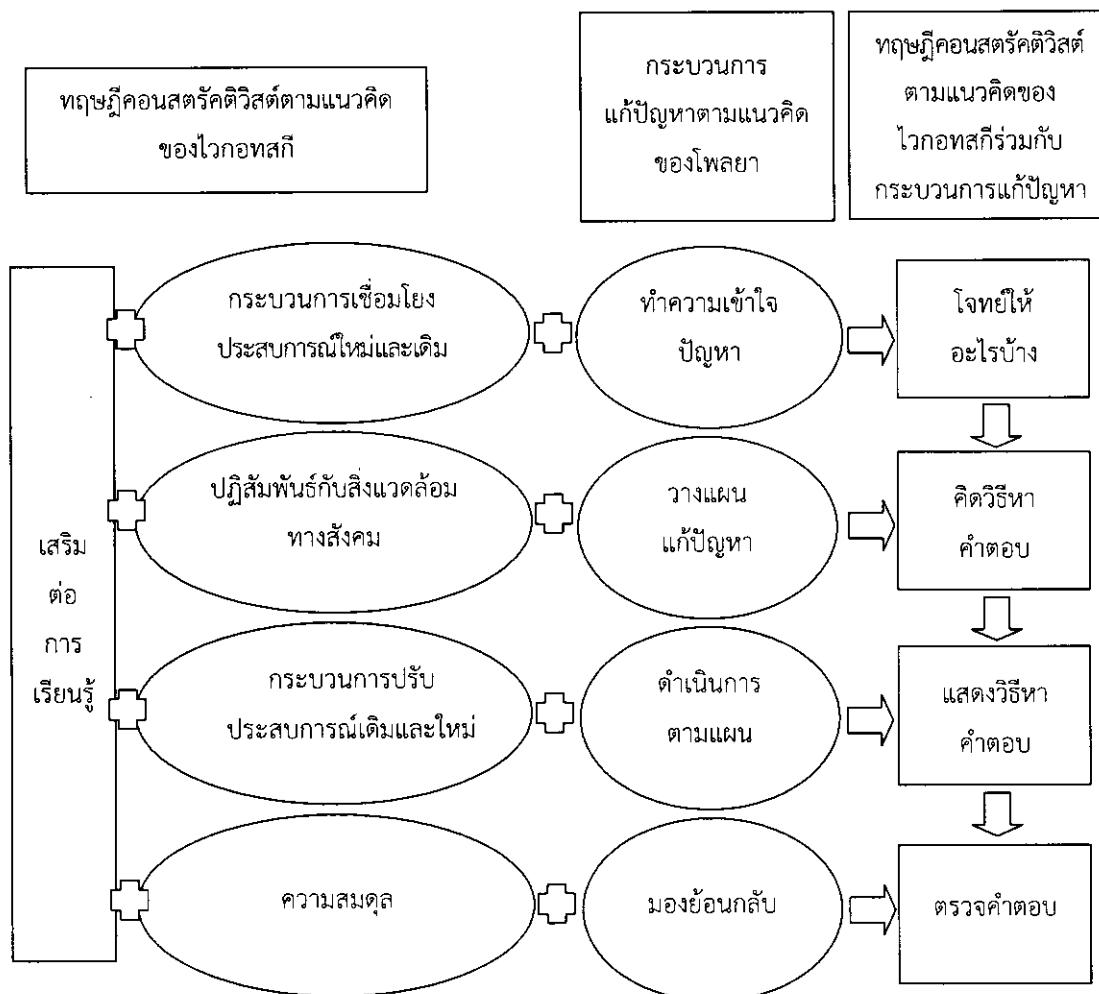
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.4.1 เครื่องมือสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เครื่องมือสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม ขั้นมารยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 แผน ใช้เวลา 20 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เนื้อนักกันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมคือ การทบทวนความรู้เดิม การทำความเข้าใจตัวอย่างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เดียวกัน ร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ใน การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วนำเสนอผลการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่ม อภิปราย ซักถามถึงกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างครูและนักเรียน เช่นเดียวกัน แต่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีส่วนที่แตกต่างกันคือ กลุ่มทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไอกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ โจทย์ให้อะไรบ้าง คิดวิธีหาคำตอบ แสดงวิธีหาคำตอบ และตรวจคำตอบ โดยแต่ละขั้นตอนนักเรียนจะทำเป็นรายบุคคลก่อนเข้าร่วมอภิปรายกลุ่มแบบรวมสมองแล้วเขียนในแผนผังของกลุ่ม ส่วนกลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการอ่านโจทย์แล้วพิจารณาว่าโจทย์ให้อะไรบ้าง ต้องการหาอะไร และร่วมกันอภิปรายกลุ่มเพื่อวางแผนหาคำตอบแล้วเขียนแสดงวิธีทำเข่นเดียวกับตัวอย่างในหนังสือเรียน มีขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎี คณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไอกอทสกี และกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาจากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยได้นำมาสร้างเป็นกรอบแนวคิดทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไอกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับกลุ่มทดลองดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดทฤษฎีคณศาสตร์คิดตามแนวคิดของไอกอฟสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

3.4.1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวท.) กระทรวงศึกษาธิการ และหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐานโรงเรียนไตรมิตร อำเภอโพธิ์ศรีสุวรรณ จังหวัดศรีสะเกษ ตามเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

3.4.12 วิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง

มาตราฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
มาตราฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา	บวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็ม และนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของจำนวนเต็ม	1) การบวก การลบ การคูณ และการหาร จำนวนเต็ม 2) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็ม

3.4.1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไอกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา และกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 แผน รวมทั้งหมด 20 ชั่วโมง โดยให้แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้

3.4.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องและความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (ดังรายนามผู้เชี่ยวชาญ ในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ความถูกต้องของภาษา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขจากนั้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยก่อนนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไอกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้จากรูปแบบการสอนตามแนวคิดคณิตศาสตร์ที่วิสัยของโพลยา 也就是การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดที่วิสัยของโพลยา สาขาวิชาคณิตศาสตร์ 2 ภาคการ (2539) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดที่วิสัยของไอกอทสกี และแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไอกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีรายละเอียดขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

(1) ขั้นที่ 1 โจทย์ให้อะไรบ้าง เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนอ่านโจทย์และเขียนสิ่งที่เกิดจาก การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาที่ได้รับมาซึ่งมีความเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเกี่ยวกับจำนวนนับ แล้ว นำมาสะสูมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป โดยครุตั้งค่าตามกราะตุนความคิดของนักเรียนเพื่อทำความเข้าใจโจทย์

(2) ขั้นที่ 2 คิดวิธีทางคําตอบ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละคนคิดเชื่อมโยงความรู้เดิม เกี่ยวกับ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของจำนวนนับกับจำนวนเต็มที่มีความคล้ายคลึงกับโจทย์ทั้ง จากการสนทนากับเพื่อน และระหว่างการร่วมกิจกรรมกลุ่ม โดยเขียนความสัมพันธ์ของข้อมูลกับสิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบ เพื่อเป็นการคิดวิธีทางคําตอบเป็นรายบุคคล และอาจเขียนยุทธวิธีในการแก้โจทย์ ปัญหาที่เหมาะสม

(3) ขั้นที่ 3 แสดงวิธีทางคําตอบ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงกระบวนการหา คําตอบตามแนวทางกลุ่มที่เลือกไว้ และตรวจสอบที่ละขั้นตอน ซึ่งเป็นการปรับความรู้เดิมและความรู้ ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบ นั่นคือ เป็นการปรับความรู้เดิมเกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของ จำนวนนับให้เข้ากับการดำเนินการของจำนวนเต็มมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาโดยเขียนข้อความที่ ตนเองเข้าใจ

(4) ขั้นที่ 4 ตรวจคําตอบ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละคนนำหลักการดำเนินการทาง คณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนนับและจำนวนเต็มที่ได้จากการแก้ปัญหามาสรุป และนำคําตอบที่ ได้จากการเรียนรู้มาเขียนแสดงการตรวจคําตอบตามแนวความคิดและความเข้าใจของแต่ละคน

โดยแต่ละขั้นตอนนักเรียนจะทำเป็นรายบุคคลก่อนเข้าร่วมอภิปรายกลุ่มแบบรวมสมอง แล้วเขียนในแผนผังของกลุ่ม

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบ อัตนัยเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 10 ข้อ มีจำนวน 2 ฉบับ คือแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ซึ่งแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน มีขั้นตอนการ สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

3.4.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดแนวคิดและหลักการสร้าง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และหลักการวัดและประเมินผล

3.4.2.2 วิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ตามเนื้อหาในการวิจัย เพื่อกำหนด จุดประสงค์การเรียนรู้

3.4.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อ

แก้ไขปรับปรุง โดยได้รับคำแนะนำให้ปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการโดยแบบทดสอบทุกข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบและเสนอแนะเพิ่มเติม ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ได้แก่ ปรับปรุงภาษาให้ชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมกับวัย เพิ่มคำอธิบายเกี่ยวกับคะแนน ประโยชน์ค่าตามควรใช้ให้หลากหลาย จากนั้นนำเสนอด้วยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม

3.4.3.4 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1) เกณฑ์การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงจากเกณฑ์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 30) และของสุนันทา แสงสุข (2556: 224)

2) เกณฑ์การประเมินผลทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ประยุกต์จากเกณฑ์การประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 94) และของพูนศรี อาภรณ์รัตน์ (2548: 145)

3) เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ปรับปรุงจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 127) และปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 311) มาใช้เป็นเกณฑ์การให้คะแนน

3.4.3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนไตรมิตร อำเภอโพธิ์ศรีสุวรรณ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 30 คน แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาทำการวิเคราะห์หาดัชนีค่าความง่าย (P_E) ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) โดยคำนวณจากสูตรที่ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 199-201) ได้เสนอไว้ดังนี้

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2N X_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3.1)$$

และ

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3.2)$$

เมื่อ	P_E	แทน	ตัวนี้ค่าความง่าย
	D	แทน	ตัวนี้ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

และคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัยตามวิธีของ Cronbach โดยค่าดังกล่าวเรียกว่า “สัมประสิทธิ์แอลfa” (α – coefficient) (บุญชุม ศรีสะอาด, 2556: 116-119) มีสูตรดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right) \quad (3.3)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

$$\text{โดยที่ } S_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)} \quad (3.4)$$

เมื่อ	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	$\sum X_i$	แทน	คะแนนรวมของข้อที่ i
	$\sum X_i^2$	แทน	คะแนนรวมของคะแนนข้อที่ i ยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนคน

$$\text{และ } S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \quad (3.5)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} S^2 & \text{ แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม} \\ \sum X^2 & \text{ แทน คะแนนรวมของแต่ละคน} \\ \sum X^2 & \text{ แทน คะแนนรวมของแต่ละคนยกกำลังสอง} \\ N & \text{ แทน จำนวนคน} \end{aligned}$$

โดยมีเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อสอบคือ ต้องมีดัชนีค่าความง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.20-0.80 และดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งพบว่าข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อสอบคือ ข้อที่ 5 มีดัชนีค่าความง่าย (P_E) เป็น 0.05 ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) เป็น 0.03 ถึงแม้จะมีค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.80 จึงได้นำไปปรับปรุงและให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง แล้วนำมาทดสอบช้ำพบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ โดยมีดัชนีค่าความง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.23-0.52 มีดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.33-0.54 และนำแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัยได้ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.726 (รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูล ดังภาคผนวก ฯ) จากนั้นจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบคู่ขนานและนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- มีการทำความเข้าใจปัญหาโดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องครบถ้วน
	2 (พอใช้)	- มีการทำความเข้าใจปัญหาโดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- มีการทำความเข้าใจปัญหาโดยเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และ สอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง หรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหามิถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธีการ แก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การประเมินผลทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
3 (ดี)	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา ประโยชน์สัมภ์ลักษณ์ นำเสนอตามลำดับขั้นตอน ได้ถูกต้อง ชัดเจน และมีรายละเอียดครบถ้วน สมบูรณ์
2 (พอใช้)	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา ประโยชน์สัมภ์ลักษณ์ นำเสนอตามลำดับขั้นตอน ได้ถูกต้อง ชัดเจน 2 รายการ
1 (ปรับปรุง)	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา ประโยชน์สัมภ์ลักษณ์ นำเสนอตามลำดับขั้นตอน ได้ถูกต้อง ชัดเจน 1 รายการ
0 (ไม่พิจารณา)	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา ประโยชน์สัมภ์ลักษณ์ นำเสนอตามลำดับขั้นตอน ไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน หรือ ไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ยอดเยี่ยม)	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูกต้องได้คำตอบถูกต้อง สมบูรณ์
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องไม่สมบูรณ์ ได้คำตอบถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้อง แต่ตอบไม่ถูกต้อง
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องเป็นบางขั้นตอน ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาย่อย ๆ ที่แยกจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดแต่ดำเนินการต่อไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดวิธีการแก้ปัญหา
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง แต่มีสิ่งบ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหาบางประการ ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องเพียงบางส่วน ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ได้คำตอบถูกต้อง
0 (ไม่พยายาม)	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีร่องรอยของการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา หรือ - ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - คัดลอกข้อมูลจากโจทย์ปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.5.1 เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเรียน ด้วยการให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที

3.5.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกลุ่มทดลอง จัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์คิดวิสัยตามแนวคิดของไอกอฟสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา ตามแนวคิดของโพลยา ส่วนกลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 10 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง

3.5.3 เก็บรวบรวมข้อมูลหลังเรียน จากการทดสอบหลังเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที

ดังนั้นผู้วิจัยมีข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ ดังนี้

- (1) ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - (1.1) คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - (1.2) คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - (1.3) คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- (2) ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาตัวรวมให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วนำมาวิเคราะห์ผลดังนี้

3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

3.6.1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ด้วยสื่อตัวต่อตัว ตามแนวคิดของไวโภสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบ t-test แบบ Dependent Samples (บุญชุม ศรีสะอาด, 2556: 133-135) สำหรับสูตรที่ใช้ในการคำนวณค่า t ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad (3.6)$$

$$df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.6.1.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติทดสอบ t-test แบบ Independent Samples (บุญชุม ศรีสะอาด, 2556: 136-138) กรณีที่ assume ว่าความแปรปรวนของประชากรทั้งสองเท่ากัน คำนวณค่า t จากสูตร

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right) \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right)}}} \quad (3.7)$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ t แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตในการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมั่นยำสำคัญ
\bar{x}_1, \bar{x}_2 แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ
S_1^2, S_2^2 แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ
n_1, n_2 แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

3.6.1.3 เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ด้วยการใช้สถิติทดสอบ t-test แบบ Independent Samples (บุญชุม ศรีสะอาด, 2556: 136-138)

3.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยนำผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนมาวิเคราะห์เกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดหมวดหมู่ผลงานเขียนและนำเสนอด้วยรูปแบบการสรุปความเรียง เพื่อแสดงถึงผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอฟสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาให้มีความซัดเจนมากยิ่งขึ้น

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ตามแนวคิดของไอกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมนำมาวิเคราะห์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ pragmatics ตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

- 4.1 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 4.2 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.3 ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.1 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลที่แสดงถึงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

4.1.1 ผลคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1.1.1 เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1) ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample Pragmatics ดังตารางที่ 4.1

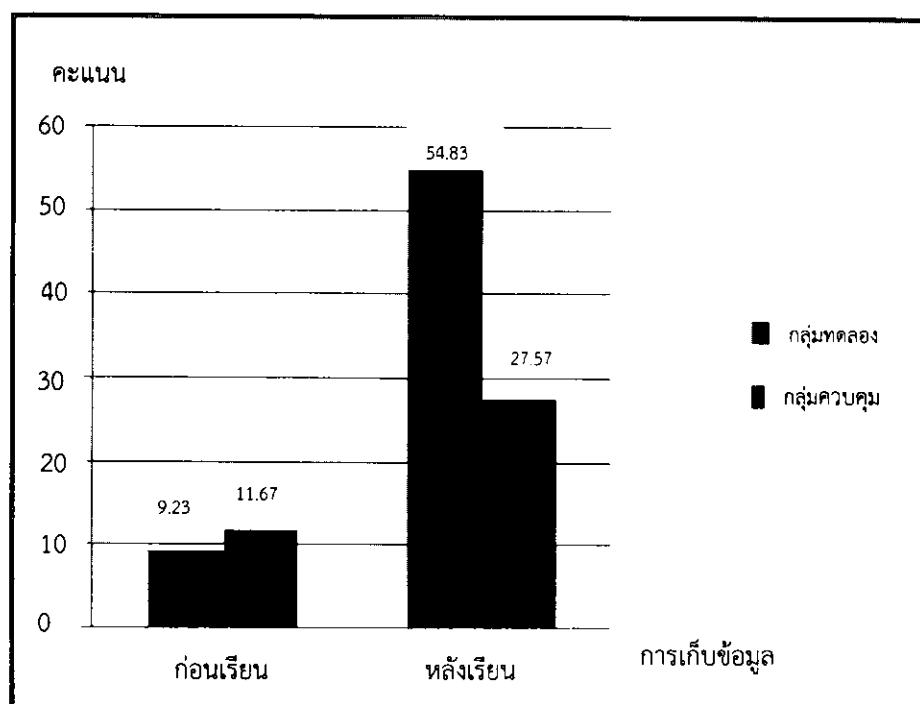
2) ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แผนภูมิแท่ง Pragmatics ดังภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

การเก็บข้อมูล	กลุ่ม	จำนวน	คะแนนเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t	ค่า p
ก่อนเรียน	กลุ่มทดลอง	30	120	9.23	3.77	1.945	0.057
	กลุ่มควบคุม	30	120	11.67	5.73		
หลังเรียน	กลุ่มทดลอง	30	120	54.83	15.86	7.227	0.000**
	กลุ่มควบคุม	30	120	27.57	13.25		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากการที่ 4.1 พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และหลังเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



ภาพที่ 4.1 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เมื่อพิจารณาแผนภูมิแท่ง จากภาพที่ 4.1 จะเห็นว่า ก่อนเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มทดลอง และหลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับผลการเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t-test

4.1.1.2 เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นรายด้าน

1) ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นรายด้าน โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

2) ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นรายด้าน โดยใช้กราฟ ปรากฏผลดังภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เป็นรายด้าน

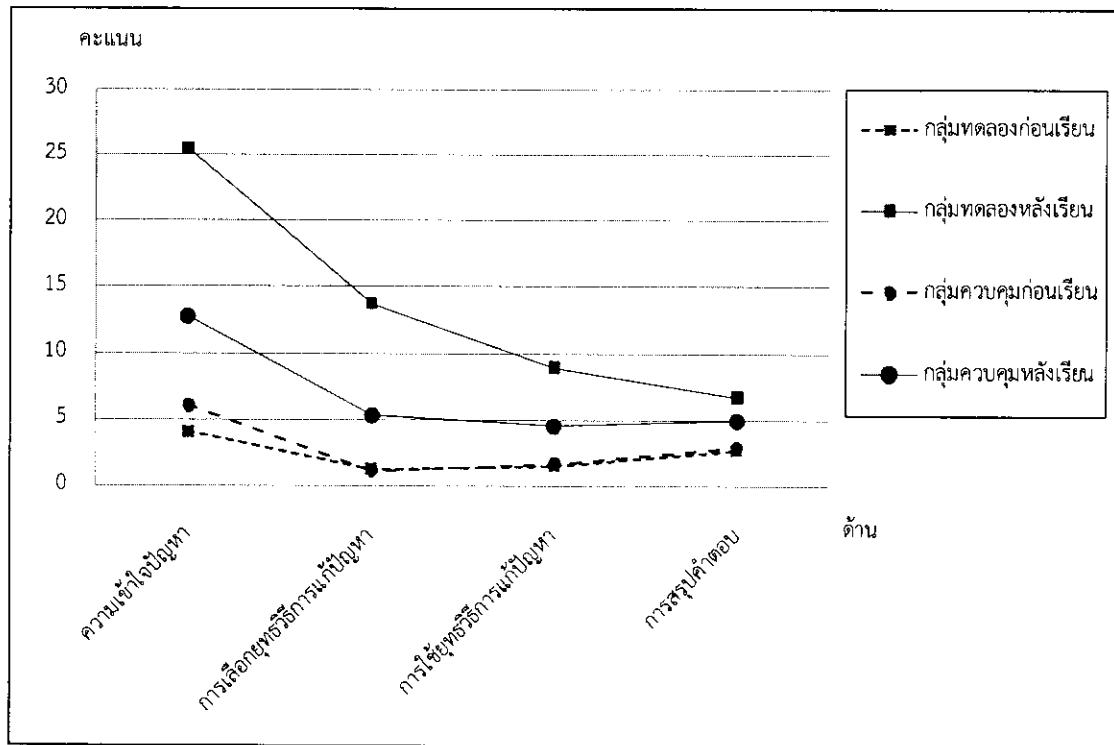
ด้าน	กลุ่ม	จำนวน	คะแนน เต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่า t	ค่า p
ก่อนเรียน							
ความเข้าใจ ปัญหา	กลุ่มทดลอง	30	30	4.03	2.24	2.643	0.011
	กลุ่มควบคุม	30	30	6.07	3.57		
การเลือก ยุทธวิธีการ แก้ปัญหา	กลุ่มทดลอง	30	30	1.20	1.61	0.329	0.743
	กลุ่มควบคุม	30	30	1.07	1.53		
การใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	กลุ่มทดลอง	30	30	1.40	1.48	0.440	0.661
	กลุ่มควบคุม	30	30	1.63	2.49		
การสรุป คำตอบ	กลุ่มทดลอง	30	30	2.60	1.79	0.608	0.546
	กลุ่มควบคุม	30	30	2.90	2.02		

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เป็นรายด้าน (ต่อ)

ด้าน	กลุ่ม	จำนวน	คะแนน เต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่า t	ค่า p
หลังเรียน							
ความเข้าใจ ปัญหา	กลุ่มทดลอง	30	30	25.53	4.16	8.777	0.000**
	กลุ่มควบคุม	30	30	12.77	6.79		
การเลือก ยุทธวิธีการ แก้ปัญหา	กลุ่มทดลอง	30	30	13.73	6.07	6.284	0.000**
	กลุ่มควบคุม	30	30	5.33	4.09		
การใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	กลุ่มทดลอง	30	30	8.90	5.27	3.513	0.001**
	กลุ่มควบคุม	30	30	4.57	4.23		
การสรุป คำตอบ	กลุ่มทดลอง	30	30	6.67	4.05	1.940	0.058
	กลุ่มควบคุม	30	30	4.90	2.92		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทุกด้านไม่แตกต่างกัน แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา และการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ยกเว้น ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการสรุปคำตอบไม่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน

เมื่อพิจารณาแผนภาพที่ 4.2 จะเห็นว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทุกด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างเห็นได้ชัด ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทุกด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเพียงเล็กน้อย และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะเห็นว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทุกด้านสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับผลการเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t-test นอกจากนี้จะเห็นว่า หลังเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการทำความเข้าใจปัญหาสูงกว่าทุกด้าน สรุปได้ว่า หลังเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงมากที่สุดคือ ด้านการทำความเข้าใจปัญหา

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ผลคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

4.1.2 ผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

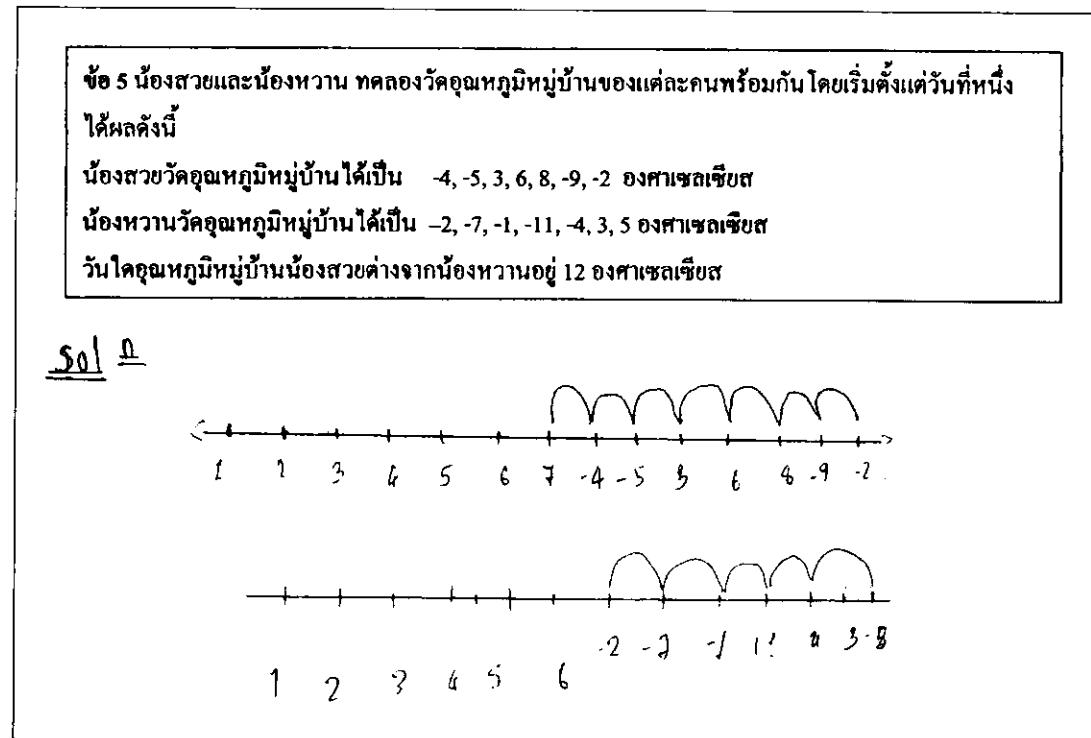
ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลที่แสดงถึงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังนี้

