



การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิทยานิพนธ์
ของ
ณัฐพร นวนสาย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

ตุลาคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์



**DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING PROCESS SKILL
USING POLYA'S PROBLEM SOLVING PROCESS FOR
MATHAYOMSUKSA 3 STUDENTS**

Nattaporn Nuansai

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Curriculum and Instruction**

October 2011

Copyright of Buriram Rajabhat University

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
ผู้วิจัย	ฉัฐพร นวนสาย		
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา วีรกุลเทวีญ	ที่ปรึกษาหลัก	
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ภูเงิน	ที่ปรึกษาร่วม	
ปริญญา	ครุศาสตรมหาบัณฑิต	สาขา	วิชาหลักสูตรและการสอน
สถานศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี	ปีที่พิมพ์	2554

บทคัดย่อ

การวิจัยมีความมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบผลการเรียนด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) หาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 4) ศึกษาพฤติกรรมการเรียนการสอนของครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 49 คน ได้มาโดยใช้เทคนิคการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) รูปแบบการวิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) มีวงจรปฏิบัติการ 4 วงจร เครื่องมือที่ใช้ได้แก่

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3) แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4) แบบบันทึกประจำวันของนักเรียน
- 5) แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน และ 6) แบบสัมภาษณ์นักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานใช้ One Sample t-test ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้วิธีพรรณนาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 78.70/76.43
2. ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา หลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน มากกว่าร้อยละ 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะ ดังนี้ 1) น่าสนใจ ทำทลายความสามารถ และเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ 2) ไม่เน้นเพียงทักษะการคิดคำนวณ แต่ควรมีการแก้ปัญหาสถานการณ์ทั่วไป 3) เป็นลำดับขั้นตอน เรียนรู้จากความซับซ้อนน้อยไปมาก 4) ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย และ 5) นักเรียนควรได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาผ่านกิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมเดี่ยวอย่างสม่ำเสมอ

4. พฤติกรรมการสอนของครูนั้น ได้ปรับเปลี่ยนจากการเป็นผู้ให้ความรู้แก่นักเรียนแต่อย่างเดียว เป็นทั้งผู้ให้ความรู้ เป็นผู้เสนอแนะ และคอยช่วยเหลือให้นักเรียนมากขึ้น

5. พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีพัฒนาการดีขึ้น กล่าวคือ ในขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนใช้เวลามากขึ้นในการอ่าน วิเคราะห์โจทย์ และแสดงร่องรอยการขีดเขียนเพื่อทำความเข้าใจโจทย์ในส่วนที่สำคัญได้มากขึ้น ในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนแสดงการวางแผนได้เป็นระบบ มีประสิทธิภาพ และแตกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหากันมากขึ้น ในขั้นดำเนินการตามแผน นักเรียนแสดงกระบวนการค้นหาคำตอบได้ชัดเจน และมีความพยายามในการแก้ปัญหามากขึ้น และในขั้นตรวจสอบผล นักเรียนอธิบายหรือวิเคราะห์คำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล และสามารถแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาแบบอื่นได้

TITLE	Development of Mathematical Problem Solving Process Skill Using Polya's Problem Solving Process for Mathayomsuksa 3 Students		
AUTHOR	Nattaporn Nuansai		
THESIS ADVISORS	Assistant Professor Dr.Sunanta Viragoontavan		Major Advisor
	Assistant Professor Dr.Prasert Phoo-ngern		Co-advisor
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Curriculum and Instruction
SCHOOL	Buriram Rajabhat University	YEAR	2011

ABSTRACT

This research aimed: 1) to develop the efficiency of lesson plan of mathematical problem solving process skill using Polya's problem solving process for Mathayomsuksa 3 students with the criteria set of 75/75; 2) to compare the achievement before and after learning through mathematical problem solving process skill; 3) to explore the learning activities for mathematical problem solving; and 4) to study the teaching behavior of teachers and Mathayomsuksa 3 students. The samples were 49 Mathayomsuksa 3/1 students in academic year 2010. It was the classroom action research with four action-reflection cycles. The research instruments were: 1) lesson plans; 2) test of mathematical problem solving process skill; 3) mathematical problem solving behavior observation form; 4) students diary form; 5) teaching behavior observation form; and 6) student interview form. The quantitative data were analyzed by percentage, mean, and standard deviation. The hypothesis was tested by one-sample t-test. The qualitative data was interpreted by narrative technique. The results were as follows:

1. The efficiency of the lesson plan of mathematical problem solving process skill using Polya's problem solving process for Mathayomsuksa 3 students was 78.70/76.43.
2. The learning results focusing on mathematical problem solving process skill using Polya's problem solving process for Mathayomsuksa 3 students after learning was higher than before learning with statistically significant difference at the level of .01.
3. The learning process for mathematical problem solving process skill should include the following characteristics: 1) interesting, challenging and relating to their daily life;

2) not only focusing on calculation skill but also general situation problem solving; 3) from step by step and from simple problems to more complicated problems; 4) promoting to use various strategies to motivate students to solve problems; and 5) students should practice to solve problems both in group and individually.

4. Teacher behaviors were adjusted not only giving knowledge but also mentoring, facilitating and helping students.

5. Students learning behaviors for mathematical problem solving process were more improved in four Polya's problem solving steps: 1) Understanding the problem; students took more times to read and analyze the problems, and showed more evidences in order to understand the main points of problems; 2) Planning to solve the problems; students showed systematic and effective planning. In addition, they exchanged more the ways to solve the problems; 3) Following the plan; students showed the solving solution process more clearly and showed more their efforts to solve the problems; and 4) Verifying the solutions; students had abilities to explain and analyze the solutions reasonably. Also, they had abilities to express their solving ideas for different problems.

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง โดยได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์จำเริญ อุ่นแก้ว ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา วีรกุลเทวัญ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ภูเงิน กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิ่งแก้ว ประดิษฐ์ใจ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จเรียบร้อย ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่เอื้ออำนวยความสะดวกและประสานงานในการจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดช่วงระยะเวลาการศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่านคือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดวงใจ ถิ่นอำไพ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ อาจารย์ ดร.กระพั่น ศรีงาน อาจารย์ประจำกลุ่มวิชาการทดสอบและวิชาการศึกษา คณะครุศาสตร์ อาจารย์โกวิทย์ วัชรินทรางกูร อาจารย์ประจำกลุ่มวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ อาจารย์รุ่งอรุณ โดหนึ่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม อาจารย์กรรณิการ์ เรืองเกษม ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ โรงเรียนเชื้อเพลิงวิทยา ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณนายนำส่ง ทรงวัฒนะสิน ผู้อำนวยการ โรงเรียนกระสังพิทยาคม ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัย คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณนายสมศักดิ์ ฉัตรทันต์ นางอำไพ ฉัตรทันต์ นางสาวนิตา ฉัตรทันต์ นายเชษฐ ฉัตรทันต์และนายสุรชัย นวนสาย ที่คอยส่งเสริมและมอบกำลังใจมาโดยตลอด

ประ โยชน์และคุณค่าจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเพื่ออุทิศพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนบูรพาจารย์ที่มีส่วนเสริมสร้างสติปัญญาแก่ผู้วิจัย และผู้มีพระคุณต่อผู้วิจัยทุกท่าน

ฉัฐพร นวนสาย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
ประกาศคุณูปการ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพประกอบ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	10
ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	10
ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	11
ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	12
ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี.....	15
กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	17
กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา.....	18
ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	22

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	27
การพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	27
การสอนการแก้ปัญหา.....	33
การประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	42
การประเมินทักษะการแก้ปัญหาจากงานเขียน.....	46
การประเมินพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	46
การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในชั้นเรียน.....	49
ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	49
หลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	50
ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน.....	51
ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน.....	53
ความสำคัญและความจำเป็นของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน.....	56
ประโยชน์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน.....	56
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	57
งานวิจัยในประเทศ.....	57
งานวิจัยต่างประเทศ.....	60
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	63
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	63
เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	64
การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ.....	65
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	70
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	75
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	107
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	107
สมมติฐานของการวิจัย.....	108
วิธีดำเนินการวิจัย.....	108
สรุปผลการวิจัย.....	112
อภิปรายผล.....	113
ข้อเสนอแนะ.....	115
ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้.....	115
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....	116
บรรณานุกรม.....	117
ภาคผนวก.....	124
ภาคผนวก ก แผนการจัดการเรียนรู้.....	125
แผนการจัดการเรียนรู้.....	126
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	138
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	139
แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	140
แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน.....	141
แบบบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียน.....	144

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
แบบบันทึกประจำวันของนักเรียน.....	146
ภาคผนวก ค ระดับคะแนนของการทดสอบ.....	148
คะแนนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียน.....	149
คะแนนการประเมินระหว่างเรียน.....	151
ภาคผนวก ง คุณภาพเครื่องมือ.....	153
แบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ของ ผู้เชี่ยวชาญ.....	154
แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญ.....	156
ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ของ ผู้เชี่ยวชาญ.....	157
ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญ.....	158
ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....	159
ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	160
หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ.....	161
หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือในการวิจัย.....	166
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	167

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1	ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนวงจรที่ 1..... 71
3.2	ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนวงจรที่ 2..... 72
3.3	ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนวงจรที่ 3..... 73
3.4	ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนวงจรที่ 4..... 74
4.1	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละในการทำกิจกรรมในแต่ละวงจร..... 81
4.2	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละจากการทำแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 82
4.3	ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75..... 82
4.4	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลต่างของคะแนนคิดเป็น ร้อยละของคะแนนทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้านทักษะ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3..... 83
4.5	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละจากการทำแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน..... 84
4.6	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละจากการทำใบกิจกรรมระหว่าง การเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 86
4.7	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละจากการทำแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน..... 89
4.8	สภาพปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางแก้ไขในวงจรที่ 1..... 93
4.9	สภาพปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางแก้ไขในวงจรที่ 2..... 98
4.10	สภาพปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางแก้ไขในวงจรที่ 3..... 102
4.11	สภาพปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางแก้ไขในวงจรที่ 4..... 106

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก	หน้า
1 คะแนนวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียน.....	149
2 คะแนนการประเมินระหว่างเรียนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	151
3 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ของโพลยา สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	157
4 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ของโพลยา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	158
5 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ของโพลยา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	159

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 แบบจำลองกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmiss & McTaggart.....	51
2.2 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน.....	54
2.3 กิจกรรมในการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน.....	55

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Buriram Rajabhat University

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศและการพัฒนาบุคคล ดังที่ บุพิน พิพิธกุล (2545 : 15) ได้กล่าวไว้ว่า “วิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ เนื่องจากความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและอุตสาหกรรม” และคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาให้บุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้าง ความมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนในการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่อกิจการงานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนมีลักษณะของความเป็นผู้นำในสังคม (สิริพร ทิพย์คง. 2545 : 1) เพื่อพัฒนาให้บุคคล มีคุณภาพดังกล่าวข้างต้น ทุกประเทศจึงได้จัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ในระบบการศึกษาทุกระดับ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้ส่งเสริมและให้ความสำคัญ ในการพัฒนาคนพัฒนาประเทศ จึงได้กำหนดแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนรู้สำหรับให้ สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการตามเป็นการเฉพาะ โดยกำหนดไว้ในมาตรา 24 หมวดที่ 4 ว่าด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่ง 2 ใน 6 ข้อ คือ 1) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และ 2) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542 : 13)

เพื่อให้ระบบการศึกษาดำเนินไปในทิศทางเดียวกัน หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้จัดให้คณิตศาสตร์อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต ให้มีคุณภาพและกำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในทุกช่วงชั้น สาระการเรียนรู้ทั้งหมดมี 6 สาระ ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) การวัด 3) เรขาคณิต 4) พีชคณิต 5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และ 6) ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ. 2545 : 6-7)

สำหรับสาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้ระบุเป็นสาระเพิ่มเติมอย่างชัดเจนจากหลักสูตรการศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533) ซึ่งประกอบไปด้วย 5 มาตรฐาน ดังนี้

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จะเห็นได้ว่าหลักสูตรได้กำหนดให้การแก้ปัญหา เป็นมาตรฐานหนึ่งในทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ผักผ่อนและพัฒนาให้เกิดขึ้น เพราะการเรียนรู้การแก้ปัญหาคือช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผน และรู้จักตัดสินใจอย่างถูกต้อง (สิริพร ทิพย์คง. 2544 : 4)

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)) ได้กำหนดให้การแก้ปัญหาคือเป็นจุดเน้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์และเป็นเป้าหมายพื้นฐานของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นมาตรฐานแรกตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงเกรด 8 ซึ่งระบุไว้ว่าการเรียนคณิตศาสตร์ควรเน้นการแก้ปัญหามาจากการจัดประสบการณ์ที่หลากหลาย ให้นักเรียนได้ใช้วิธีสืบสวนสอบสวนและประยุกต์ เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้การแก้ปัญหามาใช้ในการเข้าสู่การสำรวจศึกษา (Investigation) และทำความเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ สร้างปัญหาจากชีวิตประจำวันและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ พัฒนาและประยุกต์ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามากมาย ขยายความและอธิบายความหมายของผลลัพธ์ของปัญหา เริ่มต้น มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย โดยเฉพาะในระดับเกรด 5-8 เพิ่มเติม ให้นักเรียนสร้างนัยทั่วไปของคำตอบ (NCTM. 1989 : 23-75)

นอกจากนี้การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันให้เหมาะสมกับยุคที่สังคมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ก็มีความสำคัญไม่น้อย ทั้งนี้มีหน่วยงานที่เล็งเห็นความสำคัญของการดำเนินการตามหลักการข้างต้น จึงได้จัดโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA (Program for International Student Assessment) เพื่อเตรียมเยาวชนอายุ 15 ปี ให้พร้อมที่จะมีบทบาทหรือมีส่วนร่วมสร้างสรรค์และดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพในสังคมและมีศักยภาพในการแข่งขันในเศรษฐกิจโลก โดยใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2550 : 3-6) มีประเทศในเอเชียที่เข้าร่วมโครงการนี้ รวมถึงประเทศไทยด้วย ผลการประเมิน PISA ปี ค.ศ. 2009 พบว่านักเรียนไทย อายุ 15 ปี มีความสามารถในการแก้ปัญหาคือ

ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553 : 1)

อย่างไรก็ตามการที่นักเรียนจะสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้นั้น ต้องมีรากฐานมาจากการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน โดยผ่านครูซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนให้มีคุณลักษณะดังกล่าว

แต่การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านมา มีนักเรียนจำนวนมากที่มีผลการประเมินการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหาต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่โรงเรียนกำหนดไว้ ทั้งที่นักเรียนในกลุ่มดังกล่าวจำนวนไม่น้อยมีผลการประเมินด้านเนื้อหาในเกณฑ์ดีเยี่ยม สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังคงเป็นปัญหา ครูมุ่งเน้นที่เนื้อหาคณิตศาสตร์มากกว่าทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูอาจไม่คุ้นเคยกับการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการแก้ปัญหา เพราะไม่มีความรู้ความเข้าใจในแนวคิด แนวทางการจัดกิจกรรมและการวัดผลประเมินผล ทำให้ละเลยการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ดังนั้นการพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ย่อมไม่เกิดกับนักเรียน เพราะนักเรียนมีเพียงความรู้ แต่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ ความรู้นั้นก็ไม่มี ความหมาย หรือถ้าต้องการใช้งานคณิตศาสตร์ แต่มีความรู้ไม่เพียงพอ การใช้งานนั้นก็ไม่เกิดขึ้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีความรู้ที่ดีพอ และมีทักษะการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ (อัมพร ม้าคนอง. 2553 : 13)

ด้วยเหตุนี้ครูควรมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอน โดยจัดประสบการณ์ สถานการณ์และกิจกรรมที่เหมาะสมเอื้อต่อการเรียนรู้ ส่งเสริมนักเรียนคิดค้นด้วยตนเอง ลักษณะการจัดประสบการณ์ควรมีหลากหลายรูปแบบ เพื่อให้เกิดความสนุกสนานและได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาคด้วยตนเองร่วมกับผู้อื่น (สุวิทย์ มูลคำ. 2549 : 18) ทั้งนี้ครูต้องมีการเตรียมความพร้อมและปลูกฝังทักษะพื้นฐานด้านกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องให้นักเรียนมีความชำนาญก่อน ดังที่ ประพันธ์ สิริสุเสารัจ (2551 : 8) กล่าวว่า ในการพัฒนาทักษะความคิดให้ถึงระดับสูงได้นั้น จำเป็นจะต้องมีทักษะความคิดระดับพื้นฐานและระดับกลางเข้ามาเป็นพื้นฐานในการคิดเสมอ และจะต้องมีทักษะการคิดดังกล่าวอย่างชำนาญมาพอสมควร เพราะกระบวนการคิดเป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นตลอดจนนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ โดยผ่านทางกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya 1957 ; อ้างถึงใน สิริพร ทิพย์คง. 2544 : 39-40) ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นที่เชื่อถือและยอมรับกันโดยทั่วไป เนื่องจากมีการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1

การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan) ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan) และขั้นที่ 4 การตรวจสอบผล (Looking Back)

นอกเหนือจากรูปแบบการแก้ปัญหาที่เป็นระบบแล้ว ครูยังต้องสอดแทรกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นการสร้างแบบจำลอง การสร้างตาราง แผนภาพ แผนภูมิ การค้นหาแบบรูป การคาดคะเนและตรวจสอบ เพื่อเสริมประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา (สิริพร ทิพย์คง. 2545 : 113) และครูควรส่งเสริมบรรยากาศในชั้นเรียน โดยให้นักเรียน ได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ซึ่งมีบทบาทมากต่อการพัฒนาสติปัญญาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ การให้นักเรียน ได้คิด พุด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประเมินความคิดของตนเองและผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจตนเองและผู้อื่น ได้ดีขึ้น (อัมพร ม้าคนอง. 2546 : 1-2)

ดังนั้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นั้น จำเป็นต้องมีการปรับการเรียนของนักเรียนในด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับประสบการณ์ใหม่ การคิดตัดสินใจ ประเมินความเป็นไปได้พร้อมทั้งอธิบายในสิ่งที่เลือกได้อย่างสมเหตุสมผล รวมไปถึงการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียน ตลอดจนการเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการดำเนินชีวิตในโลกอนาคต และเปลี่ยนการสอนของครู ในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ หลากหลาย เหมาะสมและสอดคล้องกับความพร้อมของนักเรียน เปลี่ยนบทบาทจากการสอนมาเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ หมั่นสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และพร้อมที่จะปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสมกับบริบทที่แตกต่างกันเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อยู่เสมอ

ผู้วิจัยจึงนำกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ตามแนวคิดของเคมมิส (Kemmis. 1998) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ (1) การวางแผนหลังจากที่วิเคราะห์และกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข (Plan) (2) การปฏิบัติตามแผนที่กำหนด (Act) (3) การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน (Observe) และ (4) การสะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติงาน (Reflect) มาเป็นแนวทางในการดำเนินการเรียนการสอน ซึ่งจะทำให้ครูสามารถทำงานอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การออกแบบการเรียนรู้ แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน นำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนหรือส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้นักเรียน และสามารถสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนรู้ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในแนวทางที่ได้ปฏิบัติ ตลอดจนประเมินผลการปฏิบัติงานสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้นักเรียน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. เพื่อศึกษาพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน อย่างน้อยร้อยละ 30

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เป็นข้อมูลสำหรับครูในการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนในระดับชั้นอื่น ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนกระสังพิทยาคม อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 245 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนกระสังพิทยาคม อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จำนวน 49 คน ได้มาจากการใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยกำหนดให้ห้องเรียนเป็นกลุ่ม (Cluster)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนการสอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2.2 พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2.3 พฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครู

3. ระยะเวลาในการทำวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ใช้ระยะเวลา 12 คาบ จำนวน 4 สัปดาห์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

สถานการณ์หรือปัญหาที่ต้องอาศัยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการ ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ลักษณะ

4.1 ปัญหาหรือสถานการณ์ขั้นตอนเดียว

4.2 ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับกระบวนการ

4.3 ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับการประยุกต์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาและปรับปรุง การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ด้วยวิธีการที่เชื่อถือได้ และมีระบบ โดยครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการด้วยตนเอง เริ่มจากการหาสาเหตุของปัญหา วางแผนการจัดการเรียนรู้ จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เลือกวิธีการสอนและอุปกรณ์การเรียน ดำเนินการสอนพร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือวิจัย ข้อมูลที่รวบรวมได้ใช้เป็นพื้นฐาน ในการปรับแผนการจัดการเรียนรู้และใช้แก้ปัญหาในครั้งต่อไป นำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อนำมาใช้ เป็นแนวทางในการปรับขั้นตอนการวิจัย และพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ของนักเรียน

2. สถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่ง เผลออยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้ขั้นตอนหรือวิธีการที่จะได้คำตอบของสถานการณ์ นั้นในทันที

3. ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามลำดับขั้นตอน ซึ่งมี 4 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem)

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan)

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan)

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล (Looking back)

4. พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ลักษณะหรือสิ่งที่นักเรียน แสดงออกเมื่อนักเรียนเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านสถานการณ์หรือปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ดังนี้

4.1 การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนแสดงออกด้วยการใช้เวลาในการอ่านโจทย์ เพื่อวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เงื่อนไขของโจทย์และโจทย์ถามหาอะไร และการแสดงร่องรอย การขีดเขียนในประเด็นที่สำคัญของโจทย์

4.2 การวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนแสดงออกด้วยการเขียนแบบแผนคร่าว ๆ อย่างเป็นระบบ หรือเขียนยุทธวิธีอย่างมีประสิทธิภาพ และการแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหา

4.3 การดำเนินการตามแผน นักเรียนแสดงออกด้วยการแสดงกระบวนการค้นหา คำตอบที่ถูกต้อง และการแสดงความพยายามในการแก้ปัญหา

4.4 การตรวจสอบผล นักเรียนแสดงออกด้วยการอธิบายหรือวิเคราะห์คำตอบได้ อย่างสมเหตุสมผล และการแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาแบบอื่น

5. พฤติกรรมการสอนของครู หมายถึง ลักษณะหรือสิ่งที่ครูแสดงออก เมื่อดำเนินการสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

6. ครูผู้ช่วย หมายถึง ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดให้เป็นครูผู้ช่วย มีหน้าที่ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน และพฤติกรรมการสอนของผู้วิจัย ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และร่วมหาแนวทางแก้ไขในการปรับปรุงการเรียนการสอน

7. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อนำไปสอนแล้วทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 โดยมีความหมาย ดังนี้

75 ตัวแรก เป็นคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรในแต่ละวงจร โดยนำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด

75 ตัวหลัง เป็นคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยนำคะแนนของนักเรียนมารวมกันทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่องการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกระสังพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 1.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.3 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.4 ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี
- 1.5 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.6 กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา
- 1.7 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 2.1 การพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.2 การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.3 การประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4 การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากงานเขียน
- 2.5 การประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในชั้นเรียน

- 3.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
- 3.2 หลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
- 3.3 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในชั้นเรียน
- 3.4 ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในชั้นเรียน
- 3.5 ความสำคัญและความจำเป็นของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในชั้นเรียน
- 3.6 ประโยชน์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในชั้นเรียน

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาต่างประเทศและนักการศึกษาไทย ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

บรูคเนอร์ (Bruckner, 1957 : 301) กล่าวถึงของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่นักเรียนไม่สามารถตอบได้ทันทีโดยวิธีที่เคยชิน และสิ่งที่เป็นปัญหาของนักเรียนเมื่อเวลานี้อาจไม่เป็นปัญหาในวันนี้ก็ได้

แอนเดอร์สันและพิงกรี (Anderson & Pingry, 1973 : 228) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบซึ่งผู้แก้ปัญหะทำได้คตินั้นต้องมีวิธีการที่เหมาะสมโดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผนและการตัดสินใจประกอบกันไป ปัญหาจะมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหะ สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลอื่นก็ได้

ครูกซางและเซฟฟิลด์ (Cruikshank & Sheffield, 2000 : 38) กล่าวไว้โดยสรุปว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความงุนงง ซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคย ไม่สามารถหาวิธีการแก้ได้ทันทีทันใดหรือไม่ทราบวิธีการหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์แต่ไม่ได้หมายความว่า จะเกี่ยวกับจำนวนเท่านั้น ปัญหาทางคณิตศาสตร์บางปัญหาเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพ หรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดย ไม่เกี่ยวข้องกับจำนวน

ยุพิน พิพิธกุล (2542 : 5) กล่าวโดยสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน หรือเป็นปัญหาเกี่ยวกับวิธีการ การพิสูจน์ ทฤษฎีบท ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่อาศัยนิยาม ทฤษฎีบทต่าง ๆ จะถูกนำมาใช้โดยอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหา

ปรีชา เนาวีเย็นผล (2544 : 16) กล่าวถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบซึ่งบุคคลต้องใช้สาระความรู้ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มากำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบ บุคคลผู้หาคำตอบ

ไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์นั้นมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้และประสบการณ์หลายอย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้ สถานการณ์หรือคำถามข้อใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา บางสถานการณ์อาจเป็นปัญหาสำหรับบางคน แต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับอีกบุคคล แต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับอีกบุคคลอื่น ๆ ก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 79) กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ กระบวนการ หรือความรู้ที่นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการตัดสินใจ

สมเดช บุญประจักษ์ (2550 : 71) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่าเป็นสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาอาจอยู่ในรูปของตัวเลข ข้อความหรือเป็นโจทย์ปัญหา

จากความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหา แนวคิดที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ โดยที่ผู้ตอบไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที แต่ต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ และทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาประมวลเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบนั้น ๆ

2. ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาต่างประเทศและในประเทศหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

เบลล์ (Bell, 1978 : 310) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการหาคำตอบของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งผู้หาคำตอบพิจารณาแล้วว่าเป็นปัญหา

ครูติกและรูคินิก (Krutik & Rudnick, 1987 : 4) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่าเป็นกระบวนการซึ่งบุคคลใช้ทักษะและความเข้าใจที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544 : 18) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาคงต้องใช้ความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ผสมผสานกับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหา เพื่อกำหนดวิธีการหาคำตอบของปัญหา

ปฐมพร บุญลี (2545 : 10) กล่าวไว้โดยสรุปไว้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการ วิธีการ ยุทธวิธีหรือเทคนิคเฉพาะต่าง ๆ ที่ผู้แก้ปัญหามองหาความรู้ ความจำ ความคิดวิเคราะห์ รวมทั้งประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้แก้ปัญหานั้นเอง

รุ่งฟ้า จันทน์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn. 2005 : 5) กล่าวไว้โดยสรุปไว้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวมา สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่ทำอยู่เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์แตกต่างกันไป ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ดังนี้

ครูลิกและเรย์ (Kruлик & Reys. 1980 : 24) ได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ 5 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่เป็นความรู้ความจำ
2. ปัญหาทางพีชคณิต
3. ปัญหาที่เป็นการประยุกต์ใช้
4. ปัญหาที่หาส่วนที่ขาดหายไป
5. ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์

ชาร์ล และ เลสเตอร์ (Charles & Lester. 1982 : 6-10) แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ ได้ 6 ประเภท โดยพิจารณาตามเป้าหมายของการฝึก ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill Exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธี และการคำนวณเบื้องต้น
2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple Translation Problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาขั้นตอนเดียว มุ่งให้มีความเข้าใจนิมิตทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดคำนวณ

3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex Translation Problem) คล้ายกับปัญหาข้อความอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 2 ขั้นตอน หรือมากกว่า

4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นปัญหาย่อยๆ เพื่อความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

5. ปัญหาการประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะความรู้ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวมและการแทนข้อมูล การตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ชีวิตจริง

6. ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ บางครั้งต้องใช้วิธีที่ไม่ธรรมดา หรือต้องใช้ความรู้ที่ลึกซึ้ง ปัญหาประเภทนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ และมีความขี้ดขุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายมุมมอง

ชาร์ล และคณะ (Charles et al. 1987 : 11-13) กล่าวถึงประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ครูควรสอนให้นักเรียน ได้แก่

1. ปัญหาขั้นตอนเดียว เป็นปัญหาที่ให้ผู้แก้ปัญหาต้องแปลงสถานการณ์ที่เป็นเรื่องราว ให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หาร ปัญหาประเภทนี้มักพบในการเรียน การสอนปกติ ยุทธวิธีพื้นฐานที่ต้องใช้แก้ปัญหาขั้นตอนเดียว คือ การเลือกวิธีดำเนินการ

2. ปัญหาหลายขั้นตอน ปัญหาประเภทนี้ต่างจากปัญหาขั้นตอนเดียวที่จำนวนของการดำเนินการที่จำเป็นในการหาคำตอบ ปัญหาหลายขั้นตอนมีจำนวนการดำเนินการมากกว่าหนึ่งตัว ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน คือ การเลือกการดำเนินการ

3. ปัญหากระบวนการ เป็นปัญหาที่ไม่สามารถแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ โดยการเลือกดำเนินการได้ทันที แต่ต้องใช้กระบวนการต่าง ๆ ช่วย เช่น การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ การเขียนแผนภาพ การเขียนกราฟแทนปัญหา การแก้ปัญหาประเภทนี้ต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เช่น การประมาณคำตอบ การเดาและตรวจสอบ การค้นหาแบบรูป การทำย้อนกลับ ปัญหากระบวนการหนึ่งอาจใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้หลายแบบ

4. ปัญหาการประยุกต์ บางครั้งเรียกว่า ปัญหาเชิงสถานการณ์ เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหา ต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ซึ่งจะต้องใช้วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น การรวบรวมข้อมูลทั้งที่โจทย์กำหนดและไม่ได้ กำหนดให้ การจัดกระทำกับข้อมูล เป็นปัญหาที่ทำให้ผู้แก้ปัญหาเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์

เรย์ และคณะ (Reys et al. 2004 : 16) แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของผู้แก้ปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดาหรือปัญหาที่คุ้นเคย (Routine Problem) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือเรื่องราวที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหานี้มาแล้ว

2. ปัญหาที่ไม่ธรรมดาหรือปัญหาที่แปลกใหม่ไม่คุ้นเคย (Nonroutine Problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน แปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหามust ต้องประมวลผลความรู้ความสามารถ และประสบการณ์หลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหานั้น

อนึ่ง จันทรจรรยา (2545 : 8) แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน สามารถใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียวในการแก้ปัญหา และผู้แก้ปัญหาคู่คุ้นเคยกับโครงสร้างของปัญหา ได้แก่ ปัญหาในหนังสือเรียน

2. ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามิคุ้นกับปัญหาที่จะแก้ ผู้แก้จะต้องใช้ความคิดวิเคราะห์ รวบรวม ประยุกต์ความรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์หลายอย่าง พร้อมทั้งการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามาช่วยแก้ปัญหานั้น ๆ

สมเด็จพระสังฆราช (2550 : 71) แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามลักษณะของปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึกทักษะ เป็นปัญหาที่ต้องการให้ใช้วิธีการและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ เป็นปัญหาที่คล้ายในบทเรียนปกติไม่ซับซ้อน เน้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณ ฝึกขั้นตอนวิธี มุ่งหวังให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์และเกิดทักษะที่ต้องการ ปัญหาอาจอยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์หรือประโยคข้อความ

2. ปัญหาที่ใช้พัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนกว่าปกติ หรือเป็นปัญหาที่มีหลายขั้นตอน ผู้แก้ปัญหามิเคยพบมาก่อน ในการแก้ปัญหามust ต้องใช้ความรู้ ทักษะ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องมีการคิดวางแผน และอาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์ เช่น การรวบรวมข้อมูล การแทนข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ การจัดระบบ การประมวลผลและแปลความหมาย โดยมุ่งหวังให้นักเรียนได้ฝึกใช้ความรู้ วิธีการแก้ปัญหา และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ในการหาคำตอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะพบว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์มีหลายประเภท ซึ่งจำแนกตามแนวคิดและวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา

4. ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี สรุปได้ดังนี้
 ทิสเซน และคณะ (Thiessen et al. 1989 : 38) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า
 ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี ควรเป็นปัญหาที่ทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์ น่าสนใจ ให้ความบันเทิง
 และเป็นปัญหาที่หลากหลาย เช่น ปัญหาปริศนาหรือเกมต่าง ๆ

ครูลิกและรูดนิค (Krulik & Rudnick. 1993 : 10-20) กล่าวไว้โดยสรุปไว้ว่า
 การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานของการศึกษาคณิตศาสตร์ จึงเป็นเหตุผลเบื้องต้นที่ต้องบรรจุไว้ใน
 หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ การที่จะสอนทักษะดังกล่าวให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ครูผู้สอนจึงต้องมี
 ความรู้เกี่ยวกับลักษณะปัญหาที่ดีเสียก่อน เพราะการสอนการแก้ปัญหาต้องอาศัยปัญหาที่ดี ปัญหา
 คณิตศาสตร์ที่ดี ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. น่าสนใจ ทำทลายความสามารถของนักเรียน และเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียน
2. ต้องใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการสังเกต
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการอภิปรายและมีปฏิสัมพันธ์กัน
4. เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการนำทักษะทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา
5. เป็นปัญหาที่นำไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์และการสรุปนัยทั่วไปทางคณิตศาสตร์
6. มีวิธีการหาคำตอบมากกว่าหนึ่งวิธี และมีผลลัพธ์ได้หลายอย่างในขณะเดียวกัน

ครูกซางและเชฟฟิลด์ (Cruikshank & Sheffield. 2000 : 38) กล่าวถึงลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ สรุปได้ว่า ควรเป็นปัญหาที่ทำให้ผู้แก้ปัญหามีความสนใจและพยายามที่จะหาคำตอบ ปัญหาที่ดีไม่รวมถึงโจทย์ภาษาและโจทย์ที่เป็นเรื่องราวจากหนังสือแบบเรียนเท่านั้น เพราะนักเรียนมีความคุ้นเคย แก้ปัญหาได้ไม่เกิดความสนใจ

ปริษา เนาว์เย็นผล (2538 : 90) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า สิ่งที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ตัวปัญหาที่จะนำมาให้นักเรียนคิดหาคำตอบ และกล่าวถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี มีลักษณะต่อไปนี้

1. ทำทลายความสามารถของนักเรียน ต้องเป็นปัญหาที่ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป ถ้าง่ายเกินไปอาจไม่ดึงดูดความสนใจ ไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไป นักเรียนอาจท้อถอยก่อนที่จะแก้ปัญหาได้สำเร็จ
2. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะสมกับวัยของนักเรียน สถานการณ์ของปัญหาควรเป็นเรื่องที่ไม่ไกลเกินไปกว่าที่นักเรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและรับรู้ได้ และนอกจากนี้ถ้าเป็นสถานการณ์ที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ก็จะดีไม่น้อย

3. แปลกใหม่ ไม่ธรรมดา และนักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่นั้นมาก่อน
 4. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดหาทางเลือกในการหาคำตอบได้หลายวิธี และได้พิจารณาเปรียบเทียบเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมที่สุด

5. ใช้ภาษาที่กระชับ รัดกุมถูกต้อง ปัญหาที่ดีไม่ควรทำให้นักเรียนต้องมีปัญหากับภาษาที่ใช้ ควรเน้นอยู่ที่ความเป็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบของตัวปัญหามากกว่า

กรมวิชาการ (2544 : 18) กล่าวถึงลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี สรุปได้ดังนี้

1. ใช้ภาษากระชับ รัดกุม ถูกต้อง เข้าใจง่าย
2. แปลกใหม่สำหรับนักเรียน ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด ทำทลายความสามารถ