4.1.2.1 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบร่วม

1) ก่อนเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ

กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีการเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพียงเล็กน้อย มีการเขียนภาพประกอบเพื่อทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาแต่ไม่สำเร็จ บางคนมีการทดเพื่อหาคำตอบแต่ไม่เขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหา บางคนมีการเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาแต่ไม่มีการสรุปคำตอบ และบางคนไม่มีร่องรอยของการเขียนเพื่อแสดงถึงการทำความเข้าใจโจทย์ ยกตัวอย่างดังภาพที่ 4.3-4.4



ภาพที่ 4.3 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลลัมพุทธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 5 กลุ่มทดลองคนที่ 12

ข้อที่ 2 การแบ่งขั้นกีฬาประเภทหนึ่งสู่ที่ได้คะแนนรวมน้อยที่สุดเป็นผู้ชนะ ซึ่งในการแบ่งขั้นรอบชิงชนะเลิศ มีผู้เข้าร่วมแบ่งขันจำนวนสองคน และผลคะแนนเป็นดังนี้

ต้น มีคะแนนเป็น -3, -5, -4, -6, -7

เต็ม มีคะแนนเป็น -4, -7, -4, -3, -2

จากผลการแบ่งขั้นดังกล่าวใครจะเป็นผู้ชนะ

วิธีที่ 1 หาผลหาร $\frac{1}{17} \times \text{ผลรวม} = \frac{1}{17} \times (-3 - 5 - 4 - 6 - 7)$

$$\text{ตัวมีผลหาร} = -3 - 5 - 4 - 6 - 7$$

$$\text{ตัวมีผลหาร} = -4 - 7 - 4 - 3 - 2$$

วิธีที่ 2 ตัวมีผลหาร $\frac{1}{17} \times (-3 - 5 - 4 - 7 - 4 - 2) = \frac{1}{17} \times (-27) = -27 \times \frac{1}{17} = -1.588$

MOD หาผลหาร $\frac{1}{17} \times (-3 - 5 - 4 - 7 - 4 - 2) = -1.588$

ภาพที่ 4.4 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลลัมภุธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 2 กลุ่มควบคุมคนที่ 17

2) หลังเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือ

กลุ่มทดลองมีการเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหาและเงื่อนไขของโจทย์ได้ถูกต้องและครอบคลุม มีการเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาร่วมทั้งเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาอย่างละเอียดและนำไปใช้หาคำตอบที่ถูกต้องซึ่งได้แก่ การเขียนสมการ การเขียนตาราง การวาดภาพ และการค้นหาแบบรูป นำเสนอการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และเมื่อสรุปคำตอบมีการเขียนแสดงการตรวจสอบคำตอบด้วยการวาดภาพประกอบเพื่อความถูกต้องของคำตอบอีกครั้ง ยกตัวอย่างดังภาพที่ 4.5

ข้อที่ 1 ศัญญาณเดือนของภารานิภาคดองแห่งหนึ่งจะดังเดือนเดือนใหม่ก็ต้องดองเดือนใหม่ไปรับสภาพร่างกาย เมื่อผ่านรวมของศัญญาณความดันที่เกิดจากเครื่องปล่อยศัญญาณ 2 เครื่องรวมกันเท่ากับ -53 อย่างทราบว่าช่วงไม้ที่เท่าไหร่ที่เครื่องสัญญาณเดือนจะดังครั้งต่อไป ลักษณะการรายงานแต่ละช่วงไม้เป็นดังนี้

เครื่อง A สั่งศัญญาณ -20, -22, -24, -26, -28, -30, 32 และ
เครื่อง B สั่งศัญญาณ -5, -10, -15, -20, -25, 30, 35

จุด 1 ไฟฟ้าบ้าน

- ลักษณะไฟบ้านจะดองเดือน
- เครื่องบ้านจะดองเดือน 2 เครื่องบ้านเท่ากับ -53

จุด 1 A ลักษณะ -20, -22, -24, -26, -28

-30, -32 ฯลฯ

จุด 1 B ลักษณะ -5, -10, 15, 20, -25, 30, 35

ไฟฟ้าบ้าน

ไฟฟ้าบ้านที่ต้องดองเดือนจะดองเดือน

จุด 2 ไฟฟ้าบ้าน

ไฟฟ้าที่ต้องดองเดือนจะดองเดือนเพื่อให้ไฟฟ้าบ้านดองเดือน

จุด 2 A -20 -22 -24 -26 -28 -30 -32

จุด 2 B -5 -10 -15 -20 -25 30 35

$$\text{สมการ } (-20) + (-5) = \boxed{-25} + (-10) + \boxed{-15} + (-20) + (-25) = \boxed{-10} + \boxed{-20} = \boxed{-30} + 30 = \boxed{0}$$

ตรวจสอบผล

ไฟฟ้าบ้านที่ต้องดองเดือน

$$\text{สมการ } (-20) + (-5) = \boxed{-25} \quad (1) \quad (-20) + (-10) = \boxed{-30} \quad (2) \quad (-20) + (-15) = \boxed{-35} \quad (3) \quad (-20) + (-20) = \boxed{-40} \quad (4)$$

$$(5) \quad (-20) + (-25) = \boxed{-45} \quad (6) \quad (-30) + 30 = \boxed{0} \quad (7) \quad (-35) + 35 = \boxed{0}$$

ดังนั้นไฟฟ้าบ้านที่ต้องดองเดือน

ไฟฟ้าบ้าน

ไฟฟ้าบ้านที่ต้องดองเดือน $= (-25) + (-30) = \boxed{-55}$

$$\text{สมการ } (-25) + (-30) = \boxed{-55}$$

ภาพที่ 4.5 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลลัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 15

สำหรับกลุ่มควบคุมมีการเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพียงบางส่วน มีการเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาเพียงเล็กน้อย มีการเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาด้วยการใช้สมการแต่ไม่ถูกต้อง มีการเขียนแสดงกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เป็นลำดับขั้นตอน และไม่มีการเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหา ทำให้มีการสรุปคำตอบไม่ครอบคลุมกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา ยกตัวอย่างดังภาพที่ 4.6

ข้อที่ 1 สัญญาณเดือนของสถานีทดสอบแห่งหนึ่งจะต้องเดือนให้มั่นคงของอุปกรณ์ท้องทดสอบ เพื่อไปปรับสภาพร่างกาย เมื่อผู้รวมของสัญญาณความถี่ที่เกิดจากเครื่องปั๊บสัญญาณ 2 เครื่องรวมกัน เท่ากับ -53 อย่างทราบว่าร้าวในที่ท้าไว้ที่เครื่องสัญญาณเดือนจะลังคังต่อไป ลักษณะการร่ายงานเด่นชัดในรูปเป็นดังนี้

เครื่อง A ตั้งสัญญาณ -20, -22, -24, -26, -28, -30, 32 และ
เครื่อง B ตั้งสัญญาณ -5, -10, -15, -20, -25, 30, 35

$$\begin{array}{l}
 \text{อัจฉริภาพ} \quad \text{ตั้งสัญญาณ} \\
 \text{ข. 1} \quad \begin{array}{r}
 \cancel{A} -20 \\
 \cancel{B} -5 + = -25 \\
 \hline
 \end{array} \\
 \text{ข. 2} \quad \begin{array}{r}
 \cancel{A} -22 \\
 \cancel{B} -10 + = (-32) \\
 \hline
 \end{array} \\
 \text{ข. 3} \quad \begin{array}{r}
 \cancel{A} -24 \\
 \cancel{B} -15 + = (-39) \\
 \hline
 \end{array} \\
 \text{ข. 4} \quad \begin{array}{r}
 \cancel{A} -26 \\
 \cancel{B} -26 \\
 \hline
 \end{array} \\
 \text{ข. 5} \quad \begin{array}{r}
 \cancel{A} -28 \\
 \cancel{B} -28 \\
 \hline
 \end{array} = (-46) \\
 \text{ข. 6} \quad \begin{array}{r}
 \cancel{A} -30 \\
 \cancel{B} -30 \\
 \hline
 \end{array} = (-53) \checkmark \\
 \text{ข. 7} \quad \begin{array}{r}
 \cancel{A} -32 \\
 \cancel{B} -32 \\
 \hline
 \end{array} = (-64) \\
 \end{array}$$

ผล: ตั้งสัญญาณ -20, -22, -24, -26, -28, -30, 32 และ -5, -10, -15, -20, -25, 30, 35

ภาพที่ 4.6 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลลัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 15

4.1.2.2 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยนำผลงานเขียนที่แสดงถึงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลดังนี้

1) การทำความเข้าใจโจทย์ ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์เพียงเล็กน้อย กล่าวคือ มีการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน และบางคนไม่มีร่องรอยของการเขียนที่แสดงถึงความเข้าใจโจทย์ ดังตัวอย่างภาพที่ 4.7 และ 4.8

ข้อที่ 1 ในกราฟ เผยแพร่ของน้ำในร่องน้ำดูดซึมอยู่ในดินชั้นลึกหนึ่ง ใช้มือตรวจสอบกันก่อนว่า ได้มีการเขียนข้อมูลที่แนบมาไว้ในข้อที่ 1 แล้วด้วย ตอบ คุณจะต้องใช้เวลาในการอ่านข้อที่ 1 ให้ดีๆ จึงจะเขียนได้ แต่ในที่สุดก็เขียนได้ แต่เขียนไม่ถูกต้อง ไม่ได้ถูกต้องมากนัก ข้อที่ 2 คุณจะต้องใช้เวลาในการอ่านข้อที่ 2 ให้ดีๆ จึงจะเขียนได้ แต่ในที่สุดก็เขียนได้ แต่เขียนไม่ถูกต้อง ไม่ได้ถูกต้องมากนัก ข้อที่ 3 คุณจะต้องใช้เวลาในการอ่านข้อที่ 3 ให้ดีๆ จึงจะเขียนได้ แต่ในที่สุดก็เขียนได้ แต่เขียนไม่ถูกต้อง ไม่ได้ถูกต้องมากนัก ข้อที่ 4 คุณจะต้องใช้เวลาในการอ่านข้อที่ 4 ให้ดีๆ จึงจะเขียนได้ แต่ในที่สุดก็เขียนได้ แต่เขียนไม่ถูกต้อง ไม่ได้ถูกต้องมากนัก

ภาพที่ 4.7 ผลการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ก่อนเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 25

ข้อที่ 1 ในกราฟ เผยแพร่ของน้ำในร่องน้ำดูดซึมอยู่ในดินชั้นลึกหนึ่ง ใช้มือตรวจสอบกันก่อนว่า ได้มีการเขียนข้อมูลที่แนบมาไว้ในข้อที่ 1 แล้วด้วย ตอบ คุณจะต้องใช้เวลาในการอ่านข้อที่ 1 ให้ดีๆ จึงจะเขียนได้ แต่ในที่สุดก็เขียนได้ แต่เขียนไม่ถูกต้อง ไม่ได้ถูกต้องมากนัก ข้อที่ 2 คุณจะต้องใช้เวลาในการอ่านข้อที่ 2 ให้ดีๆ จึงจะเขียนได้ แต่ในที่สุดก็เขียนได้ แต่เขียนไม่ถูกต้อง ไม่ได้ถูกต้องมากนัก ข้อที่ 3 คุณจะต้องใช้เวลาในการอ่านข้อที่ 3 ให้ดีๆ จึงจะเขียนได้ แต่ในที่สุดก็เขียนได้ แต่เขียนไม่ถูกต้อง ไม่ได้ถูกต้องมากนัก ข้อที่ 4 คุณจะต้องใช้เวลาในการอ่านข้อที่ 4 ให้ดีๆ จึงจะเขียนได้ แต่ในที่สุดก็เขียนได้ แต่เขียนไม่ถูกต้อง ไม่ได้ถูกต้องมากนัก ตอบ คุณจะต้องใช้เวลาในการอ่านข้อที่ 1 ให้ดีๆ จึงจะเขียนได้ แต่ในที่สุดก็เขียนได้ แต่เขียนไม่ถูกต้อง ไม่ได้ถูกต้องมากนัก

ภาพที่ 4.8 ผลงานเขียนเฉพาะสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ก่อนเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 6

หลังเรียนกลุ่มทดลองมีผลงานเขียนที่แสดงถึงการมีทักษะการแก้ปัญหาด้านการทำความเข้าใจโจทย์ได้ถูกต้องเพิ่มขึ้น กล่าวคือ มีการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา และเงื่อนไขของโจทย์ได้ถูกต้องและครอบคลุมโจทย์ปัญหา เมื่อมีบางคนเขียนในส่วนของขั้นแสดงวิธีหาคำตอบแต่ถือว่าเป็นการเขียนแสดงการทำความเข้าใจโจทย์ ตัวอย่างเช่น กลุ่มทดลองคนที่ 11 มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยด้านนี้ แต่ผลงานเขียนในข้อที่ 1 พบว่า มีการเขียนที่แสดงการทำความเข้าใจโจทย์ถูกต้องและครอบคลุม โดยมีการเขียนเงื่อนไขของโจทย์ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา และเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ในขั้นตอนของการแสดงวิธีหาคำตอบ ดังภาพที่ 4.9

จงหาค่า x ที่ $x^2 - 4x + 3 = 0$
จงหาค่า x ที่ $x^2 - 4x + 3 = 0$
$x^2 - 4x + 3 = 0$
$(x-1)(x-3) = 0$
$x-1 = 0$ หรือ $x-3 = 0$
$x = 1$ หรือ $x = 3$

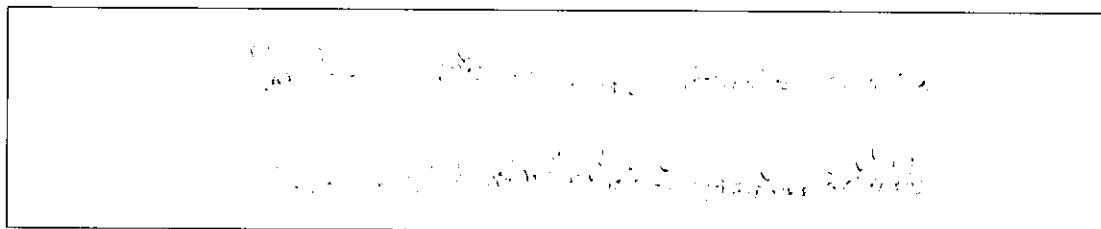
ภาพที่ 4.9 การเขียนแสดงการทำความเข้าใจโจทย์ได้ถูกต้อง หลังเรียน ข้อที่ 1
กลุ่มทดลองคนที่ 11

และหลังเรียนกลุ่มทดลองที่มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการแก้ปัญหาด้านการทำความเข้าใจโจทย์ถูกต้อง และครอบคลุมกับโจทย์ปัญหา ได้ชัดเจน กล่าวคือ เขียนขั้นตอนของการทำความเข้าใจโจทย์ ด้วยการทำหน้าที่ โจทย์ให้อะไรบ้าง และโจทย์ต้องการหาอะไรบ้าง ถึงแม้บางคนจะยังไม่สามารถเขียนเป็นประโยคที่กระชับ แต่ก็แสดงให้เห็นถึงการทำความเข้าใจโจทย์ได้ครอบคลุม ดังภาพที่ 4.10

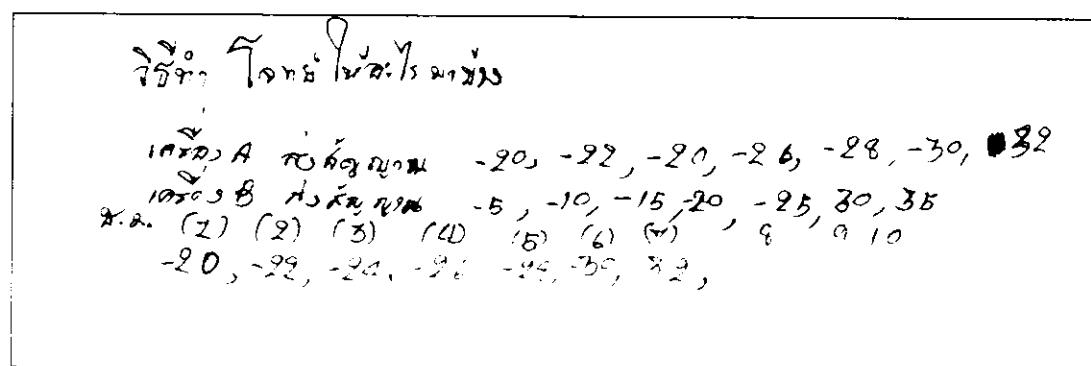
จงหาค่า x ที่ $x^2 - 4x + 3 = 0$
ต้องหาค่า x ที่ $x^2 - 4x + 3 = 0$
ต้องหาค่า x ที่ $x^2 - 4x + 3 = 0$
$x^2 - 4x + 3 = 0$
$(x-1)(x-3) = 0$
$x-1 = 0$ หรือ $x-3 = 0$
$x = 1$ หรือ $x = 3$

ภาพที่ 4.10 การทำความเข้าใจโจทย์ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 15

ส่วนหลังเรียนกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงการทำความเข้าใจโจทย์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย กล่าวคือ มีการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บางส่วน บางคนเขียนเฉพาะเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาเท่านั้น และบางคนจะมีการเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เงื่อนไขของโจทย์ หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ครบถ้วน ถึงแม้จะพยายามเขียนเพื่อแสดงการทำความเข้าใจโจทย์ ดังตัวอย่างภาพที่ 4.11 ถึงภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.11 การเขียนเงื่อนไขของโจทย์และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บางส่วน หลังเรียน ข้อที่ 8 กลุ่มควบคุมคนที่ 1



ภาพที่ 4.12 การเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 30

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการทำความเข้าใจโจทย์จากผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ไม่แตกต่างกัน แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ดีกว่าก่อนเรียนและดีกว่ากลุ่มควบคุม

2) การเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีการเขียนสมการ การวาดภาพแต่ไม่ถูกต้อง มีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทันทีโดยไม่เขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา บางคนพยายามเขียนอธิบายด้วยภาษาที่ไม่เป็นทางการ แต่ไม่ตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา และบางคนไม่มีร่องรอยการเขียนวิธีการแก้ปัญหา ดังตัวอย่างภาพที่ 4.13-4.14

ข้อที่ 7 เผชิญเป็นศูนย์ตัวหรือทางเดินของพื้นที่ ซึ่งมีอุณหภูมิเป็นตัวนี้ $-2, -7, -13$ อย่างน้อยจะต้องเดินไป
เวลารักษาในที่อย่างเดียวและรู้ว่าต้องไม่ได้เดินด้วยปรับอุณหภูมิให้เป็น -2 ก่อนจะอุณหภูมิตามในแต่ละพื้นที่
จะทำให้เวลาเดินที่จะใช้จะน้อยลงมาก

ภาพที่ 4.13 การอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสมกับโจทย์ปัญหา ก่อนเรียน ข้อที่ 7
กลุ่มทดลองคนที่ 17

ภาพที่ 4.14 การเขียนสมการในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ก่อนเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 15

แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับโจทย์ปัญหามากขึ้น กล่าวคือ ในขั้นการคิดวิธีทางคำตอบมีการเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด มีการเขียนตารางและสมการที่ถูกต้อง และมีการเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ดังภาพที่ 4.15-4.16

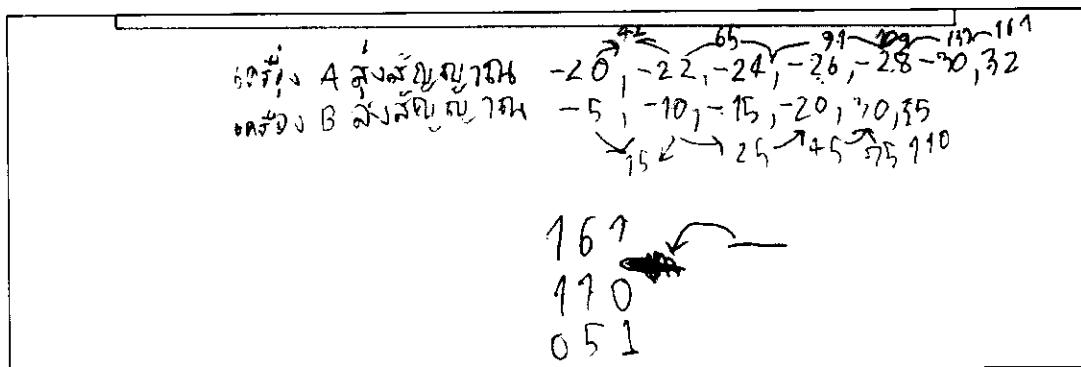
<u>วิธีการแก้ปัญหา</u>							
นำตัวแปรที่ไม่ต้องคำนวณมาไว้ด้านหลัง นำตัวแปรที่ต้องคำนวณมาไว้ด้านหน้า หน้า - 63							
แบบใช้ภาษาไทย อ ๓ ๔ ๕ ๖ ๗							
1) 20 + 22 + 24 + 26 + 28 + 30 + 32							
2) 6 + 10 + 15 + 20 + 25 + 30 + 35							
(1)	- 20 + - 6 = - 26	(2)	- 92 + - 10 = - 102	(3)	- 24 + - 15 = - 39	(4)	- 26 + - 20 = - 46
(5)	- 28 + - 25 = - 53	(6)	- 30 + 30 = 0	(7)	- 32 + - 35 = - 67		

ภาพที่ 4.15 การเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหา เขียนตารางและสมการได้เหมาะสมกับโจทย์
หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 13

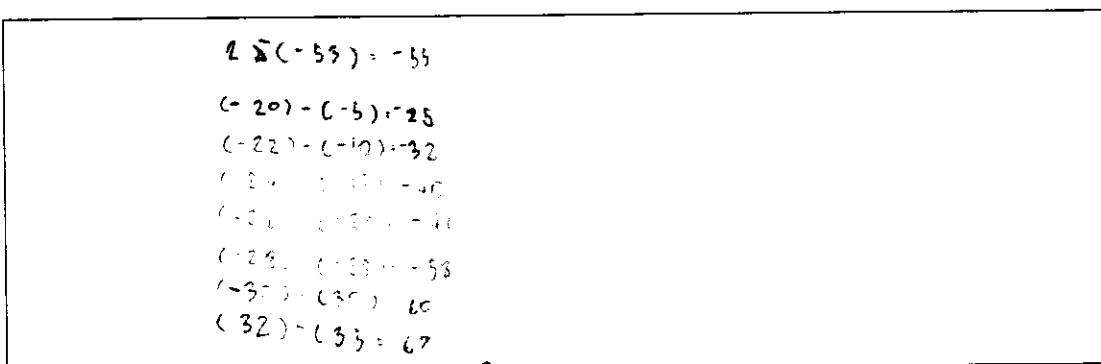
<u>วิธีการแก้ปัญหา</u>						
นำตัวแปรที่ไม่ต้องคำนวณมาไว้ด้านหลัง นำตัวแปรที่ต้องคำนวณมาไว้ด้านหน้า หน้า - 63						
1) 20 + 22 + 24 + 26 + 28 + 30 + 32						
2) 6 + 10 + 15 + 20 + 25 + 30 + 35						
3) (-20) + (-6) = \boxed{(-26)} + (-10) + (-24) + (-20) = \boxed{(-30)} + 30 = \boxed{0}						

ภาพที่ 4.16 การเขียนอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน
หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 15

ส่วนกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย กล่าวคือ มีการเขียนสมการ และการคาดภาพประกอบแต่ไม่เหมาะสม กับโจทย์ มีการเขียนเส้นโยงแต่ไม่มีการเขียนอธิบายรายละเอียดที่สำคัญ และบางคนไม่มีร่องรอยของการเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา ดังภาพที่ 4.17-4.18



ภาพที่ 4.17 การเขียนเส้นโยงโดยไม่มีข้อความอธิบาย หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 3



ภาพที่ 4.18 การเขียนสมการแต่ไม่ถูกต้อง หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 16

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการเลือกยุทธิ์วิธีการแก้ปัญหาจากผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการเลือกยุทธิ์วิธีการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการเลือกยุทธิ์วิธีการแก้ปัญหาดีกว่าก่อนเรียนและดีกว่ากลุ่มควบคุม

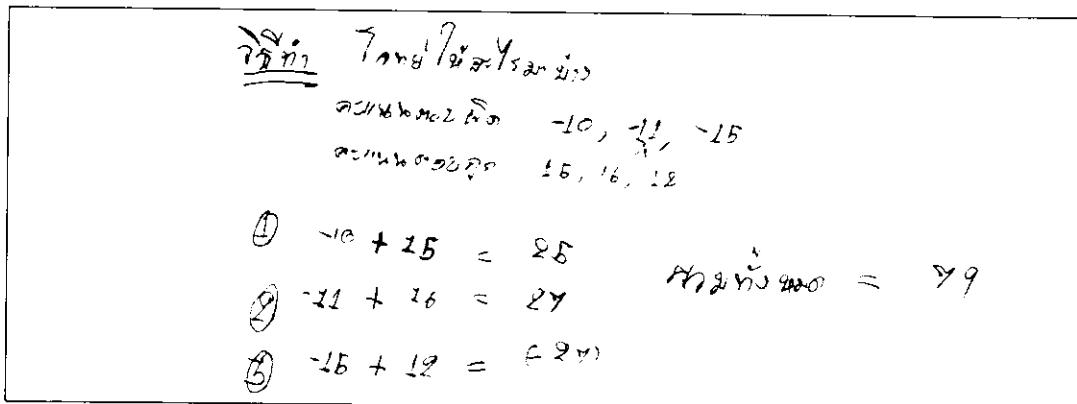
3) การใช้ยุทธิ์วิธีการแก้ปัญหา ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ มีการเขียนคำตอบทันทีโดยไม่มีการเขียนอธิบายแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา มีการเขียนแสดงการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ชัดเจน คำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องบางขั้นตอน เขียนแสดง

2. ศิลปะที่ 3 ภาษาไทย	3. นักเรียนที่ 3 คำสอน
คำสั่งภาษาไทย A หรือ B งานวิชาชีพที่ต้องการ	คำสั่งวิธีที่สอน
ข้อ 1 (-20) + (-5) = <input type="text"/>	ข้อ 1 (-20) + (-5) = -25
ข้อ 2 (-10) + (-22) = <input type="text"/>	ข้อ 2 (-10) + (-22) = -32
ข้อ 3 (-24) + (-15) = <input type="text"/>	ข้อ 3 (-24) + (-15) = -39
ข้อ 4 (-26) + (-20) = <input type="text"/>	ข้อ 4 (-26) + (-20) = -46
ข้อ 5 (-28) + (-25) = <input type="text"/>	ข้อ 5 (-28) + (-25) = -53
ข้อ 6 (-30) + 30 = <input type="text"/>	ข้อ 6 (-30) + 30 = -60
ข้อ 7 32 + 35 = <input type="text"/>	ข้อ 7 32 + 35 = 65
	ข้อ 8 (-15) เศรษฐศาสตร์ทางวิชาชีพที่ต้องการ -53

ภาพที่ 4.21 การนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง ตามลำดับขั้นตอน หลังเรียน ข้อที่ 1
กลุ่มทดลองคนที่ 19

และจากการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนของกลุ่มทดลองคนที่ 15 ข้อที่ 8 แสดงให้เห็นถึงความพยายามในการนำวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไปใช้อย่างละเอียดถี่มั่นจะใช้เครื่องหมายไม่ถูกต้อง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหารจำนวนเต็มว่าเป็นการแบ่งออกเป็นหมู่ หมู่ละเท่ากัน ๆ หรือการลบออกครั้งละเท่า ๆ กัน และเมื่อพิจารณาผลงานเขียนของนักเรียนคนตั้งกล่าวในการหาผลหารของจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวกที่กำหนดให้ในโจทย์ข้อที่ 9 พบว่าสามารถใช้วิธีการเขียนสมการในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แสดงว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการหารจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มบวก แต่ยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการหารจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ดังภาพที่ 4.22-4.23

แก้ปัญหาที่สำคัญ เช่นการดำเนินการบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนเต็ม บางครั้นตอบได้ถูกต้องแต่เขียนประโยคทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ด้วยภาพที่ 4.24



ภาพที่ 4.24 การนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้แล้วได้คำตอบไม่ถูกต้อง หลังเรียน ข้อที่ 3
กลุ่มควบคุมคนที่ 30

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการแก้ปัญหาด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาจากผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่แตกต่างกัน แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ดีกว่าก่อนเรียนและดีกว่ากลุ่มควบคุม

4) การสรุปคำตอบ ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในสรุปคำตอบถูกต้องเพียงบางส่วน หรือไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง กล่าวคือ มีการเขียนแสดงคำตอบไม่ครอบคลุมกับปัญหา หรือเขียนแสดงคำตอบไม่ถูกต้อง บางคนนำเงื่อนไขของโจทย์มาเป็นคำตอบ และบางคนไม่มีการเขียนสรุปคำตอบเลย ดังตัวอย่างภาพที่ 4.25-4.26

<p>ข้อที่ 2 การเขียนจำนวนเดียวที่ได้จากการบวกจำนวนเดียวที่ต้องหักกับจำนวนเดียวที่ต้องหักนั้น</p> <p>มีสูตรร่วมเขียนจำนวนสองคน และผลตอบแทนเป็นดังนี้</p> <p>ด้าน มีค่าแทนเป็น -3, -5, -4, -6, -7 ด้าน มีค่าแทนเป็น -4, -7, -4, -3, -2</p> <p>จากผลการเขียนขันดังกล่าวไว้จะได้จำนวนเดียว</p>

วิธีทำ ด้าน ด้านหนึ่งเป็น -3+(-5)+(-4)+(-6)+(-7)
 ด้าน ด้านหนึ่งเป็น -4+(-7)+(-4)+(-3)+(-2)
 ผลของการบวกข้างล่างกล่าวไว้ดังนี้ดังนี้ = **ตัวมีหักบวก**

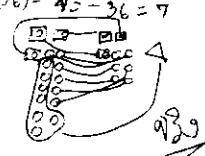
จุดนี้ ตัวมีหักบวก

ภาพที่ 4.25 การสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน ก่อนเรียน ข้อที่ 2 กลุ่มทดลองคนที่ 12

<p>วิธีทำ</p> <p>ด้าน ด้านหนึ่งเป็น $-3, -5, -4, -6, -7 = -26$ ด้าน ด้านหนึ่งเป็น $-4, -7, -4, -3, -2 = -20$</p> <p>ผล ด้าน ด้านมีหักบวก</p>
--

ภาพที่ 4.26 การสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน ก่อนเรียน ข้อที่ 2 กลุ่มควบคุมคนที่ 1

หลังเรียนกลุ่มทดลองมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการสรุปคำตอบที่ถูกต้อง ครบถ้วน กล่าวคือ มีการเขียนแสดงคำตอบ และมีการแสดงเหตุผลของคำตอบที่ถูกต้อง ตลอดจนมีการเขียนแผนภาพแสดงการตรวจคำตอบเพื่อความถูกต้องของการแก้โจทย์ปัญหา ดังภาพที่ 4.27-4.28

<p>4 ตรวจสอบ</p> <p>ต. $43 + (-36) = 43 - 36 = 7$ ด้าน ด้านหนึ่งเป็น 0 ผลกากๆ</p>  <p>ด้านหนึ่ง เป็น 0 ผลกากๆ</p>

ภาพที่ 4.27 การตรวจคำตอบโดยใช้แผนภาพประกอบ หลังเรียน ข้อที่ 3 กลุ่มทดลองคนที่ 19

๐๑๒๗ ห้องเรียนที่๖๖ กช๔ ห้อง๓๐๙ วันจันทร์ ๑๐๘๖๖๙๙๙ - 10 °C

④ แบบฝึกหัด

$$(-127 - (-2)) = -125 \text{ (ต่อ)} \quad \text{หน่วย } (-10) + (-2) = -12 \text{ หน่วย (ต่อ)}$$

ภาพที่ 4.28 การสรุปคำตอบ และเขียนอธิบายด้วยภาษาไม่เป็นทางการในการตรวจคำตอบ
หลังเรียน ข้อที่ 4 กลุ่มทดลองคนที่ 2

ส่วนหลังเรียนกลุ่มควบคุมมีการเขียนแสดงการสรุปคำตอบไม่ครอบคลุมกับโจทย์ปัญหา หรือไม่มีการเขียนสรุปคำตอบ กล่าวคือ มีการเขียนคำตอบถูกต้องบางส่วนแต่ขาดรายละเอียดที่สำคัญ และเขียนคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาสั้น ๆ ดังภาพ 4.29-4.30

ตามที่ ๔๒๕, ๔๒๖, ๔๒๗, ๔๒๘, ๔๒๙, ๔๒๑
 A ๔๒๖ (-25), B ๔๒๖ -23 ซึ่ง A ลักษณะ

ภาพที่ 4.29 การสรุปคำตอบถูกต้องบางส่วนซึ่งขาดรายละเอียดที่สำคัญ หลังเรียน ข้อที่ 2
กลุ่มควบคุมคนที่ 30

ตามที่ ๔๒๕, ๔๒๖, ๔๒๗, ๔๒๘, ๔๒๙, ๔๒๑
 ซึ่ง A ลักษณะ

ภาพที่ 4.30 การเขียนคำตอบโดยไม่มีการแสดงการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ก่อนเรียน ข้อที่ 5
กลุ่มควบคุมคนที่ 5

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการสรุปคำตอบจากผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึง

ความสามารถในการสรุปค่าตอบไม่แตกต่างกัน แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการสรุปค่าตอบดีกว่าก่อนเรียนและดีกว่ากลุ่มควบคุม

4.2 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลที่แสดงถึงทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

4.2.1 ผลคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.2.2.1 เปรียบเทียบคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ปรากฏผลดังตารางที่ 4.3

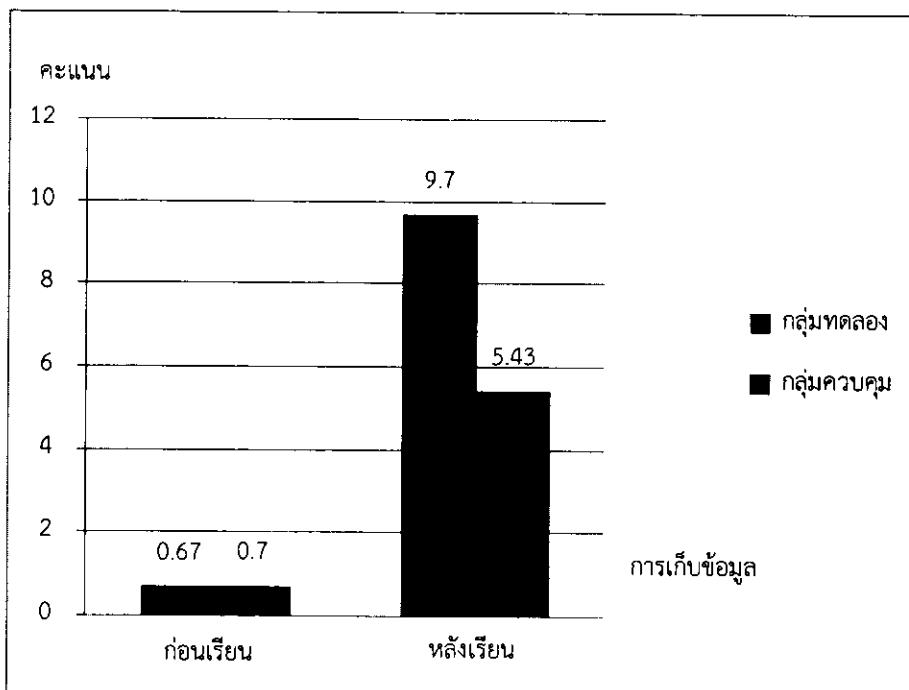
4.2.2.2 เปรียบเทียบคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการสร้างแผนภูมิแท่ง ปรากฏผลดังภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การเก็บ ข้อมูล	กลุ่ม	จำนวน	คะแนน เต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่า t	ค่า p
ก่อนเรียน	กลุ่มทดลอง	30	30	0.67	0.76	0.120	0.905
	กลุ่มควบคุม	30	30	0.70	1.32		
หลังเรียน	กลุ่มทดลอง	30	30	9.70	4.15	4.634	0.000*
	กลุ่มควบคุม	30	30	5.43	2.86		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 4.3 พบร่วมก่อนเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



ภาพที่ 4.31 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากการที่ 4.31 จะเห็นว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างเห็นได้ชัด และจะเห็นว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่หลังเรียน กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างชัดเจนซึ่ง สอดคล้องกับผลการเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t-test

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ผลคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

4.2.2 ผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ผู้จัยได้วิเคราะห์ข้อมูลที่แสดงถึงทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังนี้

4.2.2.1 ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ถูกต้องบางส่วน กล่าวคือ มีการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่

โจทย์ต้องการหา ประโภคสัญลักษณ์ นำเสนอตามลำดับขั้นตอนไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจนหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา ดังตัวอย่างภาพที่ 4.32-4.33

ข้อที่ 1 ในการรัศมีทางภูมิภาคในห้องทดลองของห้อง ในหนึ่งสัปดาห์ ได้มีการรายงานผลตั้งแต่วันนั้นที่เป็นดังนี้

ห้องทดลองเพาะเชื้อแบคทีเรียชนิด A มีอุณหภูมิเป็น $-6, -10, -14, -18, -22, -26, -30$ องศาเซลเซียส
ห้องทดลองเพาะเชื้อแบคทีเรียชนิด B มีอุณหภูมิเป็น $-3, -6, -9, -12, -15, -18, -21$ องศาเซลเซียส
อยากรู้ว่าวันไหนอุณหภูมิรวมทั้งสองห้องเป็น -44 องศาเซลเซียส

วิธีทำ

$$\begin{array}{r} \text{ห้องทดลอง A} \\ \text{ห้องทดลอง B} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccc} -6 & + & -10 & + & -14 & + & -18 \\ -3 & + & -6 & + & -9 & + & -12 \\ -15 & + & -18 & + & -21 & & \\ \hline -44 & & & & & & \end{array}$$

ตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 7 อุณหภูมิรวมทั้งสองห้องเป็น -44 องศาเซลเซียส ตั้งแต่วันที่ 4

ตอบ วันที่ 4

ภาพที่ 4.32 การแก้ปัญหาไม่เป็นลำดับขั้นตอน ก่อนเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 9

ข้อที่ 6 การเด่นเป็นเอกลักษณ์ ถ้าเท่ากับ $5x - 2 = 3x + 90$ ให้คะแนน 2 คะแนน ถ้าชนะจะได้คะแนน 3 คะแนน
ถ้าแพ้เข้าร่วมแข่งขันแล้ว แพ้ 5 ครั้ง ชนะ 15 ครั้ง อยากรู้ว่าถ้าแพ้ได้คะแนนทั้งหมดเท่าไร

วิธีทำ

$$\begin{array}{r} 5x \quad 15 \\ -2 \quad 3x \\ \hline -10 = \quad 45 = \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ 10 \\ \hline 35 \end{array}$$

ตอบ สนับสนุน 35

ภาพที่ 4.33 การแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ไม่เป็นลำดับขั้นตอน ก่อนเรียน ข้อที่ 6
กลุ่มควบคุมคนที่ 8

4.2.2.2 หลังเรียน กลุ่มทดลองมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอตามลำดับขั้นตอนชัดเจน และมีรายละเอียดครบถ้วน กล่าวคือ มีการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา ประโยชน์สัญลักษณ์ นำเสนอตามลำดับขั้นตอน ได้ถูกต้อง ชัดเจน มีรายละเอียดครบถ้วน และมีการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องชัดเจน นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอด้วยแผนภาพในการแสดงวิธีการตรวจสอบ ดังตัวอย่างภาพที่ 4.34

ข้อที่ 1 สัญญาณเดือนของสถานีทดลองแห่งหนึ่งจะดังเดือนไหนก็ทดลองขอจากห้องทดลอง เพื่อไปรับสภาพว่างาน เมื่อผลรวมของสัญญาณความถี่ที่เกิดจากเครื่องปั่นของสัญญาณ 2 เครื่องรวมกัน เท่ากับ -53 ของกราฟร่วมทั่วไปที่เท่าไหร่ที่เครื่องสัญญาณเดือนจะคงร่องต่อไป
ด้านการวางแผนแต่ละชั่วโมงเป็นดังนี้

เครื่อง A สำหรับสัญญาณ -20, -22, -24, -26, -28, -30, 32 และ
เครื่อง B สำหรับสัญญาณ -5, -10, -15, -20, -25, 30, 35

โจทย์ที่ 1 จงหา

จำนวน ๓ สำหรับสัญญาณ $-20, -22, -24, -26, -28, -30, -32$

จำนวน ๘ สำหรับสัญญาณ $-5, -10, -15, -20, -25, 30, 35$

จำนวน ๑๗ สำหรับสัญญาณ $-20, -22, -24, -26, -28, -30, -32$

จำนวน ๕ สำหรับสัญญาณ $-5, -10, -15, -20, -25, 30, 35$

จำนวน ๒๔ สำหรับสัญญาณ $-20, -22, -24, -26, -28, -30, -32$

จำนวน ๑๖ สำหรับสัญญาณ $-5, -10, -15, -20, -25, 30, 35$

$(-20) + (-5) = \square$ $-22 + -10 = \square$ $-24 + -15 = \square$ $-26 + -20 = \square$

$(-28) + (-30) = \square$ $(-28) + (-10) = -38$ $(-24) + (-15) = -39$ $(-24) + (-20) = -44$ $(-28) + (-25) = -53$

$(-80) + 30 = 0$ $32 + 34 = 67$ ตามนี้ น.ก. ๗ ต. -53

โจทย์ที่ 2 จงหา

$-29 + -25 = -23$ แบบ ๑๐

จำนวน -52 ตัว

ภาพที่ 4.34 การแก้ปัญหาได้ถูกต้องตามลำดับขั้นตอน หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 9

ส่วนหลังเรียนกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงความสามารถในการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และแสดงวิธีหาคำตอบแตกต่างจากก่อนเรียนเพียงเล็กน้อย กล่าวคือ มีการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา ประโยชน์สัญลักษณ์ นำเสนอตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องบางส่วน และมีการเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาบางขั้นตอน ไม่ครอบคลุม กับสิ่งที่โจทย์ต้องการหา ดังตัวอย่างภาพที่ 4.35

ข้อที่ 1 สัญญาณเดือนของสถานีทดลองแห่งหนึ่งจะดังเดือนให้นักทดลองลองหากห้องทดลอง เพื่อไปปรับสภาพร่างกาย เมื่อผลรวมของสัญญาณความดันที่เกิดจากเครื่องปล่อยสัญญาณ 2 เครื่องรวมกัน เท่ากับ -33 อยากรบาน่าร้าวในที่เท่าไหร่ที่เครื่องสัญญาณเดือนจะลังกระซ่องไป ถ้าผลการรายงานแต่ละร้าวไม่เป็นตัวเดียวกัน

เครื่อง A ส่งสัญญาณ -20, -22, -24, -26, -28, -30, 32 และ

เครื่อง B ส่งสัญญาณ -5, -10, -15, -20, -25, 30, 35

วิธีทำ โจทย์ให้ตัวเรามาเข้าใจ ศูนย์กลางเดินทางเดือนห้องทดลองเป็นจุดศูนย์กลางในห้องทดลอง ซึ่งจากนั้นห้องทดลองนี้จะไปปะบบภารพ ร่างกาย โดยอย่างห้ามร้าวช้าลงทันที ทั้งนี้จะสัญญานะเดือนสั่นด้วยความต่อเนื่องไป
 หาดู A 送出信号 -20, -22, -24, -26, -28, -30, 32
 เครื่อง B 送出信号 -5, -10, -15, -20, -25, 30, 35

$$2 \times (-33) = -66$$

$$(-20) - (-5) = -25$$

$$(-22) - (-10) = -32$$

$$(-24) - (-15) = -40$$

$$(-26) - (-20) = -46$$

$$(-28) - (-29) = -58$$

$$(-30) - (-30) = 60$$

$$(32) - (33) = 67$$

ตอบ: 送出信号 -66 ชั่วโมง,

ภาพที่ 4.35 การแก้ปัญหาไม่ครบถ้วนลำดับขั้นตอน หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 16

ถึงแม้จะมีกลุ่มควบคุมที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาในโจทย์ปัญหาข้อที่ 1 ได้ เป็นลำดับขั้นตอน แต่ยังขาดการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา และประโยชน์สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ดังตัวอย่างภาพที่ 4.36

ข้อที่ 1 สัญญาณเดือนของสถานีทศพลอยแห่งหนึ่งจะดังเดือนให้นักทดสอบของจากห้องทดลองเพื่อไปปรับสภาพร่างกาย เมื่อผลรวมของสัญญาณความถี่ที่เกิดจากเครื่องปล่อยสัญญาณ 2 เครื่องรวมกันเท่ากับ -53 祚กทราบว่าช่วงไม้ที่ต่อไว้ระหว่างเครื่องสัญญาณเดือนจะดังกรังค์ต่อไป ถ้าผลการรายงานแต่ละช่วงไม้เป็นดังนี้

เครื่อง A สำเร็จสัญญาณ -20, -22, -24, -26, -28, -30, 32 และ
เครื่อง B สำเร็จสัญญาณ -5, -10, -15, -20, -25, 30, 35

ตัวที่ 1	<u>ทั้งหมดทั้งหมด</u>	<u>A</u> <u>B</u>	
		<u>-20</u>	
		<u>-5</u> +	<u>= (-25)</u>
ต. 2	<u>A</u>	<u>-22</u>	
		<u>-10</u> +	<u>= (-32)</u>
ต. 3	<u>A</u>	<u>-24</u>	
		<u>-15</u> +	<u>= (-39)</u>
ต. 4	<u>A</u>	<u>-26</u>	
		<u>-26</u> +	<u>= (-52)</u>
ต. 5	<u>A</u>	<u>-28</u>	
		<u>-20</u> +	<u>= (-48)</u>
ต. 6	<u>A</u>	<u>-25</u>	
		<u>-30</u> +	<u>= (-55) ✓</u>
ต. 7	<u>A</u>	<u>-32</u>	
		<u>-30</u> +	<u>= (-62)</u>
		<u>-32</u> +	<u>= (-64)</u>

MOL ศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ ก่อตั้ง ราชบัณฑีกัป ๖๙ ก๊ะ ๑๗๐๗ ๕

ภาพที่ 4.36 การแก้ปัญหาโดยไม่ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหา หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 15

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองมีผลงานเขียนที่แสดงถึงทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดีกว่าก่อนเรียนและดีกว่ากลุ่มควบคุม

4.3 ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลที่แสดงถึงผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

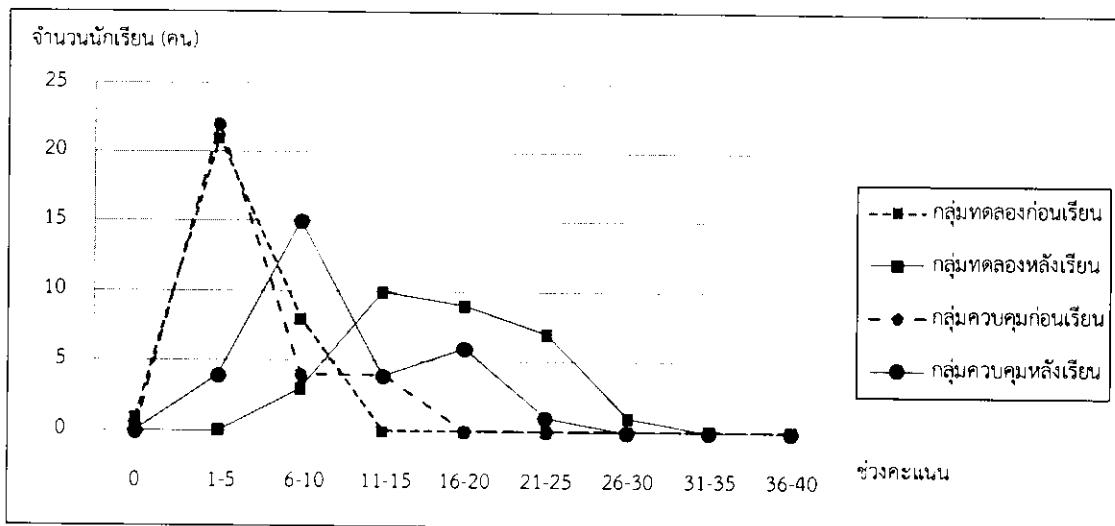
4.3.1 ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาจำแนกตามช่วงคะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 จำนวนนักเรียนในแต่ละช่วงคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ช่วงคะแนน	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
0	1	-	-	-
1-5	21	-	22	4
6-10	8	3	4	15
11-15	-	10	4	4
16-20	-	9	-	6
21-25	-	7	-	1
26-30	-	1	-	-
31-35	-	-	-	-
36-40	-	-	-	-