นักเรียน

3. ไม่สั้นหรือยาวเกินไป
4. ไม่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับวัยของนักเรียน
5. สถานการณ์หรือปัญหาเหมาะสมกับวัยของนักเรียน
6. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบพิจารณาแก้ปัญหาได้
7. เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
8. ข้อมูลที่มีอยู่จะค่อนข้างทันสมัยและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
9. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี
10. นักเรียนสามารถใช้การวาดภาพลายเส้น แผนภาพ ไคอะแกรม หรือแผนภูมิช่วย

ในการแก้ปัญหา

รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ (2545 : 18) สรุปลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจมีลักษณะ ดังนี้

1. ปัญหาควรเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและน่าสนใจสำหรับนักเรียน
2. ปัญหาควรใช้ภาษาที่ง่ายต่อความเข้าใจ
3. ปัญหาที่เหมาะสมกับความรู้พื้นฐานของนักเรียน
4. ปัญหาที่ทำให้นักเรียนสามารถแสดงวิธีการที่แตกต่างกันได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 79) กล่าวไว้โดยสรุปไว้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. สถานการณ์ของปัญหาและความยากง่ายต้องเหมาะสมกับวัยของนักเรียน
2. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในการพิจารณาแก้ปัญหาได้
3. ข้อมูลมีความทันสมัยและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง

กล่าวโดยสรุป คือ ปัญหาที่ตื้นเขินควรมีลักษณะเป็นปัญหาที่ท้าทาย ได้รับความสนใจต่อนักเรียน ไม่ยากหรือง่ายเกินไป เหมาะกับระดับของนักเรียน ภาษาที่ใช้ต้องเข้าใจง่าย มีเงื่อนไขเพียงพอต่อการหาคำตอบ นำไปสู่ความเข้าใจ และการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์

5. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาให้ประสบผลสำเร็จอย่างมีคุณภาพนั้น ผู้แก้ปัญหามust ใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

เลอบลานซ์ (LeBlance. 1977 : 17-25) ได้เสนอกระบวนการในการสอนแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. การเข้าใจปัญหา ในการที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหา ครูควรถามคำถามเพื่อให้นักเรียนหาว่าอะไรคือข้อมูลหรือเงื่อนไขที่ให้มา และในที่สุดนักเรียนจะต้องทราบว่าปัญหาถามอะไร

2. ครูนำอภิปรายในการแก้ปัญหา ครูเสนอแนะกลวิธีที่เป็นไปได้ให้นักเรียนดู จากนั้นให้นักเรียนตัดสินใจเลือกเอาวิธีใดวิธีหนึ่ง

3. ลงมือแก้ปัญหา กลวิธีที่คิดไว้ในขั้นที่ 2 จะถูกนำออกมาใช้ บางครั้งแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 อาจจะไม่นำไปสู่คำตอบได้ ถ้าไม่เป็นเช่นนั้นนักเรียนจะต้องย้อนกลับไปสู่ขั้นที่ 2 อีก

4. ทบทวนปัญหาและคำตอบ ขั้นนี้เป็นขั้นที่สำคัญมากที่สุด โดยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ ลักษณะแรกเป็นการมองขั้นตอนต่าง ๆ ย้อนกลับ และลักษณะที่สองเป็นการขยายสถานการณ์ปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาคต่อไป

เทราท์แมน และลิชเทนเบิร์ก (Troutman & Lithtenberg. 1995 : 4-7) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหามust เข้าใจและมีความรู้ในสิ่งต่าง ๆ ในปัญหาอย่างลึกซึ้ง

2. กำหนดแผนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามust กำหนดหลาย ๆ แผนในยุทธวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อเปรียบเทียบและเลือกแผนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด มาใช้ในการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาลงมือทำตามแผนที่กำหนดไว้

4. ประเมินแผนและคำตอบ ขั้นตอนนี้ให้พิจารณาว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับปัญหาและมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ และอาจลองแก้ปัญหาด้วยแผนหรือยุทธวิธีอื่น ๆ

5. ขยายปัญหา ผู้แก้ปัญหาคือต้องค้นหารูปแบบทั่วไปของคำตอบหรือเข้าใจโครงสร้างของปัญหาอย่างชัดเจนจึงจะขยายปัญหาได้ การขยายปัญหาอาจทำได้โดยเขียนปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิมหรือเสนอปัญหาใหม่

6. บันทึกการแก้ปัญหา เป็นการบันทึกการทำงานในทุกขั้นตอน เพื่อเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาครั้งต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ขั้นตอนทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์ปัญหา ขั้นตอนวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ และขั้นตอนตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์กัน สามารถตรวจสอบการทำงานแต่ละขั้นตอนได้ ส่งผลให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ

6. กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

จอร์จ โพลยา (George Polya) เกิดในประเทศฮังการี ได้รับปริญญาเอกทางด้านคณิตศาสตร์ ที่มหาวิทยาลัยบูดาเปสต์ ในการศึกษาของท่าน ท่านสนใจเกี่ยวกับกระบวนการค้นพบ มีความคิดว่าการที่จะเข้าใจทฤษฎีนั้น ประการแรกจะต้องทราบว่าทฤษฎีนั้นค้นพบขึ้นมาได้อย่างไร ดังนั้นการสอนของท่านจึงเน้นกระบวนการค้นพบมากกว่าการพัฒนาทักษะ

โพลยามีผลงานทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับ โดยทั่วไปมากกว่า 250 บทความ มีหนังสือมากกว่า 3 เล่ม ที่กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หนังสือที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา ที่มีชื่อเสียงของท่านชื่อ "How to Solve It" เป็นหนังสือที่ได้รับการแปลเป็นภาษาต่าง ๆ ทั่วโลก ไม่น้อยกว่า 15 ภาษา ในหนังสือนี้กล่าวถึงขั้นตอนทั้งสี่ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชื่อนี้แนะนำซึ่งเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหามาแนวคิดของโพลยา นับว่ามีอิทธิพลต่อนักคณิตศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันมาก

โพลยา (Polya, 1980 : 1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการหรือทางออกในสิ่งที่ยุ่งยาก สิ่งที่เป็นอุปสรรค ซึ่งไม่สามารถที่จะคิดหาคำตอบได้ในทันทีทันใด การแก้ปัญหาคือความสำเร็จของสติปัญญาซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะบุคคล

ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์มี 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาคั้งนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to Find) เป็นปัญหาในการค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ เป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐาน หรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์ พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา และความซับซ้อนของปัญหา

โพลยา (Polya. 1957 : 5-40) ได้เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหามathematics ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนของ สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูล อะไรคือสิ่งไม่รู้ อะไรคือเงื่อนไขของปัญหา ปัญหาต้องการให้หาอะไร คำตอบอยู่ในรูปแบบใด รวมทั้งพิจารณาถึงเงื่อนไขที่ให้เพียงพอจะแก้ปัญหหรือไม่ มากเกินความจำเป็นหรือขัดแย้งกันเองหรือไม่

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญห (Devising a Plan) เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาคด้วยวิธีใด แก้อย่างไร ค้นหาความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่ไม่รู้ของปัญหา ถ้าหาความเชื่อมโยงไม่ได้ ก็อาศัยหลักการวางแผนดังนี้

- 1) เคยเห็นปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ มีลักษณะคล้ายกับปัญหาที่แก้มาก่อนหรือไม่
- 2) รู้ว่าปัญหาสัมพันธ์กับอะไรหรือไม่ รู้ทฤษฎีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหานี้หรือไม่
- 3) พิจารณาส่งที่ไม่รู้ในปัญหา และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกันหรือคล้ายกัน โดยดูว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาคที่คุ้นเคยมาใช้แก้ได้หรือไม่
- 4) ควรอ่านปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์ดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบหรือไม่

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan) เป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน ตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่เพิ่มเติมรายละเอียดที่จำเป็นเพื่อความชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งพบคำตอบหรือพบวิธีการแก้ปัญหาคได้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล (Looking Back) เป็นการตรวจสอบที่ได้ในแต่ละขั้นตอนที่ผ่านมา เพื่อดูความถูกต้องของคำตอบและวิธีการในการแก้ปัญหาค พิจารณาคยังมีคำตอบอื่น หรือวิธีการแก้ปัญหาควิธีอื่น ๆ อีกหรือไม่ แล้วตรวจสอบว่าผลลัพธ์ตรงกันหรือไม่ ปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาคให้กะทัดรัด ชัดเจนและเหมาะสม ตลอดจนขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาคให้กว้างขวางขึ้นและยังอาจปรับเปลี่ยนบางเงื่อนไข เพื่อหาข้อสรุปและสรุปผลการแก้ปัญหาคในรูปแบบทั่วไป

นอกจากกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นลำดับขั้นตอนแล้ว โพลยาได้เสนอแนะยุทธวิธีที่สำคัญในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดให้ ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องนำมาใช้เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหา แล้วตรวจสอบความถูกต้อง ถ้าไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่ โดยอาศัยความไม่ถูกต้องของการเดาในครั้งแรก ๆ ใช้เป็นข้อมูลในการสร้างกรอบในการเดาครั้งต่อไปที่มีความชัดเจนขึ้น และเข้าถึงคำตอบของปัญหาได้เร็วขึ้น การเดาต้องเดาอย่างมีเหตุผล มีทิศทางเพื่อให้สิ่งที่เดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

2. ยุทธวิธีประมาณคำตอบ ในปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณ อาจใช้การประมาณค่าจำนวนต่าง ๆ ในการหาคำตอบ ที่มีค่าใกล้เคียงจำนวนเต็มหน่วยต่าง ๆ แล้วแต่กรณี จากการคิดคำนวณอย่างคร่าว ๆ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ค่อนข้างรวดเร็วกว่าการคำนวณตรง ๆ บันทึกคำตอบที่ได้จากการประมาณนี้ไว้ จะช่วยให้มองเห็นภาพของคำตอบที่ต้องการ สามารถนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากการคำนวณตามปกติ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ

3. ยุทธวิธีเขียนภาพหรือแผนภาพ สักยภาพในการแก้ปัญหานักเรียนมีข้อจำกัดจนกระทั่งเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับสัญลักษณ์และภาษาทางคณิตศาสตร์ เด็กเล็กค่อนข้างมีความลำบากในการใช้สัญลักษณ์เพื่อแก้ปัญหา ทางเลือกที่ดีทางหนึ่งที่เป็นรูปธรรมกว่าคือการใช้แผนภาพช่วยในการแก้ปัญหา ซึ่งช่วยให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งสามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากเขียนภาพหรือแผนภาพนั้น

4. ยุทธวิธีสร้างตัวแบบ ตัวแบบพบอยู่มากมายในคณิตศาสตร์ บางทีก็ใช้เป็นตัวแทนของมโนคติและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การนำตัวแบบเป็นประโยชน์ในการแนะนำสาระใหม่ในการช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจมโนคติ ตัวแบบมีประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหาที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นให้ใช้ตัวแบบที่เหมาะสมในการทำความเข้าใจ และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา เราสามารถใช้สิ่งต่าง ๆ ในการสร้างตัวแบบของสถานการณ์ปัญหา

5. ยุทธวิธีลงมือปฏิบัติ การลงมือทำเป็นยุทธวิธีในการแก้ปัญหาประเภทหนึ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ โดยปกติการทำคร่าว ๆ ก่อน ไม่เน้นความละเอียดและประณีต เพื่อให้เห็นภาพรวมของงานที่ทำ เป็นยุทธวิธีที่ดีที่ให้นักเรียนได้คิดผ่านการกระทำ และทำให้มองเห็นภาพของสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรม เข้าใจง่าย

6. ยุทธวิธีแจกแจงรายการ การแจกแจงรายการเป็นการนำเสนอสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ได้แก่ ข้อมูลที่กำหนดกรณีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่กำหนด โดยนำเสนอให้เป็นระบบ มีระเบียบ ครบถ้วนเป็นหมวดหมู่ ป้องกันการเสนอซ้ำซ้อน อาจนำเสนอในรูปแบบตาราง เพื่อให้การพิจารณาใช้ประโยชน์จากข้อมูลทำได้สมบูรณ์ การแจกแจงอาจนำเสนออย่างครบถ้วนทุกประเด็น เมื่อมีกรณีต่าง ๆ ที่จะนำเสนอมีจำนวนจำกัด หรืออาจนำเสนอเพียงบางรายการที่จำเป็นและเพียงพอต่อการหาคำตอบของปัญหาได้

7. ยุทธวิธีสร้างตาราง เป็นการจัดกระทำกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้เป็นระบบ มีระเบียบ โดยนำมาเขียนลงในตาราง ช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งนำไปสู่การหาคำตอบที่ต้องการ เพื่อเสริมประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาสามารถใช้ยุทธวิธีสร้างตารางร่วมกับยุทธวิธีอื่นด้วย

8. ยุทธวิธีค้นหาแบบรูป แบบรูปเป็นสิ่งที่ปรากฏอยู่แล้วในธรรมชาติและเป็นสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น แบบรูปเป็นสาระสำคัญที่เด่นชัดในคณิตศาสตร์ การค้นหาและใช้แบบรูปสามารถประยุกต์ได้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เด็กเล็ก ๆ สามารถค้นหาและพรรณนาแบบรูปได้จากการร้อยลูกปัด การเล่นไม้บล็อก และแม้กระทั่งการเล่นตีกอล์ฟในระดับประถมศึกษา เด็กสามารถค้นหาและอธิบายแบบรูปของจำนวน นักเรียนที่มีวุฒิภาวะสูงกว่าจะทำกิจกรรมแบบรูปที่เป็นนามธรรมและมีความซับซ้อนได้มากกว่า

9. ยุทธวิธีเปลี่ยนมุมมอง การเปลี่ยนมุมมองดูเหมือนว่าเป็นแนวทางของการคิดมากกว่าที่จะเป็นยุทธวิธี ยุทธวิธีนี้บางทีเรียกว่า “หยุดคิดก่อน” เพราะผู้แก้ปัญหา ต้องหยุดคิดมองปัญหาให้รอบด้าน หาวิธี หามุมมองของปัญหาใหม่ ซึ่งอาจแปลกแยกไปจากวิธีปกติธรรมดา

10. ยุทธวิธีนึกถึงปัญหาที่คล้ายกัน เมื่อเผชิญกับปัญหาสิ่งหนึ่งที่ผู้แก้ปัญหาคควรกระทำคือการพิจารณาว่าปัญหานี้คล้ายกับคล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่ หรือมีบางส่วนของปัญหาคคล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อน ผู้แก้ปัญหาคต้องคิดทบทวนถึงวิธีการหรือยุทธวิธีที่เคยใช้แล้วพิจารณาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

11. ยุทธวิธีทำปัญหาให้ง่ายหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย บางปัญหาอาจดูเหมือนเป็นปัญหาใหญ่ อาจเป็นด้วยขนาดของจำนวน หรือความซับซ้อนของปัญหา การทำปัญหาให้ง่ายลง จะช่วยสามารถทำให้กำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา และนำแนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหาคที่กำหนดได้ วิธีการหนึ่งที่ทำปัญหาให้ง่ายคือการแบ่งปัญหาคออกเป็นส่วน ๆ หรือเริ่มต้นด้วยปัญหาคที่มีระดับความซับซ้อนน้อยลง

12. **ยุทธวิธีใช้ตัวแปร** การแก้ปัญหาคือวิธีนี้กระทำโดยสมมติตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า สร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ตามเงื่อนไขที่ปัญหากำหนดกับตัวแปรที่สมมติขึ้น แล้วพิจารณาหาคำตอบของปัญหาจากรูปความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น ปัญหาบางปัญหาสามารถสร้างความสัมพันธ์ในรูปสมการที่สอดคล้องกับปัญหาได้ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ทำโดยแก้สมการแล้วพิจารณาความเป็นไปได้จากคำตอบของสมการนั้น

13. **ยุทธวิธีให้เหตุผล** การให้เหตุผลในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหา ผนวกกับข้อความรู้ที่ทราบมาก่อน เป็นเหตุบังคับนำไปสู่ผลซึ่งเป็นคำตอบของปัญหา ยุทธวิธีให้เหตุผลมักใช้ร่วมกับยุทธวิธีอื่น ๆ

14. **ยุทธวิธีทำย้อนกลับ** เป็นยุทธวิธีเฉพาะซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาบางปัญหาที่การแก้ปัญหามีต้นจากสิ่งที่ปัญหาที่กำหนดให้แล้วเชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่ปัญหาต้องการทำได้ค่อนข้างยาก แต่ว่าการเริ่มต้นพิจารณาจากสิ่งที่ปัญหาต้องการแล้วหาความเชื่อมโยงย้อนกลับไปสู่สิ่งที่ปัญหาที่กำหนดให้ทำได้ง่ายกว่า เป็นยุทธวิธีที่มีคุณค่าสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้ เป็นวิธีการที่ชาญฉลาด ในการช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผล เป็นยุทธวิธีที่ใช้การคิดวิเคราะห์จากผลไปหาเหตุ

ผู้วิจัยได้นำกระบวนการแก้ปัญหามาพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนและเหมาะสม สามารถตรวจสอบแนวความคิดของตนเองได้ และผู้วิจัยได้เลือกยุทธวิธีในการเสริมประสิทธิภาพการแก้ปัญห โดยมียุทธวิธีการแจกแจงอย่างเป็นระบบ ยุทธวิธีการสร้างตาราง ยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลอง ยุทธวิธีการเดาและตรวจสอบ ยุทธวิธีการค้นหาแบบรูป และยุทธวิธีลองผิดลองถูก นอกเหนือจากนี้ยังมียุทธวิธีอีกมากมายที่นักการศึกษาได้นำเสนอไว้ให้เลือกใช้ตามความเหมาะสม ดังต่อไปนี้

7. ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ผู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรเป็นผู้มีความรู้เรื่องยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พร้อมที่จะเลือกออกมาใช้ได้ทันทีทันใดที่เผชิญปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น นักเรียนควรจะได้เรียนรู้หรือฝึกทักษะการใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ให้ชำนาญ เพื่อจะได้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

เคนเนดี (Kennedy. 1984 : 82) ได้เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ยุทธวิธีหารูปแบบ (Look for a Pattern) ยุทธวิธีนี้จะพิจารณารูปแบบของส่วนแรกในลำดับของจำนวนหรือข้อมูลที่ให้มาก่อน แล้วจึงค้นหาต่อไป

2. ยุทธวิธีวิเคราะห์ให้ได้ปัญหาย่อย (Identify a Subgoal) ในการวางแผนแก้ปัญหาบางปัญหา คำตอบของปัญหาที่ง่ายกว่าหรือคำตอบของปัญหาที่คล้ายกันมาก ๆ หรือที่เคยพบมาแล้ว อาจกลายเป็นเป้าหมายย่อย ๆ ของเป้าหมายพื้นฐานในการแก้ปัญหานั้นได้

3. ยุทธวิธีทำย้อนกลับ (Work Backward) ปัญหาบางปัญหาอาจง่ายขึ้น ถ้าเพิ่มการพิจารณาจากคำตอบหรือผลขั้นสุดท้าย และทำย้อนกลับ

4. ยุทธวิธีสร้างแผนภาพ (Draw a Diagram) การวาดภาพเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหา ในวิชาเรขาคณิต จะสร้างรูปเพื่อความเข้าใจ ซึ่งจำเป็นในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหาทางเรขาคณิตก็สามารถใช้การวาดรูปในการแก้ปัญหาได้ ยุทธวิธีนี้มีประโยชน์และคุณค่าต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นวิธีการอันชาญฉลาดในการที่จะพัฒนาทักษะการให้เหตุผล

5. การวาดภาพ กราฟและตาราง (Drawing Picture, Graphs and Table) ยุทธวิธีนี้จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพจากปัญหาที่ยุ่งยาก หรือปัญหาที่เป็นนามธรรม การวาดภาพ กราฟและตาราง เป็นการแสดงข้อมูลเชิงจำนวนให้นักเรียนเห็นกราฟช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ปรากฏโดยทันที ในการแก้ปัญหาก็ใช้ยุทธวิธีในการสร้างตาราง เพื่อ (1) แจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด (2) แจงกรณีบางกรณีที่เป็นและเพียงพอ (3) หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตั้งแต่สองข้อมูลขึ้นไป และ (4) หานัยทั่วไปของความสัมพันธ์

6. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ (Guess and Check) ในขั้นแรกจะเดาคำตอบและให้เหตุผลดูความเป็นไปได้ แล้วตรวจสอบ ถ้าการเดาครั้งนั้นไม่ถูกต้อง ขั้นตอนต่อไปคือการเรียนรู้เกี่ยวกับความเป็นไปได้ของคำตอบให้มากขึ้นแล้วเดาต่อไป

7. ตรวจสอบว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ (Insufficient Information) บางครั้งข้อมูลที่ให้มาไม่เพียงพอ มีบางส่วนขาดหายไป

8. การตัดข้อมูลที่ไม่มีเกี่ยวข้องออก (Elimination of Extraneous Data) ปัญหาบางปัญหา มีข้อมูลทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็น นักเรียนต้องตัดข้อมูลส่วนที่ไม่จำเป็นออก เพื่อที่จะให้ข้อมูลนั้นแคลง แทนที่จะพยายามใช้ข้อมูลทั้งหมดที่ไม่มี ความหมาย

9. พัฒนาสูตรและเขียนสมการ (Developing Formula and Writing Equations) สูตรที่สร้างขึ้นจะใช้ประโยชน์โดยการแทนจำนวนลงในสูตรเพื่อหาคำตอบ

10. เขียนแผนภูมิสายงาน (Flowcharting) การเขียนแผนภูมิสายงานจะช่วยให้เห็นกระบวนการของการแก้ปัญหา ซึ่งแผนภูมิสายงานหรือแผนผังเป็นเค้าโครงที่แสดงรายละเอียดของขั้นตอน ที่ต้องดำเนินงานตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ต้องการก่อนที่จะไปแก้ปัญหา

11. ยุทธวิธีที่จะพิจารณากรณีที่ง่ายกว่าหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย (Simplifying the Problem) เป็นการพิจารณาสถานการณ์ที่ซับซ้อน โดยเริ่มพิจารณาจากกรณีง่าย ๆ ของปัญหานั้น ก่อนหรือแบ่งปัญหาออกเป็นส่วน ๆ เพื่อลดระดับความซับซ้อนลงและแก้ปัญหาจากกรณีที่ง่าย ๆ นั้นก่อนแล้วนำแนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหาที่กำหนดให้

12. ยุทธวิธีแจงกรณีเป็นไปได้ (Account for All Possibilities) ยุทธวิธีนี้นักเรียนจะใช้ก่อนที่จะทราบคำตอบ นักเรียนอาจจะแจงความเป็นไปได้ทั้งหมด โดยนำมาเขียนเป็นรายการหรือสร้างตาราง เหมาะสำหรับปัญหาที่มีจำนวนความเป็นไปได้ไม่มากนัก

13. เปลี่ยนมุมมองของปัญหา (Change Your Point of View) ปัญหาบางปัญหาที่ต้องการต้องการเปลี่ยนสิ่งที่อยู่ในใจหรือหุคคิดความถนัดนั้น ดังนั้นต้องมองภาพสถานการณ์นั้นด้วยวิธีใหม่

ครูกซางและเซฟเฟิลด์ (Cruikshank & Sheffield, 2000 : 41-44) เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. การเดาและตรวจสอบ (Guess and Check)
2. การหาแบบรูป (Look for a Pattern)
3. เขียนรายละเอียดของโจทย์ (Make a Systematic List)
4. สร้างวาทรูปหรือแบบจำลอง (Eliminate Possibilities)

สิริพร ทิพย์คง (2544 : 49-67) เสนอยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. การหาแบบรูป
2. การเขียนแผนผังหรือภาพประกอบ
3. การสร้างแบบรูป
4. การสร้างตารางหรือกราฟ
5. การคาดเดาและตรวจสอบ
6. การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด
7. การเขียนเป็นประโยคคณิตศาสตร์
8. การมองปัญหาย้อนกลับ
9. การระบุข้อมูลที่ต้องการ
10. การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ หรือเปลี่ยนมุมมองปัญหานั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550 : 11-35) ได้แบ่งประเภทของยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือเป็นแบบรูปในสถานการณ์หรือปัญหานั้น แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะถูกยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน ยุทธวิธีนี้มักจะใช้ในปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิต

2. การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นหาแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่น ๆ ตลอดจนช่วยให้ไม่หลงลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่ง เมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

4. การแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูล โดยแยกเป็นกรณี ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด นักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่ใช่ออกก่อน แล้วค่อยค้นหาแบบรูปหรือแบบรูปของกรณีที่เหลืออยู่ ซึ่งถ้าไม่มีระบบในการแจงกรณีที่เหมาะสม ยุทธวิธีนี้ก็จะไม่มีประสิทธิภาพ ยุทธวิธีนี้จะใช้ได้ถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน ซึ่งบางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางมาช่วยในการแจงกรณีด้วยก็ได้

5. การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนด ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องมาสร้างการคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรก ๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไป นักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

6. การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดในรูปของสมการหรือบางครั้งอาจเป็นอสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เพื่อหาว่าข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมาให้มีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแทนสิ่งที่ต้องการหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้ แล้วเขียนสมการหรืออสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการ มักใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ สุดท้ายต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางพีชคณิต

7. การคิดย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคยหรือที่ต้องทำตามขั้นตอนทีละขั้น เพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีอื่นไม่ได้แล้ว สิ่งสำคัญคือการเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ซึ่งในการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้น นักเรียนอาจลดจำนวนของข้อมูล หรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยหรือไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหน้านี้

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อความที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการให้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา บางปัญหาเราให้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยกับการคาดเดาและตรวจสอบ การเขียนภาพหรือแผนภาพ จนทำให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างเด่นชัด ยุทธวิธีนี้ใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

11. การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้ง ยุทธวิธีนี้มักใช้กับปัญหาที่ยากแก่การแก้ปัญหาโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้ง เมื่อกำหนดให้ข้อความที่จะแสดงเป็นเท็จ

ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ถือว่ามีความจำเป็นและสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งในแต่ละยุทธวิธีมีความแตกต่างกันและควรเลือกให้เหมาะสมกับปัญหา นักแก้ปัญหาที่ดีควรเรียนรู้ทุกยุทธวิธีให้ชำนาญ เมื่อพบปัญหาสามารถเลือกใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1 องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เน้นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน ซึ่งจะเป็นผู้ที่ได้รับการพัฒนาให้มีทักษะในการแก้ปัญหา และส่งผลโดยตรงต่อการเรียนคณิตศาสตร์ องค์ประกอบสำคัญมีดังนี้

1.1.1 ทักษะในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อทักษะด้านนี้ คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เนื่องจากนักเรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง เมื่อพบปัญหานักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหา ซึ่งต้องอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับศัพท์บทนิยาม มโนคติ และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียนในการระลึกถึงและความสามารถนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งซึ่งช่วยให้การทำความเข้าใจปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การรู้จักเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจดบันทึกเพื่อแยกประเด็นสำคัญ การเขียนภาพหรือแผนภูมิ การสร้างแบบจำลอง การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา การเขียนปัญหาใหม่ด้วยคำพูดของตนเอง

1.1.2 ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนมีโอกาสได้พบปัญหาต่าง ๆ หลากรูปแบบซึ่งอาจจะมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกัน หรือแตกต่างกัน นักเรียนมีประสบการณ์ในการเลือกใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญหน้ากับปัญหาใหม่ก็สามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่าปัญหาใหม่นั้นมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยมาก่อนบ้างหรือไม่ ปัญหาใหม่นั้นสามารถแยกเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยแก้มาแล้วหรือไม่ สามารถใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหาใหม่นี้ได้บ้าง นักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหาก็จะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสม

1.1.3 ทักษะในการคิดคำนวณและการให้เหตุผล หลังจากที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา และวางแผนการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ปัญหาบางปัญหาจะต้องใช้กระบวนการให้เหตุผล

การคิดคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการแก้ปัญหา เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างแจ่มชัด และวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม แต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ถือว่าไม่ประสบผลสำเร็จ

สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผล นักเรียนจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานในการเขียนและการพูด นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในแต่ละระดับชั้น

1.1.4 แรงขับ เนื่องจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งนักเรียนผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคย และไม่สามารถหาวิธีการหาคำตอบได้ในทันทีทันใด นักเรียนจะต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อที่จะให้ได้คำตอบ นักเรียนผู้แก้ปัญหาจะต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ จะต้องใช้ระยะเวลาชยาวนานในการปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน โดยผ่านทางกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนการสอน

1.1.5 ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหาโดยบูรณาการ ความเข้าใจ ทักษะในการแก้ปัญหา ตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.1.6 ความรู้พื้นฐาน ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหาคือต้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดีพอ และสามารถนำความรู้นั้นมาใช้ได้อย่างสอดคล้องกับสาระของปัญหา จึงจะทำให้แก้ปัญหาได้

1.1.7 ระดับสติปัญญา มีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะในการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูงมีทักษะในการแก้ปัญหามากกว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาค่า

1.1.8 การอบรมเลี้ยงดู นักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น คิดและตัดสินใจด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีการเลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย และแบบเข้มงวดกวดขัน

1.1.9 วิธีสอนของครู กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นตัวนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างเป็นอิสระ มีเหตุผล ให้ความสำคัญกับความคิดของนักเรียน ย่อมจะส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหามากกว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้บอกให้รู้

1.2 วิธีการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีแนวทางในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้ (Charles et al. 1987; Krulik & Rudnick. 1995; Polya. 1980; Troutman & Lichtenberg. 1995; Wilson et al. 1993)

1.2.1 การพัฒนาทักษะด้านการเข้าใจปัญหา นักเรียนควรได้รับการฝึกฝนให้อ่านข้อความ อ่านปัญหา แล้วทำความเข้าใจ โดยอาจเริ่มจากการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ ต่อไปให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจเอง โดยอาจใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ เขียนแผนภาพ สร้างแบบจำลอง การปรับเปลี่ยนขนาดของปริมาณต่าง ๆ ของตัวปัญหา การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา

1.2.2 การพัฒนาทักษะในการวางแผน ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ฝึกให้นักเรียนคิดวางแผนก่อนลงมือทำเสมอ เช่น ในการทำแบบฝึกหัดควรฝึกให้นักเรียนเขียนแบบแผนการคิดอย่างคร่าว ๆ ก่อนที่จะลงมือทำอย่างละเอียดชัดเจน ครูต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้คิดด้วยตนเอง นอกจากนี้ควรจัดหาปัญหาที่แปลกใหม่มาให้นักเรียนฝึกคิดอยู่เสมอ

1.2.3 การพัฒนาทักษะในการดำเนินการตามแผน การวางแผนเป็นการลำดับความคิดหลักในการแก้ปัญหาก็จะดำเนินการแก้ปัญหามาตามแผนนักเรียนต้องมีความเข้าใจแผน ก่อนนำแผนไปปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจนตามลำดับขั้นตอน ซึ่งครูสามารถฝึกฝนนักเรียนได้จากการทำแบบฝึกหัดนั่นเอง โดยฝึกให้นักเรียนวางแผนจัดลำดับความคิดก่อน แล้วจึงค่อยลงมือแสดงวิธีการหาคำตอบตามลำดับความคิดนั้น นอกจากนี้ ควรฝึกให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้อง ความเป็นไปได้ของแผนที่วางไว้ ก่อนที่จะลงมือดำเนินการตามแผน

1.2.4 การพัฒนาทักษะในการตรวจสอบ ขั้นตอนตรวจสอบของการแก้ปัญหาคือการตรวจสอบประเด็นสำคัญ 2 ประเด็น คือ การมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนการแก้ปัญหาก็เพื่อพิจารณาความถูกต้องของกระบวนการและผลลัพธ์ ปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสมยิ่งขึ้น อีกประเด็นหนึ่ง คือ การมองไปข้างหน้าเป็นการใช้ประโยชน์จากกระบวนการการแก้ปัญหาก็เพื่อที่จะสิ้นสุดลง การพัฒนาทักษะในการตรวจสอบการแก้ปัญหาก็มีแนวทาง ดังนี้

1.2.4.1 กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้ให้เคยชินจนเป็นนิสัย

1.2.4.2 ฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ และฝึกการตีความหมายของคำตอบ

1.2.4.3 สนับสนุนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด โดยใช้วิธีการหาคำตอบ

มากกว่าหนึ่งวิธี

1.2.4.4 ให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน

1.3 การเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ในการเรียนรู้การแก้ปัญหาก็ครูคางและเซฟฟีลด์ (Cruikshank & Sheffield. 2000 : 45-46) พบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาก็ด้วยกลุ่มของการเรียนที่แตกต่างกัน การร่วมมือกันแก้ปัญหาก็กับเพื่อนอีกหนึ่งหรือสองคนเป็นวิธีที่พบว่า

ค่อนข้างประสบความสำเร็จอยู่เสมอ เนื่องจากเป็นวิธีที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายปัญหาและเรียนรู้จากความผิดพลาดและความสำเร็จจากคนอื่นด้วย อย่างไรก็ตามการเรียนเป็นกลุ่มแบบร่วมมือ มีความจำเป็นที่จะต้องวางแผนด้วยความระมัดระวัง ไม่ใช่สิ่งที่ยั่งยืนในการให้นักเรียนทำงานร่วมกับเพื่อนของเขาด้วยความหวังว่าจะได้ผลดีที่สุด ถ้านักเรียนไม่คุ้นเคยกับวิธีการร่วมมือกันทำงานมาก่อน ครูมีความจำเป็นที่จะต้องแนะนำถึงวิธีการทำงานร่วมกันให้บังเกิดผลดี นักเรียนจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ว่าทุก ๆ คนต้องมีกิจกรรมที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหา และนักเรียนไม่อาจละทิ้งหรือมอบงานให้คนอื่นคนหนึ่งต้องทำตามลำพัง นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้การยอมรับ และช่วยสนับสนุนแนวความคิดของคนอื่น จอห์นสันและจอห์นสัน (Johnson & Johnson, 1989 : 242) แนะนำว่า ครูต้องช่วยกำหนดบทบาทของนักเรียนในกลุ่ม เช่น ผู้ดำเนินการประชุม ผู้ตรวจสอบ ผู้ประสานงาน ผู้สรุป ในการทำกิจกรรมกลุ่มต้องแน่ใจว่านักเรียนเข้าใจและยอมรับบทบาทของตนเองแล้ว ก่อนการอภิปรายเพื่อร่วมมือกันแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละคนต้องทำความเข้าใจปัญหาด้วยตนเองก่อน แล้วจึงนำเสนอความคิดต่อที่ประชุม เพื่อให้ความเข้าใจปัญหาเป็นไปทางเดียวกัน จากนั้นจึงอภิปรายร่วมกันแก้ปัญหา

การเรียนการแก้ปัญหา โดยเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กจะให้ผลดีที่สุด กลุ่มหนึ่งมีได้ตั้งแต่ 2 – 4 คน เดวิดสัน (Davidson, 1990 : 56) พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหา ในชั้นเรียนที่ค่อนข้างประสบความสำเร็จ เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มเล็ก ขนาดของกลุ่มที่เหมาะสมที่สุด คือ กลุ่มละ 4 คน ด้วยเหตุผลที่ว่า