จากตารางที่ 4.4 สามารถนำไปเขียนเป็นกราฟได้ ดังภาพที่ 4.37



ภาพที่ 4.37 จำนวนนักเรียนในแต่ละช่วงอายุของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.37 พบร้า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 1-5 คะແນນ แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 11-15 คะແນນ ซึ่งต่างจากก่อนเรียนมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 6-10 คะແນນ และต่างจากก่อนเรียนเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองมีพัฒนาการในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

4.3.1.1 เปรียบเทียบคะແນນผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้ t-test แบบ Dependent Samples ปรากฏผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

กลุ่ม	การเก็บข้อมูล	จำนวน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t	ค่า p
กลุ่มทดลอง	ก่อนเรียน	30	40	4.10	2.14	16.486	0.000**
	หลังเรียน	30	40	17.00	5.11		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 4.5 พบร้า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

4.3.1.2 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample ปรากฏผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การเก็บข้อมูล	กลุ่ม	จำนวน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t	ค่า p
ก่อนเรียน	กลุ่มทดลอง	30	40	4.10	2.14	0.638	0.526
	กลุ่มควบคุม	30	40	4.57	3.39		
หลังเรียน	กลุ่มทดลอง	30	40	17.00	5.11	4.967	0.000**
	กลุ่มควบคุม	30	40	10.57	4.92		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 4.6 พบร้า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หลังเรียน

กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ดังนั้นจากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม

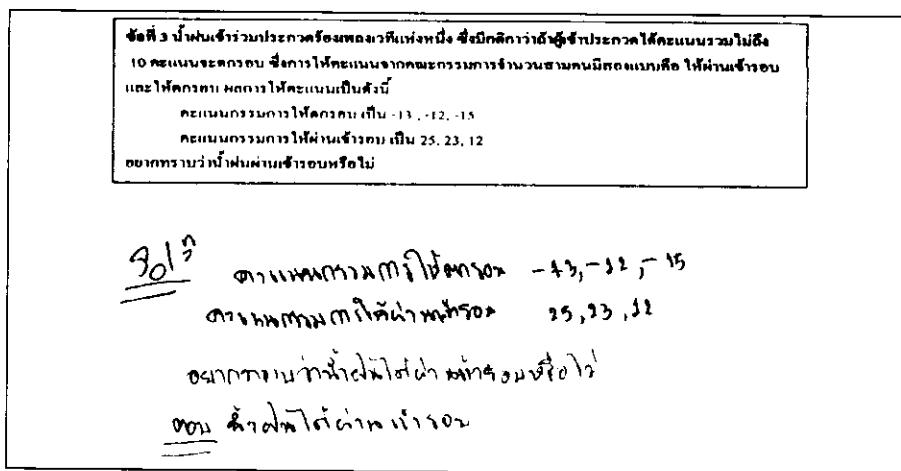
4.3.2 ผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลที่แสดงถึงผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังนี้

4.3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า

1) ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่สามารถเขียนแสดงการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง มีการเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพียงเล็กน้อยแล้ว สรุปคำตอบทันที และนักเรียนบางคนไม่มีร่องรอยการเขียนแสดงการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ดังตัวอย่างภาพที่ 4.38-4.39



ภาพที่ 4.38 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 3 กลุ่มทดลองคนที่ 12

<p>ข้อที่ 2 การบ่งชั้นกีฬาประเภทน้ำรี่สู้ได้คะแนนรวมของทีมกีฬาเป็นผู้ชนะ ซึ่งในการแข่งขันรอบชิงชนะเลิศ นักกีฬาที่ได้รับจำนวนคะแนนมากที่สุดเป็นผู้ชนะ</p> <p>ก. นักกีฬาคนที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8</p> <p>ก. นักกีฬาคนที่ 4, 5, 6, 7, 8, 9</p> <p><u>ค. นักกีฬาคนที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9</u></p>
--

ภาพที่ 4.39 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลลัมภุธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 2 กลุ่มควบคุมคนที่ 1

จากผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิด เพราะเขียนประโยคทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องแต่ขาดการเขียนแสดงกระบวนการคิดที่สำคัญ และดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องแต่ตอบไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่างภาพที่ 4.40–4.41

ภาพที่ 4.40 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลลัพธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 3 กลุ่มควบคุมคนที่ 8

ข้อที่ 4 ถ้าหมู่บ้านแห่งหนึ่งมีพาญาหินะพัคเข้า ทำให้มีอุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส ซึ่งก่อนพาญาหินะพัคเข้า วัดอุณหภูมิได้ -5 องศาเซลเซียส จงหาว่าอุณหภูมิหลังพาญาหินะพัคเข้าต่างจากก่อนพาญาหินะพัคเข้าเท่าไร

อุณหภูมิที่วัดได้ในวันนี้คือ <u>-25</u> องศาเซลเซียส ซึ่งก่อนพาญาหินะพัคเข้า วัดอุณหภูมิได้ <u>-5</u> องศาเซลเซียส จึงทำให้อุณหภูมิลดลง <u>20</u> องศาเซลเซียส	
<u>อุณหภูมิ</u>	<u>วันนี้</u>
<u>อุณหภูมิ</u>	<u>ก่อนพาญาหินะพัคเข้า</u>
<u>ผลต่างอุณหภูมิ</u>	<u>20</u>
<u>หน่วย</u>	<u>องศาเซลเซียส</u>

ภาพที่ 4.41 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 4 กลุ่มทดลองคนที่ 5

2) หลังเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน กล่าวคือ กลุ่มทดลองมีผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงการทำความเข้าใจโจทย์ การใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมกับโจทย์ และมีความรอบคอบในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ส่งผลให้ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างภาพที่ 4.42

ข้อที่ 3 การตอบค่าตามของรายการเงินทรัพย์ กำหนดคอกิติกาว่า ถ้าสูญเสียเบี้ยงชันได้คะแนนรวมต่ำกว่า 5 คะแนน จะต้องรับโทษปรับเป็น 10, 11, 15

คะแนนตอบผิด เป็น 15, 16, 12

หากทราบว่าสูญเสียเงินเดือนหรือไม่

① โจทย์เพื่อเรียนรู้

กิติกา ทราบการแพ้ชนะ แต่ยังไม่รู้ตัวเลขจริงๆ ของแต่ละคน แต่คะแนนรวมทั้งหมด 5 คะแนนต้องลงบัญชี เนื่องจากคะแนนรวมต่ำกว่า 5 คะแนนต้องหักเป็น 10, 11, 15

คะแนนรวมผิด หนึ่ง -10, -11, -15 คะแนนต้องหักหนึ่ง 15, 16, 12

โจทย์เพื่อเรียนรู้

ฟังก์ชันของจำนวนเต็ม

② ตัวอย่าง

$$\begin{aligned} \text{คะแนน} & (-10) + (-11) + (-15) = \boxed{-36} \\ \text{คะแนน} & 15 + 16 + 12 = \boxed{43} \end{aligned}$$

$\boxed{-36} + \boxed{43} = \boxed{7}$

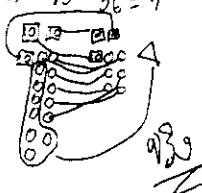
③ ผลลัพธ์ที่ได้

$$\begin{aligned} (-10) + (-11) + (-15) &= -36 \\ 15 + 16 + 12 &= 43 \end{aligned}$$

$$-36 + 43 = 7 \quad 43 + (-36) = 43 - 36 = 7$$

4 สรุปคณิต

$$43 + (-36) = 43 - 36 = 7$$



7 คือ 7 จึงแสดงว่า ภาระ 15 คะแนน หัก 8 คะแนน คือ 7 คะแนน

ภาพที่ 4.42 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 3 กลุ่มทดลองคนที่ 19

ถึงแม้ว่ากลุ่มทดลองบางคนที่ไม่ได้เขียนแสดงการตรวจคำตอบ แต่มีการเขียนแสดงการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีระบบและเป็นลำดับขั้นตอน โดยเขียนแสดงการคิดวิธีทางคำตอบด้วยการใช้วิธีการเขียนสมการเพื่อช่วยในการหาคำตอบอย่างละเอียด ทำให้สามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 4.43

ข้อที่ 1 สัญญาณเดือนของสถานีทดสอบแห่งหนึ่งจะดังคือในไบ奴ติกขององค์กรห้องทดลอง เพื่อไปรับสภาพร่างกาย เมื่อผลรวมของสัญญาณความดันที่เกิดจากเครื่องส่องหูอย่างสัญญาณ 2 เครื่องรวมกัน เกินกว่า -53 อย่างไรบ้างที่ให้ไว้ในจดหมายที่เครื่องสัญญาณเดือนจะดังนี้ครับ

กำหนดการรายงานผลเดือนนี้ในวันพุธนี้

เครื่อง A ส่งสัญญาณ -20, -22, -24, -26, -28, -30, 32 และ
เครื่อง B ส่งสัญญาณ -5, -10, -15, -20, -25, 30, 35

1. ภาระที่ต้องรับรู้

หัวข้อที่ต้องรับรู้คือ หัวข้อที่ 4.43 ที่มีผู้สอนสอนเรื่อง ผลรวมของจำนวนที่เกิดจากเครื่องสัญญาณ 2 เครื่อง รวมกันมากกว่า -53

$$\text{เครื่อง A } \begin{array}{l} \text{หัวข้อที่ 1} \\ \text{หัวข้อที่ 2} \end{array} = -20, -22, -24, -26, -28, -30, 32 \text{ และ}$$

$$\text{เครื่อง B } \begin{array}{l} \text{หัวข้อที่ 1} \\ \text{หัวข้อที่ 2} \end{array} = -5, -10, -15, -20, -25, 30, 35$$

2. จุดที่ต้องการทราบ

หัวข้อที่ต้องการทราบคือ หัวข้อที่ 4.43 ที่มีผู้สอนสอนเรื่อง ผลรวมของจำนวนที่เกิดจากเครื่องสัญญาณ 2 เครื่อง รวมกันมากกว่า -53

3. วิธีการคำนวณ

หัวข้อที่ 4.43 A : หัวข้อที่ 1 หัวข้อที่ 2

หัวข้อที่ 4.43 B : หัวข้อที่ 1 หัวข้อที่ 2

หัวข้อที่ 1	$(-20) + (-5) = \boxed{}$	หัวข้อที่ 1	$(-20) + (-3) = -23$
หัวข้อที่ 2	$(-10) + (-22) = \boxed{}$	หัวข้อที่ 2	$(-10) + (-22) = -32$
หัวข้อที่ 3	$(-24) + (-15) = \boxed{}$	หัวข้อที่ 3	$(-24) + (-15) = -39$
หัวข้อที่ 4	$(-26) + (-20) = \boxed{}$	หัวข้อที่ 4	$(-26) + (-20) = -46$
หัวข้อที่ 5	$(-28) + (-25) = \boxed{}$	หัวข้อที่ 5	$(-28) + (-25) = -53$
หัวข้อที่ 6	$(-30) + 30 = \boxed{}$	หัวข้อที่ 6	$(-30) + 30 = 0$
หัวข้อที่ 7	$32 + 35 = \boxed{}$	หัวข้อที่ 7	$32 + 35 = 67$

หัวข้อที่ 5 เครื่อง A และ B รวมกันมากกว่า -53

ภาพที่ 4.43 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 19

สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาที่กลุ่มทดลองสามารถเขียนแสดงการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องแต่กลุ่มควบคุมไม่สามารถเขียนแสดงการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง ได้แก่ ข้อที่ 6, 7 และ 9 ดังภาพที่ 4.44-4.46

ข้อที่ 6 การใช้เครื่องหมายเพื่อทำขั้นตอนถ้าทายผิดจะได้ -2 คะแนน หากถูกจะได้ 4 คะแนน ผลปรากฏว่าส่วนทายถูก 7 ครั้ง ทายผิด 10 ครั้ง สิ่งใดคือคะแนนทั้งหมดเป็นเท่าไร

โจทย์เช่นไรบ้าง
ให้คะแนนโดยใช้เครื่องหมาย + หรือ - ตามที่พิจารณา ถ้าทายผิดจะได้ -2 คะแนน หากถูกจะได้ 4 คะแนน

โจทย์เช่นไรบ้าง
ถ้าทายถูก คะแนนที่จะได้จะเท่าไร

คะแนนที่ได้ 30 คะแนน
ถ้าคะแนนที่ได้จากการทายถูก 7 ครั้ง และทายผิด 10 ครั้ง ให้คะแนนที่ได้จากการทายถูก 7 ครั้ง คือ 4 คะแนน 7 ครั้ง คือ $7 \times 4 = 28$ คะแนน
ทายผิด 10 ครั้ง คือ $10 \times (-2) = -20$ คะแนน

ตรวจสอบ
ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการทายถูก 7 ครั้ง และทายผิด 10 ครั้ง คือ $28 + (-20) = 8$ คะแนน

ตรวจสอบ
 $4 \times 7 + (-2) \times 10 = 28 - 20 = 8$ คะแนน
 $(21+(-2)) + (-2)(-2) + (-2)(-2) + (-2)(-2)$
 $+ (-1) + (-1) = -9$

ตรวจสอบ
ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการทายถูก 7 ครั้ง และทายผิด 10 ครั้ง คือ $28 + (-20) = 8$ คะแนน

ภาพที่ 4.44 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 6 กลุ่มทดลองคนที่ 11

ข้อที่ 7 เครื่องวัดอุณหภูมิเก็บข้อมูลเท่านั้นคือตัว ไวร์จ้านวนสามรุ่ค วัดอุณหภูมิวันอาทิตย์แล้วรายงานผล
เป็นค่านี้ -3, -5, -7 ของสารเคมีชีส ชาดกการรายงานตั้งแต่ว่าพยากรณ์ได้ว่าวันนี้อุณหภูมิเป็นเท่าไร
จะมีอุณหภูมิเป็น -r เท่าของวันตั้งแต่ล่วง อย่างทราบว่าอุณหภูมิวันในแต่ละวันจะมีอุณหภูมิเป็นเท่าไร

ให้มาเขียนว่า

- $(-3) \times (-5) = 15$ วัดอุณหภูมิวันอาทิตย์ \rightarrow วันเสาร์ \rightarrow วันอาทิตย์ \rightarrow วันจันทร์ \rightarrow วันพุธ \rightarrow วันศุกร์

$(-5) \times (-7) = 35$

- $(-7) \times (-r) = 7r$ เท่าของวันตั้งแต่ล่วง

จึงได้ $15 + 35 = 50$ เท่าของวันตั้งแต่ล่วง

จึงได้ $50 = 7r$

0.7r = 50 \rightarrow r = 50 \div 0.7 \rightarrow r = 71.4

ตอบ จึงได้ $r = 71.4$

หรือ $r = 71\frac{2}{7}$

หรือ $r = 71\frac{3}{7}$

(3) $x(-5) = \square$

(-5) $\times (-5) = \square$

(4) $x(-5) = \square$

และ $5 \times (-5) = -25$

(-5) $\times (-5) = 25$

(5) $x (-5) = 35$

ตามที่ได้

(-5) $\times (-5) = 15$

(-5) $\times (-5) = 25$

(-5) $\times (-5) = 35$

ตอบ จึงได้ $15, 25, 35$

ภาพที่ 4.45 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
หลังเรียน ข้อที่ 7 กลุ่มทดลองคนที่ 14

ข้อที่ 9 คะแนนการเล่นกีฬาโอลิมปิกนั้นอย่างเดียว 12 ครั้ง ได้คะแนนรวมเป็น -408 คะแนน อยากรู้ว่า
คะแนนเฉลี่ยในแต่ละครั้งเป็นเท่าไหร่ ถ้าคะแนนการเล่นกีฬาแต่ละครั้งไม่เปลี่ยนแปลง

ตัวอย่าง

คะแนนการเล่นกีฬา 12 ครั้ง รวมกันได้ -408 คะแนน
จำนวนครั้ง 12 ครั้ง

จึงต้องหารเฉลี่ย คุณคะแนนที่ได้ในแต่ละครั้ง ให้เท่ากัน ตามที่แสดงในรูป

ตัวอย่าง

$$\text{เฉลี่ย} = \frac{\text{ผลรวม}}{\text{จำนวน}} = \frac{-408}{12}$$

$$\text{สมการ } (-408) : 12 = \boxed{?}$$

ตรวจสอบ

$$\text{เฉลี่ย} = (-408) : 12 = (-34)$$

จำนวน 12 ครั้ง คือ 12 ครั้ง เมื่อ (-34) \times 12 = (-408)

ตรวจสอบ

$$(-34) \times 12 = (-408)$$

$$\text{ผล} = (-34)$$

ภาพที่ 4.46 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 9 กลุ่มทดลองคนที่ 15

ถึงแม้จะมีบางข้อที่กลุ่มทดลองดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิดในขั้นแสดงวิธีหาคำตอบ พิจารณาจากการเขียนสิ่งที่แสดงถึงความเข้าใจในการแก้ปัญหา มีความพยายามและอดทนในการแก้ปัญหา และมีกระบวนการแสดงวิธีหาคำตอบ ที่ชัดเจน ซึ่งเกิดจากการฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตัวตัวตามแนวคิดของไวกอร์สกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ดังภาพที่ 4.47

ข้อที่ 2 รายงานผลการเพาะเรื่องเมคคานิคหนึ่ง ด้วยความชื่นของสารเร่งรวมแต่ละชนิดค่าและร่วม
เชื้อเชิญเดินได้ดี และผลการดำเนินค่าเป็นดังนี้

สารเร่ง A อ่านผลได้เป็น -2, -4, -5, -9, -5

สารเร่ง B อ่านผลได้เป็น -3, -5, -6, -2, -7

ยกหัวเรนว่าสารเร่งชนิดใดที่ให้เชื้อเชิญเดินได้ดีที่สุด

1. ให้แก้ไขให้ถูกต้อง รายงานผลและหาค่าที่ดีที่สุดของสารเร่งแต่ละชนิดตามที่เขียนไว้ในช่องให้แล้ว
ผลการดำเนินคือดังนี้ สารเร่ง A ค่าที่ได้เป็น -2, -4, -5, -9, -5
สารเร่ง B ค่าที่ได้เป็น -3, -5, -6, -2, -7

2. ใช้ค่าผลการของสารเร่งที่ได้มาคำนวณหาค่าที่ดีที่สุดของสารเร่งที่ให้มา

2. ตัดต่อให้ถูกต้อง

$$\text{สารเร่ง A } (-2) + (-4) + (-5) + (-9) + (-5) = \underline{\underline{-31}}$$

$$\text{สารเร่ง B } (-3) + (-5) + (-6) + (-2) + (-7) = \underline{\underline{-23}}$$

3. แสดงวิธีทางคําทบบ

$$\text{สารเร่ง A } (-2) + (-4) + (-5) + (-9) + (-5) = -29$$

$$\text{สารเร่ง B } (-3) + (-5) + (-6) + (-2) + (-7) = -23$$

4. ตารางค่าผล

ตาราง สารเร่ง B เท่ากับ -23 มากกว่า -29 ดังนั้น B จึงดีกว่า A

$$(-3) + (-5) + (-6) + (-2) + (-7) = -23$$

$$000 + 000 + 000 + 00 + 000 \quad \text{ดังนั้น} \quad B$$

ดังนั้น B ก็จะดีกว่า A

ดังนั้น -23 ดีกว่า -29

ภาพที่ 4.47 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
หลังเรียน ข้อที่ 2 กลุ่มทดลองคนที่ 19

จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พนว่า
ข้อที่ 5 มีความยากลำบากกลุ่มทดลอง แต่กลุ่มทดลองคนที่ 19 และ 29 มีผลงานเขียนที่บ่งบอกถึงความ
เข้าใจแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา แสดงถึงการวางแผนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นตอน
แรกถูกต้อง ดังภาพที่ 4.48-4.49

ข้อที่ 5 น้องหน่านำเดินทางจากหมู่บ้านแห่งหนึ่งซึ่งมีอุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส และในขณะเดินทาง
จะถูกดึง 3 องศาเซลเซียส ทุกๆ 1 กิโลเมตร เพื่อส่งเดินทางไปหมู่บ้านซึ่งประกอบด้วยพื้นที่มีอุณหภูมิ
-7 องศาเซลเซียส กذاกร้าวเว้นระยะห่างระหว่างเดินทางได้กิโลเมตรอุณหภูมิจะลดลงต่อจากหมู่บ้าน
ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ 6 องศาเซลเซียส

(1) ถ้าหากน้องหนา น้ำดื่มน้ำแข็งน้ำแข็ง ที่อุณหภูมิ 11 °C จะเดินทาง 3 กิโลเมตร ที่อุณหภูมิ -7 °C
แล้วคงเหลือน้ำแข็งอยู่เท่าไร คำนวณด้วยสูตร $\text{อุณหภูมิ}_{\text{ใหม่}} = \text{อุณหภูมิ}_{\text{เดิม}} - \text{ลดลง}$

2 ถ้าหากน้องหนาเดินทาง 3 กิโลเมตร ที่อุณหภูมิ -7 °C แล้วจะเหลืออุณหภูมิเท่าไร คำนวณด้วยสูตร
ซึ่งเป็นพื้นที่เดียวกัน: ดูที่ 1 ค

๔. ตัวอย่างการคำนวณ

1) กำหนดค่า 17
 ก. 17 - 5 = 12
 ก. 17 - 14 - 3 = 10
 ก. 17 - 11 - 3 = 13
 ก. 17 - 8 - 3 = 16
 ก. 17 - 5 - 3 = 9
 ก. 17 - 12 - 3 = 2
 ก. 17 - 7 - 1 - 3 = 4
 ก. 17 - 4 - 3 = 10
 ก. 17 - 7 - 3 = 10
 ก. 17 - 10 - 3 = 12

2) ตัวอย่างการคำนวณ
 17 - 5 = 12
 17 - 14 - 3 = 10
 17 - 11 - 3 = 13
 17 - 8 - 3 = 16
 17 - 5 - 3 = 9
 17 - 12 - 3 = 2
 17 - 7 - 1 - 3 = 4
 17 - 4 - 3 = 10
 17 - 7 - 3 = 10
 17 - 10 - 3 = 12

3) ผู้สอนวิธีการคิด
 ก. 17 - 5 = 12
 17 - 9 - 14 - 3 = 11
 17 - 3 - 11 - 3 = 8
 17 - 1 - 9 - 3 = 5
 17 - 5 - 5 - 3 = 2
 17 - 1 - 2 - 3 = -1
 17 - 7 - 1 - 3 = -4
 17 - 8 - 4 - 3 = -9
 17 - 9 - 7 - 3 = -10
 17 - 10 - 10 - 3 = -13

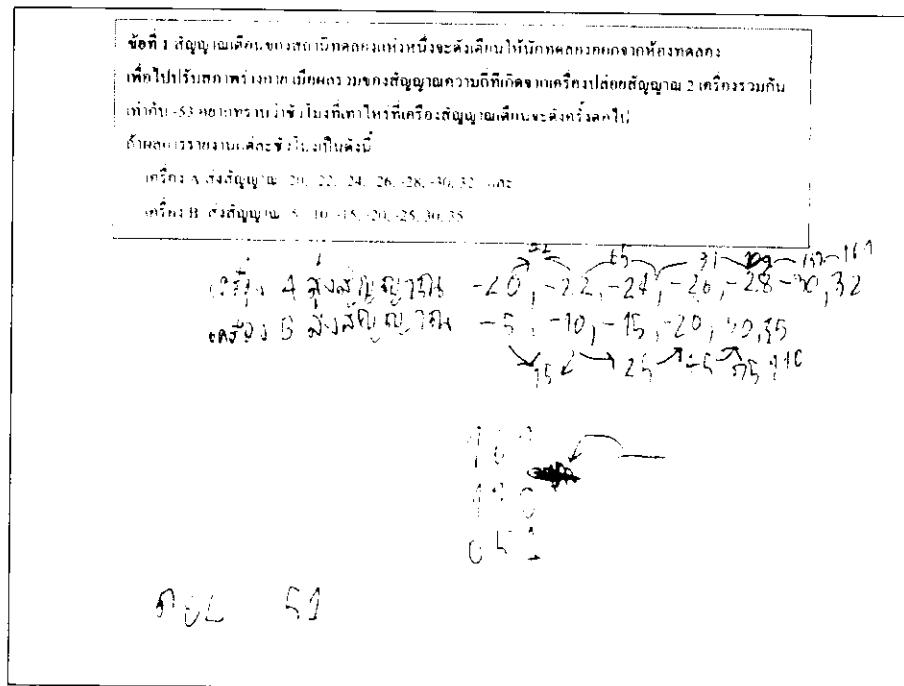
ก. 17 - 10 = 7 ต่างจากน้ำแข็ง 6 ค

ภาพที่ 4.48 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
หลังเรียน ข้อที่ 5 กลุ่มทดลองคนที่ 19

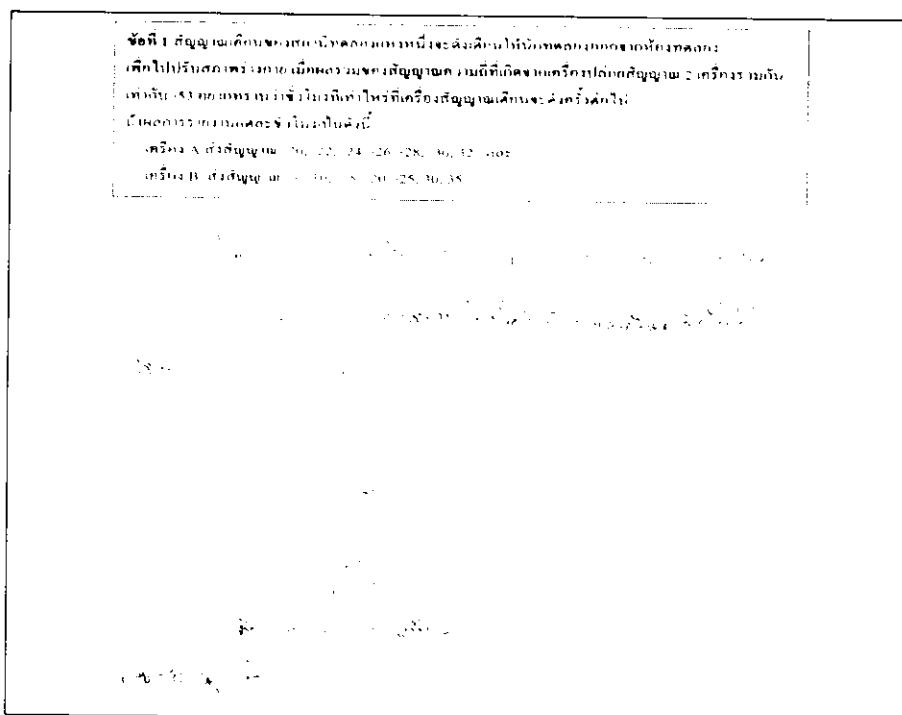
ចំណាំ 5 ដែលបានគិតការទាក់ទងរបស់ពីរបៀវង់ដែលមិនមានអ្នកទូទាត់ 17 ទៅការឡើងដឹង និងនិងការទូទាត់ នៃការបង្ហាញទូទាត់ ទុក ។ កិត្យាមេធាប់ពីការសំណើការក្នុងការបង្ហាញទូទាត់ ដើម្បីកិត្យាមេធាប់ពីការបង្ហាញទូទាត់ នៃការបង្ហាញទូទាត់ ទុក ។

ภาพที่ 4.49 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 5 กลุ่มทดลองคนที่ 29

ส่วนหลังเรียนกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย กล่าวคือ ไม่เขียนแสดงข้อมูลที่สำคัญหรือเขียนสื่อความหมายของโจทย์ปัญหาแต่จะดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทันที มีบางคนที่เขียนยุทธวิธีในการคาดภาพเพื่อหาคำตอบแต่ไม่มีการเขียนแสดงวิธีดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ส่งผลให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างภาพที่ 4.50–4.51



ภาพที่ 4.50 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 13



ภาพที่ 4.51 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 1

ถึงแม้หลังเรียนกลุ่มควบคุมบางคนจะสามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง มีการเขียนที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจด้วยภาษาที่ไม่เป็นทางการ แต่ขาดความรอบคอบในการเขียนประโยชน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่างภาพที่ 4.52

หน้า 2 ของแบบทดสอบที่ 2 ที่นักเรียนได้เขียนมา แสดงถึงความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ขาดความรอบคอบ ขาดความเข้มงวด ขาดความสมบูรณ์

การเขียน A ที่นักเรียนได้เขียน 2, 4, 6, 8

การเขียน B ที่นักเรียนได้เขียน 3, 5, 7, 9

การเขียน C ที่นักเรียนได้เขียน 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

จัดเรียงในลักษณะนี้

A คือ $\frac{1}{2}x^2 - 9, -6, -5, -2, -5$
B คือ $\frac{1}{2}x^2 - 3, -5, -6, -7, -9$

$\text{และ } A + B + C = \cancel{\frac{1}{2}x^2} (-6)$
 $\text{และ } B + C = \cancel{\frac{1}{2}x^2} (-5)$
 $\text{และ } A + C = \cancel{\frac{1}{2}x^2} (-2)$

แล้ว $A + B + C = \cancel{\frac{1}{2}x^2} (-6)$
 $\text{และ } (-6) + (-5) = \cancel{\frac{1}{2}x^2} (-11)$
 $\text{และ } (-6) + (-5) + (-2) = \cancel{\frac{1}{2}x^2} (-13)$

แสดงผลลัพธ์ A หลังจากนี้ คือ $\frac{1}{2}x^2 - 11$
และ $\frac{1}{2}x^2, \frac{1}{2}x^2 - 11, -13$ คือ

ภาพที่ 4.52 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 2 กลุ่มควบคุมคนที่ 30

4.3.2.2 ผลการวิเคราะห์ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงถึงผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1) กลุ่มทดลองมีผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน กล่าวคือ

ก่อนเรียนกลุ่มทดลองสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน โดยบางคนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหานั้นที่โดยไม่เขียนแสดงรายละเอียด บางคนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้แล้วตอบทันที และบางคนไม่มีร่องรอยของการดำเนินการแก้ปัญหาดังตัวอย่างภาพที่ 4.53

ข้อที่ 1 ในการวัดอุณหภูมิภายในห้องทดลองสองห้อง ในหนึ่งวันค่าที่ได้มารายงานผลตั้งแต่วันนั้นมาเป็นดังนี้

ห้องทดลองเพาะเชื้อบาคillus A มีอุณหภูมิเป็น -6, -10, -14, -18, -22, -26, -30 องศาเซลเซียส

ห้องทดลองเพาะเชื้อบาคillus B มีอุณหภูมิเป็น -3, -6, -9, -12, -15, -18, -21 องศาเซลเซียส

ถ้าหากทราบว่าวันใดอุณหภูมิรวมทั้งสองห้องเป็น -44 องศาเซลเซียส

จุดที่

ภาพที่ 4.53 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 19

แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเขียนประযุคคณิตศาสตร์ ได้คำตอบถูกต้อง โดยการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาอย่างละเอียด เขียนแสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้องในขั้นของการคิดวิธีหาคำตอบ และเขียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างชัดเจน ตลอดจนมีการใช้วิธีการในการแก้ปัญหา คือ การเขียนสมการในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ส่งผลให้สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ถูกต้องและเป็นระบบ ดังตัวอย่างภาพที่ 4.54

ข้อที่ 1 สัญญาณเดือนของสถานีทดลองแห่งหนึ่งจะดังเดือนไวนักทดลองของจากห้องทดลอง เพื่อไปปรับสภาพร่างกาย เมื่อพัฒนาของสัญญาณความถี่ที่เกิดจากเครื่องบินอยู่ 2 เครื่องรวมกัน เท่ากับ -53 อย่างไรบานว่าช่วงในที่เท่าไหร่ที่เครื่องสัญญาณเดือนจะดังครั้งต่อไป ถ้าหากการรายงานเดือนช่วงในปีนี้ดังนี้
เครื่อง A สั่นสัญญาณ -20, -22, -24, -26, -28, -30, 32 และ **เครื่อง B** สั่นสัญญาณ -5, -10, -15, -20, -25, 30, 35

1. ภาคบูรณาภิเษก

สั่นสัญญาณเดือนของสถานีแห่งหนึ่ง คือ 1. สั่นเครื่อง A ช่วง 7 เดือนต่อ 1 ปี 2. สั่นเครื่อง B 6 เดือน รวมกันเท่ากับ -53

$$\begin{aligned} \text{เครื่อง A} & \text{ สั่นสัญญาณ } -20, -22, -24, -26, -28, -30, 32 \text{ และ} \\ \text{เครื่อง B} & \text{ สั่นสัญญาณ } -5, -10, -15, -20, -25, 30, 35 \end{aligned}$$

2. ภาคตุลย์

เป็นไปได้ที่เครื่อง A และเครื่อง B ที่จะสั่นสัญญาณเดือนต่อ 7 เดือนต่อ 1 ปี รวมกันเท่ากับ -53

2. ภาคตุลย์

หัวใจของเครื่อง A คือ ? หัวใจของเครื่อง B คือ ?

3. ผลต่อไปนี้หาต่อๆ กัน

$$\text{ปัญหาที่ 1 } (-20) + (-5) = \boxed{} \quad \text{ปัญหาที่ 1 } (-20) + (-5) = -25$$

$$\text{ปัญหาที่ 2 } (-10) + (-22) = \boxed{} \quad \text{ปัญหาที่ 2 } (-10) + (-22) = -32$$

$$\text{ปัญหาที่ 3 } (-24) + (-15) = \boxed{} \quad \text{ปัญหาที่ 3 } (-24) + (-15) = -39$$

$$\text{ปัญหาที่ 4 } (-21) + (-20) = \boxed{} \quad \text{ปัญหาที่ 4 } (-21) + (-20) = -41$$

$$\text{ปัญหาที่ 5 } (-28) + (-25) = \boxed{} \quad \text{ปัญหาที่ 5 } (-28) + (-25) = -53$$

$$\text{ปัญหาที่ 6 } (-30) + 30 = \boxed{} \quad \text{ปัญหาที่ 6 } (-30) + 30 = 0$$

$$\text{ปัญหาที่ 7 } 32 + 35 = \boxed{} \quad \text{ปัญหาที่ 7 } 32 + 35 = 67$$

$$\text{ปัญหาที่ 8 } 67 + 67 = \boxed{} \quad \text{ปัญหาที่ 8 } 67 + 67 = 134$$

ภาพที่ 4.54 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มทดลองคนที่ 19

2) กลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย กล่าวคือ

ก่อนเรียนกลุ่มควบคุมมีการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องเพียงบางส่วน โดยการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เล็กน้อย และดำเนินการแก้ปัญหาทันทีแล้วสรุปคำตอบ ดังตัวอย่างภาพที่ 4.55

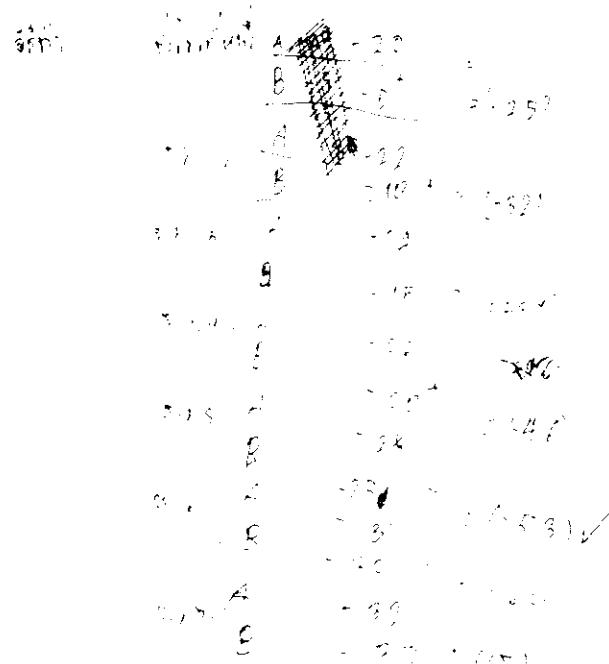
<p>ข้อที่ 1 ใน การ วัดอุณหภูมิภายในห้องทดลองของห้อง ใน หนึ่ง สัปดาห์ ได้มีการรายงานผลต่อไปนี้ วันที่ อุณหภูมิ</p> <p>ห้องทดลองทางชีวเคมีเดือน ก.พ มีอุณหภูมิเป็น -6, -10, -14, -18, -22, -26, -30 องศาเซลเซียส ห้องทดลองทางชีวเคมีเดือน ม.พ มีอุณหภูมิเป็น -3, -6, -9, -12, -15, -18, -21 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 44 องศาเซลเซียส</p> <p><u>วันที่ 4 กุมภาพันธ์</u></p> <p><u>-6 -10 -14 -18 -22 -26 -30 -34 -38 -42</u> <u>B -3 -6 -9 -12 -15 -18 -21 -24 -27 -31 -33 -36 -39</u></p> <p><u>วันที่ 4 กุมภาพันธ์</u> <u>-6 -10 -14 -18 -22 -12 -30</u> <u>-3 -6 -9 -12 -15 -18 -21</u></p> <p><u>44</u></p> <p><u>วันที่ 4 กุมภาพันธ์</u></p>

ภาพที่ 4.55 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 15

และหลังเรียนกลุ่มควบคุมโดยส่วนใหญ่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ซึ่งพบว่า กลุ่มควบคุมจะดำเนินการแก้ปัญหาโดยไม่เขียนอธิบายรายละเอียดที่สำคัญ และขาดความรอบคอบในการเขียนเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ดังตัวอย่างภาพที่ 4.56

ข้อที่ 1 สัญญาณเดินทางนิยมถูกมองเห็นหนึ่งชั่วโมงเดินทางนิยมถูกมองเห็นก้าวแรกของ
เพื่อไปปริวัติสภาพร่างกาย เมื่อพัฒนาของสัญญาณความดีที่เกิดจากเครื่องกำกับสัญญาณ 2 เกือบจะรวมกัน
เท่านั้น -53 ของการร่างกายในที่ท่าให้ที่เครื่องสัญญาณเดินทางลังค์ต่อไป
ลักษณะการรายงานเดลชั่วโมงเป็นดังนี้

เครื่อง A ส่งสัญญาณ -20, -22, -24, -26, -28, -30, 32 และ
เครื่อง B ส่งสัญญาณ -5, -10, -15, -20, -25, 30, 35



ภาพที่ 4.56 ผลงานเขียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ห้องเรียน ข้อที่ 1 กลุ่มควบคุมคนที่ 15

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลงานเขียนที่แสดงถึงผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่หลังเรียนกลุ่มทดลองมีผลงานเขียนที่แสดงถึงผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีกว่าก่อนเรียนและดีกว่ากลุ่มควบคุม

บทที่ 5

สรุปผล ภาระรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์ สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ด้วยสื่อตามแนวคิดของไวกอทสกี ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลลัพธ์ที่ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ด้วยสื่อตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลลัพธ์ที่ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

5.1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

5.1.3.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไตรมิตร อำเภอโพธิ์ครีสุวรรณ จังหวัดศรีสะเกษ สังกัดองค์กรบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้อง จำนวนนักเรียน 60 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากนั้นใช้การจับฉลากเพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง ห้องละ 30 คน กลุ่มทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ส่วนกลุ่มควบคุมจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอน

5.1.3.2 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) โดยมีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) แล้วจับฉลากห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (nonrandomized control group pretest-posttest design)

5.1.3.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยซึ้งวางแผนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แนะนำการใช้ ยุทธวิธีการแก้ปัญหาสำหรับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ได้แก่ การค้นหาแบบรูป การสร้างตาราง การเขียนแผนภาพ การแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด การคาดเดาและตรวจสอบ และ การเขียนสมการ แล้วแนะนำรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไอกอสกี ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของไอกอสกี ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยให้ กลุ่มทดลองร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นแยกจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แบ่งการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ 5 เรื่อง ดังนี้ (1) การบวกจำนวนเต็ม (2) การลบจำนวนเต็ม (3) การคูณจำนวนเต็ม (4) การหารจำนวนเต็ม และ (5) การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม ระคน ใช้เวลา 20 ชั่วโมง

5.1.3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้น จำนวน 10 แผน ใช้เวลา 20 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ เหมือนกันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม คือ การบทวนความรู้เดิม การทำความเข้าใจตัวอย่างโจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์เดียวกัน ร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ใน การแก้โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ แล้วนำเสนอผลการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่ม อภิปราย ซักถามถึง กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างครูและนักเรียนเช่นเดียวกัน

2) เครื่องมือสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ใน การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตโนมัติ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับทดสอบก่อนเรียนและหลัง เรียนจำนวน 10 ข้อ มีจำนวน 2 ฉบับ เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับได้เท่ากับ 0.726

5.1.3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

5.1.3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำค่าคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ค่าคะแนนทักษะการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ และค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุมมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) แล้วเปรียบเทียบโดยใช้กราฟ แผนภูมิ แท่ง และใช้สถิติ t-test

จากนั้นผู้วิจัยนำผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูลที่แสดงถึงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

5.2 สรุปผลการวิจัย

5.2.1 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และเมื่อได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยจัดขึ้น นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์คิดวิสัยตามแนวคิดของไอกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

5.2.2 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และเมื่อได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยจัดขึ้น นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์คิดวิสัยตามแนวคิดของไอกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

5.2.3 ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลงานเขียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และเมื่อได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยจัดขึ้น นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์คิดวิสัยตามแนวคิดของไอกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

5.3 อภิปรายผลการวิจัย

จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ก่อนที่นักเรียนจะเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยจัดขึ้น พบว่า มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้

การที่ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นดังที่สรุปมาข้างต้น น่าจะมีสาเหตุสนับสนุน ดังนี้

5.3.1 นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา นักเรียนส่วนใหญ่มีการเขียนแสดงวิธีทำที่เป็นลำดับขั้นตอน และมีกระบวนการตรวจสอบที่ชัดเจน กล่าวคือ มีการเขียนในขั้นใจไทยให้อะไรบ้าง ได้อย่างละเอียด ครอบคลุมกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ขั้นคิดวิธีหากำตออบ นักเรียนแต่ละคนจะเขียนแสดงความสัมพันธ์กับข้อมูลที่โจทย์ต้องการทราบ โดยเขียนวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสม เช่น การเขียนสมการ แผนภาพ เขียนตาราง เป็นต้น ขั้นแสดงวิธีหากำตออบ นักเรียนแต่ละคนได้เขียนแสดงกระบวนการหากำตออบตามขั้นคิดวิธีหากำตออบตลอดจนตรวจสอบทีละขั้นตอน และขั้นตรวจสอบ นักเรียนแต่ละคนนำกำตออบที่ได้มาตรวจสอบซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ใช้วิธีการเขียน แผนภาพในการตรวจสอบกำตออบทำให้มีความมั่นใจในกำตออบของโจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น และเมื่อดำเนินการเสร็จแต่ละขั้นตอนนักเรียนจะนำเสนอต่อสมาชิกในกลุ่มเพื่อร่วมกันอภิปรายกลุ่มแบบระดมสมองถึงกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละขั้นตอน เพื่อส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์และการช่วยเหลือระหว่างเพื่อนหรือครู ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น ส่วนนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติมีนักเรียนบางคนที่พยายามเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการหาเพื่อทำความเข้าใจโจทย์ และจะดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทันที สอดคล้องกับแนวคิดของไวกอทสกี (Vygotsky, 1978: 90) ที่เสนอว่า การกระตุ้นกระบวนการภายในของบุคคลด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางสังคมและการร่วมมือกับเพื่อนจะส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของบุหุตโต (Bhutto, 2013) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมของไวกอทสกีทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายรวมถึงเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนและรับฟังแนวคิดของเพื่อนหรือครู และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เดบบี้ (Debbie, 2010) ที่ได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการ

เรียนรู้เชิงสังคมของไวกอทสกี พบร้า หลังเรียนนักเรียนที่เรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสังคมของไวกอทสกี มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการใช้เครื่องคำนวณสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ตามวิธีการแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของมิเชล สกอท และโจแอน (Michelle, Scott and Joanne, 2014) ที่ศึกษาการให้การช่วยเหลือ ซึ่งเป็นเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา พบร้า ทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าการเรียนเพียงลำพัง

จากผลการวิจัยที่พบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สอดคล้องกับงานวิจัยของไฟจิตร สดวกรการ (2539: 135) ที่พบร้า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของทฤษฎีคณิตศาสตร์ ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของดวงพร ตั้งอุดมเจริญชัย (2551: 52) ที่พบร้า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหาโดยกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

และผู้วิจัย พบร้า หลังเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 42.5 และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 26.43 ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายเชิงปริมาณด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 ที่กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 เมื่อพิจารณา ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายข้อ พบร้า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่ไม่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการลบจำนวนเต็มลงกับจำนวนเต็มบวก การหารจำนวนเต็มลงด้วยจำนวนเต็มลบ และการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็มรรคน ซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัจฉริยา พงศ์พิษณุ (2556: 113) ที่ได้เคราะห์แนวคิดทางคณิตศาสตร์จาก การแสดงแทนจำนวนเต็มลงในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด พบร้า นักเรียนมีแนวคิดที่ชัดแจ้ง กับเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการลบจำนวนเต็มลงกับจำนวนเต็มบวก แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัย พบร้า กลุ่มทดลองมีผลงานเขียนที่บ่งชี้ถึงความเข้าใจแนวทางการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา มีความพยายามและอดทนในการแก้ปัญหา พิจารณาจากขั้นแสดงวิธีหาคำตอบมีการเขียนแสดงการลบเป็นจำนวนถึง 40 ครั้ง ซึ่งอาจใช้เวลานานส่งผลให้มีความเร่งรีบในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาในข้อถัดไป ส่วนกลุ่มควบคุมไม่สามารถเขียนแสดงการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง โดยเฉพาะโจทย์ปัญหาการคูณจำนวนเต็ม และการหารจำนวนเต็มลงกับจำนวนเต็มบวก ที่กลุ่มทดลองสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้

แต่ก่อให้ความคุณไม่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ และมีบางคนไม่เขียนแสดงร่องรอยของการแก้โจทย์ปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของชลธิชา ใจนันส์ (2556: 79) ที่พบร่วม ความสามารถในการคิดคำนวณมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจเป็น เพราะความสามารถในการคิดคำนวณ การบวก การลบ การคูณ และการหาร การใช้สมบัติต่าง ๆ ของจำนวนเต็ม เป็นทักษะพื้นฐานของวิชาคณิตศาสตร์ หากนักเรียนขาดทักษะในด้านการคิดคำนวณหรือขาดการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญแล้ว อาจส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

5.3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ด้วยวิสัยตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา มีรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ ขั้นที่ 1 โจทย์ให้อ่านบ้าง เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนอ่านโจทย์และเขียนสิ่งที่เกิดจากการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาซึ่งมีความเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ขั้นที่ 2 คิดวิธีหาคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนเขียนความสัมพันธ์ของข้อมูลกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และอาจเขียนวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสม ขั้นที่ 3 แสดงวิธีหาคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงกระบวนการหาคำตอบตามแนวทางหาคำตอบที่เลือกไว้ และตรวจสอบที่ละขั้นตอนซึ่งเป็นการปรับความรู้เดิมและความรู้ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบ ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนเขียนแสดงการตรวจน้ำหนาตามแนวความคิดและความเข้าใจของแต่ละคน ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya, 1990: 1-5) ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding The Problem) ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan) ขั้นที่ 3 ขั้นการดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) ขั้นที่ 4 ขั้นมองย้อนกลับ (Looking back) โดยมีจุดประสงค์เพื่อช่วยเหลือนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรุณรัตน์ จันทร์ลาม (2550: บทคัดย่อ); จิตติมา พิศากาด (2552: 49) ที่ได้พัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา พบร่วม ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา พบร่วม ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐพร วนวานิช (2554: 112) ที่ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา พบร่วม ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับการวิจัย เอดอร์ เบอเซ่น และ แบร์ราม (Erdal, Birsen and Bayram, 2012: abstract) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการตามทฤษฎีคณิตศาสตร์ เชิงสังคมมีระดับของทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และสอดคล้องกับงานวิจัยของกมลฉัตร กล่อมอิ่ม (2556) ที่ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคณิตศาสตร์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบร่วม สามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และทำให้นักเรียนมี

พัฒนาการด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างเป็นลำดับ นอกจากนี้งานวิจัยของ นรвиชญ์ ภูสังค์ (2553: 96); พรนภา ราชร่องเมือง (2556: 175-176) พบว่า การใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคณิตศาสตร์คิวิสต์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น

5.3.3 นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์คิวิสต์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือ แต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนแต่ละคนมีการเขียนแสดงวิธีคิดแก้ปัญหา นำเสนอแนวคิดหรือเหตุผลด้วยการพูดและเขียน แสดงสัญลักษณ์ สมการ ตาราง และแผนภาพต่อสมาชิกในกลุ่ม และร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปรีชา ศรีเรืองฤทธิ์ (2549: 152-153) ที่พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานการเขียนที่ได้จากการเขียนด้วยตนเองครั้งแรก ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในขณะทำงานและเรียนรู้ร่วมกัน การใช้ภาษากระตุ้นทั้งการพูดและการเขียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความตระหนักรู้ในองค์ประกอบงานเขียน วิธีการเขียนและการสร้างประโยค ความสามารถในการเขียนทุกประเภทหลังการเรียนการสอน สอดคล้องกับงานวิจัยของสุทธิวรรัตน์ เม้นโพเคร (2013: บทคัดย่อ) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการเสริมต่อการเรียนรู้ช่วยลดความวิตกกังวลในการเขียนของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุนจัง จัง และ แฟรงค์ (Hyunjung, Jung and Frank, 2014) ที่ได้ตรวจสอบอิทธิพลระหว่างการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและการเสริมต่อการเรียนรู้ พบร่วมกับ ผลการใช้คำถ้ามจากครูผู้สอนมีประสิทธิผลมากกว่าให้นักเรียนพัฒนาคำถ้ามเองหรือการตั้งคำถ้ามด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของบิยะรัตน์ เงาผ่อง (2551: 55-56) ที่พบว่าการใช้คำถ้ามปลายเปิดทำให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนโดยเฉพาะด้านการเขียน เมื่อทำผ่านกิจกรรมกลุ่ม และสอดคล้องการวิจัยของอรำไฟ ศรีวิชัย (2555: 56) ที่พบว่า การสร้างชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ หทัยรัตน์ ยศแผ่น (2557: 101) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเชิงอาจะจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