1. มีขนาดใหญ่พอที่จะก่อร่างแนวคิดสำคัญของการอภิปราย และการหาคำตอบของปัญหาที่ท้าทาย ไม่เปิดโอกาสให้สมาชิกคนใดคนหนึ่งชักจูงออกนอกกลุ่มออกไป
2. มีขนาดเล็กพอในการยอมให้สมาชิกทุกคน ได้มีกิจกรรมอภิปรายอย่างทั่วถึง ได้เห็นการนำเสนอของสมาชิกอย่างใกล้ชิด
3. กลุ่มขนาด 4 คน สามารถแบ่งเป็นกลุ่มละ 2 คน สำหรับแบ่งงานไปทำ เช่น การคิดคำนวณหรือการประยุกต์ของปัญหาที่ง่าย รวมถึงการแก้ปัญหาเบื้องต้น เพื่อนำกลับไปเสนอกลุ่ม เมื่อจัดกลุ่มแล้ว ก็ควรให้ทำงานร่วมกันสักระยะหนึ่ง ไม่ควรเปลี่ยนกลับไปกลับมาบ่อย ๆ และถึงแม้ว่าสามารถจัดนักเรียนโดยการสุ่ม แต่ก็ควรคำนึงถึงการผสมผสานให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่มีระดับความสามารถต่างกัน การจัดกิจกรรมให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มเล็ก นักการศึกษาหลายท่าน (Artzt, 1996; Neyland, 1994; Troutman & Lichtenburg, 1995) ได้กล่าวถึงข้อดี สรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนได้มีโอกาสคิด และเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ และทั่วถึงภายในกลุ่ม โดยมีสมาชิกในกลุ่มช่วยตรวจสอบความถูกต้อง ภายในกลุ่มย่อยนั้นนักเรียนกล้าเสี่ยงที่จะเสนอแนวคิดโดยไม่กลัวว่าจะผิด ซึ่งนักเรียนอาจไม่กล้าทำเมื่ออยู่ในกลุ่มใหญ่

2. การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอความคิด พุดในสิ่งที่ตนเองคิด จะช่วยให้มีความเข้าใจในความคิดนั้นชัดเจนขึ้น การเสนอแนวคิดต่อกัน กลุ่มได้ช่วยตรวจสอบ การได้อธิบายหรือปกป้องความคิดของตนเองจะทำให้เข้าใจความคิดของตนเองได้ลึกซึ้งขึ้น และมีโอกาสได้รับฟังแนวคิดจากคนอื่น ๆ ส่งผลต่อการปรับปรุงแนวคิดของตนเองให้ถูกต้อง แจ่มชัดยิ่งขึ้น เป็นการขยายกรอบแนวคิดและนำไปสู่การสร้างแนวคิดใหม่ ทำให้เกิดวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายขึ้น

3. นักเรียนได้เรียนรู้และได้รับประสบการณ์จากเพื่อน ๆ ในกลุ่มอย่างใกล้ชิด ละเอียด ชัดเจนจากแนวคิดที่แต่ละคนเสนอ เมื่อหลอมรวมเข้าด้วยกันอาจได้แนวคิดที่ชัดเจน มีประสิทธิภาพกว่าการฟังครุบอกเพียงอย่างเดียว นักเรียนได้รับประสบการณ์มาแตกต่างกัน อาจมีมุมมอง แนวคิดในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน โดยธรรมชาติแล้ว แนวความคิดต่างกันอาจไม่ตีทั้งหมด อาจมีถูกต้องและไม่ถูกต้อง รวมทั้งมีแนวความคิดที่แปลก เช่นดีกว่า หรือไม่มีของใครในกลุ่มถูกต้องสมบูรณ์เลย แต่เมื่อแต่ละคนได้เสนอแนวความคิด ผสมผสานเข้าด้วยกัน อาจได้แนวความคิดที่ดี ถูกต้องสมบูรณ์ก็ได้ การทำงานร่วมกัน การอภิปรายร่วมกัน ทำให้เห็นแนวทางในการแก้ปัญหา การร่วมกันคิดเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดความเจริญงอกงามทางปัญญา การที่นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นคู่ หรือเป็นกลุ่มย่อยจะมีประสิทธิภาพกว่าให้เขาทำงานตามลำพัง

4. นักเรียนมีโอกาสฝึกการทำงานร่วมกัน ฝึกการเสนอและรับฟังแนวคิดจากคนอื่น ได้มีโอกาสใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้ในกิจกรรมเป็นเรื่องที่ค่อยๆออกจากพื้นฐานประสบการณ์ของนักเรียน นักเรียนต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ บางครั้งการแก้ปัญหาแต่เพียงลำพังไม่อาจสำเร็จได้ ต้องมีการอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์จากเพื่อนที่มีประสบการณ์แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยนกัน รวมถึงการช่วยชี้แนะจากผู้มีประสบการณ์มากกว่า เช่น จากครูช่วยแนะนำ การให้นักเรียนได้มีการอภิปราย ถกเถียงและหาวิธีการร่วมกัน เป็นวิธีที่ให้นักเรียนได้มีการสื่อสารกันทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี นักเรียนได้มีโอกาสสัมผัสประสบการณ์ระหว่างกัน

5. ขณะที่นักเรียนร่วมกันคิดแก้ปัญหาในกลุ่มย่อย ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น โดยครูเดินไปตามกลุ่มย่อยต่าง ๆ ทำให้มีโอกาสตอบคำถามและช่วยเหลือได้ตรงกับความต้องการ รวมทั้งการเลือกใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและอภิปรายได้เหมาะสมกับสภาพและบรรยากาศของกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่ม ในขณะเดียวกันครู

จะได้ผลย้อนกลับเกี่ยวกับพฤติกรรมและการแก้ปัญหาในแนวคิด โดยการสังเกตและถามคำถามอย่างไม่เป็นแบบแผน แม้ว่ากิจกรรมกลุ่มย่อยจะมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การแก้ปัญหา แต่กิจกรรมรายบุคคลและกิจกรรมอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียนก็ไม่อาจละเลยได้

กิจกรรมรายบุคคล ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดอย่างอิสระ ได้แสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ รวมถึงการแสดงความคิดเห็นและความสามารถในการแก้ปัญหา กิจกรรมรายบุคคล ควรนำมาใช้เมื่อเริ่มต้นกิจกรรมกลุ่มย่อย นักเรียนได้คิดวิเคราะห์และเตรียมข้อมูลเพื่อนำเสนอต่อกลุ่มย่อย และในตอนท้ายกิจกรรมการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องสรุปสาระสำคัญที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง รวมถึงการฝึกแก้ปัญหาเพิ่มเติมด้วยตนเองเป็นการบ้าน เนื่องจากการคิดอย่างใคร่ครวญ รอบคอบอาจต้องใช้เวลา และมีความแตกต่างกันในแต่ละคน เวลาในชั้นเรียนปกติอาจมีไม่เพียงพอ

กิจกรรมอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่ สามารถนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ การแก้ปัญหาในชั้นเรียนได้ในโอกาสต่อไปนี้

1. ใช้ตอนเริ่มต้นบทเรียน เป็นการสร้างศูนย์รวมของความสนใจ เป็นการนำเสนอปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก เพื่อให้ให้นักเรียนทั้งชั้นได้ทำความเข้าใจ และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกัน และสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ไปสู่การแก้ปัญหาในกลุ่มเล็กหรือกลุ่มย่อยได้ ในขั้นตอนนี้จะรวมถึงการทำความเข้าใจคำศัพท์ บทนิยาม และทบทวนความรู้ที่เกี่ยวข้อง
2. ใช้ในขั้นสรุปบทเรียน เมื่อการแก้ปัญหาในกลุ่มย่อยต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มหรือตัวแทนได้นำเสนอผลการแก้ปัญหาของกลุ่มหน้าชั้นเรียนต่อกลุ่มใหญ่ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และหลอมรวมความคิดของแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกัน รวมทั้งการสรุปร่วมกัน และการให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของครู การที่นักเรียนในแต่ละกลุ่มเสนอความคิดของตนเองในมุมมองต่าง ๆ เมื่อประสานความคิดเข้าด้วยกัน อาจทำให้เกิดแนวคิดจากการบูรณาการความคิดต่าง ๆ เป็นแนวคิดใหม่ที่มีศักยภาพอย่างคาดไม่ถึง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กในชั้นปฏิบัติการ โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้ข้อเสนอแนะ สนับสนุนความคิด และทำแนวคิดของนักเรียนให้ชัดเจน และให้ความสำคัญกับการดำเนินกิจกรรมแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่ในตอนเริ่มต้นและสรุปบทเรียน ตลอดจนให้นักเรียนมีโอกาสคิดอย่างอิสระในการทบทวนสาระความรู้ และคิดใคร่ครวญจากปัญหาที่ขยายจากปัญหาในบทเรียน โดยใช้แนวคิดจากเอกสารงานวิจัยที่ศึกษาข้างต้นเป็นแนวทางในการวิจัย

2. การสอนการแก้ปัญหา

2.1 เป้าหมายการสอนการแก้ปัญหา ในการสอนการแก้ปัญหา ชาร์ลส์และคณะ (Charles et al. 1987 : 7-11) แนะนำว่าควรกำหนดเป้าหมายที่สำคัญเพื่อใช้เป็นกรอบความคิด ในการจัดกิจกรรมและประเมินผลการแก้ปัญหา ดังนี้

2.1.1 การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหานักเรียน มี 7 ประการ

- 2.1.1.1 การสร้างคำถามเพื่อทำความเข้าใจปัญหา
- 2.1.1.2 การทำความเข้าใจเงื่อนไขและสิ่งที่ต้องการหาในปัญหา
- 2.1.1.3 การเลือกหรือหาข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหา
- 2.1.1.4 การสร้างปัญหาย่อย และเลือกยุทธวิธีหาคำตอบที่เหมาะสม
- 2.1.1.5 การปฏิบัติตามยุทธวิธีหาคำตอบ และแก้ปัญหาย่อยได้ถูกต้อง
- 2.1.1.6 การเขียนคำตอบให้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดไว้ในปัญหา
- 2.1.1.7 การประเมินความเป็นไปได้และความสมเหตุสมผลของคำตอบ

2.1.2 การพัฒนาทักษะของนักเรียนในการเลือกและใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

ความเชื่อมั่นและความสามารถของนักเรียนมีส่วนอย่างมากในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความชัดเจนในการแสดงการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา เมื่อเริ่มต้นในระดับปฐมวัย นักเรียนจะได้รับการสอนยุทธวิธีในการแก้ปัญหา การเรียนการสอนจะอยู่บนเทคนิคการแก้ปัญหานักเรียนส่วนมากใช้อย่างเป็นธรรมชาติ และนำมาใช้เมื่อเริ่มเข้าโรงเรียน เมื่อนักเรียนเรียนผ่านชั้นต่าง ๆ สูงขึ้น ทักษะและความเข้าใจในยุทธวิธีต่าง ๆ สามารถได้รับการส่งเสริมและทำให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น นักเรียนได้พบยุทธวิธีใหม่และซับซ้อนยิ่งขึ้นกว่าเดิม

2.1.3 การพัฒนาเจตคติและความเชื่อที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ความเชื่อต่อการแก้ปัญหาและต่อตนเองมีอิทธิพลต่อการแสดงออก ทั้งด้านที่เป็นประโยชน์ และเป็นตัวบั่นทอน

ตัวอย่างเจตคติและความเชื่อ ที่ทำให้การแก้ปัญหาไม่เป็นไปในทิศทางที่ดี เช่น

“แก้ปัญหาหลายปัญหาแต่สามารถแก้ได้เพียงวิธีเดียว”

“ไม่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้ในช่วงเวลาหนึ่งก็จะไม่พยายามหาคำตอบ

ต่อไป”

ตัวอย่างเจตคติและความเชื่อที่เป็นประโยชน์ เช่น

“ปัญหาหลายปัญหาสามารถแก้ด้วยวิธีการที่มากกว่าหนึ่งวิธี”

“ปัญหาหลาย ๆ ปัญหา มีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ”

“ใช้ยุทธวิธีหนึ่งแล้ว ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ข้าพเจ้าจะพยายามใหม่โดยใช้

ยุทธวิธีอื่น”

โปรแกรมการสอนการแก้ปัญหา ควรสนับสนุนพัฒนาการของเจตคติและความเชื่อที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาและขจัดสิ่งที่บั่นทอนออกไป

2.1.4 การพัฒนาทักษะของนักเรียนในการใช้ความรู้ที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหา ความสำเร็จของการแสดงการแก้ปัญหา ได้รับอิทธิพลอย่างมากจากความสามารถของนักเรียนในการระลึกถึงและประยุกต์ความรู้เฉพาะเจาะจงมาใช้ เป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับบริบทของปัญหา นักเรียนจำเป็นต้องได้รับการสอนวิธีใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และจังหวะเวลาในการใช้ ยิ่งกว่านั้นนักเรียนจำเป็นต้องฝึกปฏิบัติ ประยุกต์และเรียนรู้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์การแก้ปัญหา

2.1.5 การพัฒนาทักษะของนักเรียนในการติดตามและประเมินการแก้ปัญหาของตนเอง นักเรียนจำนวนมากมุ่งมั่นที่จะแก้ปัญหานั้นได้คำตอบของปัญหาและมักหยุดการทำงานอยู่เพียงเท่านั้น นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากผลย้อนกลับจากงาน ที่ตนเองได้ทำไปแล้ว การเรียนรู้การแก้ปัญหาคือพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการติดตามและประเมินการคิดของนักเรียน และความก้าวหน้าขณะนี้นักเรียนกำลังแก้ปัญหา เป็นการให้ความสำคัญกับกระบวนการแก้ปัญหา โปรแกรมการสอนจะต้องวางเป้าหมายที่จะช่วยเหลือนักเรียนในการสร้างทักษะและสำนึกในการติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหามาของตนเอง

2.1.6 การพัฒนาทักษะของนักเรียนในการแก้ปัญหาภายใต้สถานการณ์ ร่วมมือกันเรียนรู้ เป้าหมายที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของการเรียนรู้การแก้ปัญหา คือ การพัฒนาทักษะทางสังคมของนักเรียนโดยการแก้ปัญหาร่วมกันในสถานการณ์ของการเรียนแบบร่วมมือ ทักษะทางปัญญาจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งทำให้เกิดทักษะและแนวคิดที่ชัดเจน การประเมินแนวคิดอื่น ๆ และการได้เรียนรู้แนวคิดจากคนอื่น การเปรียบเทียบแนวคิดซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา ซึ่งถือว่าพัฒนาได้ดีที่สุดในสถานการณ์การเรียนแบบร่วมมือ

2.1.7 การพัฒนาทักษะของนักเรียนในการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหา ในการแก้ปัญหา เหนือสิ่งอื่นใดทั้งหมด เหตุผลที่เราพยายามแก้ปัญหา คือ ต้องการได้คำตอบที่ถูกต้อง เป้าหมายสำคัญของการเรียนรู้การแก้ปัญหา คือ ให้นักเรียนเพิ่มทักษะในการหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหา อย่างไรก็ตามในชั้นเรียน การสอนและการประเมินจะเน้นที่ทักษะของนักเรียนในการหาคำตอบที่ถูกต้องได้ ต้องอยู่บนทักษะและความสามารถย่อย ๆ ตามเป้าหมายแต่ละข้อข้างต้น เป็นการหลอมรวมทักษะและความสามารถย่อย ๆ เข้าด้วยกันในการหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหา ทักษะความสามารถของเป้าหมายข้อนี้ จะพัฒนาได้ค่อนข้างช้ากว่าสิ่งที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายข้ออื่น ๆ การวางแผนการประเมินผลการแก้ปัญหาคือต้องไม่เน้นที่เป้าหมายของการหาคำตอบแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่จะต้องให้ความสำคัญกับเป้าหมายข้ออื่น ๆ ด้วย

ในการวิจัยนี้ใช้เป้าหมายในการสอนการแก้ปัญหาที่ศึกษาข้างต้นเป็นกรอบความคิด ในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผล

2.2 แนวการสอนการแก้ปัญหา

ในมาตรฐานหลักสูตรและการประเมินผลสำหรับคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหอย่าง กว้างขวาง โดยถือว่าคณิตศาสตร์ไม่เป็นเพียงการสอนมโนคติ ข้อเท็จจริง และกระบวนการเรียนรู้ เท่านั้น แต่ครอบคลุมการประยุกต์สู่การแก้ปัญหา ซึ่งการสอนการแก้ปัญหามี 3 แนวทางคือ (1) การสอนแก้ปัญหาโดยครูอธิบายกระบวนการแก้ปัญหา และยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา โดยถือว่าการแก้ปัญหานั้นเป็นเนื้อหา (2) การสอนสำหรับการแก้ปัญหา เป็นการสอนที่ต่อเนื่องจากการประยุกต์คณิตศาสตร์เกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตจริง เน้นการประยุกต์กระบวนการและยุทธวิธี ใช้แก้ปัญหา (3) การสอนผ่านการแก้ปัญหา ถือว่าปัญหามีคุณค่าไม่เพียงแต่เป็นจุดมุ่งหมายของการเรียนคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่เป็นแนวทางพื้นฐานของการเรียนรู้ การสอนจะเน้นกระบวนการ เรียนรู้จากปัญหาที่มีประสบการณ์ในการแก้ไปสู่ปัญหาใหม่ที่ไม่คุ้นเคย

ในการสอนการแก้ปัญหาคูสามารถใช้วิธีสอนที่มีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน เช่นเดียวกับการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ นักเรียนเรียนแก้ปัญหาโดยการลงมือแก้ปัญหา และ พิจารณาใคร่ครวญกระบวนการที่นักเรียนได้ใช้ในการหาคำตอบ คำถามต่าง ๆ ที่ครูใช้ถามนักเรียน ขณะแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบกระบวนการคิดและได้พิจารณายุทธวิธีที่ใช้ในการหา คำตอบ ความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีของการแก้ปัญหามีประโยชน์มากในการช่วยหาคำตอบของปัญหา ในการสอนการแก้ปัญหามี 2 แนวทาง ดังนี้

2.2.1 การสอนกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งการสอนเป็นไปตามกระบวนการ แก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนในระดับต้น ๆ การสอนการแก้ปัญหามีจุดมุ่งหมายสำคัญอยู่ที่ การทำความเข้าใจปัญหา การใช้ยุทธวิธี 2-3 อย่างในการแก้ปัญหา และวิธีพิจารณาความหมายของ คำตอบที่ได้ สำหรับนักเรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้น การสอนขั้นตอนในการแก้ปัญหามีจุดมุ่งหมาย เฉพาะเจาะจงมากขึ้น นักเรียนควรได้เรียนรู้ชื่อของแต่ละขั้นตอน และวิธีการที่จะดำเนินการตาม ขั้นตอนนั้น นักเรียนควรได้ทบทวนขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอน ขณะที่แก้ปัญหาร่วมกันทั้งชั้นเรียน และแก้ปัญหภายในกลุ่มย่อย

การสอนการทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนที่สำคัญยิ่ง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์แรก ของการแก้ปัญหา ก็คือ การทำความเข้าใจปัญหา ถ้าไม่สามารถทำความเข้าใจปัญหา หรือเข้าใจ ปัญหาคลาดเคลื่อนไป ก็ยากนักที่จะหาคำตอบที่ถูกต้องได้ ครูสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนา

ความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา โดยการร่วมอภิปรายกับนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการที่นักเรียน
แก้ปัญหาคำถามที่ควรใช้ถามนักเรียนขณะอภิปราย เช่น

“ทำไมเราต้องเริ่มต้นด้วยการคิดเกี่ยวกับความหมายของปัญหา”

“จะเกิดอะไรขึ้น ถ้านักเรียนเริ่มต้นโดยปราศจากความเข้าใจปัญหา”

นักเรียนจำเป็นต้องทราบว่า เขาจำเป็นต้องทำความเข้าใจปัญหาก่อน แต่ถ้า
ไม่ทราบถึงวิธีการทำความเข้าใจ ครูอาจถามคำถามถึงวิธีการที่นักเรียนใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา
ใช้คำตอบที่ได้มาเป็นข้อแนะนำ และยืนยันวิธีการทำความเข้าใจ ซึ่งน่าจะรวมถึงวิธีการต่อไปนี้

“อ่านปัญหาจนกระทั่งทราบว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร”

“แน่ใจว่าทราบความหมายของคำทุกคำ”

“ถามครูเกี่ยวกับความหมายของคำหรือประโยคที่ไม่ชัดเจน”

“อ่านหรือเขียนปัญหานั้นใหม่ด้วยคำพูดของตนเอง”

“สร้างภาพของสถานการณ์ปัญหาในใจ”

“เขียนแผนภาพประกอบ”

“ทบทวนข้อมูล บอกกับตัวเองว่าข้อมูลใดบ้างที่ต้องนำมาใช้”

“บอกสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ”

“ตอบคำถามที่ตนเองตอบได้ แล้วจะแก้ปัญหาก็ได้หรือไม่”

การสอนขั้นการวางแผนและการดำเนินการตามแผน ขั้นตอนที่ 2 และ 3 ของ
การแก้ปัญหาคือการวางแผน และการดำเนินการตามแผน ซึ่งค่อนข้างกระทำอย่างมีแบบแผนใน
นักเรียนชั้นต้น ๆ เพราะนักเรียนยังต้องอาศัยการสร้างความสำเร็จ โดยใช้ตัวแทนที่เป็นตัวแบบใน
การแก้ปัญหาคู่หูหลักเพื่อนักเรียนจะได้ใช้ยุทธวิธีนี้และแสดงความคิดร่วมกับคนอื่น ๆ
ถ้านักเรียนไม่สามารถพิจารณาเลือกยุทธวิธีใด ๆ สำหรับการแก้ปัญหาย่าง ๆ ครูควรแนะนำยุทธวิธี
การลงมือปฏิบัติ หรือแนะนำยุทธวิธีการเขียนภาพ

ก่อนการเน้นที่ขั้นตอนการวางแผนและการดำเนินการตามแผนสำหรับนักเรียน
ชั้นสูงขึ้น ลองค้นหายุทธวิธีที่นักเรียนใช้ก่อน หลังจากนั้นอภิปรายให้นักเรียนตระหนักว่าการใช้
ยุทธวิธีต่าง ๆ ของนักเรียนในการแก้ปัญหานั้น แท้จริงแล้วอยู่ภายใต้การวางแผน ซึ่งส่วนใหญ่แล้ว
นักเรียนมักจะวางแผนโดยการสร้างความคิดไว้ในสมอง แล้วเพียงแต่เขียนแสดงวิธีทำให้ผู้อื่นได้
เห็นเท่านั้น

ในการแนะนำนักเรียนให้คิดเกี่ยวกับการวางแผนและดำเนินการตามแผนอย่าง
ระมัดระวัง สามารถใช้การถามคำถามต่อไปนี้ เช่น

- “นักเรียนพูดอะไรกับตนเองบ้าง ในขณะที่วางแผนเลือกยุทธวิธีแก้ปัญหา”
- “ช่วยอธิบายเหตุผลในการตัดสินใจของนักเรียนที่เลือกใช้ยุทธวิธีนั้น”
- “ทำไมการวางแผนจึงมีความสำคัญ”
- “ทำไมจึงมีบางคนหรือบางกลุ่มแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่แตกต่างกับผู้อื่น”
- “เมื่อใดที่นักเรียนคิดเปลี่ยนแปลงแผนหรือแนวคิดแก้ปัญหาที่วางไว้”
- “สำหรับปัญหาที่ต้องการคำตอบในรูปปริมาณ นักเรียนประมาณคำตอบก่อน
หรือไม่ ทำไม”

นักเรียนสามารถใช้แบบแผนการคิดที่แตกต่างกันในการแก้ปัญหาเดียวกัน
นักเรียนที่มีแบบแผนการคิดต่างกัน ได้มีโอกาสเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ถึงแม้ว่าแต่ละคนหรือแต่ละ
กลุ่มจะใช้วิธีการที่แตกต่างกันก็สามารถนำเข้าสู่ผลสรุปหรือคำตอบของปัญหาเดียวกันได้

การสอนการตรวจสอบ ขั้นตอนการตรวจสอบเกี่ยวข้องกับการตรวจความ
ถูกต้องของการคิดคำนวณ การพิจารณาว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผล เป็นไปได้หรือไม่ การมองหา
วิธีการอื่นในการหาคำตอบของปัญหา และรวมทั้งการขยายปัญหาซึ่งมีลักษณะคล้ายกับปัญหาเดิม
เพื่อเตรียมการเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี นักเรียนทุกคนควรได้ช่วยกันในการเรียนรู้ขั้นตรวจสอบ
หลังจากที่นักเรียนแสดงคำตอบที่หาได้แล้ว คำถามที่ครูควรใช้กับนักเรียนในขั้นต้น ๆ เช่น

- “เราแน่ใจได้อย่างไรว่าคำตอบที่ได้นี้ถูกต้อง”
- “คำตอบที่ได้เป็นไปได้หรือไม่ สอดคล้องกับปัญหาหรือไม่”
- “มีคำตอบอื่นอีกหรือไม่ ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนคำตอบซึ่งกันและกัน”

ครูควรร่วมอภิปรายถึงผลดีของการตรวจสอบคำตอบ และควรให้นักเรียนได้ฝึก
การตรวจสอบ จนคิดเป็นนิสัยว่าจะไม่ละเลยการตรวจคำตอบหลังจากที่หาคำตอบได้แล้ว สำหรับ
นักเรียนที่โตขึ้นที่ซึ่งขาดการพัฒนานิสัยการตรวจสอบ ซึ่งครอบคลุมสาระมากกว่าการตรวจสอบ
คำตอบ ครูให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการตรวจสอบและวิธีการตรวจคำตอบของ
นักเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจใช้วิธีการที่แตกต่างกัน คำตอบของนักเรียนและข้อเสนอแนะ
ของครูรวมถึงประเด็นต่อไปนี้

- “สามารถใช้ยุทธวิธีอื่น ๆ ในการหาคำตอบได้อีกหรือไม่”
- “จงประมาณคำตอบของปัญหาแล้วนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้”
- “คำนวณคำตอบที่ได้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน แล้วตรวจสอบความถูกต้อง
แม่นยำ”

“พิจารณาว่าคำตอบที่ได้มีความเหมาะสมที่จะเป็นคำตอบของปัญหาหรือไม่”

ขั้นตอนการตรวจสอบนี้ครอบคลุมถึงการขยายแนวคิดของปัญหา โดยการสร้างปัญหาใหม่ที่สัมพันธ์กับปัญหาเดิม ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจในปัญหาของนักเรียนให้กว้างไกลออกไป นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยการเปลี่ยนแปลงบางส่วนของปัญหาเดิม โดยยังคงเก็บสาระสำคัญของปัญหาเดิมไว้ และรวมถึงการสร้างปัญหาใหม่ที่ขยายปัญหาเดิมให้เป็นปัญหาปลายเปิด

ในบางปัญหาอาจให้นักเรียนหาคำตอบในกรณีทั่วไป สิ่งหนึ่งซึ่งเป็นจุดประสงค์ที่สำคัญที่สุดสำหรับการทำกิจกรรมแก้ปัญหานักเรียนและครู คือ การสร้างนิยทั่วไป ซึ่งมักจะเริ่มจากการอธิบายด้วยถ้อยคำเชิงพรรณนา และเมื่อนักเรียนมีวุฒิภาวะเพียงพอก็สามารถใช้รูปแบบของนิพจน์ทางพีชคณิตในการกำหนดนิยทั่วไป

การสอนกระบวนการตามขั้นตอนการแก้ปัญหทั้ง 4 ขั้นตอนของโพลยา โดยสอนเหมือนกันกับเนื้อหาที่นักเรียนจะต้องจดจำจะไม่ประสบความสำเร็จ แต่ต้องสอนโดยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง โดยครูใช้คำถามช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหา วางแผน ลงมือแก้ปัญห และตรวจสอบด้วยตนเองจากการแก้ปัญหจริง ๆ การแนะนำกระบวนการแก้ปัญหจะกระทำหลังจากที่นักเรียนแก้ปัญหเสร็จสิ้นแล้ว กระบวนการแก้ปัญห 4 ขั้นตอนของโพลยา แสดงไว้เพื่อให้ครูใช้เป็นกรอบความคิดในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอน ในการรายงานผลการแก้ปัญห นักเรียนสามารถเขียนแสดงให้ผู้อื่นทราบเพียงบางขั้นตอนก็ได้ เช่น นำเสนอเพียงขั้นตอนการวางแผนและดำเนินการตามแผน หรือนำเสนอเพียงวิธีทำ ซึ่งเป็นขั้นตอนการดำเนินการตามแผนเท่านั้นก็ได้ แนวทางดังกล่าวนี้ผู้วิจัยใช้เป็นกรอบความคิดในการสอนกระบวนการแก้ปัญหในการวิจัยครั้งนี้

2.2.2 การสอนยุทธวิธีแก้ปัญห สภาคณิตศาสตร์แห่งชาติของประเทศ

สหรัฐอเมริกา ระบุว่า การแก้ปัญหเป็นสาระของคณิตศาสตร์ นักเรียนควรจะได้เรียนคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญห เอกสารตำราและสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่างก็ให้ความสำคัญของการแก้ปัญห โดยที่กระบวนการแก้ปัญห 4 ขั้นตอนของโพลยาได้มีการอ้างอิงและนำมาใช้อย่างผสมผสานกับยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญห นักเรียนเรียนยุทธวิธีการแก้ปัญหหลาย ๆ วิธี โดยการฝึกหัดใช้ยุทธวิธีเดี่ยว ๆ แต่ละยุทธวิธี แต่การนำไปใช้จริง การแก้ปัญหส่วนใหญ่ นักเรียนต้องใช้การผสมผสานการใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหหลาย ๆ อย่างประกอบกัน

ขั้นตอนในการสอนยุทธวิธีของการแก้ปัญหาในภาพกว้าง ๆ ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน โฮล์มส์ (Holmes. 1995 : 37) มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. กำหนดปัญหาให้นักเรียนอ่านปัญหาในใจหรืออ่านออกเสียง ครูถามเกี่ยวกับคำที่นักเรียนไม่ทราบความหมาย เมื่อทำความเข้าใจคำต่าง ๆ ได้ชัดเจนตรงกันแล้วให้นักเรียนแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ในขณะที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหา ครูเฝ้าสังเกตการทำงานของนักเรียนอย่างใกล้ชิด และให้คำแนะนำ

2. ให้นักเรียนรายงานผลการแก้ปัญหาค่อยๆ ให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายถึงวิธีคิดหาคำตอบของแต่ละคน แต่ละกลุ่ม

3. ใช้คำถามที่สามารถกระตุ้นนักเรียนให้พิจารณาโครงสร้างกระบวนการที่ใช้ในการหาคำตอบ และใช้คำตอบนักเรียนให้เป็นประโยชน์ในการกล่าวถึงยุทธวิธีของการแก้ปัญหา ถ้าเป็นไปได้ให้นักเรียนระบุชื่อของยุทธวิธีนั้น

4. จัดหาโอกาสที่เหมาะสมแก่นักเรียนในการใช้ยุทธวิธีหลาย ๆ อย่าง และแลกเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับการเลือกใช้ยุทธวิธีที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนเขียนอธิบายถึงวิธีการที่นักเรียนคิดขณะแก้ปัญหา ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่คุ้นเคยว่าปัญหาหนึ่ง ๆ อาจใช้ยุทธวิธีหลาย ๆ อย่าง ในการแก้ปัญหา

เมื่อครูนำเสนอยุทธวิธีแก้ปัญหากับนักเรียน ครูจะต้องตระหนักถึงประเด็นต่อไปนี (Sternberg. 1999 : 42)

1. ยุทธวิธีแก้ปัญหานั้นหลายสามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาอย่างหลากหลาย ไม่มีปัญหาใดที่ดีที่สุดในการประยุกต์ใช้แต่ละยุทธวิธี

2. ยุทธวิธีหนึ่ง ๆ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ควรสนับสนุนให้แก้ปัญหาคด้วยวิธีการหลาย ๆ วิธี ไม่จำเป็นว่าจะต้องใช้ยุทธวิธีที่เฉพาะเจาะจงในการแก้ปัญหาที่กำหนดให้ การส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้วิธีคิดเป็นการเพิ่มความน่าสนใจ ความสำคัญของกระบวนการคิด เพราะแม้ว่านักเรียนจะทราบคำตอบของปัญหาแล้ว ก็ยังมีสิ่งที่น่าสนใจกระตือรือร้นที่แสวงหาคำตอบไป ซึ่งก็คือการแสวงหาคำตอบแบบอื่น ๆ

3. เมื่อกำหนดปัญหาให้นักเรียนต้องหายุทธวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา บางครั้งนักเรียนอาจต้องการสร้างยุทธวิธีของเขาขึ้นมาเอง บางทีก็เลือกเอายุทธวิธีที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาก่อนแล้ว ปัญหาบางปัญหาก็ไม่ปรากฏชัดว่าจะใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหา นักเรียนจำเป็นต้องสร้างยุทธวิธีขึ้นมาเอง โดยปราศจากการอยู่ภายใต้การสอนที่เด่นชัด ปัญหาในลักษณะนี้ต้องการการคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่มสร้างสรรค์

4. นักเรียนแต่ละคนไม่จำเป็นต้องบรรลุผลในระดับเดียวกันในการใช้ยุทธวิธีแต่ละอย่าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้ประสบการณ์ และมุมมองในการแก้ปัญหา

5. กระบวนการเลือกและใช้ยุทธวิธีมีความสำคัญพอ ๆ กับความถูกต้องของคำตอบของปัญหา นักเรียนควรมีโอกาสในการเลือกและใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาด้วยตัวของเขาเอง

6. นักเรียนทุกคนต้องการ โอกาสที่เหมาะสมในการเรียนรู้ และใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนภายใต้การดูแลของครู เป็นที่น่าสนใจของนักเรียนคนอื่น ๆ วิธีการ การสื่อสาร ของเด็กวัยเดียวกันจะเป็นที่เข้าใจระหว่างกันได้ดี

เพื่อฝึกให้นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี ในการแก้ปัญหาที่กำหนดให้ ควรยินยอมให้นักเรียนแก้ปัญหาแต่ละปัญหาด้วยวิธีการหลายอย่าง แม้ว่าจะเป็นยุทธวิธีที่แตกต่างไปจากยุทธวิธีที่ครูตั้งใจจะสอน ถ้านักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีอื่น ครูก็สามารถแนะนำยุทธวิธีที่ต้องการในภายหลังได้ และสามารถใช้ประโยชน์จากกรณีนี้ได้ โดยชี้ให้นักเรียนเห็นว่าปัญหาบางปัญหาอาจใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธี โดยได้คำตอบที่ต้องการเช่นเดียวกัน และสามารถให้นักเรียนพิจารณาว่ายุทธวิธีใดมีความเหมาะสมมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

การสอนการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่ครูเตรียมมา ต้องใช้ความละเอียดอ่อนในการนำเสนอ ไม่ควรนำเสนอโดยชี้แจงว่าวิธีการของครูดีกว่าวิธีการของนักเรียน แต่ชี้ให้เห็นถึงข้อดีที่ไม่ต้องเปรียบเทียบกันถึงวิธีการของนักเรียน เสนอให้นักเรียนรู้สึกว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการแก้ปัญหาเท่านั้น

ปัญหาในชีวิตจริงมีวิธีแก้ได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับความรู้ประสบการณ์และมุมมองของผู้แก้ปัญหา การส่งเสริมให้ผู้เรียนแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ ด้วยวิธีการที่หลากหลายจึงเป็นการสร้างประสบการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสเลือกใช้วิธีการที่ตนเองถนัด ได้แสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่และประสบความสำเร็จ อันเป็นบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี การให้นักเรียนมีประสบการณ์การแก้ปัญหาเพียงไม่กี่ปัญหา แต่สนับสนุนให้ใช้วิธีการที่หลากหลายมีประโยชน์มากกว่า การให้แก้ปัญหาหลาย ๆ ปัญหา แต่ใช้วิธีการเพียงวิธีการเดียว การที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการที่อยู่บนพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน ย่อมเป็นทางเลือกของนักเรียนและมีโอกาสที่ประสบความสำเร็จมากกว่า การให้แก้ปัญหาหลาย ๆ ปัญหา โดยใช้วิธีเดียว (Kennedy, 1984 : 82-83)