5.4.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกภูมิคุณสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอฟสกี ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ต้องดำเนินการตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ให้ครบถ้วน ครุผู้สอนควรมีการวางแผนการสอนและปรับเวลาให้ยืดหยุ่นได้ตาม ความเหมาะสม เนื่องจากนักเรียนอาจใช้เวลานานในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ทุกภูมิคุณสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไวกอฟสกี ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ที่ส่งเสริม ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ เช่น การให้เหตุผล การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: สกสค. ลาดพร้าว, 2557.
- _____ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.
- กมลฉัตร กล่อมอิม. การพัฒนาฐานแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2556.
- กมลธิญา วงศ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้นและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ CIPPA กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2556.
- กาญจนा ชุนบุญมา. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวคิดทฤษฎีคณิตศาสตร์คิวติวิตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.
- กุญชรี ค้าขาย. จิตวิทยาเพื่อการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: คณะกรรมการคุรุสภา สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา, 2544.
- คงทัศ บุญเย็น. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนตามทฤษฎีคณิตศาสตร์คิวติวิชีน กับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี, 2546.
- จันตรา ธรรมแพทย์. การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, 2550.
- จากรุทัศน์ วงศ์ข้าหลวง. “การพัฒนาฐานแบบ READ เพื่อส่งเสริมทักษะการอ่านเริ่มแรกของเด็กวัยเตาะแตะ”, วารสารสมาคมนักวิจัย. 19(2): 125-135; พฤษภาคม-สิงหาคม, 2557.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- จิตติมา พิศากาค. การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์บัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552.
- จิตรา แก้วชัย. การศึกษาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์บัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- เจนสมุทร แสงพันธ์. พัฒนาการของกิจกรรมเชิงสัญญาของนักเรียนผ่านวิธีการร่วมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้รูปแบบการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2555.
- ฉวีวรรณ เศวตมala. ศิลปะการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สุวิริยาสาส์น, 2544.
- ชนาริป ปรากุล. การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.
- ชาลิชา ใจพันธ์. ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2556.
- ณัฐพร นานสาย. การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์บัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 2554.
- ดวงพร ตั้งอุดมเจริญชัย. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้ขั้นตอนของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏราชบูรณะ, 2551.
- ทรงชัย อังษรคิด. (2553). การใช้การอภิปรายกลุ่มย่อยเพื่อปรับปรุงภาพโน๊ตคู่ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์.
- http://kukr.lib.ku.ac.th/ku_frontend/BKN_EDU/search_detail/download_digital_file/13412/16509. 21 พฤษภาคม, 2558.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ทิวพร สกุลสูษา. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ขั้นประดมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวคิดทฤษฎีคณิตศาสตร์คิดตัวสิ่ต์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.
- ทิศนา แคมมานด์. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2557.
- นรวิชญ์ ภูสังข์. การศึกษาทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคณิตศาสตร์คิดตัวสิ่ต์ที่เน้นขั้นตอน การแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- นิรัชรา ชัยชนะอุดมกุล. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2556.
- นุชลี อุปภัย. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2558.
- บุญเขม ศรีสะคาด. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: สุวิริยาสารสน, 2556.
- บุษบา พลรัตน์. การศึกษาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้วิธีสอนตามแนวคิดทฤษฎีคณิตศาสตร์คิดตัวสิ่ต์ที่เน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.
- ปราณี ผิวแดง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับสถานการณ์ในท้องถิ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 2553.
- ปรีชา แนวเย็นผล. กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ, 2544.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ปรีชา ศรีเรืองฤทธิ์. “การใช้พื้นที่ร้อยต่อของพัฒนาการ (ZPD) ของวิกิอัตสก์ เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน การเขียนภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา”, วารสารวิจัย มข.(บศ.), 6(2): 152-153, 2549.

ปิยะรัตน์ เงาผ่อง. การใช้คำตามปลายเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสารภีพิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่.

วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2551.

พรนภา ราชรองเมือง. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตาม แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคทิฟิสต์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง สมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1.

วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2556.

พรรณพิพิญ ศิริวรรณบุญศรี. ทฤษฎีจิตวิทยาพัฒนาการ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

พัชรี ปิยภัณฑ์. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.

วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2555.

พิชิต แก้วก่อ. การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสันหนอนควาย จังหวัดเชียงราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549.

พุนศรี อาการนรัตน์. การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน.

วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.

ไฟจิตร สดวกการ. ผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคทิฟิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- กีมภา ลอยวิเวก. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมชาติฯ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเขียนโดยไม่ใช้เครื่องหมายและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2556.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. เอกสารการสอนชุดวิชา การพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2535.
- มยุรีย์พร ขันติยุ. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- เย็นฤทธิ์ กันทาสุวรรณ. ผลการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของ Polya เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, 2553.
- รุ่งนภา แก้ววงษา. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องพหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับวิธีการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2553.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สุริรยาสาส์น, 2543.
- ครราษฎร์ สรุวรรณรบุญ. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเชิงซ้อนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2553.
- ศิริชัย กาญจนวงศ์. ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- ศิริวัฒน์ เสริฐศรี. การพัฒนาระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์และแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2558). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน (O-NET). <http://www.onetresult.niets.or.th/>. 20 พฤษภาคม, 2558.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ชีเอ็ดยูเคชั่น, 2555(ก).
- _____ ครุคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ. กรุงเทพมหานคร: 3-คิว มีเดีย, 2555(ข).
 - _____ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: 3-คิว มีเดีย, 2555(ค).
 - _____ ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไรและทำอะไรได้บ้าง. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์, 2557.
 - _____ (2557). รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 วิชาคณิตศาสตร์ <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSbUdGWmU2QkQwT00/view?pref=2&pli=1>. 20 เมษายน, 2559.
- สมจิตร สุธิประภา. การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง บทประยุกต์ขั้นประณีตศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2555.
- สายันห์ พลแพน. ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบอีกซ์เพลิชิทที่เน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ, 2556.
- สิริพร พิพิชคง. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ครุสภากาดพร้าว, 2544.
- สิริอร วิชชานุร. จิตวิทยาการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: ธรรมศาสตร์, 2554.
- สุกัญญา สุขสบาย. ผลการใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาร่วมกับแผนผังรูปเพชร และมนุษย์ทั้งสี่ที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์: กรณีศึกษา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สุจitra แขงสินวล. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง การบวก การลบ การคูณทศนิยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.
- สุจitra ศรีสละ. ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค K-W-D-L เรื่อง โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2554.
- สุนทร สมบัติธีระ. การพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง จำนวนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลชิปป้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2555.
- สุนันท์ คลโกรสุน. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพัฒนาทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2525.
- สุนันทา แสงสุข. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2556.
- สุมาลี ชัยเจริญ. การออกแบบการสอน: หลักการ ทฤษฎี สู่การปฏิบัติ. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2557.
- สุรชัย ขวัญเมือง. วิธีสอน และ การวัดผล วิชาคณิตศาสตร์ ในชั้นประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: เทพนิมิตการพิมพ์, 2522.
- สุรเดช ม่วงนิกร. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง สกิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนผสมผสานระหว่างแบบ 5E กับ STAD. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สุรังค์ โค้วตระกูล. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.
- _____ จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.
- สุรังค์พิพิญ นครไพร. การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.
- สุวร กาญจนมยูร. (2545). “การแก้โจทย์ปัญหา”, วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 30(116): 50-52; มกราคม–กุมภาพันธ์ 2545.
<http://dl.kids-d.org/handle/123456789/HASH01dc8d9399203ba7df08dc32>.
 28 มีนาคม, 2559.
- เสกสรร แย้มพินิจ. “การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย”, ใน เอกสารประกอบการอบรม โครงการฝึกอบรมการวิจัยและพัฒนาสื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา. น.5. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2556.
- ทัยรัตน์ ยศแผ่น. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.
- อรำไฟ ศรีวิชัย. การสร้างชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านเวียงฝาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2555.
- อัจฉริยา พงศ์พิษณุ. การวิเคราะห์แนวคิดทางคณิตศาสตร์จากการแสดงแทนจำนวนเต็มลบในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- อัญชรา จันทรเสนา. ปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลลัมพุทธ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา habilitat: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555.
- อัมพร มัคคุณ. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.
- อารามณ์ จันทร์ลาม. ผลการสอนแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา habilitat: มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2550.
- อารามณ์ เพชรชื่น. เทคนิคการวัดและประเมินผลการศึกษาระดับประถมศึกษา. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2527.
- Bhutto, M. I. "Effect of teaching of algebra through social constructivist approach on 7th graders' learning outcomes in Sindh (Pakistan)", *International Journal of Instruction*. 6(1): 151-164, 2013.
- Debbie M. Kohler. *An application of Vygotsky's social learning theory on calculator self-efficacy and calculator achievement by gender*. Doctor's thesis. Kennesaw: Kennesaw State University, 2010.
- Erdal, B. Birsen, B. and Bayram, C. "The effects of Social Constructivist approach on the learners' problem solving and metacognitive levels", *Jornal of Social Sciences*. 8(3): 343-349, 2012.
- Hyunjung, B, Jung, L. and Frank, A. C. "Relative effects of three questioning strategies in ill-structured, small group problem solving", *Instructional Science*. 42(2): 229-250; March, 2014.
- Michelle, L. F., Scott, C., and Joanne, C. "Investigations in mathematics learning", *The Research Council on Mathematics Learning*. 7(2): 21-32, 2014.
- Polya, G. *How to solve it: A New Aspect of Mathematical Method*. New Jersey: Princeton University Press, 1990.
- Sutthiwan Manphosri. "Reducing Thai high school students' writing apprehension by exploiting an instructional model based on Vygotsky's scaffolding techniques", *RMU.J.(Humanities and Social Sciences)*. 7(2): 31-42, 2013.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Vygotsky, L. S. *Mind in Society: The Development of Higher psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เขี่ยวชาญ

รายงานผู้เขียนราย

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. อาจารย์ ดร.ตรุณี บุญชาติ | อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 2. นายสุจินต์ หล้าคำ | ผู้อำนวยการเชี่ยวชาญ
โรงเรียนบ้านเพียงนาม อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ
สังกัดองค์กรบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ |
| 3. นางอรชร โคตพันธ์ | ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนไพรบึงวิทยาคม อำเภอไพรบึง จังหวัดศรีสะเกษ
สังกัดองค์กรบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ |
| 4. นางสุกัญญา แรมคำ | ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนไตรมิตร อำเภอโพธิ์ศรีสุวรรณ จังหวัดศรีสะเกษ
สังกัดองค์กรบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ |
| 5. นางสาวสุพัฒนา ศรีเมือง | ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนไพรบึงวิทยาคม อำเภอไพรบึง จังหวัดศรีสะเกษ
สังกัดองค์กรบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ |

ผู้เขียนรายท่านที่ 1, 2 และ 5 ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลลัพธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้เขียนรายท่านที่ 2, 3 และ 4 ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้

ภาคผนวก ข

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ ข.1 ตัวชี้ค่าความง่าย (P_E) และตัวชี้ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 1

ข้อที่	ตัวชี้ค่าความง่าย (P_E)	ตัวชี้ค่าอำนาจจำแนก (D)	พิจารณาค่า P_E	พิจารณาค่า D	สรุปคุณภาพ
ข้อสอบ					
1	0.34	0.31	ค่อนข้างยาก	พอใช้	ใช้ได้
2	0.45	0.47	ยากพอเหมาะสม	ดี	ใช้ได้
3	0.36	0.28	ค่อนข้างยาก	พอใช้	ใช้ได้
4	0.45	0.59	ยากพอเหมาะสม	ดี	ใช้ได้
5	0.05	0.03	ยากมาก	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
6	0.34	0.25	ค่อนข้างยาก	พอใช้	ใช้ได้
7	0.20	0.28	ค่อนข้างยาก	พอใช้	ใช้ได้
8	0.20	0.28	ค่อนข้างยาก	พอใช้	ใช้ได้
9	0.30	0.34	ค่อนข้างยาก	พอใช้	ใช้ได้
10	0.20	0.34	ค่อนข้างยาก	พอใช้	ใช้ได้

สรุป ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.80

หมายเหตุ เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อสอบ ตัวชี้ค่าความง่าย (P_E) ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20–0.80 และตัวชี้ค่าอำนาจจำแนก (D) ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ตารางที่ ข.2 ตัวนีค่าความง่าย (P_E) และตัวนีค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 2

ข้อที่	ตัวนีค่าความง่าย (P_E)	ตัวนีค่าอำนาจจำแนก (D)	พิจารณาค่า P_E	พิจารณาค่า D	สรุปคุณภาพข้อสอบ
1	0.33	0.50	มากพอเหมาะสม	ดี	ใช่ได้
2	0.52	0.41	มากพอเหมาะสม	ดี	ใช่ได้
3	0.46	0.42	มากพอเหมาะสม	ดี	ใช่ได้
4	0.23	0.54	ค่อนข้างมาก	พอใช้	ใช่ได้
5	0.44	0.50	มากพอเหมาะสม	ดี	ใช่ได้
6	0.44	0.50	มากพอเหมาะสม	ดี	ใช่ได้
7	0.33	0.33	ค่อนข้างมาก	พอใช้	ใช่ได้
8	0.40	0.46	มากพอเหมาะสม	ดี	ใช่ได้
9	0.31	0.44	ค่อนข้างมาก	ดี	ใช่ได้
10	0.29	0.33	ค่อนข้างมาก	พอใช้	ใช่ได้

หมายเหตุ: เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อสอบ ตัวนีค่าความง่าย (P_E) ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20–0.80 และตัวนีค่าอำนาจจำแนก (D) ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

จากตารางจะเห็นได้ว่า ตัวนีค่าความง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.23-0.52 และมีตัวนีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.33-0.54

นำแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัย โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลfa (α) ของ ครอนบัค (Cronbach) (บุญชุม ศรีสะอุด, 2556: 116-119) ได้ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.726

ภาคผนวก ค
แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง การบวกจำนวนเต็ม

ชั้น懵ที่ 1 - 2

1. สาระสำคัญ

1.1 การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก ใช้วิธีเดียวกับการบวกจำนวนนับด้วยจำนวนนับ ซึ่งจะได้คำตอบเป็นจำนวนเต็มบวก หรือแสดงด้วยเส้นจำนวนและลูกศร แสดงการนับต่อจากจำนวนที่เป็นตัวตั้งไปทางขวา และเป็นการนับเพิ่ม

1.2 การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันแล้วตอบเป็นจำนวนเต็มลบ หรือแสดงด้วยเส้นจำนวนและลูกศร แสดงการนับต่อจากจำนวนที่เป็นตัวตั้งไปทางซ้าย และเป็นการนับลด

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้

1) หาผลบวกของจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกและหาผลบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบที่กำหนดให้ได้

2) ตระหนักรถึงความสมเหตุสมผลของผลบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบที่กำหนดให้ได้

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ

1) เขียนแสดงการบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกและการบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบที่กำหนดให้ได้

2) อธิบายผลที่เกิดจากการบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกและการบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบที่กำหนดให้ได้

2.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1) นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม

2) นักเรียนมีความรับผิดชอบ

3. สาระการเรียนรู้

การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก และการบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

4.1 ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการบวกจำนวนนับเพื่อทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน แนะนำหลักเกณฑ์การบวกจำนวนเต็มด้วยจำนวนเต็ม และยกตัวอย่างการบวกจำนวนเต็มด้วยจำนวนเต็ม

พร้อมใช้คำถ้ามกราดต้นความคิดของนักเรียนในการทำความเข้าใจหลักเกณฑ์การบวกจำนวนเต็มด้วยจำนวนเต็ม ดังต่อไปนี้

การบวกจำนวนเต็มด้วยจำนวนเต็ม มีหลักเกณฑ์ดังนี้

1) การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก ใช้วิธีเดียวกับการบวกจำนวนนับด้วยจำนวนนับ ซึ่งจะได้คำตอบเป็นจำนวนเต็มบวก หรือแสดงด้วยเส้นจำนวนและลูกศร แสดงการนับต่อจากจำนวนที่เป็นตัวตั้งไปทางขวา และเป็นการนับเพิ่ม

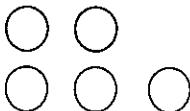
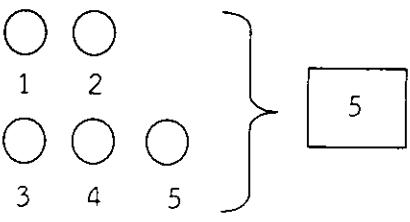
2) การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันแล้วตอบเป็นจำนวนเต็มลบ หรือแสดงด้วยเส้นจำนวนและลูกศร แสดงการนับต่อจากจำนวนที่เป็นตัวตั้งไปทางซ้าย และเป็นการนับลด

ตัวอย่างการหาผลบวกจำนวนเต็มด้วยจำนวนเต็ม โดยใช้แบบจำลอง เส้นจำนวน และค่าสัมบูรณ์ ดังต่อไปนี้

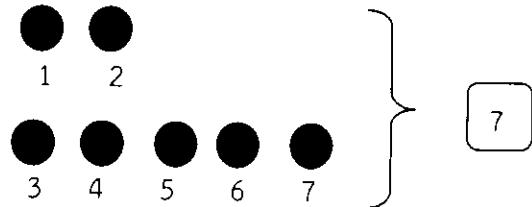
(1) แบบจำลอง

กำหนดให้	แผ่นวงกลมสีเหลือง	<input type="circle"/>	แทน + 1
	แผ่นวงกลมสีแดง	<input type="circle"/>	แทน - 1

ตัวอย่างที่ 1 การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก

ตัวอย่าง	การดำเนินการ	ผลลัพธ์
1) $2+3$	<p>1. เริ่มต้นโดยการนำวงกลมสีเหลืองมาวางจำนวน 2 วง ตั้งภาพ</p>  <p>2. นำวงกลมสีเหลืองมาวางเพิ่มอีก 3 วง ตั้งภาพ</p>  <p>3. นับจำนวนวงกลมสีเหลืองทั้งหมดแล้วเขียนตอบ</p> 	$2+3 = +5 = 5$

ตัวอย่างที่ 2 การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ

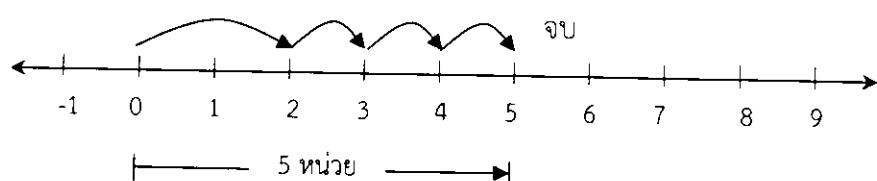
ตัวอย่าง	การดำเนินการ	ผลลัพธ์
2) $-2 + (-5)$	<p>1. เริ่มต้นโดยการนำงกลมสีแดงมาวางจำนวน 2 วง ดังภาพ</p>  <p>2. นำงกลมสีแดงมาวางเพิ่มอีก 5 วง ดังภาพ</p>  <p>3. นับจำนวนวงกลมทั้งหมดแล้วเขียนตอบ</p> 	$-2 + (-5) = -7$

(2) เส้นจำนวน

ตัวอย่างที่ 3 การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก

พิจารณาการหาผลบวกของ $2 + 3$

เราสามารถหาผลบวกของจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวกโดยใช้วิธีการนับเพิ่มหรือการนับต่อ ซึ่งเขียนแสดงด้วยเส้นจำนวนและลูกศร โดยมี ข้อตกลงดังนี้ ใช้แสดงการนับต่อจากจำนวนที่เป็นตัวตั้งไปทางขวา และเป็นการนับเพิ่ม

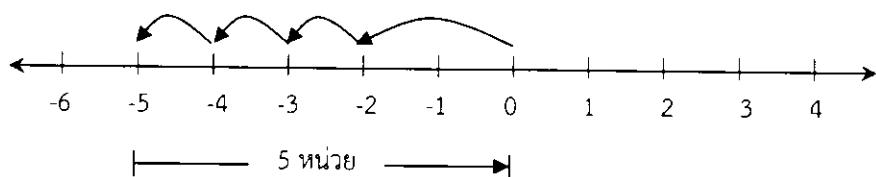


การใช้เส้นจำนวนเพื่อหาผลบวกของ 2 กับ 3 เริ่มต้นที่ 0 นับไปทางขวา 2 หน่วยแล้วนับเพิ่มไปทางขวา 3 หน่วย จะไปสิ้นสุดที่ 5 จะได้ 5 เป็นผลบวกของ 2 กับ 3

ตัวอย่างที่ 4 การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ

พิจารณาการหาผลบวกของ $(-2) + (-3)$

เรามาสามารถหาผลบวกของจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบโดยใช้วิธีการนับลดหรือการนับต่อ ซึ่งเขียนแสดงด้วยเส้นจำนวนและลูกศร โดยมีข้อตกลงดังนี้ ใช้แสดงการนับต่อจากจำนวนที่เป็นตัวตั้งไปทางซ้าย และเป็นการนับลด



การใช้เส้นจำนวนเพื่อหาผลบวกของ -2 กับ -3 เริ่มต้นที่ 0 นับไปทางซ้าย 2 หน่วยแล้วนับลดไปทางซ้าย 3 หน่วย จะไปสิ้นสุดที่ -5 จะได้ -5 เป็นผลบวกของ -2 กับ -3

(3) ค่าสัมบูรณ์

ตัวอย่างที่ 5 พิจารณาการหาผลบวก $(-2) + (-3)$ โดยใช้ค่าสัมบูรณ์

วิธีทำ ค่าสัมบูรณ์ของ -2 เท่ากับ 2

ค่าสัมบูรณ์ของ -3 เท่ากับ 3

จะเห็นว่าถ้านำค่าสัมบูรณ์ของ -2 บวกด้วยค่าสัมบูรณ์ของ -3 แล้วตอบเป็นจำนวนเต็มลบ จะได้ผลลัพธ์เท่ากับ -5

ตอบ -5

ตัวอย่างที่ 6 จงหาผลบวก $4 + 5$

วิธีทำ $4 + 5 = 9$

ตอบ 9

ตัวอย่างที่ 7 จงหาผลบวก $(-7) - (-6)$

วิธีทำ $(-7) + (-6) = -13$

ตอบ -13

ตัวอย่างที่ 8 จงหาผลบวก $\left[(-12) + (-3)\right] + (-8)$

วิธีทำ $\left[(-12) + (-3)\right] + (-8) = (-15) + (-8)$

นำค่าสัมบูรณ์ของ -7 บวกด้วย
ค่าสัมบูรณ์ของ -6 แล้วตอบ
เป็นจำนวนเต็มลบ

$= -23$

ตอบ -23

4.2 ครูแจ้งจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบว่า เมื่อนักเรียนเรียนจบชั้โน้มนี้แล้วนักเรียนสามารถหาผลบวกของจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวกและผลบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวกและการบวกจำนวนเต็มบวกและผลบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ

และตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพภกับจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ กับจำนวนเต็มลบที่กำหนดให้ได้

ขั้นสอน

4.3 ครูยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหา ข้อที่ 1 ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาอย่างง่าย ดังนี้

ข้อที่ 1 การแข่งขันกราดเด่นของผ่านหนึ่งถั่วกระโดดเด่นจำนวน 2 ครั้งได้ลีกจากผิวน้ำมากที่สุด จะเป็นคนชนะ โดยเกณฑ์การให้คะแนนการกระโดดเด่นคือ 1 เมตร ให้ -1 คะแนน ใน การแข่งขันมีผู้ร่วมแข่งขันจำนวน 3 คนและมีสถิติการกระโดด ดังนี้

สมชาย	มีสถิติการกระโดดเด่น คือ -3, -4
สมหมาย	มีสถิติการกระโดดเด่น คือ -2, -4
สมควร	มีสถิติการกระโดดเด่น คือ -3, -2 อยากรทราบว่าการแข่งขันครั้งนี้ใครจะเป็นผู้ชนะ

โดยครูเป็นผู้นำในการแก้โจทย์ปัญหาและมีนักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น ซึ่งนักเรียนกลุ่มทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกลุ่มควบคุมใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน อาทิ ปรายกกลุ่มแบบร่วมสมองเพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจไปพร้อมกัน และเขียนกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบในแผนผังของตนเองสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง และเขียนลงในใบกิจกรรมสำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม

รายละเอียดการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

1) กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง

นักเรียนกลุ่มทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามที่ครูได้แนะนำการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไวกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

- (1) โจทย์ให้อะไรบ้าง (2) คิดวิธีหาคำตอบ (3) แสดงวิธีหาคำตอบ (4) ตรวจคำตอบ

ขั้นที่ 1 โจทย์ให้อะไรบ้าง

- (1) นักเรียนแต่ละคนอ่านโจทย์และเขียนสิ่งที่เกิดจากการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาที่ได้รับ มาซึ่งมีความเชื่อมโยงกับความรู้เดิม แล้วนำมาสะท้อนกับโจทย์เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป โดยอาจจะเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เงื่อนไขของโจทย์และอาจารภาพประกอบหรือใช้สัญลักษณ์ที่เหมาะสมแทน

สถานการณ์ของโจทย์ที่กำหนดให้ด้วยความเข้าใจของตนเอง ในส่วน “โจทย์ให้อะไรบ้าง” แล้วนำไปติดบนแผนผังของกลุ่มในส่วนของโจทย์ให้อะไรบ้าง โดยครูตั้งคำถามกระตุนความคิดของนักเรียนเพื่อทำความเข้าใจโจทย์ ดังนี้

- โจทย์ให้อะไรบ้าง (ตอบ สถิติการกระโดดน้ำ เป็นต้นนี้

สมชาย มีสถิติการกระโดดน้ำ คือ -3, -4

สมหมาย มีสถิติการกระโดดน้ำ คือ -2, -4,

สมควร มีสถิติการกระโดดน้ำ คือ -3, -2)

- อะไรมีคือสิ่งที่โจทย์ต้องการหา (ตอบ การแข่งขันกระโดดน้ำครั้งนี้ครจะเป็นผู้ชนะ)

- โจทย์มีเงื่อนไขว่าอย่างไร (ครกระโดดน้ำได้ลีกที่สุดจะเป็นผู้ชนะ และเกณฑ์การให้คะแนนการกระโดดคือ 1 เมตร ให้ -1 คะแนน)

(2) นักเรียนร่วมกันอภิปรายกลุ่ม ๆ ละ 5 คน แบบร่วมสมอง ซึ่งแต่ละคนอธิบายสิ่งที่เขียนในส่วนโจทย์ให้อะไรบ้างของแต่ละคน เพื่อนำความคิดอย่างหลากหลายมาเลือกใช้ โดยไม่ตัดสินว่าถูกหรือผิด แต่จะนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงร่วมกันแล้วเขียนสัญลักษณ์เลือกແ่นงานรายบุคคล หรือเขียนเพิ่มเติมในส่วนโจทย์ให้อะไรบ้างของกลุ่ม

(ดูตัวอย่างการเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่ 1 ห้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1)

ขั้นที่ 2 คิดวิธีหาคำตอบ

(1) นักเรียนแต่ละคนคิดเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีความคล้ายคลึงกับโจทย์ทั้งจากการสนทนา กันเพื่อน และระหว่างการร่วมกิจกรรมกลุ่ม โดยเขียนความสัมพันธ์ของข้อมูลกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ เพื่อเป็นการคิดวิธีหาคำตอบเป็นรายบุคคล และอาจเขียนยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสม เช่น การเขียนสมการหรือประโยชน์คสัญลักษณ์ การเขียนภาพหรือแผนภาพ เขียนตารางหรือกราฟ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องลงในส่วน “คิดวิธีหาคำตอบ” แล้วนำไปติดบนแผนผังของกลุ่มในส่วนคิดวิธีหาคำตอบ โดยครูตั้งคำถามกระตุนความคิดของนักเรียนดังนี้

- ข้อมูลมีความสัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบอย่างไร (ตอบ คะแนนรวมการกระโดดน้ำของผู้ลงแข่งทั้งสามคนสามารถนำมาเบรียบเทียบได้)

- นักเรียนคุ้นเคยกับโจทย์ปัญหานี้หรือไม่ (ตอบ คุ้นเคย คือการบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบโดยใช้เส้นจำนวนและไม่ใช้เส้นจำนวน)

- ยุทธวิธีแก้ปัญหาหรือวิธีหาคำตอบใดที่เหมาะสมกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบบ้าง เช่น การเขียนสมการหรือประโยชน์คสัญลักษณ์ การเขียนภาพหรือแผนภาพ เขียนตารางหรือกราฟ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (ตอบ การเขียนประโยชน์คสัญลักษณ์)

- จากข้อมูลดังกล่าวนักเรียนจะเขียนเป็นประโยชน์คสัญลักษณ์อย่างไร ถึงจะหาคำตอบได้สำเร็จ (ตอบ ใช้วิธีบวก โดยเขียนเป็นประโยชน์คสัญลักษณ์ ของผู้ลงแข่งแต่ละคนได้ดังนี้

สมชาย เขียนเป็น $(-3) + (-4)$ สมหมาย เขียนเป็น $(-2) + (-4)$ และสมควร เขียนเป็น $(-3) + (-2)$

(2) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายกลุ่มแบบระดมสมอง เพื่อพิจารณาวิธีแก้โจทย์ปัญหา ของสมาชิกทุกคนร่วมกันโดยให้สมาชิกแต่ละคนให้เหตุผลในการแสดงวิธีคิดดังกล่าวเพื่อให้สมาชิกใน กลุ่มตัดสินใจและเพื่อให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแนวคิดของแต่ละคน แล้วเขียน เลือกหรือเขียนปรับปรุงใหม่ ถ้าแต่ละกลุ่มไม่สามารถดำเนินการตัดสินใจเลือกหรือเห็นว่าวิธีทางคำตอบ เพื่อแก้ปัญหางั้นไม่เหมาะสมสามารถพิจารณาในส่วนโจทย์ให้อะไรบ้างเพิ่มเติมอีกรึเปล่า

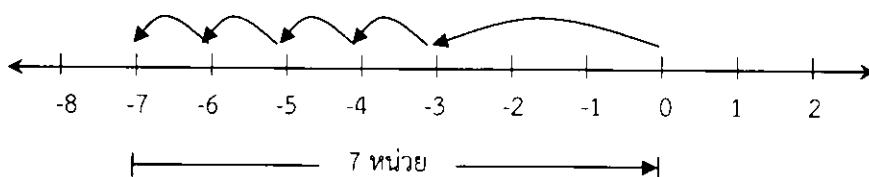
ขั้นที่ 3 แสดงวิธีทางคำตอบ

(1) นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงกระบวนการทางคำตอบตามแนวทางกลุ่มที่เลือกไว้ และ ตรวจสอบที่ละเอียดอนซึ่งเป็นการปรับความรู้เดิมและความรู้ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบ นั่นคือ เป็นการ ปรับความรู้เดิมเกี่ยวกับการบวกจำนวนนับและการบวกจำนวนเต็มด้วยจำนวนเต็มมาใช้ใน กระบวนการแก้ปัญหาโดยเขียนข้อความที่ตนเองเข้าใจ และติดบนแผ่นผังในส่วน “แสดงวิธีทาง คำตอบ” โดยครุตั้งคำถามกระตุนความคิดของนักเรียนดังนี้

- นักเรียนเห็นอย่างชัดเจนหรือไม่ว่าในแต่ละขั้นตอนนั้นถูกต้องแล้ว
- นักเรียนอย่าลืมตรวจสอบแต่ละขั้นตอนของกระบวนการทางคำตอบ

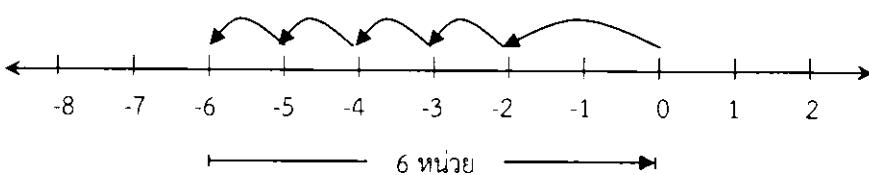
โดยอาจเขียนแสดงกระบวนการแก้ปัญหา ได้ดังนี้

คะแนนรวมการกระโดดน้ำของสมชายคือ $(-3) + (-4)$ และสามารถหาคำตอบโดยใช้เส้นจำนวนได้ดังนี้



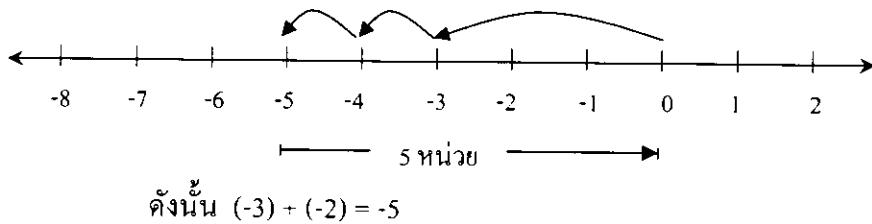
$$\text{ดังนั้น } (-3) + (-4) = -7$$

คะแนนรวมการกระโดดน้ำของสมหมายคือ $(-2) + (-4)$ และสามารถหาคำตอบโดยใช้เส้นจำนวนได้ดังนี้



$$\text{ดังนั้น } (-2) + (-4) = -6$$

คณิตรวมการกราฟต้นข้อของสมการคือ $(-3) + (-2)$ และสามารถหาคำตอบโดยใช้เส้นจำนวนได้ดังนี้



สรุปได้ว่าสมชายเป็นผู้ช่วยในการกราฟต้นข้อได้ลึกที่สุด

(2) นักเรียนร่วมกันอภิปรายกลุ่มแบบร่วมสมอง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้หรือแนวคิดของแต่ละคนในกระบวนการหาคำตอบอย่างชัดเจนเพื่อให้สมาชิกในกลุ่มร่วมเสนอความคิดเห็น ถึงแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวว่ามีความถูกต้องหรือไม่ พร้อมกับเสนอแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุด สมาชิกในกลุ่มร่วมกันสรุปเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุด แล้วเขียนลงในส่วน “แสดงวิธีหาคำตอบ” ของกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ตรวจคำตอบ

(1) นักเรียนแต่ละคนนำหลักเกณฑ์ที่ได้จากการบวนการแก้ปัญหามาสรุป และนำคำตอบที่ได้จากการเรียนรู้มาเขียนแสดงการตรวจคำตอบตามแนวความคิดและความเข้าใจของแต่ละคน แล้วติดบนแผ่นผังในส่วน “ตรวจคำตอบ” โดยครูตั้งคำถามกระตุนความคิดของนักเรียนดังนี้

- อะไรคือสิ่งที่ได้เรียนรู้ในการแก้โจทย์ปัญหา
- นักเรียนได้คำตอบที่สมเหตุสมผลแล้วหรือไม่

นักเรียนอาจเขียนการตรวจคำตอบดังนี้

$$\text{พิจารณาการบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ เช่น } (-3) + (-4) = -7$$

สามารถหาคำตอบได้โดยการใช้เส้นจำนวนและลูกศร โดยแสดงการนับต่อจากจำนวนที่เป็นตัวตั้งไปทางซ้าย และเป็นการนับลด

- พิจารณาคะแนน -1 คะแนน คิดเป็น 1 เมตร

จะได้ว่า สมชายมีคะแนนการกราฟต้นข้อได้

-7 คะแนน คิดเป็น 7 เมตร

สมหมายมีคะแนนการกราฟต้นข้อได้

-6 คะแนน คิดเป็น 6 เมตร

สมควรมีคะแนนการกราฟต้นข้อได้

-5 คะแนน คิดเป็น 5 เมตร

จะเห็นว่าสมชายกราฟต้นข้อได้ลึกที่สุด

ดังนั้นสมชายเป็นผู้ช่วยในการแข่งขันกราฟต้นข้อ ซึ่งเป็นคำตอบที่สมเหตุสมผล

(2) นักเรียนแต่ละคนนำเสนอบริการตรวจคำตอบต่อสมาชิกภายในกลุ่ม แล้วแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับกระบวนการตรวจคำตอบ ซักถาม เพื่อให้เห็นถึงแนวคิดในการตรวจคำตอบของแต่ละคนและร่วมกันสรุปแนวคิด ถ้าเห็นว่าคำตอบที่ได้ยังไม่ถูกต้องแต่ละกลุ่มสามารถกลับไปเลือกแนวทางการแก้ปัญหาใหม่จากส่วน คิดวิธีทางคำตอบ หรือ แสดงวิธีทางคำตอบ กลับไปกลับมาได้ในการเขียนอย่างมุ่งระหว่างส่วนต่าง ๆ ในแผนผังได้ แล้วทำการทดลองเลือกวิธีการทางคำตอบที่ดีที่สุดแล้วเขียนลงในส่วน “ตรวจคำตอบ” และเขียนผลลัพธ์ในส่วน “ตอบ” พร้อมทั้งเขียนหน่วยของคำตอบกำกับไว้ด้วย(ถ้ามี) สำหรับโจทย์ปัญหาข้อนี้เขียนได้เป็น “สมชาย” และช่วยกันเตรียมความพร้อมให้กับสมาชิกทุกคนเพื่อเป็นตัวแทนในการนำเสนอระดับชั้นเรียนได้

(3) ครูสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาต่อชั้นเรียนแล้วให้นักเรียนในชั้นซักถาม ครูสอบถามถึงวิธีทำรูปแบบอื่นเพื่อให้นักเรียนอภิปรายนำเสนอและครูเสนอวิธีที่เตรียมมาเมื่อพบว่าไม่มีกลุ่มใดเสนอในแบบที่ตรงกับวิธีที่ครูเตรียมไว้เพื่อให้นักเรียนเห็นยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลายได้

2) กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม

ครูให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้วพิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการให้หาอะไร และร่วมกันอภิปรายเพื่อคิดวิธีทางคำตอบ แล้วลงมือแสดงวิธีทำด้วยวิธีการเดียวกับตัวอย่างในหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2555 : 28-31) โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนดังนี้

- โจทย์ให้อะไรบ้าง (ตอบ สติ๊กิกระโดดน้ำ เป็นต้นนี้)

สมชาย	มีสติ๊กิกระโดดน้ำ	คือ -3 , -4
สมหมาย	มีสติ๊กิกระโดดน้ำ	คือ -2, -4,
สมควร	มีสติ๊กิกระโดดน้ำ	คือ -2, -3)

- อะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการหา (ตอบ การแข่งขันกระโดดน้ำครั้งนี้ครจะเป็นผู้ชนะ)
- จะใช้วิธีอะไรถึงจะหาคำตอบได้สำเร็จ (ตอบ ใช้วิธีการบวก)

โดยอาจเขียนแสดงกระบวนการทางคำตอบได้ดังนี้

วิธีทำ ขั้นที่ 1 หาคะแนนรวมการกระโดดน้ำของแต่ละคน ได้ดังนี้

คะแนนรวมการกระโดดน้ำของสมชาย

$$(-3) + (-4) = -7$$

คะแนนรวมการกระโดดน้ำของสมหมาย

$$(-2) + (-4) = -6$$

คณานุรวมการกระโดดน้ำของสมควร

$$(-3) + (-2) = -5$$

ขั้นที่ 2 พิจารณาความลึกจากการกระโดดน้ำของแต่ละคนเปรียบเทียบกันได้ดังนี้

สมชายกระโดดน้ำได้ -7 คะแนน แสดงว่ากระโดดน้ำได้ลึก 7 เมตร

สมหมายกระโดดน้ำได้ -6 คะแนน แสดงว่ากระโดดน้ำได้ลึก 6 เมตร

สมควรกระโดดน้ำได้ -5 คะแนน แสดงว่ากระโดดน้ำได้ลึก 5 เมตร

จะเห็นว่าสมชายกระโดดน้ำได้ลึกที่สุด แสดงว่าสมชายเป็นผู้ชนะการ

กระโดดน้ำครั้งนี้

ตอบ สมชายเป็นผู้ชนะการกระโดดน้ำ

ขั้นสรุป

4.4 ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายและสรุป การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก และ การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ สามารถทำได้ด้วยการใช้เส้นจำนวนและลูกศร การใช้ค่า สัมบูรณ์ และการใช้แบบจำลอง พร้อมทั้งสรุปยุทธวิธีและขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้มี ความซัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อนำหลักการตั้งกล่าวมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่อีกต่อไป

ขั้นฝึกหัดจะ

4.5 ครูมอบหมายโจทย์ปัญหาข้อที่ 2 ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาปานกลาง ดังนี้

ข้อที่ 2 สมชายปืนเข้าแห่งหนึ่งที่มีความสูง 120 กิโลเมตร ซึ่งทุก ๆ 10 กิโลเมตร อุณหภูมิจะลดลง 5 องศาเซลเซียส อยากร้าบว่าอุณหภูมินຍอดเข้าที่สมชายปืนขึ้นไปนั้นจะมีอุณหภูมิเท่าใดและสูง กว่าหรือต่ำกว่าอุณหภูมิ ณ จุดเริ่มต้น ถ้าจุดเริ่มต้นมีอุณหภูมิเป็น -7 องศาเซลเซียส

นักเรียนกลุ่มควบคุมให้ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบปกติ สำหรับกลุ่มทดลอง ให้ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทฤษฎีคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไวยภาพสกิร์ว์มกับ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ครูตั้งคำถามกระตุ้นความรู้เติมเพื่อเชื่อมโยงความรู้ใหม่ และเสนอแนะช่วยเหลือถึงการมองภาพรวมของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาในการเขียนเชื่อมโยง ข้อมูลระหว่างส่วนต่าง ๆ ในแผนผังของตนเองเพื่อให้นักเรียนสามารถค้นหาจุดเริ่มต้นในการค้นหา คำตอบของโจทย์ปัญหาได้สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง และเขียนลงในใบกิจกรรมของตนเองสำหรับ นักเรียนกลุ่มควบคุม ด้วยอย่างคำถามที่ใช้

- นักเรียนคุ้นเคยกับโจทย์ปัญหาดังกล่าวหรือไม่
- โจทย์ต้องการหาอะไร
- เราจะนำความรู้เรื่องใดมาใช้

4.6 ครูมอบหมายโจทย์ปัญหาข้อที่ 3 ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาปานกลาง ให้นักเรียนแต่ละคนทำถ้าทำไม่เสร็จให้นำกลับไปทำการบ้านและนำมาส่งครูในวันถัดไป ดังนี้

ข้อที่ 3 จงหาจำนวนที่แทนใน □ โดยให้จำนวนเต็มตรงกลางเกิดจากการนำจำนวนเต็มสองจำนวนที่อยู่ใน □ มาบวกกัน

<input type="text"/>	-10	<input type="text"/>
----------------------	-----	----------------------

-7 -11

<input type="text"/>	-8	<input type="text"/>
----------------------	----	----------------------

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

5.1 ครูสังเกตพฤติกรรมในการมีส่วนร่วมในกลุ่มและชั้นเรียน การแสดงความคิดเห็น ความสนใจ ความถูกต้องในการนำเสนอผลงาน

5.2 ตรวจสอบงานนักเรียน แผนผังของกลุ่ม และใบกิจกรรมรายบุคคล เรื่อง การบวกจำนวนเต็ม ข้อที่ 1, 2 และ 3

6. สื่อการเรียนรู้

6.1 โจทย์ปัญหาระบบ 2 ตัวแปร จำนวนเต็ม ข้อที่ 1, 2 และ 3

6.2 แผนวงกลมสีเหลืองและสีแดง

6.3 ภาพเส้นจำนวน

ตัวอย่างการเขียนแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การบวกจำนวนเต็ม ข้อที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวคิดของไอกอทสกีร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

1. โจทย์ให้อะไรบ้าง

1) สถิติการกระโดดน้ำ

สมชาย มีสถิติการกระโดดน้ำ คือ $-3, -4$

สมหมาย มีสถิติการกระโดดน้ำ คือ $-2, -4$

สมควร มีสถิติการกระโดดน้ำ คือ $-3, -2$

2) เงื่อนไขของโจทย์ คือ ครกระโดดได้ลึกที่สุด

จะเป็นผู้ชนะ และเกณฑ์การให้คะแนนการกระโดด

คือ 1 เมตร ให้ -1 คะแนน

2. โจทย์ต้องการหาอะไร

การแข่งขันกระโดดน้ำครั้งนี้ใครจะเป็นผู้ชนะ

3. คิดวิธีหาคำตอบ

1) เขียนประโยคสัญลักษณ์ ได้เป็น

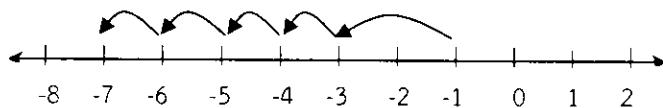
สมชาย เขียนเป็น $(-3) + (-4)$

สมหมาย เขียนเป็น $(-2) + (-4)$

สมควร เขียนเป็น $(-3) + (-2)$

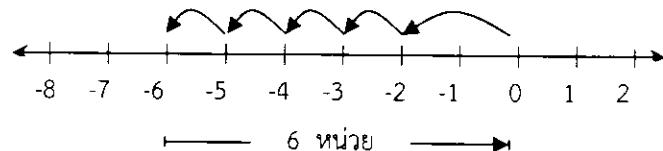
4. แสดงวิธีหาคำตอบ

คะแนนรวมการกระโดดน้ำของสมชายคือ $(-3) + (-4)$



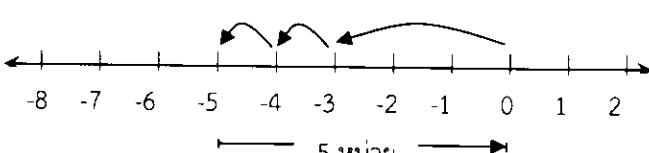
$$\text{ดังนั้น } (-3) + (-4) = -7$$

คะแนนรวมการกระโดดน้ำของสมหมายคือ $(-2) + (-4)$



$$\text{ดังนั้น } (-2) + (-4) = -6$$

คะแนนรวมการกระโดดน้ำของสมควรคือ $(-3) + (-2)$



$$\text{ดังนั้น } (-3) + (-2) = -5$$

สรุปได้ว่า สมชายเป็นผู้ชนะในการกระโดดน้ำได้ลึกที่สุด

5. ตรวจคำตอบ

1) พิจารณาการบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ เช่น $(-3) + (-4) = -7$

- สามารถหาคำตอบได้โดยการใช้เส้นจำนวนและลูกศร โดยแสดงการนับต่อจากจำนวนที่เป็นตัวตั้งไปทางซ้าย และเป็นการนับลด

2) พิจารณา คะແນن -1 คະແນນ คิดเป็น 1 เมตร จะได้ว่า

สมชายมีคະແນນการกระโดดน้ำได้ -7 คະແນນ คิดเป็น 7 เมตร

สมหมายมีคະແນນการกระโดดน้ำได้ -6 คະແນນ คิดเป็น 6 เมตร

สมควรมีคະແນນการกระโดดน้ำได้ -5 คະແນນ คิดเป็น 5 เมตร

จะเห็นว่าสมชายกระโดดน้ำได้ลึกที่สุด ตั้งนั้นสมชายเป็นผู้ชนะในการแข่งขันกระโดดน้ำ ซึ่งเป็น
คำตอบที่สมเหตุสมผล

ตอบ สมชาย

ภาคผนวก ๔
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

**ตารางที่ ๔.๑ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์**

ก่อนเรียน	หลังเรียน
<p>ข้อที่ ๑ ในการวัดอุณหภูมิภายในห้องทดลอง สองห้อง ในหนึ่งสัปดาห์ ได้มีการรายงานผลตั้งแต่ วันจันทร์เป็นต้นไป</p> <p>ห้องทดลองเพาเวอร์แบ็คที่เรียบชนิด A มี อุณหภูมิเป็น -6, -10, -14, -18, -22, -26, -30 องศาเซลเซียส</p> <p>ห้องทดลองเพาเวอร์แบ็คที่เรียบชนิด B มี อุณหภูมิเป็น -3, -6, -9, -12, -15, -18, -21 องศาเซลเซียส</p> <p>อยากร้าบว่า วันใดอุณหภูมิรวมทั้งสองห้องเป็น⁻⁴⁴ องศาเซลเซียส</p>	<p>ข้อที่ ๑ สัญญาณเดือนของสถานีทดลองแห่งหนึ่ง^{จะดังเดือนให้นักทดลองออกจากห้องทดลองเพื่อ} ไปปรับสภาพร่างกาย เมื่อรวมของสัญญาณ ความถี่ที่เกิดจากเครื่องปล่อยสัญญาณ ๒ เครื่อง^{รวมกันเท่ากับ -53} อยากร้าบว่า ข้ามที่เท่าไหร่ ที่เครื่องสัญญาณเดือนจะดังครั้งต่อไป ถ้าผลการ รายงานแต่ละข้ามเป็นตัวนี้</p> <p>เครื่อง A ส่งสัญญาณ -20, -22, -24, -26, -28, -30, 32 และ</p> <p>เครื่อง B ส่งสัญญาณ -5, -10, -15, -20, -25, 30, 35</p>
<p>ข้อที่ ๒ การแข่งขันกีฬาประเภทน้ำผู้ที่ได้ คะแนนรวมน้อยที่สุดเป็นผู้ชนะ ซึ่งในการแข่งขัน รอบชิงชนะเลิศ มีผู้เข้าร่วมแข่งขันจำนวนสองคน และผลคะแนนเป็นตัวนี้</p> <p>ตน มีคะแนนเป็น -3, -5, -4, -6, -7 สม มีคะแนนเป็น -4, -7, -4, -3, -2 จากผลการแข่งขันตั้งกล่าวใครจะเป็นผู้ชนะ</p>	<p>ข้อที่ ๒ รายงานผลการเพาเวอร์แบ็คที่เรียบชนิด หนึ่ง ถ้าค่าความชันของสารเร่งรวมแต่ละชนิดต่ำ^{แสดงว่า เชือเจริญเติบโตได้ดี และผลการอ่านค่า} เป็นตัวนี้</p> <p>สารเร่ง A อ่านผลได้เป็น -2, -4, -5, -9, -5 สารเร่ง B อ่านผลได้เป็น -3, -5, -6, -2, -7 อยากร้าบว่า สารเร่งชนิดใดทำให้เชือเจริญเติบโต^{ได้ดีที่สุด}</p>