จากข้อเสนอแนะดังกล่าว สามารถนำมากำหนดขั้นตอนของการสอนยุทธวิธีการ
แก้ปัญหาในการวิจัยครั้งนี้ได้ดังนี้

1. กำหนดยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่จะแนะนำกับนักเรียน
2. นำเสนอปัญหากับนักเรียน ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาและสามารถกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา
3. ให้นักเรียนเสนอแนวทาง และวิธีการแก้ปัญหา
4. ครูแนะนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานและมีความสอดคล้องกับแนวทาง และวิธีการแก้ปัญหานักเรียนนำเสนอ ซึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งยุทธวิธี โดยแนะนำครั้งละหนึ่งยุทธวิธีให้ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนนำเสนอ แต่กล่าวถึงรายละเอียดในเพียงบางยุทธวิธีที่ครูต้องการแนะนำ สำหรับยุทธวิธีอื่นครูแจ้งว่าจะแนะนำในโอกาสต่อไป
5. ฝึกการใช้ยุทธวิธีนั้นในการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน
6. ฝึกการใช้ยุทธวิธีนั้นในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน และมีความหลากหลายจากปัญหาที่กำหนดให้ หรือปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นเอง
7. ฝึกการใช้ยุทธวิธีนั้น และยุทธวิธีอื่นที่เคยเรียนมาแล้ว ในการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลายมากขึ้น

ในขั้นตอนที่ 2-4 อาจใช้เป็นกิจกรรมให้นักเรียนแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่ ทั้งชั้นเรียนในตอนเริ่มต้นบทเรียนด้วยปัญหาที่ไม่ซับซ้อนนัก เพื่อที่ว่านักเรียนจะได้นำประสบการณ์ไปประยุกต์แก้ปัญหากลุ่มเล็กหรือกลุ่มย่อยตามขั้นตอนที่ 5-7 สำหรับในขั้นตอนที่ 7 อาจกำหนดเป็นกิจกรรมให้นักเรียนแก้ปัญหาย่างอิสระเป็นรายบุคคลนอกเวลาเรียนปกติ เพื่อให้นักเรียนจะได้มีโอกาสทบทวน ไตร่ตรองทำความเข้าใจยุทธวิธีที่เรียนรู้อา สามารถถ่ายโยงประสบการณ์นำไปใช้แก้ปัญหที่แตกต่างกันออกไปได้

3. การประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 แนวคิดในการประเมินการแก้ปัญหา

เมื่อการแก้ปัญหาได้รับการเน้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การประเมินการแก้ปัญหาก็ควรจะได้รับการเน้นไปด้วยในขณะเดียวกัน การประเมินควรแสดงถึงความสามารถของนักเรียนในการแสดงสาระสำคัญของปัญหา หลักฐานร่องรอยเกี่ยวกับความสามารถในการถามคำถามการใช้ข้อสนเทศที่กำหนดให้ และการสร้างข้อคาดการณ์ การประเมินจะให้หลักฐานของการใช้ยุทธวิธี และเทคนิคการแก้ปัญหา ตลอดจนความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้อง และอธิบายความหมายของผลลัพธ์ที่ได้ ตลอดจนความสามารถในการขยายสู่กรณีทั่วไปในมาตรฐานการประเมิน NCTM มาตรฐานที่ 5: การแก้ปัญหาระบุว่าการประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเป็นการจัดหาหลักฐานร่องรอยที่นักเรียนสามารถ (1) สร้างปัญหา (2) ประยุกต์ใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (3) แก้ปัญหา (4) ตรวจสอบความถูกต้องและอธิบายความหมายของผลลัพธ์ และ (5) สร้างรูปทั่วไปของคำตอบ (NCTM. 1989 : 209)

การประเมินความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาคควรประเมินในขอบข่ายใหญ่ ๆ 2 ประการคือ (1) การแสดงการใช้ทักษะและยุทธวิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (2) เจตคติและความเชื่อเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

เทคนิคสำหรับการประเมินสิ่งสำคัญ 2 ประการนี้ได้แก่

1. การสังเกตและการใช้คำถามถามนักเรียน
2. การใช้การประเมินข้อมูลจากนักเรียน
3. การใช้เทคนิคให้คะแนนแบบพิจารณาองค์รวม (Holistic scoring)
4. การใช้แบบทดสอบ

การพิจารณาทางเลือกสำหรับเทคนิคการประเมินขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้คือ (1) ประเภทของทักษะการแก้ปัญหาหรือผลได้ที่ปรากฏซึ่งต้องการวัด (2) จำนวนของนักเรียนที่จะประเมิน (3) เวลาที่จะใช้ในการประเมิน (4) ประสิทธิภาพของครูในการสอนและการประเมินการแก้ปัญหา (5) ความต้องการในการใช้ผลของการประเมิน และ (6) เครื่องมือการประเมินที่จะหาได้ เพราะฉะนั้นงานประเมินของครูก็คือการเลือกเทคนิคการประเมินที่จะช่วยครูให้วัดได้ตรงตามเป้าหมายที่ต้องการเน้นและให้บังเกิดผลดีที่สุด (Charles et al.1987 : 15)

3.2 เทคนิคการประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2.1 การสังเกตและการใช้คำถาม

การสังเกตและการใช้คำถามถามนักเรียนขณะที่กำลังแก้ปัญหา จะได้ข้อมูลที่มีคุณค่าเกี่ยวกับการแสดงออกของนักเรียน เจตคติและความเชื่อ การสังเกตและการถามคำถามครูสามารถทำได้อย่างไม่เป็นแบบแผน ขณะที่ครูเคลื่อนที่เข้าไปสังเกตตามกลุ่มต่างๆ เมื่อนักเรียนกำลังทำงานและสามารถกระทำอย่างเป็นแบบแผนผ่านการสัมภาษณ์อย่างมีโครงสร้างเป็นรายบุคคล

การสังเกตโดยตรงและการถามคำถามอย่างระมัดระวังขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาถือว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดของการประเมินบางด้านของเป้าหมายของการแก้ปัญหา ซึ่งการประเมินจากการวิเคราะห์งานจากการเขียนเพียงอย่างเดียวนั้น ไม่เพียงพอ การสังเกตและการถามคำถามมีจุดประสงค์สำคัญในการจับบันทึกการตอบสนองของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะหรือเจตคติที่ครูประเมิน

การสังเกตอย่างไม่เป็นแบบแผนและการถามคำถามสามารถใช้ประเมินเมื่อนักเรียนทำงานเป็นรายบุคคล ในกลุ่มเล็กหรือในขณะที่อภิปรายร่วมกันทั้งชั้น แต่น่าจะมีประสิทธิภาพที่สุดระหว่างที่นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคล และในกลุ่มเล็ก เนื่องจากว่าครูมีข้อจำกัดในด้านเวลาในการจับบันทึกขณะที่มีการอภิปรายกันทั้งชั้นเรียน ก่อนเข้าสู่บทเรียนเลือกประเด็นของสิ่งที่ต้องการประเมิน ครูต้องเตรียมเครื่องมือการประเมินไว้ล่วงหน้าเช่น แบบตรวจสอบรายการหรือมาตรประมาณค่า ในขณะที่นักเรียนที่หมายตาไว้แก้ปัญหา ครูเฝ้าสังเกตพวกเขา ฟังสิ่งที่เขาพูดกับเพื่อนคนอื่น ๆ สอดแทรกการตั้งคำถามให้สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการประเมิน จับบันทึกสิ่งที่สังเกตได้โดยทำเป็นจุดหรือเครื่องหมายไว้ ซึ่งคิดว่าการจำเพียงอย่างเดียวเพราะอาจหลงลืมได้ กำหนดเป้าหมายไว้อย่าให้มากข้อเกินไป “จงอย่ามีจุดมุ่งหมายที่จะประเมินนักเรียนทุกคนในทุก ๆ ประสพการณ์ของการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ของปัญหาหนึ่ง ๆ น่าจะเน้นเพียงการประเมินนักเรียน 1 ถึง 4 คนก็เพียงพอแล้ว” (Charles et al. 1987 : 20) ในขณะที่ครูสังเกตและถามคำถามนักเรียนในสถานการณ์แก้ปัญหา ต้องบันทึกสิ่งที่ต้องการทันที เท่าที่จะทำได้ภายหลังการสังเกต การบันทึกอาจมีเครื่องมือช่วยได้แก่ แบบตรวจสอบรายการ และมาตรประมาณค่า

3.2.2 การสัมภาษณ์

เทคนิคนี้เกี่ยวข้องกับการสังเกตและการถามคำถามนักเรียนระหว่างการแก้ปัญหาแต่ไม่เหมือนกันเสียทีเดียว การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างสัมภาษณ์นักเรียนคราวละไม่เกิน 2 คน โดยปกติให้สัมภาษณ์ทีละคน สัมภาษณ์อย่างเป็นระบบ โดยการถามปัญหาอย่างเป็น

ลำดับขั้นตอน ซึ่งต้องวางแผนไว้ล่วงหน้า การใช้การจดบันทึก มาตรการประมาณค่า แบบตรวจสอบรายการ การบันทึกเสียงและวิดิทัศน์ก็สามารถนำมาใช้ประกอบกันได้ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ภายหลัง

ขั้นตอนการสัมภาษณ์ (1) เลือกบุคคลที่จะสัมภาษณ์ (2) เลือกปัญหาที่เหมาะสม (3) วางแผนแบ่งประเด็นที่จะสัมภาษณ์ด้วยตนเอง (4) ดำเนินการสัมภาษณ์

ข้อดีของการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (1) การประเมินอยู่ในกรอบที่วางไว้ (2) มีเวลาที่จะประเมินได้ในเนวตึกเกี่ยวกับทักษะในการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล (3) สามารถกำหนดโครงสร้างที่ตายตัว หรือยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมิน (4) สามารถเก็บข้อมูลได้ในรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนทำและคิด (5) ทำให้ได้ทราบถึงกระบวนการคิดของนักเรียนซึ่ง โดยปกติอาจเห็นได้ไม่ชัดเจนจากการเขียนของนักเรียน การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างควรใช้เมื่อต้องการถามให้ลึกซึ้งเกี่ยวกับกระบวนการคิดของนักเรียน ในการแสดงการแก้ปัญหาหรือเจตคติ มีประโยชน์สำหรับการวิจัยในกระบวนการแก้ปัญหา

3.2.3 การประเมินสมุดงาน

สำหรับการวิจัยในชั้นเรียน สมุดงานบันทึกการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญ ซึ่งเป็นสมุดงานในข้อมูลพื้นฐานคือ ใปนี้

3.2.3.1 วิธีการหาคำตอบและคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์

3.2.3.2 การอภิปรายถึงยุทธวิธีที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา

3.2.3.3 การอภิปรายถึงความคล้ายคลึงกันของคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้น และที่ใช้ในปัญหาอื่น ๆ ที่นักเรียนเคยแก้มาแล้ว

3.2.3.4 การอภิปรายการขยายปัญหาที่เป็นไปได้

3.2.3.5 การสำรวจศึกษาปัญหาจากการขยายปัญหา

ครูสามารถใช้สมุดงานเหล่านี้ในการประเมินความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาของนักเรียน และวิเคราะห์ความก้าวหน้าในภาพรวมเมื่อสิ้นภาคเรียนและสิ้นปีการศึกษา

3.2.4 การประเมินผลการรายงาน

เทคนิคที่เกี่ยวกับการเขียนรายงานหรือการบันทึกประสบการณ์ การแก้ปัญหาที่ทำให้นักเรียนคิดย้อนกลับหวนนึกถึงคือ การถามนักเรียนให้คิดย้อนทวนอธิบายวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา ทิศทางหรือตัวอย่างของคำถามทั่วไป เช่น “จงบอกแนวความคิดและอธิบายวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา” เน้นสิ่งที่มีประโยชน์ในการช่วยให้นักเรียนได้เริ่มต้นรายงาน ครูสามารถใช้คำถามเหล่านี้เพื่อช่วยนักเรียนให้มองย้อนกลับ และอธิบายการคิดของนักเรียนขณะที่แก้ปัญหา

3.2.4.1 นักเรียนทำอะไร เมื่อแรกพบปัญหานักเรียนคิดถึงอะไร

3.2.4.2 นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเลยหรือไม่ใช้ยุทธวิธีใด ผลเป็นอย่างไร มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง ยุทธวิธีนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่

3.2.4.3 ถ้าแก้ปัญหาไม่สำเร็จ นักเรียนพยายามหายุทธวิธีอื่นมาลองใช้อีกหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร

3.2.4.4 นักเรียนหาคำตอบของปัญหาได้หรือไม่ นักเรียนรู้สึกอย่างไร

3.2.4.5 นักเรียนตรวจสอบคำตอบหรือไม่ ลองใช้วิธีการอื่น ๆ บ้างหรือไม่นักเรียนแน่ใจไหมว่า คำตอบที่หาได้ถูกต้อง

3.2.4.6 โดยทั่ว ๆ ไปนักเรียนรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับการแก้ปัญหานี้

3.2.5 การประเมินเพิ่มผลงาน

ในชั้นเรียนเพิ่มผลงานเป็นที่เก็บผลงานของนักเรียนซึ่งนักเรียนคัดเลือกไว้ด้วยตนเอง เพิ่มผลงานจะอยู่ในตำแหน่งที่ห่างในในห้องเรียน แนวคิดที่อยู่เบื้องหลังเพิ่มผลงาน ก็คือการรวบรวมผลงานที่ดีที่สุดของนักเรียนอย่างเป็นระบบ เพิ่มผลงานเปิด โอกาสให้นักเรียนที่มีเวลาในการคิดที่จะพัฒนา จัดแสดงผลงานให้ดีขึ้น ด้วยการให้เพิ่มผลงานนักเรียนสามารถพัฒนาแนวความคิดที่สำคัญในคณิตศาสตร์ เพิ่มผลงานช่วยเปิด โอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกและสังเกตการณ์เติบโตและวุฒิภาวะของตนเองในคณิตศาสตร์ได้ตลอดเวลา

เพิ่มผลงานเป็นการบันทึกความก้าวหน้าของการเรียนรู้ตลอดเวลาอย่างต่อเนื่องในระยะยาว สอดคล้องกับธรรมชาติ เป็นผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ในแง่มุมที่สอดคล้องกับความเป็นจริง แทนการสอบถามหรือสอบ ซึ่งทำเพียงบางช่วงเวลา เพิ่มผลงานใช้เป็นบันทึกความสำเร็จที่ภาคภูมิใจดีกว่าบันทึกความบกพร่อง ทักษะการสื่อสารจะได้รับการพัฒนาและส่งเสริมผ่านการให้เพิ่มผลงานจากการที่นักเรียนรายงานถึงผลของการสำรวจศึกษาปัญหาและการทำกิจกรรม

เพิ่มผลงานอาจจะบรรจุวิธีการและคำตอบของกิจกรรมการแก้ปัญหของนักเรียนไว้ การได้สัมผัสผลงานของนักเรียนเป็นสิ่งสร้างสรรค์ที่ดีที่สุด ชัดเจนในกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน ได้มองเห็นการขยายแนวทางการวิเคราะห์ซึ่งแสดงความคิดริเริ่มและการสร้างระบบความคิดในการแก้ปัญหา ในเพิ่มผลงานนักเรียนสามารถเพิ่มเติมปัญหาหรือข้อาคาดเดาซึ่งนักเรียนมีแนวคิดในการสร้างขึ้น (Charles et al. 1987 ; Wilson et al. 1993)

การประเมินการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ควรมีการประเมินที่หลากหลายรูปแบบ เพื่อให้การประเมินนั้นได้ข้อมูลที่ครอบคลุมทุกประเด็น นอกจากครูประเมินแล้ว ยังต้องมีแหล่งข้อมูลอื่นเพิ่มเติมด้วย เช่น นักเรียนประเมินผลงานของตน นักเรียนประเมินผลงานของเพื่อนหรือครูท่านอื่นได้ร่วมประเมิน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอและน่าเชื่อถือมากขึ้น ครูสามารถเลือกพิจารณาตามความเหมาะสมของเนื้อหาและเวลา

4. การประเมินทักษะการแก้ปัญหาจากการเขียน

ถึงแม้ว่าการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาจะสามารถใช้เทคนิคหลาย ๆ อย่างในการประเมิน แต่การประเมินจากการเขียนแสดงการแก้ปัญหาของนักเรียนก็นับว่าเป็นสาระสำคัญ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถ และกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน เนื่องจากครูสามารถวัดพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาได้ละเอียดและครอบคลุมทุกประเด็นมากกว่าการประเมินโดยใช้ข้อสอบแบบปรนัย นอกจากพฤติกรรมการแก้ปัญหาที่ครูต้องการประเมินแล้ว งานเขียนของนักเรียนยังบ่งบอกคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ผ่านงานเขียนของนักเรียนแต่ละคน ได้อีกด้วย

การประเมินลักษณะนี้ครูสามารถจำแนกนักเรียนตามเกณฑ์ต่าง ๆ ส่งผลดีให้ครูได้ออกแบบการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ขึ้นอยู่กับว่าครูต้องการพัฒนานักเรียนในด้านใด เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนนั้นมีจุดอ่อนและจุดแข็งต่างกัน

ครูจึงควรพัฒนาจุดแข็งของนักเรียน ให้สัมพันธ์กับกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้อง การกำหนดสเกลในลักษณะที่ควรจะนำมาใช้ในการประเมินการแสดงในการสอนประจำบทเรียนหรือประจำภาค เมื่อมีงานต้องประเมินมาก และต้องการเน้นการประเมินผลรวมของกระบวนการแก้ปัญหา การกำหนดเกณฑ์ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการกำหนดคะแนน ส่งเสริมความคงเส้นคงวาในการประเมินการแสดงผลงานเขียนเพราะฉะนั้นการเน้นการให้คะแนนแบบองค์รวมเป็นการประเมินที่เหมาะสมสำหรับการประเมินที่มีสเกลใหญ่ ๆ และต้องการศึกษาผลที่เป็นภาพรวมกว้าง ๆ

5. การประเมินพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการประเมินการแก้ปัญหา วิลสันและคณะ (Wilson et al. 1993) มีแนวคิดว่าการเก็บแต่เพียงคะแนนที่ได้จากจำนวนคำตอบที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือทำข้อสอบถูกต้อง โดยไม่ได้พิจารณาถึงวิธีการคิดและการให้เหตุผลที่นักเรียนใช้สร้างคำตอบ ไม่เพียงพอที่จะทำให้ทราบถึงความหมายที่นักเรียนสร้างมโนคติและวิธีการคิดการทราบถึงความหมายของนักเรียนที่ใช้กำหนดแนวคิดทางคณิตศาสตร์นับว่าเป็นสาระสำคัญสำหรับผลของการเรียนการสอนเพื่อให้ครูทราบถึงวิธีการคิดของนักเรียนอย่างชัดเจน และสามารถค้นหาพฤติกรรมการคิดได้อย่างต่อเนื่อง ให้สามารถเข้าใจถึงสิ่งที่นักเรียนทำและวิธีการสร้างที่นักเรียนนำมาใช้แก้ปัญหา การประเมินควรได้จากกิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน โดยครูเข้าไปมีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการของนักเรียนอย่างใกล้ชิด ครูสามารถใช้ข้อสังเกตนี้ในการประเมินกิจกรรมการเรียนการสอน และนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป การประเมินองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ควรจะแสดงผลที่เป็นข้อมูลมากกว่าทักษะการคิดคำนวณ ซึ่งจะรวมถึงข้อสังเกตเกี่ยวกับองค์ความรู้ทางมโนคติและวิธีการทางคณิตศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาและการใช้เหตุผล การประเมินทักษะการแก้ปัญหาคควรพิจารณาจัดหาข้อมูลหลักฐานและร่องรอยของความสามารถของนักเรียน

ในการถามคำถาม การใช้ข้อมูลที่กำหนดให้การกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา การได้คำตอบของปัญหา การสร้างข้อความคาดการณ์ และการหาคำตอบทั่วไป มอร์แกน (Morgan, 1998 : 28-29) มีแนวคิดว่าการให้นักเรียนบันทึกกระบวนการ และผลของการแก้ปัญหาขึ้นมาเพื่อให้นำเสนอให้ผู้อื่นรับทราบมีบทบาทในการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา อีกทั้งทำให้นักเรียนได้มีโอกาสตรวจสอบการเขียนด้วยตนเองระหว่างการแก้ปัญหา

การกระทำหรือการตอบสนองต่อปัญหาปลายเปิดของนักเรียน มักจะมีความหลากหลาย เป็นเรื่องยากสำหรับครูในการประเมินและนำผลการประเมินไปใช้ เบกเกอร์และชิมาดะ (Becker & Shimada : 1997 : 34-35) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงประเมินกิจกรรมของนักเรียนโดยแนะนำให้ครูสร้างตารางเพื่อบันทึกผลการตอบสนองของนักเรียน จำแนกประเด็นจัดเรียงลำดับตามลำดับสาระทางคณิตศาสตร์ โดยบันทึกการตอบสนองของนักเรียนระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมในบทเรียนลงในตาราง เบกเกอร์และชิมาดะให้ความสำคัญกับการประเมินพฤติกรรมความคิดแก้ปัญหาของนักเรียนเกี่ยวกับ (1) ความคิดคล่องแคล่ว พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่นักเรียนแต่ละคนหรือกลุ่มสร้างหรือหาได้ ซึ่งอยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง (2) ความคิดยืดหยุ่นพิจารณาจากจำนวนความแตกต่าง และหลากหลายในแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนค้นพบ และนำมาใช้แก้ปัญหา (3) ความคิดริเริ่ม พิจารณาจากการเป็นต้นแบบของความคิด การมีแนวคิดที่เป็นของตนเอง และการพัฒนาแนวความคิดที่ได้เรียนรู้มาที่แสดงถึงความเป็นผู้ริเริ่มของการคิด (4) ความสง่างามในการคิดหรือการสื่อความคิดในการแก้ปัญหา พิจารณาจากการแสดงความคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหา การกำหนดเกณฑ์การประเมินพฤติกรรม การคิดแก้ปัญหา ทำได้โดยกำหนดเป็นระดับขั้น เช่น ดีมาก ดี พอใช้ และต้องแก้ไข จากผลการวิจัยของเบเกอร์ และชิมาดะ พบว่านักเรียนที่มีประสบการณ์การเรียนรู้แบบเปิดมีคะแนนความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มสูงกว่านักเรียนที่ไม่มีประสบการณ์

ในการประเมินพฤติกรรมความคิดแก้ปัญหาของนักเรียน นักการศึกษาหลายท่านให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสำรวจการศึกษา ซึ่งเป็นพฤติกรรมในการสำรวจ สังเกต ค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และสร้างข้อสรุปที่สามารถนำไปใช้ได้ ในสถานการณ์ที่กว้างขึ้นและนักการศึกษาอีกหลายท่าน (Charles & Letter, 1982 ; Wilson et al. 1993) ให้ความสำคัญกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มาใช้แก้ปัญหาในเชิงว่า โนมตีทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนนำมาใช้นั้นมีความถูกต้อง และสอดคล้องกับสาระของปัญหาหรือไม่ เพียงใด นอกจากนี้ได้ให้ความสำคัญกับการใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาในเชิงว่าการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหามีความเหมาะสม หรือมีประสิทธิภาพเพียงใด

จากการศึกษาเอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินการแก้ปัญหาสามารถกำหนดกรอบความคิดในการประเมินกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดซึ่งกระทำไปพร้อมกับกิจกรรมการเรียนการสอน โดยสามารถกำหนดขั้นตอนการประเมินการแก้ปัญหาได้ดังนี้

ขั้นตอนการประเมินการแก้ปัญหา

1. การประเมินก่อนเรียน การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียน และประเมินพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา การวิเคราะห์ การทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียน

2. การประเมินระหว่างเรียน ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาและพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา

2.1 ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่มย่อยและการนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมต่อกลุ่มใหญ่ในชั้นเรียน และการสัมภาษณ์เพิ่มเติม

2.2 การประเมินจากผลงาน ซึ่งเป็นผลการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน

3. การประเมินหลังเรียน ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา และเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

3.1 ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียน

3.2 ประเมินพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาวิเคราะห์การทำแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียน

การประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ถือว่ามีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าการประเมินผลงานการแก้ปัญหานักเรียน เนื่องจากสามารถศึกษาวิธีการคิด แนวทางการค้นหาคำตอบ วิธีการเรียนรู้ของนักเรียน รวมไปถึงค่านิยมด้านต่าง ๆ ของนักเรียน ซึ่งผลการประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้นั้น ครูสามารถนำมาวางแผนและออกแบบการเรียนรู้และปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรมให้เหมาะสม เพื่อพัฒนานักเรียนให้ครบทุกด้าน

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

1. ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) นั้นได้มีเริ่มใช้ครั้งแรกโดยนักจิตวิทยาสังคมชาวอเมริกัน ชื่อ เคิร์ต เลวิน ปี 1930 (บุปผา อนันต์สุชาติกุล. 2549 : 8) เพื่อทำความเข้าใจและปรับเปลี่ยนการกระทำหรือพฤติกรรมของคน เพื่อลดอคติในด้านต่าง ๆ และพัฒนาพฤติกรรมประชากรปกติของคนอเมริกันบางกลุ่มในช่วงนั้น

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ประกอบไปด้วยคำว่า วิจัย (Action) และปฏิบัติการ (Research) ซึ่งมีความหมาย ดังนี้

วิจัย (Action) หมายถึง กระบวนการในการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือการค้นคว้าเพื่อหาข้อมูลอย่างถี่ถ้วนตามหลักวิชา

ปฏิบัติการ (Research) หมายถึง การลงมือดำเนินงานสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ต้องการ หรือการทดลองเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงตามทฤษฎี

ดังนั้น วิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) หมายถึง กระบวนการในการแสวงหาความรู้ด้วยการปฏิบัติงาน (บัญชา แสนทวี . 2545 : 5) อย่างไรก็ตาม นักการศึกษาหลายท่านได้เห็นความสำคัญของการวิจัยประเภทนี้และได้ให้ความหมายที่แตกต่างกัน ดังนี้

เคิร์ต เลวิน (Kurt Lewin. 1946 ; อ้างถึงใน บัญชา แสนทวี. 2545 : 5) ให้ความหมายไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยที่ดำเนินงานตามขั้นตอน ดังนี้ การวางแผนที่พิจารณาไว้อย่างดีแล้ว การปฏิบัติตามแผนและการประเมินผลหรือหาข้อเท็จจริงจากการปฏิบัติงานตามแผน ซึ่งการดำเนินการวิจัยทั้ง 3 ขั้นตอนนี้ จะเป็นลักษณะของการปฏิบัติที่เป็นวงจรต่อเนื่องกันไป

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537 : 11) ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยที่ใช้การปฏิบัติการ 3 ขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติการ และการสะท้อนผลการปฏิบัติ โดยเน้นความร่วมมือและเข้าใจงานของกลุ่มผู้ปฏิบัติ เพื่อควบคุมตนเอง (Self or Group Control) มากกว่าการใช้ผู้ควบคุมคุณภาพที่มาจากภายนอก (Quality Control Group)

สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2540 : 1) ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยที่มุ่งเน้นการนำความรู้เชิงทฤษฎีมาผสมผสานหรือบูรณาการกับความรู้จากการปฏิบัติ เพื่อปรับปรุงผลการปฏิบัติงาน หรือเพื่อแก้ไขปัญหาเฉพาะจุด เฉพาะที่ และเฉพาะเรื่อง อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างทันที่

คงศักดิ์ ชาติทอง (2542 : 40) ให้ความหมายไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยอย่างมีระบบ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสะท้อนข้อมูลได้อย่างพินิจพิเคราะห์ เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง

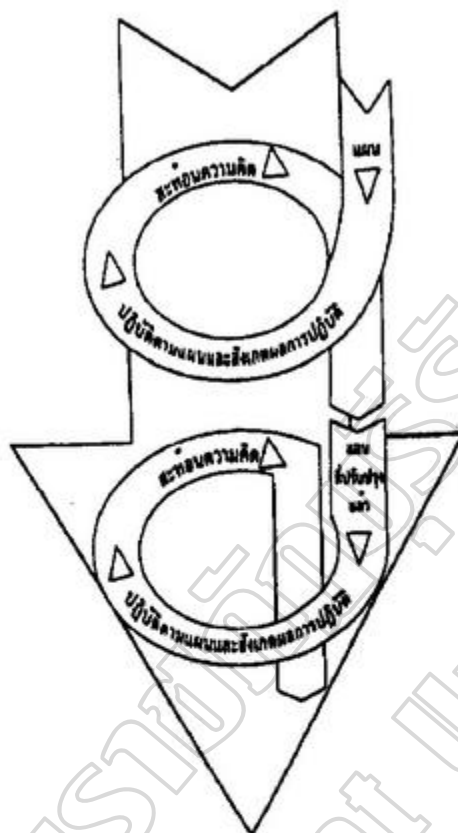
จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง กระบวนการศึกษาค้นคว้าร่วมกันอย่างเป็นระบบของกลุ่มผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานให้มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นอย่างเป็นระบบ

2. หลักการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

หลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีลักษณะเฉพาะดังนี้

- 2.1 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นความพยายามที่ปรับปรุงการศึกษาโดยการเปลี่ยนแปลง (Changing) การศึกษานั้นและเรียนรู้ลำดับขั้นการเปลี่ยนแปลงนั้น
- 2.2 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการทำงานของกลุ่ม (Collabolation) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามแนวทางที่กลุ่มกำหนด
- 2.3 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ใช้การสะท้อนการปฏิบัติ (Reflection) โดยประเมินตรวจสอบในทุกขั้นตอน เพื่อปรับปรุงการฝึกหรือการปฏิบัติให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมาย
- 2.4 การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีระบบ (Systematic Learning Process) โดยบุคคลที่เกี่ยวข้องนำความคิดที่เป็นนามธรรม มาสร้างเป็นข้อสมมติฐาน ทดลองฝึกปฏิบัติ และประเมินผลการปฏิบัติ ซึ่งเป็นการทดสอบว่าสมมติฐานนั้นถูกหรือผิด
- 2.5 การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เริ่มต้นจากจุดเล็กๆ (Start Small) อาจจะเริ่มต้นจากบุคคลเดียวที่พยายามดำเนินการให้มีการเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงบางสิ่งบางอย่างทางการศึกษาให้ดีขึ้น โดยในขณะปฏิบัติการต้องปรึกษา รับฟังความคิดเห็น และอาศัยการร่วมปฏิบัติจากผู้ที่เกี่ยวข้อง
- 2.6 การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการสร้างความรู้ใหม่ที่เป็นแนวทางปฏิบัติเชิงรูปธรรม จากการบันทึกพัฒนาการของกิจกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เห็นกระบวนการ เข้าใจปัญหา การแก้ปัญหา การปรับปรุง และได้ผลสรุปที่สมเหตุสมผล ในขณะเดียวกัน สามารถนำประสบการณ์ที่ศึกษามาประมวลเป็นข้อเสนอเชิงทฤษฎี

จากลักษณะสำคัญ ๆ ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เคมมิตและแมคแทกการ์ด (Kemmis & Mataggard. 1988 : 42-49 ; อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวานิช. 2553 : 15) ได้คิดค้นกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ (1) วางแผน (Plan) (2) ปฏิบัติตามแผนและสังเกตผลการปฏิบัติ (Act and Observe) (3) สะท้อนความคิด (Reflect) ซึ่งมีลักษณะการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องเปรียบได้กับเกลียว (Spiral) ที่เกิดขึ้นจากผลของการสะท้อนความคิดที่อาจนำไปสู่การปรับแผนและเข้าสู่วงจรการวิจัยอีกครั้งหนึ่ง กระบวนการดำเนินงานจะต่อเนื่องเป็นวงจรของการวิจัยจนกว่าผลการปฏิบัติจะเป็นที่น่าพอใจ หรือบรรลุตามความมุ่งหมายของผู้วิจัย ดังแบบจำลองกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในภาพประกอบ 1 ดังนี้



ภาพประกอบ 2.1 แบบจำลองกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ของเคมมิสและแมคแทกการ์ด (Kemmis & Matagard)

ที่มา (Kemmis & Matagard, 1988 : 42-49 ; อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวาณิช, 2553 : 15)

3. ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ได้ถูกนำมาใช้ในการปฏิบัติงานอย่างแพร่หลายในหลาย ๆ วงการ โดยเฉพาะวงการทางการศึกษา เนื่องจากการวิจัยที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ครูทุกคนควรนำวิธีวิจัยลักษณะนี้ ไปแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2546 : 70) สำหรับผู้ที่นำวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ในทางการศึกษาคนแรก คือ Stephen Corey ซึ่งนำมาใช้ในโรงเรียน โดยเฉพาะ และได้ใช้คำว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในชั้นเรียน(Classroom Action Research) ซึ่งได้นักการศึกษาให้ความหมายต่าง ๆ ดังนี้

สมคิด พุคามี (2539 : 3) ได้กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง การค้นคว้าหาความรู้ความจริง ด้วยวิธีการที่เชื่อถือได้และเป็นระบบเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาแก้ปัญหา ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้ทำวิจัย โดยมี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติและรวบรวมข้อมูล และขั้นทบทวนและประเมินผลเพื่อปรับแผน

อภิเชษฐ สิริรัตน์ (2541 : 5) ได้กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง กระบวนการวิจัยที่นำข้อมูลที่ได้รวบรวมมาหาวิธีการแก้ปัญหา ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน ในชั้นเรียน โดยครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการวิจัยด้วยตนเอง ในขณะที่มีการเรียนการสอน โดยเริ่มตั้งแต่สำรวจปัญหา หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน จัดทำแผนการสอนรวมถึงเลือกวิธีสอนและสื่ออุปกรณ์ประกอบการสอน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือวัดผลทางการเรียน และเครื่องมือวิจัย มีการวิเคราะห์ผลเพื่อปรับพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ของผู้เรียน และจัดซ่อมเสริมจนครบเนื้อหา มีการติดตามผลเมื่อจบบทเรียนและนำผลที่ได้มาปรับแผนใหม่

พิมพ์พันธ์ เฉชะอุปต์ (2543 : 47-51) ได้กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในชั้นเรียน คือ การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้าและสร้างความรู้ใหม่และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอน เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาผู้เรียน อีกทั้งเป็นการพัฒนาตนเองคือผู้วิจัยไปด้วย

สุวิมล ว่องวาณิช (2553 : 21) ได้กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนคือ การวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนในชั้นเรียน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนหรือส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันทีและสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเองและกลุ่มเพื่อนร่วมงานในโรงเรียนได้มีโอกาสวิพากษ์ อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในทางที่ได้ปฏิบัติและผลที่เกิดขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของครูและนักเรียน

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง การวิจัยที่ครูทำเพื่อมุ่งแก้ปัญหาการเรียนการสอนในชั้นเรียน รวมไปถึงการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทั้งนี้ต้องดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งมีการวางแผน ปฏิบัติตามแผน สังเกตผลที่เกิดขึ้น และสะท้อนความคิดซึ่งนำไปสู่การปรับปรุงหรือพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถพัฒนาการเรียนการสอนได้อย่างมีคุณภาพ ส่งผลประโยชน์สูงสุดให้กับนักเรียน

4. ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล (2543 : 35–36) ได้เสนอลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนว่ามีลักษณะดังนี้

4.1 จุดเริ่มต้นของการวิจัย การวิจัยมีจุดกำเนิดจากสภาพปัญหา หรือข้อข้องใจในการเรียนการสอนที่ครูพบ ครูต้องการปรับปรุงหรือแก้ไขปัญหานั้นด้วยวิธีการวิจัย ปัญหาวิจัยจึงเริ่มจากความคิดของครูมากกว่าความคิดของผู้อื่น หรือหลักการทางทฤษฎีโดยตรง

4.2 ขอบเขตของการวิจัย จะแคบและเฉพาะเจาะจง ในประเด็นที่เล็ก แต่สำหรับครูแล้วจะมีความหมายสำหรับการเรียนการสอน โดยตรง ประชากร มุ่งเน้นการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียน ผู้สอน กระบวนการสอน ตลอดจนสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนหรือสภาวะการเรียนหนึ่ง ๆ หรือหลายห้องเรียน ที่ครูผู้วิจัยนั้นมีส่วนรับผิดชอบในการเรียนการสอน การนำผลการวิจัยไปใช้เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนของครูในสภาพแวดล้อมที่ทำการวิจัยนั้น ๆ โดยตรง ไม่มุ่งเน้นเพื่อนำไปใช้ในวงกว้าง

4.3 ครูผู้สอนเป็นศูนย์กลางกระบวนการวิจัยทั้งหมด อาจเป็นการวิจัยที่ดำเนินการโดยครูคนเดียว หรือโดยคณะร่วมกัน อีกทั้งอาจมีนักศึกษาระดับปฏิบัติการเช่นศึกษานิเทศก์ ร่วมในการวิจัยด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขอบเขตของการวิจัย

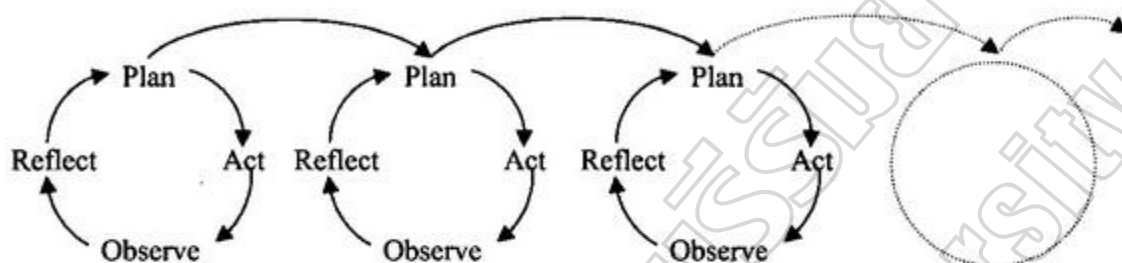
4.4 การวิจัยจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กับการเรียนการสอนตามปกติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน นักเรียนไม่รู้สึกว่าอยู่ภายใต้สภาวะการวิจัย ผลการวิจัยจึงอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์ธรรมชาติของห้องเรียนที่เป็นปกติวิสัย

4.5 กระบวนการวิจัยมีการเชื่อมโยงระหว่างการคิดสะท้อน (Reflective Thinking) และการปฏิบัติ (Action) อย่างชัดเจน กล่าวคือ มีการพินิจพิเคราะห์ ทบทวน ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองปฏิบัติ

4.6 การวิจัยมีความยืดหยุ่น ปรับให้เหมาะสมกับสภาพการเรียนการสอน เช่น อาจเป็นการวิจัยเชิงทดลองประยุกต์ ซึ่งจะดำเนินการได้อย่างกลมกลืน กับการสอนของครู และการใช้สถิติที่ไม่ซับซ้อนมากนักในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น ข้อสรุปที่ได้จากการวิจัยอาจจะขาดน้ำหนักไปบ้างในด้านความเที่ยงตรง เมื่อเปรียบเทียบกับวิจัยทั่วไปที่อิงทฤษฎีและหลักการที่เข้มงวด แต่เป็นการวิจัยที่ให้ประโยชน์โดยตรง เท่าที่ผู้ทำวิจัยนั้นต้องการ

ตามแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมีลักษณะของการดำเนินการที่เป็นวงจรต่อเนื่อง มีกระบวนการทำงานแบบมีส่วนร่วม เป็นกระบวนการที่เป็นส่วนหนึ่งของการทำการเรียนการสอนปกติ เพื่อให้ได้ข้อค้นพบเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหารูปแบบ

และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถปฏิบัติได้จริง ซึ่งพัฒนาจากแนวคิดดั้งเดิมที่เสนอโดย เคมมิส (Kemmiss.1988) เป็นวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ดังแสดงในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2.2 วงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
ที่มา (สุวิมล ว่องวาณิช. 2553 : 23)

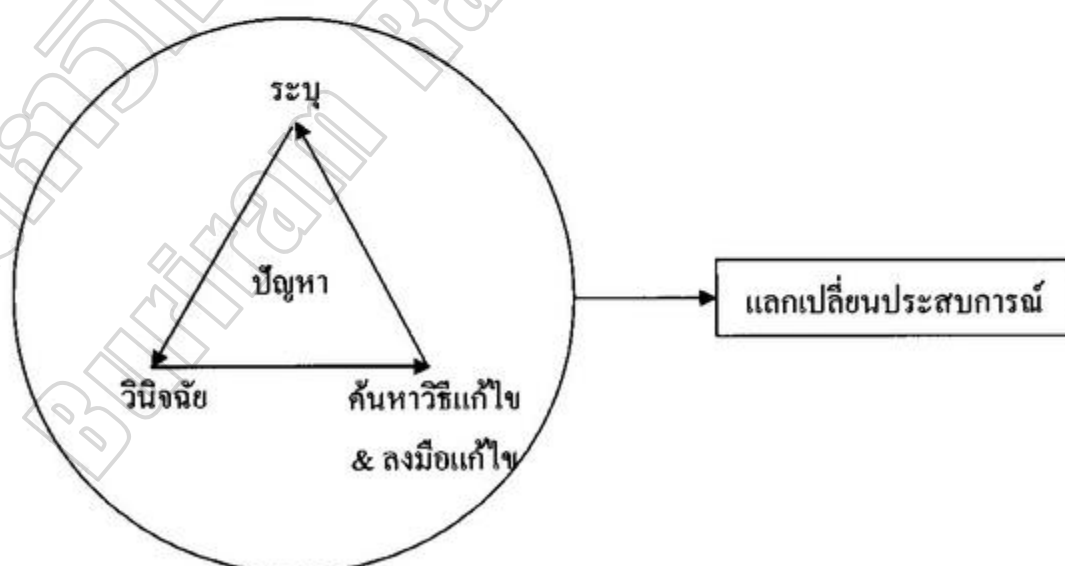
จากแบบจำลองวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เรียกว่า วงจร PAOR ดังภาพประกอบ 2 สามารถแบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มต้นด้วยการสำรวจปัญหาที่ต้องการให้มีการแก้ไข ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องอาจเป็นครูผู้สอนร่วมกัน ผู้บริหาร นักเรียน วางแผนด้วยกัน สำรวจสภาพการณ์ของปัญหาว่าเป็นอย่างไร ปัญหานั้นคืออะไร เกี่ยวข้องกับใครบ้าง และวิธีแก้ไขต้องปฏิบัติอย่างไร เรื่องใดบ้าง ซึ่งในขั้นการวางแผนจะมีการปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อร่วมกันวิเคราะห์สภาพการณ์ปัญหาและวาง โครงสร้างของปัญหาอย่างมีระบบ รวมทั้งทบทวนแง่มุมปัญหา ถกปัญหาอย่างร่วมกันอย่างกว้างขวางเพื่อให้เกิดความชัดเจนในปัญหา
2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการกำหนดแนวคิดและวิธีการที่จะนำมาซึ่งการนำกิจกรรมในชั้นวางแผนงานมาดำเนินการและในการลงมือปฏิบัติต้องใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ประกอบไปด้วย โดยรับฟังจากผู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งจากการปฏิบัติจะเป็นข้อมูลย้อนกลับว่าแผนที่วางไว้ย่อดังนั้นปฏิบัติได้ดีไม่น้อยเพียงใด มีอุปสรรคอย่างไรบ้างในการปฏิบัติ ดังนั้นแผนงานที่กำหนดไว้จะสามารถยึดหยุ่นได้แต่ผู้วิจัยต้องใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจที่เหมาะสมและมุ่งปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างแท้จริง
3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ในช่วงที่การวิจัยดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางไว้ นั้น จำเป็นต้องมีการสังเกตการณ์ควบคู่ไปด้วย พร้อมจดบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดทั้งที่คาดหวังและไม่คาดหวัง โดยสิ่งที่ต้องสังเกตก็คือ กระบวนการของการปฏิบัติ (The Action Process) และผลของการปฏิบัติ (The Effects of Action) ซึ่งการสังเกตนี้จะรวมถึงการรวบรวมผลการปฏิบัติ

ที่เห็นด้วยตา การได้ฟัง และการได้ใช้เครื่องมือต่าง ๆ โดยขณะที่การปฏิบัติการวิจัยกำลังดำเนินการไปควบคู่กับการสังเกต ผลการปฏิบัติควรใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาช่วยในการรวบรวมข้อมูลด้วย

4. สะท้อนการปฏิบัติ (Reflect) ขั้นนี้เป็นขั้นสุดท้ายของวงจรการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน กล่าวคือ การประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการ ปัญหา หรืออุปสรรคต่อการปฏิบัติการซึ่งผู้วิจัยและ ผู้ที่เกี่ยวข้องต้องตรวจสอบร่วมกัน โดยที่ผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ โดยผ่านการอภิปรายปัญหาเพื่อให้ได้แนวทางของการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม และเป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปสู่การปรับปรุงและวางแผนการปฏิบัติต่อไป โดยวงจรของ 4 ขั้นตอนดังกล่าว จะมีลักษณะเป็นการทำซ้ำตามวงจรจนกว่าจะได้ผลงานวิจัยและแสดงให้เห็นแนวทางหรือรูปแบบปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพเพื่อแก้ปัญหาในสิ่งที่ศึกษานั้น ดังนั้นการนำแนวทางการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้วิจัยเพื่อแก้ปัญหาในชั้นเรียนโดยครูเป็นนักเรียนรู้และวิเคราะห์วิจารณ์ ซึ่งจากผลการปฏิบัติจะทำให้ครูพัฒนาการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับสภาพการณ์ของชั้นเรียน และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างแท้จริง

เพื่อให้เห็นกระบวนการวิจัยชัดเจนขึ้น จุดเริ่มต้นของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนคือ การวิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน จากนั้นจึงกำหนดเป็นคำถามวิจัยที่ต้องการค้นหาคำตอบ โดยการวินิจฉัยปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วหาแนวทางแก้ไข หลังจากได้ข้อค้นพบ ก็นำผลดังกล่าวแลกเปลี่ยนให้เพื่อร่วมงานที่เกี่ยวข้องวิพากษ์วิจารณ์ ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 2.3 กิจกรรมในการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
ที่มา (สุวิมล ว่องวานิช. 2553 : 24)

5. ความสำคัญและความจำเป็นของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

ดังที่กล่าวข้างต้นว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน มุ่งแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ดังนั้นบุคลากรทางการศึกษาโดยเฉพาะครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมาพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีคุณภาพ ดังนี้

- 5.1 ให้โอกาสครูในการสร้างองค์ความรู้ ทักษะการทำวิจัย การประยุกต์ใช้การตระหนักถึงทางเลือกที่เป็นไปได้ที่จะเปลี่ยนแปลงโรงเรียนให้ดีขึ้น
 - 5.2 เป็นการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงหรือสะท้อนผลการทำงาน
 - 5.3 เป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติโดยตรง เนื่องจากช่วยพัฒนาตนเองด้านวิชาชีพ
 - 5.4 ช่วยทำให้เกิดการพัฒนาที่ต่อเนื่องและเกิดการเปลี่ยนแปลงผ่านกระบวนการวิจัยในที่ทำงาน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อองค์กร เนื่องจากนำไปสู่การปรับปรุง เปลี่ยนแปลงการปฏิบัติ และการแก้ปัญหา
 - 5.5 เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมของผู้ปฏิบัติในการวิจัย ทำให้กระบวนการ วิจัยมีความเป็นประชาธิปไตย ทำให้เกิดยอมรับในความรู้ของผู้ปฏิบัติ
 - 5.6 ช่วยตรวจสอบวิธีการทำงานของครูที่มีประสิทธิผล
 - 5.7 ทำให้ครูเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง
- การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นกระบวนการหนึ่งที่ส่งเสริมครูให้ได้ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนของตนหรือเพื่อนร่วมงาน ให้เป็นไปในแนวทางที่ถูกต้องและเหมาะสม สามารถพัฒนานักเรียนให้เรียนรู้อย่างมีความสุขและมีคุณภาพได้

6. ประโยชน์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการพัฒนาวิชาชีพครู เนื่องจากให้ข้อค้นพบที่ได้จากกระบวนการสืบค้น ที่เป็นระบบและเชื่อถือได้ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ และครูเกิดการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาผู้ที่มีส่วนร่วม นำไปสู่การพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้และด้วยหลักการสำคัญของการวิจัยปฏิบัติที่เน้นการสะท้อนผล ทำให้การวิจัยแบบนี้ ส่งเสริมบรรยากาศของการทำงานแบบประชาธิปไตย ที่ทุกฝ่ายเกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และยอมรับในการข้อค้นพบร่วมกัน

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นลงมือทำตามแผน (Act) ขั้นสังเกตและรวบรวมข้อมูล (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) มาดำเนินงาน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

สมคิด พุฒามี (2539) ได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน วิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา สำหรับนักเรียนชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยง ผลการวิจัยพบว่า การสอนของครูมีการพัฒนา ส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาในด้านต่าง ๆ คือ 1) มีคะแนนสอบดีขึ้น 2) มีทัศนคติต่อการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ดีขึ้น 3) มีความกล้าแสดงออก และมีระเบียบวินัยมากขึ้น นอกจากนี้ได้เสนอแนะวิธีการนำชั้นตอนต่าง ๆ ไปใช้ในชั้นเรียนให้มีประสิทธิภาพนั้นต้องปรับปรุงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนให้สอดคล้องกับสภาพของนักเรียนด้วย

สุภิญญา พิทักษ์ศักดิ์คาร (2540) ได้ทำการศึกษา การสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบ การแก้ปัญหาของโพลยาในโรงเรียนปรินส์รอยัลส์วิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โรงเรียนปรินส์รอยัลส์วิทยา จำนวน 11 ห้องเรียน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 102 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 ห้องเรียนและกลุ่มทดลอง 9 ห้องเรียน กลุ่มทดลองสอน โดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยา มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ดังนี้ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ 4) ตรวจสอบ คำตอบ กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้รูปแบบการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 50 ของคะแนน แบบทดสอบมีจำนวนร้อยละ 76.85 และ ร้อยละ 73.25 ตามลำดับ

จงรักษ์ โนชัย (2543) ได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อปรับปรุงคุณภาพ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของชาวเขาเผ่ามูเซอชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกมลเรียมสุโกศล (บ้านผาใต้) อำเภอแม่เฒ่า จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจใน เนื้อหาและมีทักษะการคิดคำนวณดีขึ้น 2) นักเรียนปรับปรุงเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในชั้นเรียน ไปในทางที่ดีขึ้น 3) นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และต่อครูผู้สอน คณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อศึกษา (1) ความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (2) พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และ (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 2 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า (1) ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนในกลุ่มทดลองพัฒนาขึ้นตามลำดับ (2) พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนทุกด้านอยู่ในระดับดี (3) นักเรียนในกลุ่มทดลองมี

เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี (4) นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ค 101 คณิตศาสตร์ 1 สูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ปกติ

ปริญญา อุปลา (2545) ได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อปรับปรุง

คุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านพุทธรักษา จังหวัดสกลนคร ผลการวิจัยพบว่า 1) ครูได้ข้อมูลจากนักเรียนและปรับพฤติกรรมการสอนให้สอดคล้องกับสภาพของนักเรียนเพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนของตน 2) นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหา มีทักษะการคิดคำนวณ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นักเรียนทุกคนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ รวมถึงมีพฤติกรรมการแสดงออกในชั้นเรียนที่พึงประสงค์มากขึ้น

ประไพ แดงไผ่ (2546) ได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อปรับปรุง

การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดากพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดดาก ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำความรู้พื้นฐานและหลักการของอัตราส่วนมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี นอกจากนี้นักเรียนยังมีทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วนและ โจทย์ปัญหาร้อยละมากขึ้น อีกทั้งยังเสนอแนะแนวทางให้จัดกิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์ในการฝึกทักษะเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้แก้ปัญหาร่วมกัน การวัดและประเมินผลควรเน้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง

ณรงค์ อุษฟู (2548) ได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน

เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแม่แจ่ม อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่าแนวทางที่เหมาะสมคือลำดับเนื้อหาในการเรียนการสอนใหม่ที่มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเนื้อหาใหม่ จากง่ายไปหายาก สร้างเอกสารการเรียนให้สอดคล้องกับเนื้อหาและ กิจกรรม การจัดกิจกรรมต้องเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และใช้การประเมินตามสภาพจริงควบคู่ไปกับการเรียนการสอน จึงทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในมโนคติของฟังก์ชันตรีโกณมิติสามารถคิดคำนวณ และนำความรู้เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติไปช่วยในการแก้ปัญหาได้

รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์ (Rungfa Janjaruporn, 2005) ได้ศึกษาการพัฒนาโปรแกรม

การเรียนการสอนการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาศักยภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความเชื่อเกี่ยวกับการแก้ปัญหของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบมีกลุ่มควบคุมและทดสอบหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 26 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน กลุ่มละ 13 คน และมี 3 คนในกลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาเป้าหมายเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา

พบว่า (1) คะแนนมัธยมศึกษาในด้านศักยภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2) คะแนนมัธยมศึกษาในด้านความเชื่อที่เหมาะสมเกี่ยวข้องกับ การแก้ปัญหาของกลุ่มทดลอง ไม่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (3) บรรทัดฐานทาง สังคมเกี่ยวกับการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ได้แก่ บรรทัดฐานทางสังคมที่ เกี่ยวข้องกับกระบวนการหาผลเฉลยที่สมเหตุสมผล การนำเสนอที่สง่างาม การอธิบายและการให้ เหตุผลที่ยอมรับได้ (4) นักศึกษาที่มีประสบการณ์ใน โปรแกรมการเรียนการสอนการแก้ปัญหา สามารถพัฒนาศักยภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

ปิยะนาถ เหมวิเศษ (2551) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้ กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษา (1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ (2) พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (3) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า (1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยกิจกรรม การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้น ไปของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของ จำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 (2) เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ใน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องพร้อม ทั้งคำอธิบายที่ชัดเจน กล่าวคือ ในการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนใช้เวลามาก ขึ้นในการทำความเข้าใจปัญหา และซักถามหรืออภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องก่อนลงมือแก้ปัญหา ในการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา นักเรียน เขียนภาพหรือแผนภาพได้ชัดเจนมากขึ้น และปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมมาก ขึ้น และในการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องพร้อมทั้งคำอธิบายที่ชัดเจน นักเรียนเขียนคำอธิบาย กระบวนการค้นหาคำตอบได้มากขึ้น และนักเรียนที่ได้คำตอบที่ถูกต้องของปัญหามีจำนวนมากขึ้น (3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กล ยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี

สนฤดี ศรีสวัสดิ์ (2551) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้หลัก การเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การใช้ชุดการเรียนซึ่งเน้นการปฏิบัติโดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม จะช่วย ปลุกฝังให้นักเรียนมีความรับผิดชอบและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีการวิเคราะห์ปัญหา

มีการปรึกษาหารือกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ร่วมแรงร่วมใจกัน โดยมีเป้าหมาย คือ ความสำเร็จของกลุ่ม ดังนั้นสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ชักถาม อภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมแบบฝึกทักษะที่กำลังทำอยู่ เกิดการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม

สำหรับชุดการเรียนรู้ในด้านการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาโดยการนำกระบวนการแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอนของโพลยา คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบ และผู้วิจัยยังได้ใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้น ทำให้นักเรียนสามารถอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบและวิธีการที่นำมาใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่องการเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนิสา แก้วกระจ่าง (2553) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ พบว่า การเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ตามกระบวนการกลุ่ม และสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอน ทำให้นักเรียนพัฒนาและสนใจการแก้ปัญหามากขึ้น ซึ่งในแต่ละชุดมีกิจกรรมการแก้ปัญหาก็แตกต่างกัน เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา อยู่ตลอดเวลาก่อให้เกิดทักษะการแก้ปัญหาซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจจะมี ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาก็แตกต่างกัน แต่เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. งานวิจัยต่างประเทศ

พุต (Putt.1979) ได้ทำการศึกษาเรื่อง วิธีสอน 2 วิธี ที่มีผลต่อการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องแรกใช้วิธีสอนแบบฮิวริสติก โดยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ของกานเย่และสอนแก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนของโพลยา ห้องที่สองสอนโดยไม่ใช้วิธีสอนแบบฮิวริสติกแต่สอนแก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนของโพลยา และกลุ่มควบคุมสอนโดยใช้วิธีสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญเกี่ยวกับการแก้ปัญหของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม จะเห็นได้ว่าวิธีสอนของกลุ่มทดลองทั้งสองวิธีช่วยทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการแก้ปัญหา และส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น

โฮลตันและคณะ (Holton et al. 1999 : 351-371) รายงานผลจากการศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ในประเทศนิวซีแลนด์ ซึ่งเป็นโครงการวิจัยที่ทำงานกับครู โดยใช้ตัวแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติ (Action Research Model) เกือบทั้งหมด ในการพัฒนาบทเรียนการแก้ปัญหา เป้าหมายของโครงการ คือ แนะนำการแก้ปัญหากับนักเรียนผ่านบทเรียนเป็นบท ๆ ที่เน้นการแก้ปัญหาเพียงอย่างเดียว และเชื่อมโยงกับรายวิชาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนอย่างตรงไปตรงมา ในบทเรียนนี้คาดหวังว่านักเรียนจะเรียนถึงวิธีเข้าสู่สถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่เป็นปัญหาและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหผ่านการแนะนำที่เหมาะสม และใช้การเข้าสู่การแก้ปัญหาในการสอนสาระต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์ตามหลักสูตร

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากการสังเกตการสอนของครู และบันทึกวิถีทัศน์ผลการใช้บทเรียนของครู 2 คน การอภิปรายในชั้นเรียนของครูและนักเรียน และเก็บข้อมูลจากการทดสอบนักเรียนก่อนและหลังเรียน ในการเตรียมงานการแก้ปัญหา ครูในโครงการ ได้ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาก่อนที่ผู้วิจัยเริ่มต้นสังเกต ครูที่สอนด้วยกันมีการพบปะวางแผนกันก่อนลงมือสอนอย่างไม่เป็นรูปแบบ

จากการสังเกตครูที่สอนพบว่า โดยทั่ว ๆ ไป ในบทเรียนหนึ่ง ครูคนที่ 1 จะเสนอปัญหาหนึ่งหรือสองปัญหา โดยใช้แผนการสอนการแก้ปัญหากำหนดขั้นตอนไว้กว้าง ๆ เป็น 3 ขั้นตอน คือ (1) ชี้แนะปัญหาในกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน (2) ประชุมกลุ่มย่อยช่วยกันหาวิธีแก้ปัญหาและ (3) แนะนำผลการแก้ปัญหากจากกลุ่มย่อยต่อกลุ่มใหญ่ สำหรับครูคนที่ 2 ใช้แผนการสอน 3 ขั้นตอนเช่นเดียวกัน สอนทีละปัญหา ปัญหาละ 15 ถึง 20 นาที บางปัญหาก็ตลับเอาตอนที่ 1 ขึ้นมาก่อน ปัญหาใดยากก็ช่วยกันกำหนดแนวทางแก้ปัญหาค้นกันทั้งชั้นก่อน ไม่ได้ยึดแบบแผนตายตัว ผลจากการตอบสนองจากนักเรียนพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนการแก้ปัญหช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน

โจฮันนิง (Johanning, 2000 : 151-160) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเขียน และการทำงานกลุ่มร่วมกัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในการศึกษาวิชาพีชคณิตเบื้องต้น มีการปฏิรูปโดยการส่งเสริมให้นักเรียนอ่าน เขียน และอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ การศึกษาในครั้งนี้ได้ให้ความสำคัญกับการเขียน ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้คิดไปพร้อม ๆ กัน โดยพิจารณาจากผลงานของนักเรียน เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาว่ามีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีการแก้ปัญหที่ได้เขียนอธิบายกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 48 คน เป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 14 คน และเกรด 8 จำนวน 34 คน การดำเนินการ โดยการใช้การเรียนและการทำงานกลุ่มในการเรียนพีชคณิตเบื้องต้น ใช้ระยะเวลาทดลอง 1 ปี โดยแบ่งนักเรียนกลุ่มละ 7 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนเกรด 8 จำนวน 4 คน (ผู้ชาย 1 คน ผู้หญิง 3 คน) นักเรียนเกรด 7 จำนวน 3 คน (ผู้ชาย 2 คน ผู้หญิง 1 คน)

เพื่อให้เกิดความสมดุลของกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารการคิดของตนลงบนกระดาษ และถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานกลุ่ม โดยการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้ นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิด และการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย

วิลเลียม (William. 2003 : 185-187) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาว่าสามารถช่วยเสริมการทำงานแก้ปัญหาได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเริ่มต้นเรียนพีชคณิตจำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียน โดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหตามขั้นตอนแต่ไม่ต้องฝึกเขียน มีการทดสอบทั้งก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองสามารถทำงานแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม และนักเรียนกลุ่มทดลองมีการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า มีนักเรียนจำนวนร้อยละ 75 มีความพอใจในกิจกรรมการเรียนและนักเรียนจำนวนร้อยละ 80 บอกว่ากิจกรรมการเขียนจะช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีได้

แวน (Van. 2006 : Abstract) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนิกภาพ ภาพจำลองและการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ของนักเรียนด้วยความสามารถที่หลากหลาย ซึ่งจุดประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เป็นการทดลองใช้ภาพจำลองกับความสัมพันธ์ในการนิกภาพของนักเรียนขณะทำการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ นักเรียนที่ไร้ความสามารถที่จะเรียนรู้ นักเรียนที่ได้มาจากระดับทั่วไป และนักเรียนที่มีพรสวรรค์ในเกรด 6 ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้ นักเรียนถูกประเมินด้วยเครื่องมือของการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การแสดงออกทางภาพจำลอง และความสามารถในการนิกภาพ พบว่านักเรียนที่มีพรสวรรค์จะปฏิบัติได้ดีกว่านักเรียนที่ไร้ความสามารถที่จะเรียนรู้และผู้ที่ได้มาจากระดับทั่วไป นอกจากนี้ การใช้ภาพจำลองเกี่ยวกับแผนภูมิมิมีนัยสำคัญและความเหมาะสมที่เป็นไปได้ด้วยสูงกว่าการปฏิบัติบนการวาดภาพจำลองแต่ละอัน และการสนทนานั้นสัมพันธ์กันทางลบกับการใช้รูปแบบที่มีภาพประกอบ

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนและการจัดการเรียนการสอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อการเรียน และมีพฤติกรรมที่ดีขึ้นดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดและทฤษฎีดังกล่าวใช้ในกระบวนการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของผู้วิจัยอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) จัดการเรียนการสอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยหัวข้อตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนกระสังพิทยาคม อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จำนวน 5 ห้องเรียน รวมนักเรียน 245 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนกระสังพิทยาคม อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ได้มาโดยได้มาโดยการใช้เทคนิคการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) กำหนดให้ห้องเรียนเป็นกลุ่ม (Cluster)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 12 แผน ซึ่งแบ่งตามลักษณะของสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ 4 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 แผนที่ 1-3 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ชั้นตอนเดียว ซึ่งต้องอาศัยทักษะการคิดอย่างหลากหลายและทักษะการให้เหตุผลเป็นทักษะการคิดระดับกลางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การคิดอย่างหลากหลาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การคิดเชิงตรรกะ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การคิดเชิงตรรกะ (2)

ช่วงที่ 2 แผนที่ 4-6 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการ ซึ่งต้องอาศัยยุทธวิธีการแจกรณีอย่างเป็นระบบ ยุทธวิธีการสร้างตารางและยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ยุทธวิธีการแจกรณีอย่างเป็นระบบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ยุทธวิธีการสร้างตาราง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลอง

ช่วงที่ 3 แผนที่ 7-9 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการ ซึ่งต้องอาศัยยุทธวิธีการเดาและตรวจสอบ ยุทธวิธีการค้นหาแบบรูปและยุทธวิธีลองผิดลองถูกในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ยุทธวิธีการเดาและตรวจสอบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ยุทธวิธีการค้นหาแบบรูป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ยุทธวิธีลองผิดลองถูก

ช่วงที่ 4 แผนที่ 10-12 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการประยุกต์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถเลือกยุทธวิธีข้างต้นได้มากกว่า 1 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง หลากหลายยุทธวิธี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง หลากหลายยุทธวิธี (2)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง หลากหลายพุทธวิธี (3)

2. แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ แต่ละข้อสามารถเลือกใช้พุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งพุทธวิธี และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับผู้วิจัยบันทึกพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. แบบบันทึกประจำวันของนักเรียน เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับนักเรียนบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลในการสะท้อนผลการปฏิบัติ เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติ

5. แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอน เป็นการสังเกตแบบมีโครงสร้าง สำหรับครูผู้ช่วยวิจัยบันทึกการสังเกตพฤติกรรมกรรมการสอนของครู และพฤติกรรมเรียนของนักเรียนในแต่ละชั่วโมง

6. แบบบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียน เป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง สำหรับผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านมาในแต่ละวงจรปฏิบัติ เพื่อเป็นข้อมูลในการสะท้อนผลการปฏิบัติ เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 12 แผน ดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1.2 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหาจากหลักสูตรสถานศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค 33101)

1.3 รวบรวมสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจและเหมาะสมกับยุทธวิธีต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา นำมาปรับเปลี่ยนเงื่อนไขให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงแนวการตอบที่ชัดเจน แล้วเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน ใช้สอนแผนละ 1 คาบ รวม 12 คาบ โดยแต่ละแผนประกอบด้วยสาระสำคัญ จุดประสงค์ เนื้อหา สาระ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความเหมาะสมและให้คำแนะนำทางด้านเนื้อหา จุดประสงค์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการตรวจสอบมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเหมาะสมทางด้านเนื้อหา จุดประสงค์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ มีผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1.6.1 คร.กระพัน ศรีงาน กลุ่มวิชาทดสอบและวิชาการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและการวัดผลประเมินผล

1.6.2 อาจารย์โกวิท วัชรินทรานุกร กลุ่มวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนวิชาคณิตศาสตร์

1.6.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดวงใจ ถิ่นอำไพ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

1.6.4 อาจารย์รุ่งอรุณ โทหนึ่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนประโคนชัยพิทยาคม อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

1.6.5 อาจารย์กรรณิการ์ เรืองเกษม ครูชำนาญการ โรงเรียนเชื้อเพลิงวิทยา อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการตรวจสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองสอนจริงเพื่อเก็บข้อมูล

1.9 ปรับปรุงแก้ไข โดยใช้ข้อมูลอื่นมาประกอบ เช่น การสังเกตพฤติกรรม การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การบันทึกประจำวันของนักเรียน การสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน การสัมภาษณ์นักเรียน การตรวจผลงานของนักเรียน การปรึกษาของครูผู้ช่วยวิจัย

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ แต่ละข้อสามารถเลือกใช้ยุทธวิธี ในการแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธี และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินในระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียนและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากตำราหลักการวัดและประเมินการคิดของ นลินี ฦ นกร (2552 : 77-148)

2.2 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.3 กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด เพื่อสร้างข้อสอบให้ ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ และนำไปใช้เป็นแบบทดสอบจริง จำนวน 4 ข้อ

2.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอ ต่ออาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความเหมาะสมของแบบทดสอบและปรับปรุงตามคำแนะนำ

2.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วพร้อมแบบประเมิน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2546 : 60) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2.6 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC (Index of Item Objective Congruence) ซึ่ง ข้อสอบที่ได้มีค่า IOC เป็น 1.00 ทั้ง 4 ข้อ จึงนำมาจัดพิมพ์แบบทดสอบเพื่อนำไปทดลองใช้ (Try-out)

2.7 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนกระสังพิทยาคม อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 40 คน ซึ่งได้ผ่านการเรียนด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว

2.8 นำกระดาษคำตอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ ดังนี้

2.8.1 ตรวจสอบค่าความยากง่าย พบว่าข้อสอบที่ได้มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.47 ถึง 0.50

2.8.2 ตรวจสอบหาค่าอำนาจจำแนก พบว่าข้อสอบที่ได้มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.94 ถึง 0.99

2.8.3 ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) สัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.94

2.9 พิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 4 ข้อ เพื่อนำไปใช้ในการทดลอง

3. แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับบันทึกพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเชิงลึก ขั้นการทำความเข้าใจ ประกอบด้วยพฤติกรรมการใช้เวลาอ่าน วิเคราะห์โจทย์และร่องรอยการคิดเขียนประเด็นสำคัญ ขึ้นวางแผน ประกอบด้วยพฤติกรรมการเขียนแบบแผนคร่าวๆ และการแลกเปลี่ยนแนวคิด ขั้นดำเนินการตามแผน ประกอบด้วยพฤติกรรมการแสดงความพยายามในการแก้ปัญหาและการตอบคำถาม ขั้นตรวจสอบ ประกอบด้วยพฤติกรรมการอธิบายหรือวิเคราะห์คำตอบที่ได้และการแสดงแนวคิดแก้ปัญหาแบบอื่น ซึ่งพิจารณาจากผลงานของนักเรียน การสอบถาม ขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักการสร้างเครื่องมือในการสังเกต เป็นการสังเกตแบบมีโครงสร้าง (Structured Observation)

3.2 สร้างแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.3 นำแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบและแก้ไขความถูกต้องด้านเนื้อหา การใช้ภาษาและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

3.4 นำแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.5 นำแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา การใช้ภาษาและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

3.6 ปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

4. แบบบันทึกประจำวันของนักเรียน เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับนักเรียนบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลในการสะท้อนผลการปฏิบัติ เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติ

4.1 ศึกษาหลักการสร้างเครื่องมือในการบันทึก กำหนดจุดมุ่งหมายในการบันทึก

4.2 สร้างแบบบันทึกประจำวันของนักเรียน

4.3 นำแบบบันทึกประจำวันของนักเรียน เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบและแก้ไขความถูกต้องด้านเนื้อหา การใช้ภาษาและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

4.4 นำแบบบันทึกประจำวันของนักเรียนที่ได้รับการตรวจสอบมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4.5 นำแบบบันทึกประจำวันของนักเรียนที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา การใช้ภาษาและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

4.6 ปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

5. แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน เป็นการสังเกตแบบมีโครงสร้าง สำหรับครูผู้ช่วยวิจัยบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู และพฤติกรรมเรียนของนักเรียนในแต่ละชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

5.1 ศึกษาหลักการสร้างเครื่องมือในการสังเกต การสังเกตโดยผู้สังเกตไม่ได้เข้าไปมีส่วนร่วมในเหตุการณ์หรือกิจกรรม (Non-participant Observation) เป็นการสังเกตพฤติกรรมเรียนของนักเรียนและการสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู โดยผู้ช่วยวิจัย

5.2 สร้างแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน

5.3 นำแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบและแก้ไขความถูกต้องด้านเนื้อหา การใช้ภาษาและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

5.4 นำแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนที่ได้รับการตรวจสอบมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

5.5 นำแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา การใช้ภาษาและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

5.6 ปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

6. แบบบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง สำหรับผู้วิจัย สัมภาษณ์นักเรียนเป็นกลุ่ม มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

6.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา หลักการสร้างและวางแผนการสัมภาษณ์

6.2 รวบรวมและกำหนดประเด็นที่จะสัมภาษณ์

6.3 สร้างแบบบันทึกการสัมภาษณ์ผู้เรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตามประเด็นที่ต้องการ

6.4 นำแบบบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียน เสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบและแก้ไขความถูกต้องด้านเนื้อหา การใช้ภาษาและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

6.5 นำแบบบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียนมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

6.6 นำแบบบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียนที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา การใช้ภาษาและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

6.7 นำแบบบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียน ไปเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้หลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของเคมมิสและแมคแทกการ์ด (Kemmiss & McTaggard) (อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวาณิช. 2553 : 14-44) มาเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนกระสังพิทยาคม มีวิธีการตามวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) โดยดำเนินการเป็น 4 วงจร ดังแสดงในตาราง 3.1 – 3.4

ตาราง 3.1 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนวงจรที่ 1

ว/ค/ป	ขั้นตอน	กิจกรรม	ผู้เกี่ยวข้อง
1-5 พ.ย. 53	ขั้นวางแผน (Plan)	1. สำรวจสภาพปัญหาที่ต้องการให้มีการแก้ไขและพิจารณาเลือกแนวทางแก้ไขร่วมกัน โดยผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้วิจัย ครูผู้สอน 3 คน นักเรียน ผู้บริหาร 2. การวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้	1. ผู้วิจัย 2. ครูผู้สอน 3 คน 3. นักเรียน 4. ผู้บริหาร
	ขั้นปฏิบัติการ (Act)	3. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน
	ขั้นสังเกต (Observe)	4. สังเกตพฤติกรรมขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยบันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5. สัมภาษณ์นักเรียน อ่านแบบบันทึกประจำวันของนักเรียนและตรวจผลงานนักเรียน	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน
	ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect)	6. นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาอภิปราย แลกเปลี่ยนกับผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับข้อสังเกตที่พบในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรปฏิบัติที่ 2	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน

ตาราง 3.2 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนวงจรที่ 2

ว/ด/ป	ขั้นตอน	กิจกรรม	ผู้เกี่ยวข้อง
8-12 พ.ย. 53	ขั้นวางแผน (Plan)	1. นำผลสะท้อนจากการปฏิบัติวงจรที่ 1 มาปรึกษาหารือระหว่างผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และนักเรียนเพื่อหาแนวทางแก้ไข 2. การวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน
	ขั้นปฏิบัติการ (Act)	3. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน
	ขั้นสังเกต (Observe)	4. สังเกตพฤติกรรมขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยบันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5. สัมภาษณ์นักเรียน อ่านแบบบันทึกประจำวันของนักเรียนและตรวจผลงานนักเรียน	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน
	ขั้นสะท้อนผล การปฏิบัติการ (Reflect)	6. นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาอภิปราย แลกเปลี่ยนกับผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับข้อสังเกตที่พบในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรปฏิบัติที่ 3	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน

ตาราง 3.3 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนวงจรที่ 3

ว/ค/ป	ขั้นตอน	กิจกรรม	ผู้เกี่ยวข้อง
15-19 พ.ย. 53	ขั้นวางแผน (Plan)	1. นำผลสะท้อนจากการปฏิบัติวงจรที่ 2 มาปรึกษาหารือระหว่างผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และนักเรียนเพื่อหาแนวทางแก้ไข 2. การวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน
	ขั้นปฏิบัติการ (Act)	3. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน
	ขั้นสังเกต (Observe)	4. สังเกตพฤติกรรมขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยบันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5. สัมภาษณ์นักเรียน อ่านแบบบันทึกประจำวันของนักเรียนและตรวจผลงานนักเรียน	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน
	ขั้นสะท้อนผล การปฏิบัติการ (Reflect)	6. นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาอภิปราย แลกเปลี่ยนกับผู้ร่วมวิจัยเกี่ยวกับข้อสังเกตที่พบในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปปรับใช้ในวงจรปฏิบัติที่ 4	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน

ตาราง 3.4 ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนวงจรที่ 4

ว/ค/ป	ขั้นตอน	กิจกรรม	ผู้เกี่ยวข้อง
22-26 พ.ย. 53	ขั้นวางแผน (Plan)	1. นำผลสะท้อนจากการปฏิบัติวงจรที่ 3 มาปรึกษาหารือระหว่างผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และนักเรียนเพื่อหาแนวทางแก้ไข 2. การวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน
	ขั้นปฏิบัติการ (Act)	3. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10-12	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน
	ขั้นสังเกต (Observe)	4. สังเกตพฤติกรรมขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยบันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5. สัมภาษณ์นักเรียน อ่านแบบบันทึกประจำวันของนักเรียนและตรวจผลงานนักเรียน	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน
	ขั้นสะท้อนผล การปฏิบัติการ (Reflect)	6. นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล มาสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	1. ผู้วิจัย 2. ผู้ช่วยวิจัย 3. นักเรียน 49 คน

สรุปผลการวิจัย นำผลที่ได้จากการปฏิบัติทั้งหมดซึ่งผ่านการวิเคราะห์วิจารณ์จากผู้ช่วยวิจัย และคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มาสรุป และปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จนได้แผนการจัดการเรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนกระสังพิทยาคมที่มีประสิทธิภาพสามารถพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่นักเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองร่วมกับผู้ช่วยวิจัย 1 คน โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขออนุญาตผู้อำนวยการโรงเรียน เสนอโครงการสอน กำหนดวันเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. จัดเตรียมเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล สื่อ อุปกรณ์ที่ใช้ในการกิจกรรมการเรียนรู้
3. วางแผนดำเนินการสอนร่วมกับผู้ช่วยวิจัย ชี้แจงวัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการให้ผู้ช่วยวิจัยเข้าใจ
4. ประมุขนิเทศนักเรียน ให้มีความรู้ความเข้าใจการเรียนการสอนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา
5. ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น จำนวน 12 แผน รวมเวลาเรียน 12 ชั่วโมง
6. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การสัมภาษณ์นักเรียน บันทึกประจำวันของนักเรียน ผลงานนักเรียน นำข้อมูลหรือข้อค้นพบ มาอภิปราย สรุปและประเมินผลเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องสำหรับใช้ในวงจรต่อไป
7. หลังจากดำเนินการทดลองครบทั้ง 4 วงจร ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ผลและแปลผลข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

1. ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ คะแนนด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้มาจาก การทดสอบย่อยท้ายวงจร การทดสอบทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน โดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นผลจากการเก็บข้อมูลด้านพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พฤติกรรมการสอนของครู ผลการปรับเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การสรุปผลการวิจัย และแสดงให้เห็นแนวทางการปฏิบัติที่มี

ประสิทธิภาพ เพื่อแก้ไขปัญหาในเรื่องราวของสิ่งที่วิจัยนั้น ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้นำข้อมูลที่รวบรวมจากเครื่องมือต่อไปนี้

- 2.1 แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน
- 2.2 แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมแก้ไขปัญหาของนักเรียน
- 2.3 แบบบันทึกประจำวันของนักเรียน
- 2.4 การบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียน
- 2.5 ผลงานนักเรียน

นำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา เพื่อประเมินสภาพที่เกิดขึ้นว่าสิ่งที่ปฏิบัติมีผลคืออย่างไร นำผลที่ได้ไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงการวางแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไปให้ดีขึ้น และรายงานผลการวิจัยในลักษณะการบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

- 1.1 ค่าร้อยละ (Percentage)
- 1.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ของคะแนน
- 1.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

2.1 สถิติที่ใช้เปรียบเทียบร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าสถิติ t (One Sample t-test)

$$t = \frac{\bar{X} - d_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างร้อยละของคะแนนก่อนเรียนและร้อยละของคะแนนหลังเรียน
	d_0	แทน	ค่าร้อยละของผลต่างที่ผู้วิจัยกำหนด มีค่าเท่ากับ 30

s	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

3. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.1 หาค่าเที่ยงความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา หรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.2 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตร E_1/E_2 ใช้สูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ได้จากคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนนักเรียนที่ได้จากการวัดระหว่างเรียน
	$\sum Y$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
	B	แทน	คะแนนเต็มของการสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

3.3 หาค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน โดยใช้สูตร

$$P = \frac{\sum H + \sum L}{2NM}$$

เมื่อ	P	แทน	ระดับความยาก
	$\sum H$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	$\sum L$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม
	M	แทน	คะแนนเต็ม

3.4 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร

$$D = \frac{\sum H + \sum L}{NM}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$\sum H$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	$\sum L$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม
	M	แทน	คะแนนเต็ม

3.5 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) ดังนี้

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$\sum s_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัย ได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ให้ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดความหมายสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	สถิติทดสอบที่ใช้เปรียบเทียบค่าคำนวณกับค่าวิกฤตใน t-distribution
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ในแผนการจัดการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ลำดับขั้นตอนนี้

ตอนที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 4 ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพด้านกระบวนการของแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทำกิจกรรมกลุ่มและแบบทดสอบย่อยของนักเรียน มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐานปรากฏผลดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละจากการทำกิจกรรมในแต่ละวงจร

การทำกิจกรรมในแต่ละวงจร	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ร้อยละ
1	20	14.24	0.66	71.22
2	20	17.21	0.79	86.07
3	20	16.78	1.23	83.88
4	20	14.72	0.75	73.62
เฉลี่ย	20	15.74	8.57	78.70

ร้อยละของประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 78.70

จากตาราง 4.1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากการทำกิจกรรมย่อยทั้ง 4 ครั้ง คิดเป็นร้อยละของประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 78.70

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ปรากฏผล ดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ
49	40	30.57	3.33	76.43

จากตาราง 4.2 พบว่า นักเรียนได้คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 30.57 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 3.33 และคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.43 ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 76.43

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75 ที่ได้จากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพด้านกระบวนการและประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ปรากฏผล ดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75

ประสิทธิภาพ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ
E_1	20	15.74	8.57	78.70
E_2	40	30.57	3.33	76.43

จากตาราง 4.3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนจากการทำกิจกรรมย่อยเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 15.74 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 8.57 คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 78.70 และมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 30.57 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 3.33 และคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.43

ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 78.70/76.43 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนที่คิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 30 ของคะแนนแล้วคิดเป็นร้อยละ โดยใช้การวิเคราะห์ One Sample t-test ผลปรากฏดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลต่างของคะแนนคิดเป็นร้อยละ ของคะแนนทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คะแนน	N	\bar{X}	S.D.	μ_0	ผลต่างของคะแนน คิดเป็นร้อยละ	t
ก่อนเรียน	49	11.31	1.90	30	48.16	16.057
หลังเรียน	49	30.57	3.33			

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4.4 พบว่า นักเรียน 49 คน ได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนเท่ากับ 11.31 หลังเรียนเท่ากับ 30.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบก่อนเรียน 1.90 หลังเรียน 3.33 คะแนนเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 48.16 ซึ่งแสดงว่าภายหลังการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลต่างของคะแนนคิดเป็นร้อยละสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การวิเคราะห์หาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ โพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ (1) ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน (2) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ (3) ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

1. ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน วิเคราะห์จากผลการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน จำนวน 4 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 10 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 40 คะแนน ปรากฏผลดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

แบบทดสอบข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ร้อยละ
1	10	4.18	0.85	41.84
2	10	4.73	1.29	47.35
3	10	1.27	0.44	12.65
4	10	1.12	0.33	11.22
รวม	40	11.31	1.90	28.27

ร้อยละของผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เท่ากับ 28.27

เมื่อพิจารณาผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน จำแนกเป็นรายข้อ จากตาราง 4.5 พบว่า นักเรียนมีผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเฉลี่ยในรายข้อใกล้เคียงกัน ข้อสอบที่นักเรียนทำคะแนนได้เฉลี่ยสูงสุดคือข้อที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.29 คิดเป็นร้อยละ 47.35 และข้อที่นักเรียนทำคะแนนได้ต่ำสุดคือข้อที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.12 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.33 คิดเป็นร้อยละ 11.22

เมื่อวิเคราะห์ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน มีข้อค้นพบเกี่ยวกับภูมิหลังของทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่น่าสนใจ ดังนี้

1.1 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำแบบทดสอบที่มีโครงสร้างหรือรูปแบบที่คล้ายกับประสบการณ์เดิมที่นักเรียนได้เรียนรู้มาก่อน เช่น แบบทดสอบข้อที่ 1 ทางเลือก เป็นสถานการณ์หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเคยเรียนในเรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งนักเรียนสามารถทำแบบทดสอบข้อนี้ได้เฉลี่ย 4.18

1.2 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำแบบทดสอบที่มีลักษณะที่เป็นรูปธรรม มีอยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น แบบทดสอบข้อที่ 2 ชั่งวางหนังสือ ซึ่งนักเรียนสามารถทำแบบทดสอบข้อนี้ได้เฉลี่ย 4.73 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยในข้ออื่น ๆ

1.3 นักเรียนทุกคนไม่สามารถทำแบบทดสอบที่มีความแปลกใหม่ เช่น แบบทดสอบข้อที่ 3 และ 4 เนื่องจากมีเงื่อนไขค่อนข้างมาก และโจทย์มีข้อความค่อนข้างยาว นักเรียนไม่เข้าใจในปัญหา จากการสัมภาษณ์ จึงทราบข้อมูลว่าปัญหามาจากการอ่านและทำความเข้าใจปัญหาไม่ครบถ้วน

1.4 นักเรียนส่วนใหญ่ที่สามารถทำแบบทดสอบที่มีลักษณะที่เป็นรูปธรรม หรือคล้ายประสบการณ์เดิมนั้น แม้ว่านักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ด้วยความเข้าใจระดับต้นและแสดงกระบวนการค้นหาคำตอบได้แล้วนั้น ไม่ปรากฏนักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบและพิจารณาความสมเหตุสมผลของปัญหา

จากผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ทำให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ (1) จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยที่ให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์หรือปัญหาก่อน โดยการอ่านและวิเคราะห์โจทย์ให้ครบทุกประเด็น ทั้งที่เป็นสถานการณ์แปลกใหม่หรือแม้แต่สถานการณ์คล้ายประสบการณ์เดิมของนักเรียน (2) ปัญหาหรือสถานการณ์ที่นำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระยะแรกควรเป็นสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวัน หรือเป็นรูปธรรมเข้าใจง่าย (3) ควรเน้นการตรวจสอบคำตอบ โดยให้แสดงเหตุผลประกอบทุกครั้ง แม้ว่านักเรียนจะมีความเข้าใจในปัญหาหรือสถานการณ์นั้นดีแล้วก็ตาม

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์จากผลงานของนักเรียนในการทำกิจกรรมย่อยทุกกิจกรรม ซึ่งแบ่งได้ 4 วงจรตามแผนการจัดการเรียนรู้ ปรากฏผลดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละจากการทำใบกิจกรรมระหว่าง
การเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน ในแต่ละวงจร		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ร้อยละ
วงจรที่ 1	แผนที่ 1	20	15.59	0.49	78.00
	แผนที่ 2	20	12.04	2.05	60.20
	แผนที่ 3	20	12.92	1.23	64.60
	แบบทดสอบท้ายวงจร	20	16.43	2.07	82.10
เฉลี่ย		20	14.24	0.66	71.22
วงจรที่ 2	แผนที่ 4	20	18.33	1.00	91.60
	แผนที่ 5	20	16.94	2.12	84.70
	แผนที่ 6	20	16.37	0.63	81.80
	แบบทดสอบท้ายวงจร	20	17.22	1.40	86.10
เฉลี่ย		20	17.21	0.79	86.07
วงจรที่ 3	แผนที่ 7	20	17.41	1.21	87.00
	แผนที่ 8	20	17.00	1.81	85.00
	แผนที่ 9	20	16.80	1.48	84.00
	แบบทดสอบท้ายวงจร	20	15.90	2.54	79.50
เฉลี่ย		20	16.78	1.23	83.88
วงจรที่ 4	แผนที่ 10	20	13.33	1.28	66.60
	แผนที่ 11	20	14.55	1.53	72.80
	แผนที่ 12	20	15.29	1.67	76.40
	แบบทดสอบท้ายวงจร	20	15.73	1.64	78.70
เฉลี่ย		20	14.72	0.75	73.62
เฉลี่ยรวม		20	15.74	8.57	78.70

ร้อยละของประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 78.70

เมื่อพิจารณาผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียน จำแนกตามแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร จากตาราง 4.6 พบว่า นักเรียนมีผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนเฉลี่ยในแต่ละแผนใกล้เคียงกัน แผนที่นักเรียนทำคะแนนได้เฉลี่ยสูงสุดคือ แผนที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.33 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.00 คิดเป็นร้อยละ 91.16 และแผนที่นักเรียนทำคะแนนได้ต่ำสุดคือแผนที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.04 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 2.05 คิดเป็นร้อยละ 60.20

เมื่อวิเคราะห์ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน มีข้อค้นพบเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะกล่าวถึง 2 ประเด็น คือ ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในแต่ละวงจร และการให้นักเรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ร่วมกัน ในกิจกรรมกลุ่มและเพิ่มประสิทธิภาพในกิจกรรมเดี่ยวที่น่าสนใจ ดังนี้

2.1 วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.24 ซึ่งเป็นวงจรที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด และปรากฏคะแนนเฉลี่ยต่ำในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ซึ่งเป็นแผนที่ฝึกทักษะการให้เหตุผลในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แม้ว่าผู้วิจัยจะนำข้อค้นพบที่ได้จากการทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ก็ตาม แต่ทักษะการให้เหตุผลนี้ต้องอาศัยระยะเวลาฝึกฝนมาก จึงจะปรากฏผลการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 รวมไปถึงแบบทดสอบท้ายวงจร ทั้งนี้เนื่องด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ขั้นตอนเดียว มีความเหมาะสมในการฝึกฝนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงต้น แต่ก็มีสถานการณ์ เลข โคลด 8 กับเครื่องหมาย + ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่แก้ปัญหาไม่ได้ เนื่องจากต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณ และสถานการณ์หรือปัญหาในกิจกรรมเดี่ยวบางกิจกรรมยากเกินไป

นอกจากนี้นักเรียนยังได้เรียนรู้เป็นกลุ่ม ส่งเสริมให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหา บางกลุ่มช่วยเหลือกันดีจึงสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ บางกลุ่มนักเรียนช่วยเหลือกันดีขึ้นเมื่อครูกระตุ้นให้แบ่งหน้าที่กัน แต่มีนักเรียน 3 กลุ่มที่ครูต้องให้ความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

2.2 วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 – 6 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.21 ซึ่งเป็นวงจรที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด และปรากฏคะแนนเฉลี่ยสูงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ซึ่งเป็นแผนที่ฝึกการใช้ยุทธวิธีการแจกแจงกรณีอย่างเป็นระบบ เป็นยุทธวิธีที่พบข้อผิดพลาดน้อยกว่ายุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลองที่นักเรียนชื่นชอบและเรียนอย่างมีความสุข และพบว่าสถานการณ์ บางอย่างที่ต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณนักเรียนส่วนใหญ่แก้ปัญหานี้ได้ เมื่ออาศัยการวาดภาพหรือสร้างแบบจำลอง

ประกอบการแก้ปัญหา เช่น สถานการณ์ ม้ากินหญ้าเท่าไร สถานการณ์ที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีประสบการณ์ในชีวิตจริง นักเรียนแก้ปัญหาไม่สำเร็จ เช่น สถานการณ์ คุปองอาหาร และ สถานการณ์ที่ต้องประเมินและตรวจสอบคำตอบโดยอาศัยความสมเหตุสมผลของชีวิตจริง นักเรียนส่วนมากมีปัญหา เช่น สถานการณ์ ช่างไฟฟ้า สำหรับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่ม นักเรียนทุกกลุ่มมีพัฒนาการที่ดีขึ้น ส่งผลให้การแก้ปัญหาประสบผลสำเร็จก่อนข้างมาก

2.3 วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 – 9 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.78 ซึ่งเป็นวงจรที่มีคะแนนเฉลี่ยเป็นลำดับที่ 2 ข้อที่น่าสังเกตในวงจรนี้ พบว่าเมื่อนักเรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น แต่ผลการประเมินแบบทดสอบท้ายวงจรมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในแต่ละแผน เนื่องจากเริ่มปรากฏกลุ่มนักเรียนที่เลือกใช้ยุทธวิธีอื่นนอกเหนือจากยุทธวิธีที่นำเสนอในวงจรนี้ รวมไปถึงการเลือกใช้ยุทธวิธีมากกว่า 1 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ดีของนักแก้ปัญหา แต่ยังไม่มีความชำนาญในการเลือกใช้ยุทธวิธีให้เกิดประสิทธิภาพ จึงต้องเพิ่มประสบการณ์การแลกเปลี่ยนแนวคิดในกระบวนการกลุ่มให้มากขึ้น และผู้วิจัยต้องเตรียมสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

2.4 วงจรที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 – 12 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.72 ถึงแม้จะมีคะแนนเฉลี่ยที่ไม่สูงนัก เนื่องจากเป็นสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันและมีเงื่อนไขที่ซับซ้อนกว่าทุกวงจร เพื่อฝึกฝนให้นักเรียนเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ ดังจะเห็นพัฒนาการของนักเรียนดีขึ้นเป็นลำดับตลอดจนการทดสอบท้ายวงจรมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดในวงจรนี้ ข้อมชี้ให้เห็นว่านักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยผ่านสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และเนื่องจากกระบวนการกลุ่มมีพัฒนาการที่ดีขึ้น กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มอ่อนมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่มมากขึ้น และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ส่งผลให้งานกลุ่มสำเร็จด้วยเวลาอันสั้น มีเวลาร่วมกันหาแนวคิดในการแก้ปัญหาแบบอื่นเพิ่มเติม

3. ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน วิเคราะห์จากผลการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน จำนวน 4 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 10 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 40 คะแนน ปรากฏผลดังตาราง 4.7

ตาราง 4.7 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะ
กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

แบบทดสอบข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ร้อยละ
1	10	7.84	1.28	78.37
2	10	8.84	0.68	88.37
3	10	7.53	1.14	75.31
4	10	6.35	0.96	63.47
รวม	40	30.57	3.33	76.43

ร้อยละของผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน (E_2)
เท่ากับ 76.43

เมื่อพิจารณาผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน จำแนกเป็นรายชื่อ จากตาราง 4.7 พบว่า นักเรียนมีผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเฉลี่ยในรายชื่อใกล้เคียงกัน ข้อสอบที่นักเรียนทำคะแนนได้เฉลี่ยสูงสุดคือข้อที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.84 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.68 คิดเป็นร้อยละ 88.37 และข้อที่นักเรียนทำคะแนนได้ต่ำสุดคือข้อที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.35 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.96 คิดเป็นร้อยละ 63.47

เมื่อวิเคราะห์ผลการประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มีข้อค้นพบเกี่ยวกับของทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่น่าสนใจ ดังนี้

3.1 โครงสร้างของสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่คล้ายกับประสบการณ์เดิมของนักเรียน นักเรียนมักจะแก้ปัญหาได้สำเร็จ เช่น ข้อที่ 2 และข้อนี้สามารถเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบ

3.2 โครงสร้างของสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับเปลี่ยนเงื่อนไขบางประการ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ เนื่องจากนักเรียนได้ผ่านการเรียนรู้การแก้ปัญหามาพอสมควรและข้อนี้สามารถเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบเช่นกัน

3.3 สถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีโครงสร้างที่ไม่เหมือนเดิม มีความแปลกใหม่ มีเงื่อนไขเพิ่มเติม ท้าทายความสามารถ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ เนื่องจาก

นักเรียนได้ผ่านการเรียนรู้การแก้ปัญหาตามสมควรและข้อนี้สามารถเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบเช่นกัน

3.4 สำหรับสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีเงื่อนไขมาก และต้องอาศัยยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้จำกัดวิธี ซึ่งทำทายความสามารถในการเลือกใช้ยุทธวิธีอย่างมีประสิทธิภาพของนักเรียนได้ดี เช่น ข้อที่ 4 แม้จะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.35 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความพยายามแก้ปัญหา โดยไม่หยุดอยู่เพียงยุทธวิธีเดียวเมื่อแก้ปัญหาไม่สำเร็จจากการสัมภาษณ์ได้ข้อมูลเพิ่มเติมว่าเวลาในการสอบเหลือน้อย แต่เป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจ สามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้ จึงควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาลักษณะนี้ให้มาก เพราะเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ตอนที่ 4 ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ในการศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้สะท้อนผลการปฏิบัติทั้ง 4 วงจร โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจผลงานของนักเรียน การสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน บันทึกประจำวันของนักเรียน การสัมภาษณ์นักเรียน

การสะท้อนผลการปฏิบัติในแต่ละวงจร ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่นักเรียนมีพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เด่นชัดในด้านการทำความเข้าใจ ด้านการวางแผน ด้านการดำเนินการตามแผน และด้านการตรวจสอบ และข้อค้นพบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในด้านพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน พฤติกรรมการสอนของครู และการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. การสะท้อนผลจากการปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 แผนที่ 1-3 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ขั้นตอนเดียว ซึ่งต้องอาศัยทักษะการคิดอย่างหลากหลายและทักษะการให้เหตุผลเป็นทักษะการคิดระดับกลางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ปรากฏผล ดังนี้

1.1 พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1.1 ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

ในคาบเรียนที่ 1 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม กลับบ้านกันเถอะ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการอ่าน โจทย์น้อยมาก อ่านโดยไม่คำนึงถึงข้อมูลและเงื่อนไขที่สำคัญ และรีบลากเส้นทางเพื่อแก้ปัญหา ไม่ปรากฏร่องรอยการขีดเขียนเพื่อทำความเข้าใจ โจทย์ และมีนักเรียนส่วนน้อยที่แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน เมื่อนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ต้องย้อนกลับไปอ่าน

โจทย์ เริ่มปรากฏร่องรอยการขีดเขียนเพื่อทำความเข้าใจ โจทย์และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ในบางกลุ่ม แต่ก็ยังมีหลายกลุ่มที่ยังคงวนเวียนแก้ปัญหา โดยไม่ทำความเข้าใจ โจทย์อย่างละเอียด ข้อความที่นักเรียน ได้ขีดเน้นมีทั้งข้อความที่สำคัญ และ ไม่มีความสำคัญ เมื่อครูทิ้งระยะเวลาสักพัก จึงใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ และให้ยกตัวอย่างการเดินทาง ปรากฏว่ามีนักเรียนที่เข้าใจ คลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มแก้ ปัญหาโดยการหาระยะทางที่สั้นที่สุด โดยอาศัย ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ครูจึงแนะนำให้อ่าน โจทย์ใหม่ และให้คำนึงถึงความเป็นไปได้ใน การแก้ปัญหานี้

1.1.2 ขั้นการวางแผน

นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้เขียนแผนอย่างคร่าว ๆ และหาวิธีแนวคิดใน การแก้ปัญหา จึงวางแผนไม่เป็นระบบและไม่มีประสิทธิภาพ จึงปรากฏเส้นทางที่ซ้ำซ้อน ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทั้งหมด ครูจึงใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตในการออกแบบ การเดินทางในชีวิตจริง เพื่อไม่ให้เส้นทางซ้ำซ้อน และเดินทางได้ครบทุกเส้นทาง

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน เพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดในการวางแผน พบว่านักเรียนมีวิธีการออกแบบการเดินทางที่น่าสนใจและเป็นระบบมากขึ้น ดังนี้ มีนักเรียน จำนวน 1 กลุ่ม เริ่มแบ่งความเส้นทางหลัก และแยกเส้นทางรอง มีนักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม ตั้งชื่ออาคาร และใช้สีในการเขียนเส้นทางได้ชัดเจน และมีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม เริ่มเขียนเส้นทางจากอาคาร ทางซ้ายสุดไปทางขวาสุด และจากด้านล่างไปสู่ด้านบน พร้อมทั้งระบุหมายเลขแต่ละเส้นทาง

1.1.3 ขั้นการดำเนินการตามแผน

นักเรียนส่วนใหญ่รีบลงมือลากเส้นทาง เพื่อแก้ปัญหา ไม่มีการวางแผน การทำงานอย่างเป็นระบบก่อน จึงทำให้แก้ปัญหาไม่สำเร็จ และไม่สามารถแสดงกระบวนการ ค้นหาคำตอบที่ถูกต้องได้ แต่นักเรียนมีความพยายามในการแก้ปัญหามาก

เมื่อครูได้กระตุ้นให้นักเรียนวางแผนการดำเนินการ จึงพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และสามารถแสดงกระบวนการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องได้ ดังนี้ นักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม สามารถเขียนสื่อสารความคิดได้ชัดเจน นักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม ใช้สี ประกอบการแสดงเส้นทางได้อย่างเป็นระบบและเข้าใจง่าย แต่มีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม ที่หา เส้นทางได้ไม่ครบทั้งหมด และนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม หาเส้นทางได้ครบแต่ไม่เป็นระบบ

1.1.4 ด้านการตรวจสอบคำตอบ

มีนักเรียนจำนวน 2 กลุ่มสามารถแสดงการตรวจสอบคำตอบ โดยการอธิบายหรือ วิเคราะห์คำตอบได้แต่ยังไม่ชัดเจน มีนักเรียนจำนวน 4 กลุ่มที่ไม่สามารถแสดงการตรวจสอบ คำตอบได้เพราะไม่ทราบจะเขียนอย่างไร มีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่มที่ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบ

เพราะมีความมั่นใจว่าคำตอบถูกต้องแล้ว มีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่มที่เขียนเส้นทางที่ไม่ตรงตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ จึงให้กลับไปพิจารณาเงื่อนไขของโจทย์ พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้สับสนเรื่องทิศจึงได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง และจากการสอบถามนักเรียนบางกลุ่มสามารถแสดงแนวคิดแบบใหม่ในการแก้ปัญหา ด้วยข้อจำกัดของเวลานักเรียนกลุ่มที่เหลือจึงไม่ได้แสดงแนวคิดแบบใหม่ในการแก้ปัญหา

1.2 ข้อค้นพบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ขั้นตอนเดียว ซึ่งต้องอาศัยทักษะการคิดอย่างหลากหลายและทักษะการให้เหตุผลเป็นทักษะการคิดระดับกลางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนเรียนเป็นกลุ่มละ 4-5 คน เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหา บางกลุ่มช่วยเหลือกันดีจึงสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ บางกลุ่มนักเรียนช่วยเหลือกันดีขึ้นเมื่อครูกระตุ้นให้แบ่งหน้าที่กัน แต่มีนักเรียนจำนวน 3 กลุ่มที่ครูต้องให้ความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยสามารถกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้ดี สถานการณ์เลขโคด 8 กับเครื่องหมาย + ที่นักเรียนส่วนใหญ่แก้ปัญหาไม่ได้ เนื่องจากต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณ และสถานการณ์ที่ต้องใช้ทักษะการให้เหตุผล มีปัญหามาก ครูต้องฝึกฝนทักษะการให้เหตุผลกับนักเรียนให้เกิดความชำนาญ ในการสอนซ่อมเสริม กิจกรรมเดี่ยวที่ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาในห้องเรียนยากเกินไป นักเรียนส่วนใหญ่แก้ปัญหาในชั่วโมงเรียนไม่สำเร็จ ควรปรับให้ง่ายขึ้น เพื่อสร้างแรงจูงใจและความมั่นใจในการแก้ปัญหาดังด้วยตนเอง ใบกิจกรรมมีสีสันสวยงาม นักเรียนสนใจและมีความสุขในการทำกิจกรรม สำหรับใบบันทึกการแก้ปัญหาในสถานการณ์ กลับบ้านกันเถอะ ไม่ชัดเจนทำให้นักเรียนสับสน การนำเสนอผลงานแต่ละกลุ่มยึดถือควรกระชับเวลาโดยการนำเสนอเฉพาะกลุ่มที่มีแนวคิดแตกต่างกันหรือนำผลงานของทุกกลุ่มมาคิดที่ป้ายนิเทศก์

1.2.2 พฤติกรรมการสอนของครู สามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์ในปัจจุบันมาสู่บทเรียนได้ดี บุคลิกดี แต่พูดเร็ว เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหา และแลกเปลี่ยนแนวคิดในบางกิจกรรมที่นักเรียนกำลังหลงประเด็น ครูต้องรีบช่วยเหลือโดยการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิดให้ถูกทาง ฝึกให้นักเรียนแสดงเหตุผลในการคิดตัดสินใจ และการตรวจสอบคำตอบ ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานระบบกลุ่มได้ดี แต่มีบางกลุ่มที่ต้องดูแลเป็นพิเศษ ครูต้องเสริมแรงให้นักเรียนด้วยการชมเชยสำหรับกลุ่มที่แก้ปัญหาได้สำเร็จ และให้กำลังใจสำหรับกลุ่มที่ยังแก้ปัญหาไม่สำเร็จ ครูต้องรายงานความก้าวหน้าของนักเรียนทุกครั้ง เมื่อนักเรียนได้แก้ปัญหา

เรียบร้อยแล้ว โดยเฉพาะกิจกรรมเดี่ยว ซึ่งบางครั้งครูตรวจไม่ทันเนื่องจากเป็นปัญหาหรือสถานการณ์ปลายเปิด

1.2.3 พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน นักเรียนที่ตอบสนองต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ได้ดี เป็นนักเรียนในกลุ่มปานกลาง เนื่องจากกล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็น มีความขี้อายในการคิด ไม่ขี้อคิดกับวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม เพราะปัญหาหรือสถานการณ์ที่ครูเลือกมาไม่ได้เน้นเนื้อหาทางคณิตศาสตร์มาประกอบการแก้ปัญหา จึงสามารถช่วยให้นักเรียนกลุ่มนี้มีความมั่นใจในการแก้ปัญหา ซึ่งต่างกับนักเรียนอีก 2 กลุ่ม กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มเก่ง มีความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาแบบเดิม ไม่คุ้นเคยกับปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตจริงที่อยู่นอกห้องเรียน ทำให้มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจึงไม่สามารถแก้ปัญหาได้ หรือสำหรับนักเรียนที่แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว แต่ไม่สามารถเขียนหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหาในแบบบันทึกได้ และนักเรียนกลุ่มอ่อน ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น กลัวผิด และไม่กล้าซักถามเพื่อนหรือครู ทำให้เพียงดูและคัดลอกงานของเพื่อน

หลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 ผู้วิจัยวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปปรับปรุงพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 คือ ไป ซึ่งพบปัญหาและข้อเสนอแนะ ดังนี้

ตาราง 4.8 สภาพปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางแก้ไขในวงจรที่ 1

สภาพปัญหา	แนวทางแก้ไข
พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
1. ด้านการทำความเข้าใจ	1. ด้านการทำความเข้าใจ
1.1 นักเรียนไม่ให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจปัญหา ขี้อคิดกับการแก้ปัญหาแบบเดิม	1.1 ฝึกให้นักเรียนอ่าน โจทย์และขีดเส้นใต้ข้อความที่เป็นสาระสำคัญรวมไปถึงการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ และให้ยกตัวอย่างประกอบ
2. ด้านการวางแผน	2. ด้านการวางแผน
2.1 นักเรียนไม่ได้เขียนแผนอย่างคร่าวๆ	2.1 ฝึกให้เขียนแผนเป็นลำดับขั้นตอน
2.2 นักเรียนขาดการวางแผนอย่างเป็นระบบ	2.2 ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเองและหาปัญหาใหม่ๆ ให้ฝึกคิด

ตาราง 4.8 (ต่อ)

สภาพปัญหา	แนวทางแก้ไข
3. ด้านการดำเนินการตามแผน	3. ด้านการดำเนินการตามแผน
3.1 นักเรียนไม่มีความพยายามในการค้นหาคำตอบ	3.1 ครูให้ความช่วยเหลือมากขึ้น โดยใช้คำถามกระตุ้น และเสริมแรง
3.2 นักเรียนไม่กล้าตัดสินใจปรับเปลี่ยนแผนเมื่อเจอปัญหา	3.2 ฝึกให้แสดงเหตุผลประกอบการทำงาน และมีความยืดหยุ่นในการคิด
4. ด้านการตรวจสอบ	4. ด้านการตรวจสอบ
4.1 นักเรียนเขียนแสดงการตรวจสอบคำตอบไม่ชัดเจน	4.1 ฝึกให้นักเรียนบอกเหตุผลประกอบการได้มาของคำตอบ
4.2 นักเรียนมั่นใจในคำตอบจึงไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบ	4.2 ฝึกพิจารณาความเป็นไปได้ของคำตอบ โดยตรวจสอบกับเงื่อนไขของโจทย์ และฝึกการหาคำตอบด้วยวิธีอื่น
ข้อค้นพบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ข้อค้นพบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1.1 กลุ่มบางกลุ่มทำงานระบบกลุ่มไม่สำเร็จ	1.1 ปรับเปลี่ยนบางกลุ่ม เพื่อให้มีตัวกลางในการประสานงาน

จากตาราง 4.8 ปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครู และนักเรียน ซึ่งเป็นครั้งแรกที่นักเรียนเรียนรู้ด้วยกระบวนการนี้ แนวทางในการแก้ไขในภาพรวม นั้นครูต้องปรับเปลี่ยนแผนการจัดการเรียนรู้ ในการเลือกปัญหาหรือสถานการณ์ที่เหมาะสมในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกิจกรรมเดียวที่นักเรียนทำในห้องเรียนปรับเปลี่ยนเงื่อนไขให้ง่ายขึ้น การเพิ่มเติมคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างถูกต้องมากขึ้น นักเรียนมีจำนวนมากและด้วยเวลาที่จำกัด ครูจึงต้องอาศัยนักเรียนในกลุ่มปานกลางเป็นตัวกลางในการแสดงและถ่ายทอดความคิดจากนักเรียนในกลุ่มเก่งไปสู่ผู้เรียนในกลุ่มอ่อน จากเหตุผลดังกล่าวจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนสมาชิกในบางกลุ่ม ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้ตั้งคำถามการวิจัย เพื่อวางแผนแก้ปัญหาในวงจรที่ 2 ดังนี้

คำถามสำหรับการวิจัยในวงจรที่ 2

1. ทำอย่างไรจึงจะทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ไม่ยึดติดกับวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม
2. มั่นใจได้อย่างไรว่าคำตอบที่ถูกต้องของนักเรียนในกลุ่มเกิดมาจากการคิดที่เป็นระบบ เมื่อเขาไม่สามารถแสดงแนวคิดที่ชัดเจนได้
3. นักเรียนในกลุ่มปานกลางจะช่วยให้การแก้ปัญหาของกลุ่มดีขึ้นจริงหรือไม่
4. ครูควรใช้คำถามอย่างไร เพื่อไม่เป็นการชี้นำความคิดให้นักเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ

2. การสะท้อนผลจากการปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 แผนที่ 4-6 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการ ซึ่งต้องอาศัยยุทธวิธีการแจงกรณีอย่างเป็นระบบ ยุทธวิธีการสร้างตารางและยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนำแนวทางแก้ไขจากกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 มาปรับเปลี่ยนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 ดังนี้

ผู้วิจัยได้ จัดกลุ่มใหม่ โดยให้นักเรียนกลุ่มปานกลางไปช่วยส่งเสริมกระบวนการกลุ่มในบางกลุ่ม ปรับเปลี่ยนสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมในการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาและในกิจกรรมเดียวกันที่นักเรียนทำในห้องเรียนง่ายขึ้น เพิ่มคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดให้ถูกทางมากขึ้น และให้ยกตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและปรับกิจกรรมการแลกเปลี่ยนแนวคิดในการดำเนินการแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้สอบถามแต่ละกลุ่มเพื่อกระชั้นเวลาเปิดโอกาสในการสรุปและประเมินผลวิธีการของแต่ละกลุ่มเพื่อหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการแก้ปัญหาในโอกาสต่อไป ปรากฏผล ดังนี้

2.1 พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

ในคาบเรียนที่ 4 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม มีอยู่กี่จำนวน นักเรียนใช้เวลาในการอ่าน โจทย์ แล้วรีบบันทึกส่วนสำคัญของ โจทย์ลงในแบบบันทึกกิจกรรม นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ซึ่งมีนักเรียนคนหนึ่ง กล่าวว่า “ครูขา มันเยอะมากเลยนะ กระดาษคงไม่พอหรอก” ตักพักมีนักเรียนอีกคนกล่าวว่า “ไม่ถึงร้อยตัวหรอก” จากนั้นนักเรียนก็มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากขึ้นเพื่อตรวจสอบคำตอบของเพื่อนทั้ง 2 คน มีนักเรียน 5 กลุ่มที่ปรากฏร่องรอย

การขีดเขียน โจทย์เพื่อทำความเข้าใจ โจทย์เพิ่มเติม แต่ก็ยังมีทั้งข้อความที่สำคัญ และไม่มีความสำคัญ ครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ เช่น “จำนวนที่อยู่ระหว่าง 1 กับ 5 มีกี่จำนวน อะไรบ้าง” “4,537 เป็นคำตอบในปัญหานี้หรือไม่ เพราะเหตุใด”

2.1.2 ชั้นการวางแผน

นักเรียนใช้ยุทธวิธีการแจงกรณีอย่างเป็นระบบ ซึ่งพิจารณาการเขียนจำนวน ในหลักร้อย หลักสิบ หลักหน่วย ตามลำดับ มีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม วางกรอบงานได้ชัดเจน มีนักเรียน จำนวน 1 กลุ่ม พิจารณาจำนวนเริ่มต้นที่น้อยที่สุด คือ 4,567 กลุ่มอื่นมีการเขียนแผนอย่างคร่าว ๆ ครูสังเกตเห็นนักเรียนวางแผนได้เป็นระบบมากขึ้นจากวงจรที่ 1 ไม่รีบลงมือ แก้ปัญหาเนื่องจากมีความเข้าใจในปัญหาและได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกันมากขึ้น

2.1.3 ชั้นการดำเนินการตามแผน

นักเรียนลงมือแก้ปัญหาตามแผน ด้วยความเจียบ ครูสังเกตเห็นนักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม แสดงกระบวนการค้นหาคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วน มีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม ใช้การวาดแผนภาพต้นไม้ประกอบการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีการแจงกรณีอย่างเป็นระบบ นอกเหนือจากนี้ยังมีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม เขียนจำนวนที่เป็นไปได้ทั้งหมดในทั้ง 3 กรณี จากนั้นตัดจำนวนที่ซ้ำกันทิ้ง มีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม สุ่มตัวเลขจำนวน ไปเรื่อย ๆ แล้วตรวจสอบกับเงื่อนไข ครูสังเกตเห็นความพยายามในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มนี้ แต่ต้องใช้เวลามาก จึงช่วยเหลือโดยใช้คำถามกระตุ้นให้เขาอย่างมีระบบมากขึ้น ไม่นานนักเรียนก็แก้ปัญหาได้ เนื่องจากได้แลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหากันมากขึ้น แต่มีนักเรียนจำนวน 5 กลุ่มมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนของเงื่อนไขว่า เลขโดดในหลักสิบกับหลักหน่วยต่างกันอยู่ 1 จึงทำให้ได้คำตอบเพียง 6 จำนวน ครูจึงใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง เช่น “4,579 เป็นคำตอบด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด” นักเรียนจึงสามารถแสดงกระบวนการค้นหาคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วน

2.1.4 ชั้นการตรวจสอบคำตอบ

มีนักเรียนจำนวน 2 กลุ่มที่แสดงการตรวจสอบคำตอบ โดยการอธิบายหรือวิเคราะห์คำตอบที่ชัดเจน นักเรียนในกลุ่มอื่น แสดงการตรวจคำตอบ โดยการอธิบายหรือวิเคราะห์คำตอบไม่ชัดเจน ครูจึงใช้คำถามกระตุ้นให้อธิบายหรือวิเคราะห์คำตอบที่ได้ นักเรียนจึงแสดงการตรวจสอบคำตอบได้ชัดเจนขึ้น ครูได้ส่งเสริมให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาแบบอื่น และประเมินผลวิธีการของแต่ละกลุ่มเพื่อหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการแก้ปัญหา

2.2 ข้อค้นพบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามกระบวนการแก้ปัญหาของ โพลยา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 ประกอบไปด้วยสถานการณ์ หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการ ซึ่งต้องอาศัยยุทธวิธีการแจ่มแจ้งอย่างเป็นระบบ ยุทธวิธีการสร้างตารางและยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เมื่อได้ปรับกลุ่มบางกลุ่ม นักเรียนทุกกลุ่มสามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้น บรรยายการการเรียนรู้เป็น กันเอง นักเรียนกล้าถามครู กล้าแสดงความคิดเห็น นักเรียนในกลุ่มเก่งจึงมีพัฒนาการในการแสดง แนวคิดแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ดีขึ้น โดยประกอบกับมีนักเรียนกลุ่มปานกลางช่วย กระตุ้นให้แสดงออกแนวคิดได้มากขึ้น แต่ทั้งนี้ครูต้องระมัดระวังในการใช้ความรู้และความเข้าใจ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการแก้ปัญหา อาจทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ส่งผลให้ การแก้ปัญหานั้นไม่สมบูรณ์ เนื่องจากทำตามแนวคิดของนักเรียนในกลุ่มปานกลาง สำหรับ นักเรียนในกลุ่มอ่อนจำนวน 2 คน มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาในกิจกรรมกลุ่มจึงสามารถแก้ปัญหา ในกิจกรรมเดี่ยวด้วยตนเองได้บ้าง สถานการณ์บางอย่างที่ต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณนักเรียน ส่วนใหญ่แก้ปัญหานี้ได้ เมื่ออาศัยการวาดภาพหรือสร้างแบบจำลองประกอบการแก้ปัญหา เช่น สถานการณ์ ม้ากินหญ้าเท่าไร สถานการณ์ที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีประสบการณ์ในชีวิตจริง นักเรียนแก้ปัญหาไม่สำเร็จ เช่น สถานการณ์ คุปองอาหาร และสถานการณ์ที่ต้องประเมินและ ตรวจสอบคำตอบโดยอาศัยความสมเหตุสมผลของชีวิตจริง นักเรียนส่วนมากมีปัญหา เช่น สถานการณ์ ช่างไฟฟ้า การสรุปกิจกรรมเหมาะสม มีความกระชับ และเหมาะสมกับเวลา เนื่องจากการเลือกสถานการณ์มาจัดกิจกรรมมีความเหมาะสม

2.2.2 พฤติกรรมการสอนของครู ช่วยเหลือนักเรียนด้วยการใช้คำถามกระตุ้นให้ คิดได้ถูกทาง ครูเสริมแรงด้วยการชมเชยนักเรียนที่แก้ปัญหาได้สำเร็จ ช่วยเหลือและให้กำลังใจ สำหรับนักเรียนที่แก้ปัญหายังไม่ได้ ครูรายงานความก้าวหน้าให้นักเรียนทราบทุกครั้ง ให้นักเรียนทุกกลุ่มซึ่งกลุ่มที่ทำงานระบบกลุ่มได้ดีมีสิทธิ์เลือกรางวัลก่อน และรางวัลพิเศษสำหรับ นักเรียนที่มีพัฒนาการที่ดีในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นนักเรียนในกลุ่มอ่อน ทำให้บรรยากาศใน ห้องเรียนเต็มไปด้วยความสุข

2.2.3 พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน มีการบันทึกข้อมูลในแบบบันทึก กิจกรรมได้มากขึ้น และชัดเจนในบางกลุ่ม แสดงถึงว่านักเรียนได้ปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาให้ เป็นไปตามขั้นตอนของโพลยา โดยไม่ยึดติดกับการแก้ปัญหาแบบเดิม นักเรียนในกลุ่มปานกลางมี ส่วนช่วยให้นักเรียนกลุ่มเก่งแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้เป็นระบบและชัดเจนขึ้น โดยมีครูคอย ตรวจสอบด้วยคำถามอีกทางหนึ่ง สำหรับนักเรียนในกลุ่มอ่อนจำนวน 5 คน ไม่ได้แก้ปัญหาลงไป

พร้อม ๆ กับเพื่อนในกลุ่ม รอคัดลอกงานเพื่อน ครูจึงช่วยเหลือโดยใช้คำถามกระตุ้นความคิด นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้บางส่วน ครูจึงต้องช่วยเหลือเพิ่มเติมในช่วงโฮมเซริม

หลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปปรับปรุงพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 ต่อไป ซึ่งพบปัญหาและข้อเสนอแนะ ดังนี้

ตาราง 4.9 สภาพปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางแก้ไขในวงจรที่ 2

สภาพปัญหา	แนวทางแก้ไข
พฤติกรรมกรแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	พฤติกรรมกรแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
1. ด้านการทำความเข้าใจ	1. ด้านการทำความเข้าใจ
1.1 นักเรียนส่วนหนึ่งยังไม่ได้ขีดเขียนสาระสำคัญของ โจทย์ จึงทำให้แก้ปัญหาได้ไม่สมบูรณ์	1.1 ฝึกให้นักเรียนอ่าน โจทย์และขีดเส้นใต้ข้อความที่เป็นสาระสำคัญรวมไปถึงการใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในรายกลุ่มที่ยังมีปัญหา
2. ด้านการวางแผน	2. ด้านการวางแผน
2.1 นักเรียนเพิ่มเติมวิธีการแก้ปัญหา แต่ยังไม่มีประสิทธิภาพ	2.1 ให้แสดงเหตุผลในการแก้ปัญหาคร่าว ๆ ประกอบการวางแผน
3. ด้านการดำเนินการตามแผน	3. ด้านการดำเนินการตามแผน
3.1 นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้องในการค้นหาคำตอบ	3.1 ครูตรวจสอบความถูกต้องของความเข้าใจในคณิตศาสตร์ที่ต้องประกอบการแก้ปัญหา
3.2 นักเรียนไม่ได้แก้ปัญหตามแผนที่วางไว้	3.2 ฝึกให้ตรวจสอบการทำงาน
4. ด้านการตรวจสอบ	4. ด้านการตรวจสอบ
4.1 นักเรียนเขียนแสดงการตรวจสอบคำตอบไม่ชัดเจน	4.1 ฝึกให้นักเรียนบอกเหตุผลประกอบการได้มาของคำตอบ
ข้อค้นพบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ข้อค้นพบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1.1 ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มอ่อนในระบบกลุ่มยังไม่ดี	1.1 มอบหมายงานในกลุ่มที่นักเรียนสามารถทำได้ เพื่อสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนพัฒนา

ตาราง 4.9 (ต่อ)

สภาพปัญหา	แนวทางแก้ไข
1.2 สถานการณ์ที่นักเรียนไม่มีประสบการณ์ ทำให้นักเรียนแก้ปัญหาไม่สำเร็จ	1.2 เพิ่มเติมข้อมูลหรือเงื่อนไขของ สถานการณ์ให้ชัดเจนขึ้น
1.3 สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่าง สมเหตุสมผล	1.3 ฝึกให้นักเรียนประเมินผลคำตอบที่ได้ อย่างสมเหตุสมผล
2. พฤติกรรมการสอนของครู	2. พฤติกรรมการสอนของครู
2.1 ครูไม่ได้สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนกลุ่ม อ่อนแก้ปัญหาด้วยตนเองด้วยความมั่นใจ	2.1 มอบหมายหน้าที่ที่นักเรียนกลุ่มอ่อน สามารถทำได้ เพื่อปลูกฝังให้กล้าคิด มีความ มั่นใจในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

จากตาราง 4.9 ปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครู และนักเรียน แนวทางในการแก้ไขในภาพรวม นั้นครูต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการกลุ่ม ให้นักเรียนในกลุ่มอ่อนมีแรงจูงใจในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งมีเพื่อนและครูคอยช่วยเหลือตามความเหมาะสมปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขสำหรับสถานการณ์ที่นักเรียนไม่มีประสบการณ์ให้ชัดเจน ส่งเสริมให้แลกเปลี่ยนแนวคิดหรือวิธีการพร้อมแสดงเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาทุกขั้นตอน สำหรับประเมินผลวิธีการของแต่ละกลุ่ม โดยเฉพาะขั้นตรวจสอบคำตอบ เพื่อหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการแก้ปัญหา

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้ตั้งคำถามการวิจัย เพื่อวางแผนแก้ปัญหาใน
วงจรที่ 3 ดังนี้

คำถามสำหรับการวิจัยในวงจรที่ 3

1. ทำอย่างไรให้นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบได้อย่างชัดเจน และสมเหตุสมผล
2. จะสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนในกลุ่มอ่อนสามารถแก้ปัญหาด้วยความมั่นใจได้
อย่างไร

3. การสะท้อนผลจากการปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 แผนที่ 7-9 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการ ซึ่งต้องอาศัยยุทธวิธีการเดาและตรวจสอบ ยุทธวิธีการค้นหาแบบรูปและยุทธวิธีลองผิดลองถูกในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนำแนวทางแก้ไขจากกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 มาปรับเปลี่ยนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 ปรากฏผลดังนี้

ผู้วิจัยได้ปรับกระบวนการกลุ่มให้นักเรียนในกลุ่มอ่อนมีส่วนร่วม เช่นการบันทึกข้อมูลในแบบบันทึกกิจกรรม เพื่อสร้างแรงจูงใจในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์ให้ชัดเจนขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยแสดงผลประกอบ ปรากฏผล ดังนี้

3.1 พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

ในคาบเรียนที่ 8 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม กบได้บ่อน้ำ นักเรียนทุกกลุ่มใช้เวลาในการอ่านโจทย์นานขึ้น โดยนักเรียนส่วนหนึ่งบันทึกส่วนสำคัญของ โจทย์ลงในแบบบันทึกกิจกรรม นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดกันอย่างเงียบ ๆ ทุกกลุ่มปรากฏร่องรอยการขีดเขียน โจทย์เพื่อทำความเข้าใจ โจทย์ และเน้นข้อความที่เป็นเงื่อนไข แต่ก็ยังมีบางกลุ่มที่มีประเด็นไม่สำคัญอยู่ข้างครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจสำหรับนักเรียนกลุ่มอ่อนทั้ง 5 คน เช่น “กบอยู่ตำแหน่งเดิมทั้งวันใช่หรือไม่” “วันที่ 3 กบอยู่สูงจากบ่อกี่เมตร” นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามได้ สำหรับคนที่ยังไม่เข้าใจ ก็อาศัยการวาดภาพประกอบ นักเรียนมีความสุขในการวาดภาพประกอบการแก้ปัญหา

3.1.2 ขั้นการวางแผน

นักเรียนทุกกลุ่มใช้ยุทธวิธีการค้นหาแบบรูป นักเรียน 6 กลุ่มเพิ่มยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลอง และอีก 2 กลุ่มเพิ่มยุทธวิธีสร้างตารางประกอบการแก้ปัญหา ทุกกลุ่มสามารถเขียนแผนอย่างคร่าว ๆ ได้ ซึ่งประกอบด้วยวันที่ ความสูงจากกันบ่อในแต่ละวัน ครูสังเกตเห็นนักเรียนวางแผนได้เป็นระบบเหมือนวงจรที่ 2 เนื่องจากมีความเข้าใจในปัญหาและได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกันมากขึ้น ครูใช้เพียงการสังเกตในการตรวจสอบความเข้าใจในขั้นตอนนี้

3.1.3 ขั้นการดำเนินการตามแผน

นักเรียนลงมือแก้ปัญหตามแผนอย่างมีความสุข ครูสังเกตเห็น นักเรียนกลุ่มหนึ่งแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ในระยะเวลาอันสั้น ครูใช้คำถาม “ถ้ากบไถลงเพียง 1 เมตร ต้องใช้เวลากี่วันจึงจะออกจากบ่อได้” นักเรียนตอบได้ถูกต้องพร้อมคำอธิบายที่ชัดเจน จึงให้เขียนแบบรูป

สำหรับปัญหานี้ กลุ่มอื่นเสียเวลาไปกับการวาดรูปภายในแต่ละวัน นักเรียนแต่ละกลุ่มได้คำตอบที่แตกต่างกัน จึงเกิดการแลกเปลี่ยนแนวความคิดกันภายในกลุ่ม ดังขึ้นเรื่อย ๆ ไม่นานนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จทุกกลุ่ม และแสดงกระบวนการค้นหาคำตอบได้ชัดเจน นักเรียนแต่ละคนพยายามแก้ปัญหาด้วยตนเองมากขึ้น

3.1.4 ขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบ

นักเรียนอาศัยแบบรูปในการแสดงการตรวจสอบคำตอบ บางกลุ่มอาศัยการวาดภาพประกอบการพิจารณาเงื่อนไขของโจทย์ บางกลุ่มเขียนบรรยายมีเหตุผลประกอบ มีนักเรียนจำนวน 2 กลุ่มที่แสดงการตรวจสอบคำตอบไม่ชัดเจน นักเรียนหลายกลุ่มที่สามารถหาวิธีการอื่นมาแก้ปัญหา ครูได้ส่งเสริมให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนวิธีการคิด ตรวจสอบคำตอบโดยแสดงเหตุผลประกอบ เพื่อเป็นแนวทางให้กลุ่มที่เหลือ

3.2 ข้อค้นพบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบดี นักเรียนกลุ่มอ่อนมีส่วนร่วมในการบันทึกข้อมูลในแบบบันทึกกิจกรรมและส่วนอื่น กิจกรรมกลุ่มจึงสำเร็จในเวลาอันสั้น นักเรียนบางกลุ่มลองใช้ยุทธวิธีอื่นที่เรียนรู้มาแล้วแก้ปัญหเพิ่มเติมและสามารถใช้เหตุผลประกอบการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น สถานการณ์หรือปัญหาที่มีภาพประกอบและเงื่อนไขมีความชัดเจน นักเรียนให้ความสนใจและพยายามแก้ปัญหาด้วยตนเอง บรรยากาศการเรียนรู้มีชีวิตชีวา เนื่องจากนักเรียนได้ใช้ทั้งสองซีกซ้ายและซีกขวาแก้ปัญหา บางช่วงชั้นเรียนเสียงดังเนื่องจากนักเรียนแลกเปลี่ยนแนวความคิดกัน

3.2.2 พฤติกรรมการสอนของครู ครูลดปริมาณการใช้คำถามกระตุ้นการคิดให้นักเรียนน้อยลง เพิ่มโอกาสแลกเปลี่ยนแนวความคิด วิธีการในการแก้ปัญหาประกอบเหตุผลมากขึ้น และฝึกพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลในชีวิตจริง ครูเสริมแรงด้วยการชมเชยการทำงาน of นักเรียนกลุ่มอ่อน ซึ่งส่งผลทำให้งานกลุ่มสำเร็จในเวลาอันสั้น จึงมีเวลาเหลือในการเลือกยุทธวิธีอื่นมาแก้ปัญหา พร้อมทั้งได้แลกเปลี่ยนยุทธวิธีของแต่ละกลุ่มที่แตกต่างกันเพื่อประเมินประสิทธิภาพของยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

3.2.3 พฤติกรรมนักเรียนของนักเรียน แม้จะเป็นงานกลุ่ม นักเรียนก็ต่างไปคิดและแลกเปลี่ยนแนวความคิดที่แตกต่างกัน อย่างมีเหตุผล นักเรียนกลุ่มอ่อนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ช่วยเหลืองานกลุ่มได้ดี และได้แรงเสริมจากครู จึงทำให้มีกำลังใจและสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองในระดับเบื้องต้น เมื่อพบปัญหาได้ขอความช่วยเหลือจากเพื่อนหรือครูน้อยลง พัฒนาการด้านการแก้ปัญหาคิดขึ้น แต่ต้องใช้เวลาพอสมควร มีนักเรียนเพียง 2 คนที่ยังไม่มี

ความมั่นใจในการแก้ปัญหา โดยภาพรวมนักเรียนมีความสุขที่กลุ่มคนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ และใช้หลากหลายยุทธวิธี

หลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 ผู้วิจัยวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปปรับปรุงพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 4 ต่อไป ซึ่งพบปัญหาและข้อเสนอแนะ ดังนี้

ตาราง 4.10 สภาพปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางแก้ไขในวงจรที่ 3

สภาพปัญหา	แนวทางแก้ไข
<p>พฤติกรรมกำปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>1. ด้านการวางแผน</p> <p>1.1 นักเรียนบางกลุ่มเพิ่มเติมวิธีการแก้ปัญหา แต่ยังไม่มีประสิทธิภาพ</p> <p>2. ด้านการตรวจสอบ</p> <p>2.1 นักเรียนบางกลุ่มเขียนแสดง การตรวจสอบคำตอบไม่ชัดเจน</p>	<p>พฤติกรรมกำปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>1. ด้านการวางแผน</p> <p>1.1 ให้แสดงเหตุผลในการแก้ปัญหาคร่าว ๆ ประกอบการวางแผน</p> <p>2. ด้านการตรวจสอบ</p> <p>2.1 ศึกษาแนวการแสดงผลการตรวจสอบคำตอบ จากกลุ่มอื่น โดยตรวจสอบกับเงื่อนไขของโจทย์ และฝึกการหาคำตอบด้วยวิธีอื่น</p>
<p>ข้อค้นพบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>1. กิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>1.1 นักเรียนกลุ่มอ่อนใช้เวลาในการแก้ปัญหา มาก</p> <p>1.2 นักเรียนกลุ่มอ่อน 2 คน ไม่มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง</p>	<p>ข้อค้นพบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>1. กิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>1.1 ครูให้กำลังใจและชี้ให้เห็นถึงพัฒนาการแก้ปัญหาของนักเรียนในทิศทางที่ดีขึ้น</p> <p>1.2 เสริมแรงโดยการชมเชยนักเรียนเมื่อทำงานสำเร็จหรือตอบคำถามได้ถูกต้อง เพื่อสร้างความมั่นใจในการแก้ปัญหา</p>

จากตาราง 4.10 ปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งจากครู นักเรียนและการจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้แนวทางในการแก้ไขในภาพรวม นั้นครูต้องส่งเสริมให้แลกเปลี่ยนแนวคิดหรือยุทธวิธีที่นำมาแก้ปัญหา เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแนวคิดหรือยุทธวิธี ในการแก้ปัญหาโดยอาศัยเหตุผลประกอบ และส่งเสริมให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย นักเรียนกลุ่มอ่อนที่

มีพัฒนาการดีขึ้น ต้องอาศัยเวลาและเสริมแรงอยู่เสมอ สำหรับนักเรียนกลุ่มอ่อน 2 คน ช่วยเหลือโดยใช้ภาพและคำถามกระตุ้นความคิดประกอบการแก้ปัญหา และเสริมแรงเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ได้ตั้งคำถามการวิจัย เพื่อวางแผนแก้ปัญหาในวงจรที่ 4 ดังนี้

คำถามสำหรับการวิจัยในวงจรที่ 4

1. จะสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนในกลุ่มอ่อนสามารถแก้ปัญหาคด้วยความมั่นใจได้อย่างไร
2. มีวิธีการอย่างไรที่จะทำให้ให้นักเรียนสามารถเลือกยุทธวิธีมาใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การสะท้อนผลจากการปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 4

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 4 แผนที่ 10-12 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการประยุกต์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถเลือกยุทธวิธีข้างต้นได้มากกว่า 1 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยนำแนวทางแก้ไขจากกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 มาปรับเปลี่ยนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 4 ปรากฏผลดังนี้

ผู้วิจัยได้ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนแนวคิดหรือยุทธวิธีที่นำมาแก้ปัญหาค เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันประเมินประสิทธิภาพของแนวคิดหรือยุทธวิธีต่างๆ ในแต่ละสถานการณ์ และเพิ่มความมั่นใจให้นักเรียนกลุ่มอ่อนได้แก้ปัญหาคด้วยตนเอง ดังนี้

4.1. พฤติกรรมการแก้ปัญหาคทางคณิตศาสตร์

4.1.1 ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

ในคาบเรียนที่ 11 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “คุยผ่านอินเทอร์เน็ต” นักเรียนทุกคนใช้เวลาในการอ่านมาก เนื่องจากมีหลายเงื่อนไข มีหลายคนอ่านไปวาดภาพนาฬิกา ประกอบการทำความเข้าใจ ปรากฏร่องรอยการขีดเขียนเพื่อทำความเข้าใจโจทย์ ประกอบไปด้วยข้อความที่สำคัญและจำเป็นในการแก้ปัญหาค จากการสังเกตนักเรียนทุกคนสามารถทำความเข้าใจได้ดี เนื่องจากนักเรียนตรวจสอบความเข้าใจโดยการแลกเปลี่ยนแนวคิดกัน และนักเรียนสามารถยกตัวอย่างเวลาที่ทั้งสองคนคุยกันในทุกเงื่อนไขได้

4.1.2 ขั้นการวางแผน

นักเรียนส่วนใหญ่เลือกยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลอง นักเรียนส่วนหนึ่งเลือกยุทธวิธีสร้างตาราง มีนักเรียนจำนวน 3 คนเลือกใช้ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ และนักเรียน

หลายคน que เลือกยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลองประกอบกับยุทธวิธีสร้างตารางในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนแบบแผนคร่าว ๆ อย่างเป็นทางการได้ชัดเจน สามารถนำไปสู่ การแก้ปัญหาที่ถูกต้องได้ ส่วนน้อยยังวางแผนไม่ครบทุกเงื่อนไข นักเรียนแลกเปลี่ยนแนวความคิด กันน้อยลง อาจเป็นเพราะนักเรียนมีความเข้าใจปัญหา และยุทธวิธี que เลือกมาแตกต่างกัน

4.1.3 ขั้นตอนการดำเนินการตามแผน

นักเรียนส่วนใหญ่ลงมือแก้ปัญหาตามแผนด้วยความตั้งใจ และมีสมาธิในการ เปรียบเทียบเวลาของแต่ละแห่ง สามารถแสดงกระบวนการค้นหาคำตอบได้ถูกต้อง ซึ่งส่วนใหญ่ เริ่มต้นที่กรุงเบอร์ลิน ครูพบว่านักเรียนที่วางแผนได้ครอบคลุมทุกเงื่อนไข สามารถแก้ปัญหาได้ ถูกต้อง ครบถ้วน มีเพียงบางคนเท่านั้นที่เปรียบเทียบเวลาไม่ถูกต้องบางจุด เมื่อนักเรียนได้ แลกเปลี่ยนแนวความคิดกับเพื่อนจึงแก้ไขจุดบกพร่องได้ สำหรับนักเรียนที่วางแผนไม่ครบทุกเงื่อนไข มีปัญหาในการคิดช่วงของเวลาภาคเช้าและภาคบ่าย เนื่องจากนักเรียนตัดสินใจเลือกรูปแบบของ เวลาไม่ได้ ครูแนะนำให้นักเรียนเลือกรูปแบบที่นักเรียนคุ้นเคย นักเรียนกลุ่มนี้ใช้เวลามากกว่ากลุ่ม แรกในการแก้ปัญหา แสดงถึงความพยายามแก้ปัญหาให้สำเร็จ

ในส่วนของการเลือกใช้ยุทธวิธี กลุ่มนักเรียนที่เลือกใช้ยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้าง แบบจำลองใช้เวลาแก้ปัญหาน้อยที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มที่เลือกใช้ยุทธวิธีสร้างตาราง และยุทธวิธี เคาและตรวจสอบ ตามลำดับ สำหรับกลุ่มนักเรียนที่เลือกใช้มากกว่า 1 ยุทธวิธี ใช้เวลาไม่แตกต่าง กับกลุ่มนักเรียนที่เลือกเพียงยุทธวิธีเดียว และไม่พบข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาสำหรับกลุ่ม นักเรียนที่เลือกยุทธวิธีสร้างตาราง พบข้อบกพร่องในกลุ่มที่เลือกยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้าง แบบจำลองน้อยกว่ากลุ่มเลือกยุทธวิธีการคาและตรวจสอบ ไม่พบข้อบกพร่องในกลุ่มที่เลือกใช้ มากกว่า 1 ยุทธวิธี

4.1.4 ขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบ

เนื่องจากสถานการณ์หรือปัญหาเป็นสิ่งที่ใกล้ตัว นักเรียนมีความสนใจเป็นพิเศษ นักเรียนส่วนใหญ่จึงแสดงการตรวจสอบคำตอบได้ชัดเจน และครอบคลุมทุกเงื่อนไข บางคนวาด ภาพนาฬิกาประกอบคำอธิบาย มีนักเรียนส่วนน้อยที่ตอบไม่ครบทุกเงื่อนไข จึงต้องย้อนกลับไป วางแผนแก้ปัญหาใหม่ หลังจากมีการแลกเปลี่ยนแนวความคิดกับเพื่อนและนักเรียนสามารถแสดง แนวคิดหรือยุทธวิธีอื่นแก้ปัญหาได้

4.2 ข้อค้นพบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการ ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามากหลาย และสถานการณ์หรือ

ปัญหาที่เลือกมาเป็นสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป ช่วยให้
 นักเรียนทุกกลุ่มแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ นักเรียนมีความสนใจเป็นพิเศษ โดยเฉพาะกิจกรรม
 คุยผ่านอินเทอร์เน็ต อัดราแลกเปลี่ยน และท่องเทียว นักเรียนมีความมั่นใจในการเลือกใช้ยุทธวิธี
 และแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยอาศัยเหตุและผลในการคิดแก้ปัญหาได้ดี นักเรียนมี
 ความรอบคอบและมีสมาธิในการแก้ปัญหา นักเรียนกลุ่มอ่อนมีความพยายามแก้ปัญหาด้วยตนเอง
 มากขึ้น บางกิจกรรมที่นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการแก้ปัญหาน้อย จึงต้องขยายปัญหาให้มี
 เงื่อนไขเพิ่มเติม

ในการประเมินการเลือกใช้ยุทธวิธีในแบบต่างๆ พบว่านักเรียนมักเลือกใช้
 ยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลองซึ่งใช้เวลาแก้ปัญหาน้อยกว่าวิธีอื่น แต่ก็ยังพบข้อบกพร่อง
 มากกว่ายุทธวิธีสร้างตาราง เพื่อให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพจึงควรใช้ยุทธวิธีทั้ง 2 ร่วมกัน
 สำหรับยุทธวิธีการเดาและตรวจสอบควรเลือกใช้ยุทธวิธีสร้างตารางร่วมด้วย

4.2.2 พฤติกรรมการสอนของครู เป็นผู้ช่วยที่ดี ให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่พบ
 ปัญหาหรือไม่เข้าใจในเงื่อนไขบางสถานการณ์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิด
 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของยุทธวิธีต่างๆ ที่นักเรียนเลือกมาแก้ปัญหา ให้กำลังใจและเสริมแรง
 ด้วยการชมเชยนักเรียนกลุ่มอ่อนเมื่อพยายามแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4.2.3 พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหา
 มากขึ้น สามารถเลือกยุทธวิธีตามความถนัดของตนเอง มีความรอบคอบในการวางแผนเพราะ
 นักเรียนใช้เวลาในการทำความเข้าใจโจทย์มากขึ้น ดำเนินการแก้ปัญหาย่างมีสมาธิ ตลอดจน
 แสดงการตรวจสอบคำตอบ ได้ชัดเจนครอบคลุมทุกเงื่อนไข นักเรียนใช้เวลาไม่นานในการ
 แก้ปัญหามีนักเรียนบางกลุ่มเท่านั้นที่ต้องย้อนกลับไปเริ่มต้นใหม่ สำหรับนักเรียนในกลุ่มอ่อนมี
 ความพยายามในการแก้ปัญหด้วยตนเอง ขอความช่วยเหลือจากเพื่อนและครูน้อยลง

หลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 4 ผู้วิจัยวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา
 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปปรับปรุงพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในโอกาสต่อไป จากการจัด
 กิจกรรมในวงจรที่ 4 พบปัญหาและข้อเสนอแนะ ดังนี้

ตาราง 4.11 สภาพปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางแก้ไขในวงจรที่ 4

สภาพปัญหา	แนวทางแก้ไข
1. ด้านการวางแผน	1. ด้านการวางแผน
1.1 นักเรียนเขียนแผนกว้างเกินไป	1.1 ฝึกให้เขียนแผนเป็นลำดับขั้นตอนและตรวจสอบให้ครบทุกเงื่อนไข
ข้อค้นพบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ข้อค้นพบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1. กิจกรรมการเรียนรู้	1. กิจกรรมการเรียนรู้
1.1 การใช้เวลาในการทำกิจกรรมของนักเรียนแตกต่างกัน	1.1 ขยายปัญหาให้มีเงื่อนไขมากขึ้น สำหรับนักเรียนที่ทำกิจกรรมได้สำเร็จก่อนเวลากำหนด

จากตาราง 4.11 ปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งจากครู นักเรียนและการจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นปัญหาในส่วนน้อย แก้ไขโดยการให้เวลานักเรียนฝึกแก้ปัญหาที่เหมาะสมบ่อยขึ้น และขยายปัญหาให้มีเงื่อนไขเพิ่มขึ้นสำหรับนักเรียนที่แก้ปัญหาได้สำเร็จก่อนเวลากำหนด ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้ตั้งคำถามการวิจัย เพื่อวางแผนแก้ปัญหาในโอกาสต่อไป ดังนี้

คำถามสำหรับการวิจัยในโอกาสต่อไป

1. ควรจัดรูปแบบของสถานการณ์หรือปัญหาอย่างไร เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมสำหรับนักเรียนทุกกลุ่ม
2. มีวิธีการอย่างไรที่จะพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนทุกกลุ่มให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละคนไปพร้อม ๆ กัน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของ โพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในครั้งนี้สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. วิธีดำเนินการวิจัย
4. สรุปผลการวิจัย
5. อภิปรายผล
6. ข้อเสนอแนะ
 - 6.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้
 - 6.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. เพื่อศึกษาพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างน้อยร้อยละ 30

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนกระสังพิทยาคม อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จำนวน 5 ห้องเรียน รวมนักเรียน 245 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนกระสังพิทยาคม อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 จำนวน 49 คน ได้มาโดยได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 12 แผน ซึ่งแบ่งตามลักษณะของสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ 4 ช่วง ดังนี้
 - ช่วงที่ 1 แผนที่ 1-3 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ขั้นตอนเดียว ซึ่งต้องอาศัยทักษะการคิดอย่างหลากหลายและทักษะการให้เหตุผลเป็นทักษะการคิดระดับกลางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การคิดอย่างหลากหลาย
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การคิดเชิงตรรกะ
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การคิดเชิงตรรกะ (2)

ช่วงที่ 2 แผนที่ 4-6 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการ ซึ่งต้องอาศัยยุทธวิธีการแจกแจงอย่างเป็นระบบ ยุทธวิธีการสร้างตารางและยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ยุทธวิธีการแจกแจงอย่างเป็นระบบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ยุทธวิธีการสร้างตาราง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลอง

ช่วงที่ 3 แผนที่ 7-9 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการ ซึ่งต้องอาศัยยุทธวิธีการเดาและตรวจสอบ ยุทธวิธีการค้นหาแบบรูปและยุทธวิธีลองผิดลองถูกในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ยุทธวิธีการเดาและตรวจสอบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ยุทธวิธีการค้นหาแบบรูป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ยุทธวิธีลองผิดลองถูก

ช่วงที่ 4 แผนที่ 10-12 ประกอบไปด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการประยุกต์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถเลือกยุทธวิธีข้างต้นได้มากกว่า 1 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง หลากหลายยุทธวิธี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง หลากหลายยุทธวิธี (2)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง หลากหลายยุทธวิธี (3)

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ แต่ละข้อสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธี และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับผู้วิจัยบันทึกพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. แบบบันทึกประจำวันของนักเรียน เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับนักเรียนบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลในการสะท้อนผลการปฏิบัติ เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติ

5. แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอน เป็นการสังเกตแบบมีโครงสร้าง สำหรับผู้ช่วยวิจัยบันทึกการสังเกตพฤติกรรมกรรมการสอนของครู และพฤติกรรมกรรมการเรียนของนักเรียนในแต่ละชั่วโมง

6. แบบบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียน เป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง สำหรับผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านมาในแต่ละวงจร เพื่อเป็นข้อมูลในการสะท้อนผลการปฏิบัติ เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจร

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้หลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของเคมมิสและแมคแทกการ์ด (Kemmiss & McTaggard) (อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวาณิช. 2553 : 14-44) มาเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนกระสังพิทยาคม มีวิธีการตามวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ(Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) โดยดำเนินการ เป็น 4 วงจร

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองร่วมกับผู้ช่วยวิจัย 1 คน โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขออนุญาตผู้อำนวยการโรงเรียน เสนอโครงการสอน กำหนดวันเวลาที่ใช้ในการสอน
2. จัดเตรียมเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล สื่อ อุปกรณ์ที่ใช้ในการกิจกรรมการเรียนรู้
3. วางแผนดำเนินการสอนร่วมกับผู้ช่วยวิจัย ชี้แจงวัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการให้ผู้ช่วยวิจัยเข้าใจ
4. ประมุขนิเทศนักเรียน ให้มีความรู้ความเข้าใจการเรียนการสอนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

5. ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น จำนวน 12 แผน รวมเวลาเรียน 12 ชั่วโมง

6. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การสัมภาษณ์นักเรียน บันทึกประจำวันของนักเรียน ผลงานนักเรียน นำข้อมูลหรือข้อค้นพบ มาอภิปราย สรุปและประเมินผลเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องสำหรับใช้ในวงจรต่อไป

7. หลังจากดำเนินการทดลองครบทั้ง 4 วงจร ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ผลและแปลผลข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 4 ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สรุปผลการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 78.70/76.43
2. คะแนนด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของ โพลยาหลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน ร้อยละ 48.16
3. แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของ โพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปัญหาหรือสถานการณ์ต้องส่งเสริมการเรียนรู้ ดังนี้ 1) น่าสนใจ ทำทาสความสามารถ และเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ 2) ไม่เน้นทักษะการคิดคำนวณ หรือถ้ามีควรเป็นสถานการณ์ที่สามารถแสดงรูปภาพประกอบการแก้ปัญหา 3) เป็นลำดับขั้นตอน เรียนรู้จากความซับซ้อนน้อยไปมาก 4) ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย และนักเรียนควร ได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาผ่านกิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมเดี่ยวอย่างสม่ำเสมอ
4. พฤติกรรมการเรียนการสอนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 2 ส่วน คือ 1) พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีพัฒนาการดีขึ้น กล่าวคือ ในชั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนใช้เวลามากขึ้นในการอ่าน วิเคราะห์ โจทย์ และแสดงร่องรอยการขีดเขียนเพื่อทำความเข้าใจ โจทย์ในส่วนที่สำคัญได้มากขึ้น ในชั้นการวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนแสดงการวางแผนได้เป็นระบบ มีประสิทธิภาพ และแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหากันมากขึ้น ในชั้นดำเนินการตามแผน นักเรียนแสดงกระบวนการค้นหาคำตอบได้ชัดเจน และมีความพยายามในการแก้ปัญหามากขึ้น และในชั้นตรวจสอบผล นักเรียนอธิบายหรือวิเคราะห์คำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล และสามารถแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาแบบอื่นได้ 2) พฤติกรรมการสอนของครูนั้น ได้ปรับเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้ เป็นผู้เสนอแนะ และคอยช่วยเหลือปรับแนวคิดของนักเรียนให้ชัดเจนขึ้น โดยใช้คำถามกระตุ้นความคิด เป็นแบบอย่างนักแก้ปัญหาที่ดี กล่าวคือ กล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็นบนพื้นฐานของเหตุและผล ตรวจสอบคำตอบและหาแนวคิดใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหายั่งยืน

อภิปรายผล

ผลการวิจัยในครั้งนี้ พบประเด็นที่น่าสนใจ ดังนี้

1. ด้านประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 78.70/76.43 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ สามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมระหว่างเรียนเฉลี่ยร้อยละ 78.70 และสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 76.43

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดำเนินไปตามกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในชั้นเรียน ซึ่งมีการปรับเปลี่ยนเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนที่ใช้สอนจริง อยู่เสมอ จึงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณรงค์ อู๋ฟูใจ (2548) ประไพ แดงไฟ (2546) ปริญา อุปลา (2545) และงานวิจัยของ โฮลตันและคณะ (Holton and others. 1999) ที่ได้นำรูปแบบ การวิจัยปฏิบัติการ ในชั้นเรียนมาพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2. นักเรียนมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.70 เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการ ในการแก้ปัญหา โดยสื่อแนวคิดแก้ปัญหาผ่านงานเขียน และสามารถตรวจสอบ การทำงานของตนได้ จึงทำให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน และสามารถฝึกฝนทักษะกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภิญญา พิทักษ์ศักดิ์ (2541) พุท (1979) โจฮานิง (Johanning. 2000) และงานวิจัยของวิลเลียม (William. 2003) ที่ได้ฝึกให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาโดยผ่านงานเขียน

3. นักเรียนเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการกลุ่มได้ดีในช่วงต้น อาจเนื่องมาจากนักเรียนกลุ่มปานกลาง ซึ่งมีคุณลักษณะที่ดีที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา กล่าวคือ กล้าคิด กล้าแสดงออก ไม่กังวลเพราะสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้เน้นทักษะการคิดคำนวณ ซึ่งต่างจากนักเรียนอีก 2 กลุ่มที่เหลือ กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มเก่งจะพบปัญหาว่าไม่สามารถแสดงแนวคิด แก้ปัญหาออกมาผ่านตัวอักษรได้ตามขั้นตอน ยึดติดกับการแก้ปัญหารูปแบบเก่า และนักเรียนกลุ่มอ่อน กลัวที่จะต้องเขียนบรรยายหลายขั้นตอนบนพื้นฐานเหตุและผล ผู้วิจัยจึงต้องอาศัยนักเรียนกลุ่ม ปานกลางเป็นตัวกลางในการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านกิจกรรมกลุ่ม

แต่ทั้งนี้ก็ต้องระวังความเข้าใจเนื้อหาทฤษฎีที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในกลุ่มนี้ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สนฤดี ศรีสวัสดิ์ (2551) และสุนิสา แก้วกระจ่าง (2553) ที่ได้ใช้กระบวนการกลุ่มร่วมกับการเรียนรู้

4. กิจกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ส่งเสริมการเรียนรู้การแก้ปัญหาของนักเรียน นอกจากสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความแปลกใหม่ ทำทาสความสามารถและเชื่อมโยงเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ทำให้นักเรียนเรียนอย่างมีความหมายได้แล้วนั้น การจัดลำดับความซับซ้อนของสถานการณ์หรือปัญหา มีความสำคัญยิ่งในการเรียนรู้จากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก โดยเริ่มจากลักษณะโจทย์ขั้นตอนเดียวที่ต้องอาศัยทักษะการแก้ปัญหาระดับกลาง โดยเฉพาะทักษะการให้เหตุผล ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเรียนรู้การแก้ปัญหา ลักษณะโจทย์ที่เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยยุทธวิธีในการแก้ปัญหาและลักษณะ โจทย์ที่ประยุกต์กับชีวิตประจำวันที่เน้นการเลือกใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหาซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยนาด เหมวิเศษ (2551)

5. สถานการณ์หรือปัญหาที่ส่งเสริมการแก้ปัญหของนักเรียนได้ดี เป็นเพราะสถานการณ์หรือปัญหานั้นเอื้อต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา กล่าวคือ ไม่ได้เน้นทักษะการคิดคำนวณหรือถ้ามีทักษะการคิดคำนวณก็ต้องอาศัยภาพประกอบการแก้ปัญหา นักเรียนจึงสามารถแก้ปัญหได้สำเร็จซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ แวน (Van, 2006) พบว่าการนิยามขณะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก

6. ผู้วิจัยเปิด โอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหา จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถประเมินยุทธวิธีที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหของตนเองและเพื่อนได้ โดยยุทธวิธีที่นักเรียนเลือกใช้เป็นประจำ คือยุทธวิธีสร้างตาราง ยุทธวิธีแจกแจงอย่างเป็นระบบ ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ และยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลอง ซึ่งผู้วิจัยสังเกตว่านักเรียนใช้เวลาในการแก้ปัญหา น้อยเมื่อเลือกใช้ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ หรือยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลอง แต่ก็ยังมี ความผิดพลาดบางประการ แต่สำหรับยุทธวิธีสร้างตาราง หรือยุทธวิธีแจกแจงอย่างเป็นระบบ นักเรียนใช้เวลาแก้ปัญหามากกว่า แต่ไม่พบข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนที่เลือกใช้ยุทธวิธีสร้างตารางประกอบกับยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ หรือยุทธวิธีวาดรูปหรือสร้างแบบจำลอง สามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าใช้ยุทธวิธีเดียว

7. นักเรียนจะมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้นั้น ครูต้องเป็นแบบอย่างนักแก้ปัญหาที่ดีให้กับนักเรียน กล่าวคือ กล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็นบนพื้นฐานของเหตุผล ตรวจสอบคำตอบและหาแนวคิดใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาอยู่เสมอ ปรับเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้เป็นผู้เสนอแนะ และคอยช่วยเหลือ ปรับแนวคิดของนักเรียนให้ชัดเจนขึ้น โดยใช้คำถามกระตุ้นความคิดให้ถูกทาง

8. ผู้วิจัยสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้นั้น เป็นเพราะผู้วิจัยได้นำกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ในชั้นเรียนมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากรูปแบบการวิจัยมุ่งแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน สามารถสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานและนำผลมาใช้ในการปรับปรุงงานการสอน ให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน ด้วยความร่วมมือจากครู นักเรียน และเพื่อนร่วมงาน (สุวิมล ว่องวาณิช. 2553 : 21)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. ครูควรเลือกสถานการณ์ที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือ ไม่ควรนำสถานการณ์ที่ต้องอาศัยทักษะการคิดคำนวณมาใช้ในช่วงต้น ถ้าต้องการนำมาใช้ควรมีรูปภาพประกอบการแก้ปัญหา
2. ครูควรเลือกสถานการณ์ที่พัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันและสามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี
3. ครูควรเตรียมคำถามกระตุ้นความคิดไว้ให้เพียงพอกับกลุ่มนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. นำกิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาบูรณาการในกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนปกติ หรือชั่วโมงสอนเพิ่มเติม เช่น การสอนชุมนุม กิจกรรมเสริมนอกห้องเรียน
5. พัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ควรศึกษาการจัดกิจกรรมในรูปแบบนี้ในระดับชั้นอื่น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. นำรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน มาพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสื่อสารและนำเสนอ และความคิดสร้างสรรค์

2. ศึกษาประสิทธิภาพของยุทธวิธีต่าง ๆ ที่การนำมาแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น ยุทธวิธีการแจกแจงอย่างเป็นระบบ ยุทธวิธีการเดาและตรวจสอบ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
คุรุสภาลาดพร้าว.
- คงศักดิ์ ธาดาทอง. (2542). "การประยุกต์ใช้การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน," ในเอกสารประกอบการ
สัมมนาอาจารย์ที่เลี้ยงนักศึกษาฝึกสอน. ขอนแก่น : ภาควิชาการมัธยมศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จรงค์ โนชัย. (2543). การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอน
คณิตศาสตร์นักเรียนชาวเขาเผ่ามูเซอ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
(คณิตศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ณรงค์ อู่ยฟู. (2548). การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนเรื่อง ฟังก์ชัน
ตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นลินี ณ นคร. (2552). หลักการวัดและประเมินการคิด. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- บัญชา แสนทวี. (2545). การวิจัยในชั้นเรียน : จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). การวิจัยสำหรับครู. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุปผา อนันต์สุชาติกุล. (2549, พฤษภาคม). "การวิจัยเชิงปฏิบัติการ : วิจัยเพื่อการเรียนรู้วิธีวิจัยหรือเพื่อ
สร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้." วารสารการวัดผลและวิจัยการศึกษา. 21(1).
- ปฐมพร บุญถิติ. (2545). การสร้างแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม.
(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119
เทคนิค 프린ต์.
- ประไพ แดงไฟ. (2546). การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนวิชา
คณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
(คณิตศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปริญญา อุปลา. (2545). การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอน
คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- ปรีชา เนาว่าเย็นผล. (2538). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ค. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .
- ปิยะนาถ เหมวิเศษ. (2551). การสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .
- พ่องพรรณ ตรีชมมงคลกุล. (2543). การวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2543, สิงหาคม). "วิจัยในชั้นเรียน : ทักษะวิชาชีพครูยุคปฏิรูปการศึกษา (ตอนที่ 1)" สารปฏิรูป 41 : 47-51.
- ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537, มิถุนายน-กันยายน). "การวิจัยเชิงปฏิบัติการ," วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 11-18.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). "จะสอนคณิตศาสตร์อย่างไร," วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 30 : 15-22.
- รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์. (2545). ผลของการพัฒนาเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. กรุงเทพฯ : กุรุสภาลาดพร้าว.
- (2550). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์กุรุสภาลาดพร้าว.
- (2553). ผลการประเมิน PISA 2009. สืบค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2554, จาก <http://www3.ipst.ac.th/pisa/>

- สนฤดี ศรีสวัสดิ์. (2551). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้แบบไตรสิกขา เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .
- สมคิด พุกামী. (2539). การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน วิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา สำหรับนักเรียนชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมเดช บุญประจักษ์ (2550, กุมภาพันธ์-เมษายน). การแก้ปัญหา (Problem Solving). วารสารคณิตศาสตร์. 51, 562-564 : 71-73.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : ฟริกหวานกราฟฟิค.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุนิสา แก้วกระจ่าง. (2553). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2540, เมษายน-กันยายน). “การวิจัยเชิงปฏิบัติการ,” วารสารศึกษาศาสตร์. 2(2) : 136.
- สุภิญญา พิทักษ์ศักดิ์การ. (2540). การสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้แบบการแก้ปัญหของโพลยาในโรงเรียนปิ่นเกล้ารัชดาภิเษกวิทยา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2549). กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.
- สุวิมล ว่องวาณิช. (2553). การวิจัยปฏิบัติในชั้นเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนนท จันทรวงกูญ. (2545). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการสอน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .

- อภิเชษฐ สิริรัตน์. (2541). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ใน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อัมพร ม้าคอง. (2546). **คณิตศาสตร์ : การสอนและการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย.
- . (2553). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ**.
 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Anderson, K. B. & Pingry, R. E. (1973). **Problem Solving in Mathematics ; Its Theory and
 Practice**. Washington, D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Artzt, A. F. (1996). "Developing Problem-Solving Behaviours by Assessing Communication in
 Cooperative Learning Groups." **Communication in Mathematics, K-12.1996 Yearbook**.
 p.116-125. Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.
- Becker, J P. & Shimada, S. (1997). **The Open-Ended Approach : A New Proposal for Teaching
 Mathematics**. Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.
- Bell, F. H. (1978). **Teaching and Learning Mathematics in Secondary Schools**. Dubuque,
 Iowa : Wm.C. Brown.
- Branca, N. A. (1980). **Problem Solving in School Mathematics, Yearbook,pp.3-8**. Reston,
 Virginias : National Council of Teachers of Mathematics. Elementary School Mathematics.
- Bruckner, L. J. (1957). **Developing Mathematics Understanding in the Upper Grad**.
 Philadelphia : The John C Winston.
- Charles, R. L. & Letter, F. K. (1982). **Teaching Problem Solving What Why & How**. Dale
 Seymour Publications.
- Charles, S., et al. (1987). **How to Evaluate Progress in Problem Solving**. Reston, Virginia :
 National Council of Teachers of Mathematics.
- Cruikshank, D. E. & Sheffield, L. J. (2000). **Teaching and Learning Elementary and Middle
 School Mathematics**. United States of America : John Wiley & Sons.
- Davidson, N. (1990). "Small Group Cooperative Learning." **Teaching & Learning Mathematics in
 The 1990s. 1990 Yearbook**. p. 52-61. Reston, Virginia : National Council of Teachers of
 Mathematics.

- Holmes, E. E. (1995). **New Direction in Elementary School Mathematics Interactive Teaching and Learning**. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall, Inc.
- Holton, E. et al. (1999). "Mathematical Problem Solving in Support of the Curriculum?" **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**. 30(3) : 351-371.
- Johanning, I. D. (2000). "An Analysis of Writing and Postwriting Group Collaboration In Middle School Pre-Algebra." **School Science and Mathematics**. 100(3) : 151-160.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1989). "Cooperative Learning in Mathematics Education." **New Direction 1989 Yearbook**. p.234-245. Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.
- Krulik, S. & Reys, R. E. (1980). **Problem Solving in School Mathematics : National Council of Teacher of Mathematics 1980 Year Book**. Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.
- Kenedy, L. M. (1984). **Guiding Children's Learning of Mathematics**. 4th ed. Belmont, California : Wadsworth Publishing.
- Krulik, S. & Rudnick, J. A. (1987). **Problem Solving, A Handbook for Teachers**. 2nd ed. Boston : Allyn and Bacon, Inc.
- (1993). **Reasoning and Problem-Solving : A Handbook for Elementary School Teachers**. Boston : Allyn and Bacon.
- (1995). **The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Elementary School**. Massachusetts : Allyn & Bacon.
- Le Blance, J. F. (1977). "You Can Teach Problem Solving." **Arithmetic Teacher**. 25 : 17-25.
- Morgan, C. (1989). **Writing Mathematically : The Discourse of Investigation Studies in Mathematics, Education Series : 9**. London : Falmer Press.
- National Council of Teacher of Mathematics. (1989). **Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics**. Reston, Virginia : National Council of Teacher of Mathematics.
- Neyland, J. (1994). **Collaboration Team Work Mathematics Education : A Handbook for Teachers Volume 1**. Wellington : Wellington Colleges for Education.
- Polya, G. (1957). **How to Solve It**. New Jersey : Princeton University Press.

- Polya, G. (1980). "On Solving Mathematics Problems in High School." **Problem Solving in School Mathematics ; Yearbook**. Virginia : National Council of Teacher of Mathematics.
- (1985). **How To Solve It : A New Aspect of Mathematical Method**. Princeton, New Jersey : Princeton University Press.
- Putt, I. J. (1979) "An Exploratory Investigation of Two Methods of Instruction in Mathematics Problems Solving Ability at the Fifth Grade Level." **Dissertation Abstracts International** 39, 4 (March 1979) : 5382 – A.
- Reys, R. E., et al. (2004). **Helping Children Learn Mathematics**. 7th ed. New York : John Wiley & Sons.
- Rungfa Janjaruporn. (2005). **The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving**. Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University.
- Sternberg, R. J. (1999). "The Nature of Mathematics Reasoning." **Developing Mathematical Reasoning in Grade K-12. 1999 Yearbook**. p. 40-45. Reston, Virginia : National Council of Teacher of Mathematics.
- Thiessen, D., et al. (1989). **Elementary Mathematics Method**. New York : Macmillan Publishing.
- Troutman, A. P. & Lichtenberg, B. K. (1995). **Mathematics : A Good Beginning**. California : Brookscole Publishing Company.
- Van, G. D. (2006). "Spatial Visualization, Visual Imagery, and Mathematical Problem Solving of Students with Varying Abilities." **Dissertation Abstracts International**. 39(6) : 496.
- Williams, K. M. (2003). "Writing about the Problem-Solving Process to Improve Problem-Solving Performance." **Mathematics Teacher**. 96(3) : 185-187.
- Wilson, J. W., et al. (1993). "Mathematics Problem Solving." **Research Ideas for the Classroom, High School**. New York : Macmillan Publishing Company.

มหาวิทยาลัยสุโขทัย
Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กิจกรรม กลับบ้านกันเถอะ

เวลา 50 นาที

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาได้หลากหลาย

สาระการเรียนรู้

การคิดอย่างหลากหลาย เป็นทักษะพื้นฐานที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งต้องฝึกฝนจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูสนทนากับนักเรียน ในหัวข้อการเดินทางจากโรงเรียนเพื่อไปอบรมคณิตศาสตร์ที่กรุงเทพมหานครของครู โดยครูใช้คำถามกระตุ้น เช่น

(1) ครูสามารถเดินทางไปอบรมคณิตศาสตร์ที่กรุงเทพมหานคร โดยวิธีใดได้บ้าง

(2) ถ้าครูเลือกเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัว ครูควรใช้เส้นทางใด เพราะอะไร

จากการอภิปรายในส่วนนี้ ควรได้ข้อสรุปของการเลือกใช้เส้นทางที่ผ่านจังหวัดนครราชสีมา

2. ครูนำเสนอภาพ น้ำท่วมในจังหวัดนครราชสีมา ผ่านโปรเจกเตอร์ แล้วใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนหาเส้นทางการเดินทางใหม่ เช่น

(1) ถ้าน้ำท่วมจังหวัดนครราชสีมา ครูสามารถเลือกใช้เส้นทางใดได้บ้าง เพราะเหตุใด

ถ้านักเรียนไม่สามารถนำเสนอเส้นทางได้ ครูนำเสนอแผนที่ประเทศไทย เพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกเส้นทางได้อย่างเหมาะสม

3. ครูและนักเรียนหาข้อสรุปจากการอภิปรายการเลือกเส้นทางไปอบรมคณิตศาสตร์ที่กรุงเทพมหานครได้อย่างหลากหลายและสมเหตุสมผล

ชั้นสอน

4. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยจำนวน 10 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง 1 คน ปานกลาง 2-3 คน และต่ำ 1 คน เพื่อลดความสามารถกัน

5. ครูนำเสนอสถานการณ์ โดยแจกใบกิจกรรมที่ 1.1 กลับบ้านกันเถอะ และให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มระดมสมองเพื่อแก้ปัญหา ตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ตามขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผนและขั้นการตรวจสอบผล พร้อมกับบันทึกลงในใบกิจกรรม

ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมอง ครูเข้าไปให้คำแนะนำ เสนอประเด็นในการอภิปราย รวมถึงการแจกประเด็นคำถามให้กับนักเรียนบางกลุ่มเท่าที่จำเป็น เช่น

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- (1) ลองบอกซิว่าโจทย์ให้ทำอะไร
- (2) เงื่อนไขของสถานการณ์คืออะไร
- (3) ข้อมูลที่ได้มาเพียงพอในการแก้ปัญหาหรือไม่

ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- (1) นั่งバスเดินทางไปทางไหนได้บ้าง
- (2) นั่งバスเดินทางไปทางไหนไม่ได้บ้าง
- (3) ออกแบบการเดินทางอย่างไร
- (4) มีวิธีการอย่างไรจึงจะแสดงเส้นทางได้ชัดเจนและไม่ซ้ำกัน
- (5) ออกแบบการเดินทางอย่างนี้สับสนไหม แล้วมีแบบอื่นที่ดีกว่านี้หรือไม่

ขั้นดำเนินการตามแผน

- (1) ลงมือทำตามแผนแล้วได้ผลอย่างไร
- (2) เงื่อนไขของสถานการณ์คืออะไร
- (3) ไปทางอื่นอีกได้ไหม ไหนลองลากเส้นให้ครูดูหน่อย
- (4) ไปตามช่องนี้ได้ไหม เพราะอะไร
- (5) ได้คำตอบครบถ้วนตามแผนที่วางไว้หรือไม่

ขั้นการตรวจสอบผล

- (1) คำตอบมีอะไรบ้าง
- (2) คำตอบที่ได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่
- (3) มีวิธีอื่นในการหาคำตอบอีกหรือไม่ อย่างไร

6. ตัวแทนนักเรียนของแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบพร้อมแนวคิดของกลุ่มคนหน้าชั้นเรียนหรือครูเลือกกลุ่มที่มีแนวคิดที่แตกต่างกันออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นสรุป

7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปคำตอบพร้อมแนวคิดตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ครูช่วยสานต่อแนวความคิดให้ชัดเจนขึ้นและเป็นไปตามลำดับขั้นตอน เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

8. นักเรียนแต่ละคนปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลตามใบกิจกรรมที่ 1.2 ปัญหาเลขโดด 8 กับเครื่องหมาย + จากนั้นให้นำเสนอผลงานโดยคิดไว้ที่ป้ายนิเทศ สำหรับกิจกรรมในข้อนี้อาจ ให้นักเรียนปฏิบัติในชั้นเรียนในช่วงเวลาที่เหลือ หรือให้ทำเป็นการบ้านนอกเวลาเรียน

สื่อการเรียนรู้

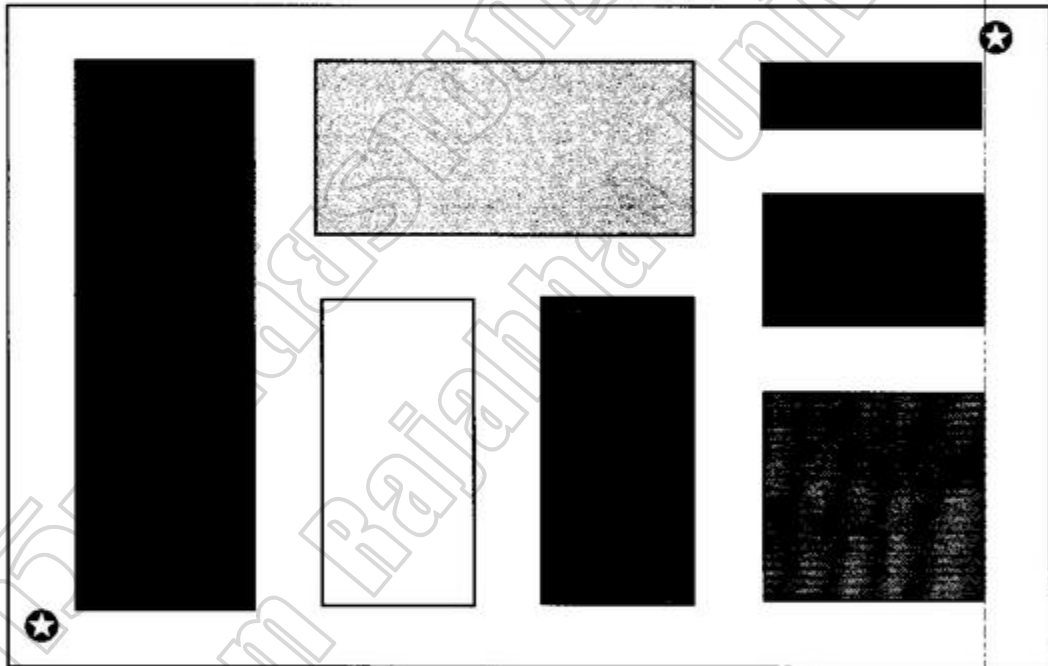
1. ภาพน้ำท่วมจังหวัดนครราชสีมา
2. แผนที่ประเทศไทย
3. ใบกิจกรรมที่ 1.1 กลับบ้านกันเถอะ
4. ใบกิจกรรมที่ 1.2 ปัญหาเลข โดด 8 กับเครื่องหมาย +

การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
การแก้ปัญหาได้หลากหลาย	ใบกิจกรรมที่ 1.1 ใบกิจกรรมที่ 1.2	นักเรียนทำได้ 70 %

ใบกิจกรรมที่ 1.1 กลับบ้านกันเถอะ

จากแผนที่ข้างล่าง น้องบาสสามารถเดินทางกลับบ้านได้แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี
ถ้าน้องบาสเดินในทิศตะวันออกหรือทิศเหนือเท่านั้น



ทิศ.....



ทิศตะวันออก

ทิศ.....

ที่ว่างสำหรับทด

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ชื่อ.....กลุ่ม.....ชั้น.....เลขที่.....

กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem)

โจทย์กำหนดอะไรให้

1. เงื่อนไขของกำหนดให้ โจทย์ต้องให้มาสเดินไปทาง.....หรือ.....

2. ภาพที่โจทย์กำหนดให้ เรียกว่า.....

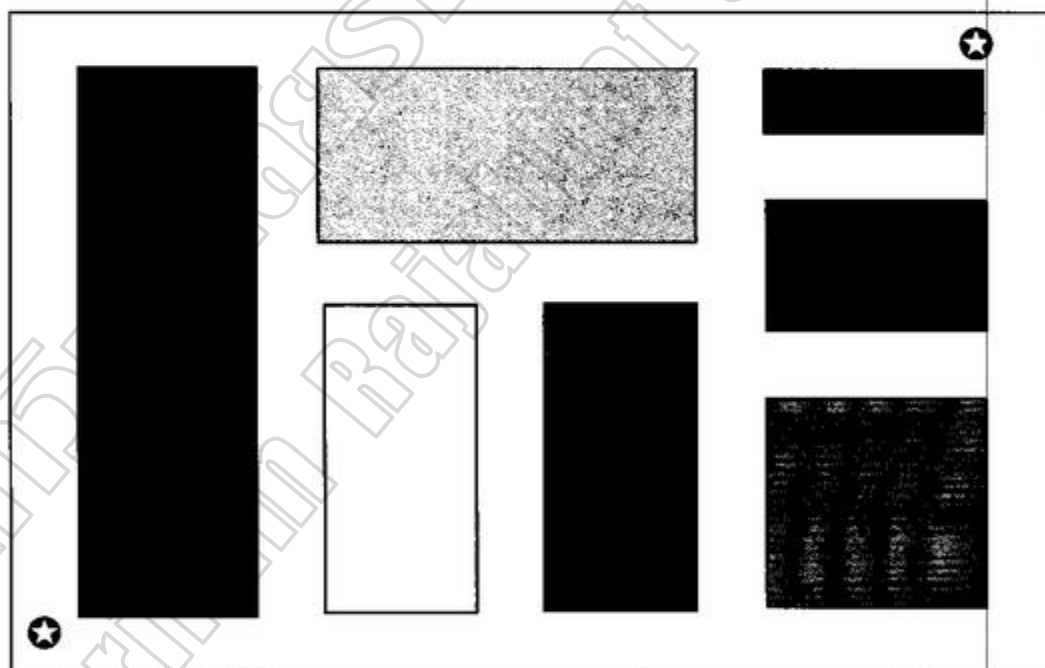
โจทย์ถามหาอะไร

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan)

1. วิธีที่เลือกในการแสดงเส้นทาง คือ.....

2. แบ่งช่องทางหลักได้.....ช่อง

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying Out the Plan)



คำตอบที่ได้แบ่งตามช่องทางหลัก.....ช่อง ดังนี้

ช่องทางที่ 1 เดินได้.....วิธี

ช่องทางที่.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