**ตารางที่ ๔.1 โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)**

ก่อนเรียน	หลังเรียน
<p>ข้อที่ 3 น้ำฝนเข้าร่วมประการดร่องเพลงเที่้แห่งหนึ่ง ซึ่งมีเกติกาว่าถ้าผู้เข้าประการได้คะແນນรวมไม่ถึง 10 กะແນນจะตกรอบ ซึ่งการให้คะແນນจากคณะกรรมการจำนวนสามคนมีสองแบบคือให้ผ่านเข้ารอบ และให้ตกรอบ ผลการให้คะແນນเป็นดังนี้</p> <p>กะແນນกรรมการให้ตกรอบ เป็น -13, -12, -15 กะແນນกรรมการให้ผ่านเข้ารอบ เป็น 25, 23, 12 อยากร้าบว่า�້າຝັນຜ່ານເຂົາຮອບຫຼວມ</p>	<p>ข้อที่ 3 การตอบคำถามของรายการเกมโชว์กำหนดเกติกาว่า ถ้าผู้เข้าแข่งขันได้คະແນນรวมต่ำกว่า 5 คະແນນ จะตกรอบ ส້າມໂອເຂົາຮ່ວມການແປ່ງຂັ້ນໄດ້คະແນນການตอบຄຳຖາມເປັນດັ່ງນີ້</p> <p>คະແນນຕອບຜິດ เป็น -10, -11, -15 คະແນນຕອບຖຸກ เป็น 15, 16, 12 อยากร้าบວ່າສ້າມໂອຜ່ານເຂົາຮອບຫຼວມ</p>
<p>ข้อที่ 4 ถ้าหมู่บ้านแห่งหนึ่งมีพາຍທີມະພັດເຂົາທຳໄໝມີອຸນຫຼວມ -25 ອົງສາເຊລເຊີຍສ ซຶ່ງກ່ອນພາຍທີມະພັດເຂົາວັດອຸນຫຼວມໄດ້ -5 ອົງສາເຊລເຊີຍສ ຈົງຫາວ່າອຸນຫຼວມທັງພາຍທີມະພັດເຂົາຕ່າງຈາກກ່ອນພາຍທີມະພັດເຂົາເທົ່າໄດ້</p>	<p>ข้อที่ 4 ຄ້າຄົນພບວັດຖຸໂບຮານໜີດໜີ້ວັດອຸນຫຼວມໄດ້ -12 ອົງສາເຊລເຊີຍສ ແລ້ວນຳເກີບໄວ້ໃນຫ້ອງທດລອງ 1 ວັນ ວັດອຸນຫຼວມໄດ້ -2 ອົງສາເຊລເຊີຍສ ອົງກ່າວວ່າອຸນຫຼວມກ່ອນນຳເກີບໃນຫ້ອງທດລອງຕ່າງຈາກວັນທີນຳເກີບໄວ້ໃນຫ້ອງທດລອງເທົ່າໄດ້</p>
<p>ข้อ 5 ນ້ອງສາຍແລະນ້ອງຫວານ ທດລອງວັດອຸນຫຼວມ หมູ່ບ້ານຂອງແຕ່ລະຄນພຣ້ອມກັນໂດຍເຮີມຕັ້ງແຕ່ ວັນທີໜີ້ໄດ້ຜົດດັ່ງນີ້</p> <p>ນ້ອງສາຍວັດອຸນຫຼວມໃໝ່ມີຫຼູ່ບ້ານໄດ້ເປັນ -4, -5, 3, 6, 8, -9, -2 ອົງສາເຊລເຊີຍສ ນ້ອງຫວານວັດອຸນຫຼວມໃໝ່ມີຫຼູ່ບ້ານໄດ້ເປັນ -2, -7, -1, -11, -4, 3, 5 ອົງສາເຊລເຊີຍສ ວັນໄດ້ອຸນຫຼວມໃໝ່ມີຫຼູ່ບ້ານນ້ອງສາຍຕ່າງຈາກນ້ອງຫວານ ອູ່ 12 ອົງສາເຊລເຊີຍສ</p>	<p>ข้อที่ 5 ນ້ອຍໜ່າເດີນທາງຈາກຫຼູ່ບ້ານແຫ່ງໜີ້ໜີ້ ມີອຸນຫຼວມ 17 ອົງສາເຊລເຊີຍສ ແລະໃນໝະເດີນທາງຈະລົດລົງ 3 ອົງສາເຊລເຊີຍສ ຖຸກ ၅ 1 ກີໂລເມຕຣ ເພື່ອສັງສິນຄ້າໄປໝາຍຫຼູ່ບ້ານຊຶ່ງປົກລຸ່ມດ້ວຍທີມທີມ ທີມີອຸນຫຼວມ -7 ອົງສາເຊລເຊີຍສ ອົງກ່າວວ່າ ນ້ອຍໜ່າ ຈະເດີນທາງໄດ້ກີໂລເມຕຣອຸນຫຼວມ ຈຶ່ງຕ່າງຈາກຫຼູ່ບ້ານຊຶ່ງປົກລຸ່ມດ້ວຍທີມທີມ 6 ອົງສາເຊລເຊີຍສ</p>

**ตารางที่ 4.1 โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)**

ก่อนเรียน	หลังเรียน
<p>ข้อที่ 6 การเล่นเป่ายิ้งชุบมีกติกาว่า ถ้าแพ้จะได้คะแนน -2 คะแนน ถ้าชนะจะได้คะแนน 3 คะแนน สุพัดเข้าร่วมแข่งขันแล้ว พล 5 ครั้ง ชนะ 15 ครั้ง อยากร้าบว่าสุพัดได้คะแนนทั้งหมดเท่าใด</p>	<p>ข้อที่ 6 การโynเรียญบทเพื่อทายผล ถ้าทายผิดจะได้ -2 คะแนน ทายถูกจะได้ 4 คะแนน ผลปรากฏว่า สัมทายถูก 7 ครั้ง ทายผิด 10 ครั้ง สัมจะได้ คะแนนทั้งหมดเป็นเท่าไร</p>
<p>ข้อที่ 7 เพญเป็นผู้ดูแลห้องทดลองสามห้อง ซึ่งมี อุณหภูมิเป็นดังนี้ -2, -7, -13 องศาเซลเซียส และเพื่อให้เชื้อที่เพาะในห้องทดลองเจริญเติบโต ได้ดีจะต้องปรับอุณหภูมิให้เป็น -2 เท่าของ อุณหภูมิเดิมในแต่ละห้อง จะหาว่าแต่ละห้อง จะมีอุณหภูมิเท่าใด</p>	<p>ข้อที่ 7 เครื่องวัดอุณหภูมิบันยอดขาดแห่งหนึ่ง¹ ติดตั้งไว้จำนวนสามจุด วัดอุณหภูมิวันอาทิตย์แล้ว² รายงานผลเป็นดังนี้ -3, -5, -7 องศาเซลเซียส จากผลการรายงานดังกล่าวพยากรณ์ได้ว่า³ อีกสามวันข้างหน้าจะมีอุณหภูมิเป็น -5 เท่าของ วันดังกล่าว อยากร้าบว่าอีกสามวันในแต่ละจุด จะมีอุณหภูมิเป็นเท่าใด</p>
<p>ข้อที่ 8 การเล่นเกมออนไลน์เพื่อสะสมเหรียญ ชนิดหนึ่ง มีกติกาว่าเมื่อผู้เล่นได้คะแนนติดลบ จะต้องจ่ายเงิน แต่ถ้าผู้เล่นได้คะแนนเป็นบวกผู้ เล่นจะรับเงินตามคะแนนที่ได้รับ วิธีการคำนวณ ยอดเงินหาได้จากการนำจำนวนเหรียญสะสมที่ได้ หารด้วย -8 ถ้าน้องน้ำเล่นเกมออนไลน์แล้วได้ เหรียญสะสม -2,352 เหรียญ น้องน้ำจะต้อง จ่ายเงินหรือรับเงินเป็นจำนวนเท่าใด</p>	<p>ข้อที่ 8 ในการปืนยอดขาดแห่งหนึ่งนักปืนเข้าได้ ทำการจดบันทึกอุณหภูมิไว้ ผลการจดบันทึกสรุป¹ ได้ว่า อุณหภูมิจะลดลง 3 องศาเซลเซียส² ทุก ๆ 1 เมตร และอุณหภูมิรวมจากยอดขาดถึง³ ตำแหน่งที่ปืนได้เป็น -117 องศาเซลเซียส จงหา ระยะทางที่นักปืนเข้าจะปืนเข้าได้</p>

**ตารางที่ ง.1 โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)**

ก่อนเรียน	หลังเรียน
ข้อที่ 9 การตีกอల์ฟของน้องอ้อฟจำนวน 4 ครั้ง มีผลคะแนนรวมเป็น -28 คะแนน อยากร้าบว่า คะแนนเฉลี่ยในการตีหนึ่งครั้งเป็นเท่าใด	ข้อที่ 9 คะแนนการเล่นเกมออนไลน์ของน้องเก่ง 12 ครั้ง ได้คะแนนรวมเป็น -408 คะแนน อยากร้าบว่าคะแนนเฉลี่ยในแต่ละครั้งเป็นเท่าใด ถ้าคะแนนการเล่นเกมแต่ละครั้งไม่เปลี่ยนแปลง
ข้อที่ 10 รายงานผลอุณหภูมิในหนึ่งวัน ของ จังหวัดศรีสะเกษ จังหวัดเชียงราย และจังหวัด เชียงใหม่ เป็นดังนี้ 12, -12, -3 องศาเซลเซียส แล้วอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งสามจังหวัดในหนึ่งสัปดาห์ เป็นเท่าใด ถ้าในแต่ละวันอุณหภูมิในแต่ละจังหวัด ไม่เปลี่ยนแปลง	ข้อที่ 10 การเล่นเกมหนึ่งครั้ง ของน้องต้น น้องน้ำ น้องเหนือ ได้คะแนน เป็น -20, -10, 5 อยากร้าบว่าคะแนนเฉลี่ยของทั้งสามคนในการ เล่นเกมจำนวน 5 ครั้งเป็นเท่าใด ถ้าคะแนนการ เล่นเกมแต่ละครั้งของทั้งสามคนไม่มีการ เปลี่ยนแปลง

ตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ก่อนเรียน)

ชื่อ.....	ห้อง..... เลขที่.....
<p>คำชี้แจง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน 2. ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหากคำตอบ อย่างละเอียดและชัดเจน 	
<p>ข้อที่ 1 ในการวัดอุณหภูมิกายในห้องทดลองสองห้อง ในหนึ่งสัปดาห์ ได้มีการรายงานผลตั้งแต่วันจันทร์เป็นต้นไป</p> <p>ห้องทดลองเพาเวอร์เบ็คที่เรียนนิด A มีอุณหภูมิเป็น -6, -10, -14, -18, -22, -26, -30 องศาเซลเซียส</p> <p>ห้องทดลองเพาเวอร์เบ็คที่เรียนนิด B มีอุณหภูมิเป็น -3, -6, -9, -12, -15, -18, -21 องศาเซลเซียส</p> <p>อย่างทราบว่าวันใดอุณหภูมิรวมทั้งสองห้องเป็น -44 องศาเซลเซียส</p>	

ตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (หลังเรียน)

ชื่อ.....	ชั้น..... เลขที่.....
<p>คำชี้แจง 1. ข้อสอบมีทั้งหมด 10 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน 2. ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหากำตอบ อย่างละเอียดและชัดเจน</p>	
<p>ข้อที่ 1 สัญญาณเตือนของสถานีทดลองแห่งหนึ่งจะต้องเตือนให้นักทดลองออกจากห้องทดลอง เพื่อไปปรับสภาพร่างกาย เมื่อผู้รวมของสัญญาณความรู้ที่เกิดจากเครื่องบล็อกสัญญาณ 2 เครื่องรวมกันเท่ากับ -53 อย่างทราบว่าช่วงโมงที่เท่าไหร่ที่เครื่องสัญญาณเตือนจะดังครั้งต่อไป</p> <p>ถ้าผลการรายงานแต่ละช่วงโมงเป็นดังนี้</p> <p>เครื่อง A ส่งสัญญาณ -20, -22, -24, -26, -28, -30, 32 และ เครื่อง B ส่งสัญญาณ -5, -10, -15, -20, -25, 30, 35</p>	

ภาคผนวก จ
ผลการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ จ.1 คะแนนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จากการทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์
ในการจัดชั้นเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2558

เลขที่	ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/1	ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/2
1	11	9
2	10	7
3	6	8
4	11	8
5	13	7
6	8	10
7	11	10
8	9	7
9	10	8
10	10	10
11	11	8
12	9	10
13	8	8
14	11	9
15	10	12
16	12	12
17	5	10
18	10	7
19	9	9
20	11	7
21	12	6
22	12	10
23	11	6

ตารางที่ จ.1 คะแนนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จากการทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ในการจัดชั้นเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 (ต่อ)

เลขที่	ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/1	ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/2
24	8	5
25	6	10
26	9	10
27	8	6
28	11	9
29	11	10
30	3	5

นำคะแนนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จากการทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ในการจัดชั้นเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ทั้งสองห้อง ได้ผลดังนี้ ตารางที่ จ.2

ตารางที่ จ.2 ผลการเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

ห้อง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่าเอฟ (F-test)		ค่าที (t-test)	
			F	p	t	p
ม. 1/1	9.53	2.27	0.386	0.537	2.049	0.045
ม. 1/2	8.43	1.87				

จากตาราง จะเห็นได้ว่า

- ค่าความแปรปรวนของคะแนนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองห้องไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01
- ค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ทั้งสองกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ภาคผนวก ฉ
ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตอนที่ 1 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ฉ.1 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ของกลุ่มทดลอง

การเก็บข้อมูล	ก่อนเรียน						หลังเรียน					
	ทักษะการ แก้ปัญหา	ท่าความเข้าใจ โจทย์	การเลือก อุปกรณ์การ แก้ปัญหา	การใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	การสรุปคำตอบ	รวม	ท่าความเข้าใจ โจทย์	การเลือก อุปกรณ์การ แก้ปัญหา	การใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	การสรุปคำตอบ	รวม	
กลุ่มทดลอง												
1	2	1	2	2	7	26	10	5	2	43		
2	7	1	2	4	14	27	19	13	10	69		
3	7	0	0	1	8	21	5	1	1	28		
4	6	0	0	1	7	27	5	1	1	34		
5	6	1	5	6	18	27	16	14	12	69		
6	3	0	1	0	4	16	10	8	6	40		
7	2	1	0	1	4	15	14	14	12	55		
8	2	0	2	2	6	24	20	14	10	68		
9	1	4	2	4	11	28	18	15	14	75		
10	5	0	3	1	7	19	9	6	5	39		
11	3	0	2	3	8	19	18	15	12	64		
12	4	0	0	2	6	27	10	6	5	48		
13	8	1	0	5	14	30	13	9	9	61		
14	2	0	0	1	3	29	12	8	8	57		
15	2	2	2	6	12	30	26	19	6	81		
16	1	2	1	4	8	24	11	9	5	49		
17	3	4	1	3	11	26	17	12	7	62		
18	2	1	0	6	9	30	5	1	0	36		
19	1	3	3	1	8	30	25	18	10	83		
20	3	0	1	2	6	23	11	2	2	38		
21	7	1	1	3	12	25	16	10	9	60		
22	4	4	2	5	16	27	15	7	8	57		
23	3	3	4	3	13	29	21	14	9	73		
24	5	1	0	1	7	29	23	12	10	74		
25	4	0	0	1	5	22	6	2	2	32		
26	4	0	3	1	8	29	13	6	5	53		
27	8	0	0	2	10	27	8	5	2	42		
28	3	1	1	1	3	30	11	7	5	53		
29	2	6	5	2	15	26	20	12	12	70		
30	6	0	2	3	11	24	5	2	1	32		
รวม					277						1645	
เฉลี่ย					9.23						54.83	

**ตารางที่ ฉบับ 2 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของกลุ่มควบคุม**

การเก็บข้อมูล	ก่อนเรียน					หลังเรียน					
	ทักษะการ แก้ปัญหา	ท่าความเข้าใจ โจทย์	การเลือก ข้อวิธีการ แก้ปัญหา	การใช้ข้อวิธี การแก้ปัญหา	การสรุปค่าตอบ	รวม	ท่าความเข้าใจ โจทย์	การเลือก ข้อวิธีการ แก้ปัญหา	การใช้ข้อวิธี การแก้ปัญหา	การสรุปค่าตอบ	รวม
กลุ่มควบคุม											
1	3	0	1	3	7	13	4	2	4	23	
2	2	1	1	1	5	11	3	2	4	20	
3	5	1	0	1	7	7	1	2	4	14	
4	3	0	0	1	4	6	0	0	4	10	
5	4	0	0	1	5	6	0	0	3	9	
6	9	1	0	1	11	8	7	5	5	25	
7	1	0	3	4	8	14	1	1	6	22	
8	3	4	8	5	20	11	9	11	10	41	
9	9	1	3	5	18	3	7	9	6	25	
10	6	0	0	3	9	12	1	1	1	15	
11	11	1	2	5	19	11	4	4	3	22	
12	7	0	0	5	12	7	4	2	3	16	
13	6	0	1	3	10	2	3	2	1	8	
14	7	0	0	0	7	16	6	2	6	30	
15	2	5	8	8	23	3	11	16	15	45	
16	6	0	2	2	8	7	5	5	3	30	
17	5	1	0	0	6	8	3	5	1	17	
18	5	0	0	1	6	18	5	4	4	31	
19	16	2	0	1	19	12	2	2	3	19	
20	13	2	1	2	18	12	5	1	5	23	
21	13	1	1	4	19	20	11	7	6	44	
22	7	2	1	2	12	22	7	6	4	39	
23	6	1	0	4	11	14	4	1	5	24	
24	4	2	1	1	8	6	4	3	3	16	
25	5	6	6	3	20	23	14	9	7	53	
26	3	0	2	5	10	28	14	9	8	59	
27	5	0	4	6	15	11	11	12	10	44	
28	4	0	0	4	8	24	0	0	4	28	
29	5	0	0	1	5	23	3	2	4	32	
30	6	1	7	5	19	15	11	12	5	43	
รวม					350					827	
เฉลี่ย					11.67					27.57	

ตอนที่ 2 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นรายด้าน

ตารางที่ ฉ.3 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
ด้านการทำความเข้าใจโจทย์ของกลุ่มทดลอง

**ตารางที่ ฉ.4 คะแนนหักษณะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
ด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลอง**

การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา													หลังเรียน												
การเก็บข้อมูล		ก่อนเรียน											หลังเรียน												
ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	คะแนน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	คะแนน	รวม	รวม	
กลุ่มทดลอง											รวม														
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	1	2	0	1	0	2	10			
2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3	3	2	3	2	2	0	1	2	1	19			
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5		
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	2	3	1	2	0	1	1	2	16			
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	1	1	1	1	0	10			
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	2	3	0	0	0	0	0	3	0	14		
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	3	2	2	3	1	1	0	20			
9	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	4	3	2	2	3	1	3	1	1	1	1	18			
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0	3	0	0	0	0	9			
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	2	3	0	0	0	2	18			
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	1	3	0	0	1	10			
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	2	3	1	0	0	0	1	0	13			
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	0	1	1	3	0	0	0	12			
15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	1	26			
16	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1	1	1	3	1	2	0	0	2	0	11			
17	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4	3	3	2	3	0	3	0	0	2	1	17			
18	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5			
19	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	3	3	3	3	2	3	2	1	2	3	25			
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	3	0	2	1	11				
21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	2	2	0	3	2	0	1	0	16			
22	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	1	3	3	2	0	0	0	2	1	15			
23	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	2	3	2	2	0	1	3	3	21			
24	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3	3	2	3	1	2	3	1	3	2	23			
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	0	0	0	1	0	0	6			
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	3	1	0	0	1	1	1	13			
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	8			
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	1	0	2	0	1	0	1	1	11			
29	2	1	0	0	0	2	0	1	0	0	6	3	3	3	2	2	3	0	1	3	0	20			
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	5		
รวม	12	7	4	3	1	6	1	1	0	1	36	60	64	57	64	24	43	24	15	37	24	412			
เฉลี่ย											120											13.733			

ตารางที่ ช.5 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ด้านการใช้ทรัพยากรากแก้ปัญหาของกลุ่มท้องถิ่น

ตารางที่ ช.๖ คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ด้านการสรปคำตوبของกลุ่มทดลอง

ตารางที่ ฉ.7 ค่าแนวทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
ด้านทำความเข้าใจโจทย์ของกลุ่มควบคุม

ตารางที่ ฉบับที่ ๘.๘ ค่าตอบแทนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มควบคุม

**ตารางที่ ฉบ.9 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
ด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มควบคุม**

การเก็บข้อมูล	การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา												ผลลัพธ์											
	ก่อนเรียน												หลังเรียน											
	ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	คะแนน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	คะแนน	
กลุ่มควบคุม											รวม													รวม
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	5
7	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	1	1	2	0	2	2	0	0	0	0	8	0	2	2	3	0	3	1	0	0	0	0	0	11
9	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	9
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
15	1	2	2	1	0	1	0	1	0	0	8	3	2	3	2	0	3	3	0	0	0	0	0	16
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
21	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
22	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	6
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
24	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
25	0	2	1	0	0	1	0	1	0	0	6	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	9
26	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	2	0	1	1	0	2	0	0	3	0	0	0	9
27	0	0	0	1	0	2	1	0	3	0	4	1	2	2	2	0	3	0	1	0	1	0	0	12
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
30	2	2	2	0	0	1	0	0	0	0	7	0	2	2	3	0	2	2	1	0	0	0	0	12
รวม	4	8	13	7	2	10	1	2	2	0	49	27	26	24	27	0	16	6	2	5	4	137		
เฉลี่ย											163												4.57	

ตารางที่ ฉ.10 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ด้านการสรุปคำตوبของกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 3 คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ฉ.11 คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ตารางที่ ฉ.12 คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 4 คะแนนผลลัมภ์ที่ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ฉ.13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ตารางที่ ฉ.14 คะแนนผลลัมกทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 5 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ
แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ฉ.15 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการ
แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	5	13	1	4	9
2	6	23	2	3	10
3	0	10	3	3	9
4	1	11	4	2	3
5	8	19	5	1	2
6	1	13	6	2	12
7	2	19	7	4	17
8	5	18	8	12	17
9	5	24	9	5	9
10	1	11	10	2	8
11	3	21	11	4	10
12	4	15	12	3	8
13	3	18	13	4	10
14	1	18	14	1	8
15	7	25	15	11	21
16	3	15	16	1	11
17	5	21	17	1	10
18	4	10	18	3	7
19	6	28	19	7	8
20	4	11	20	4	9

ตารางที่ ฉ.15 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ต่อ)

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
21	5	16	21	4	15
22	6	19	22	6	12
23	8	23	23	3	9
24	3	20	24	4	10
25	3	10	25	13	17
26	5	14	26	7	16
27	2	13	27	6	17
28	5	16	28	3	1
29	6	24	29	2	4
30	6	12	30	12	18
\bar{X}	4.10	17.00	\bar{X}	4.57	10.57
SD	2.14	5.11	SD	3.39	4.92

จากตาราง ฉ.4 พบร้า คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ย 4.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.14 กลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ย 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.39 และหลังเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย 17.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.11 กลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ย 10.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.92

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวเยาวภา วรครุษ
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2542 – 2546 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2550 – 2557 โรงเรียนไพรบึงวิทยาคม อำเภอไพรบึง จังหวัดศรีสะเกษ สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ
	พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน โรงเรียนไตรมิตร อำเภอโพธิ์ศรีสุวรรณ จังหวัดศรีสะเกษ
ตำแหน่ง	สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ ครูชำนาญการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนไตรมิตร อำเภอโพธิ์ศรีสุวรรณ จังหวัดศรีสะเกษ
	สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ

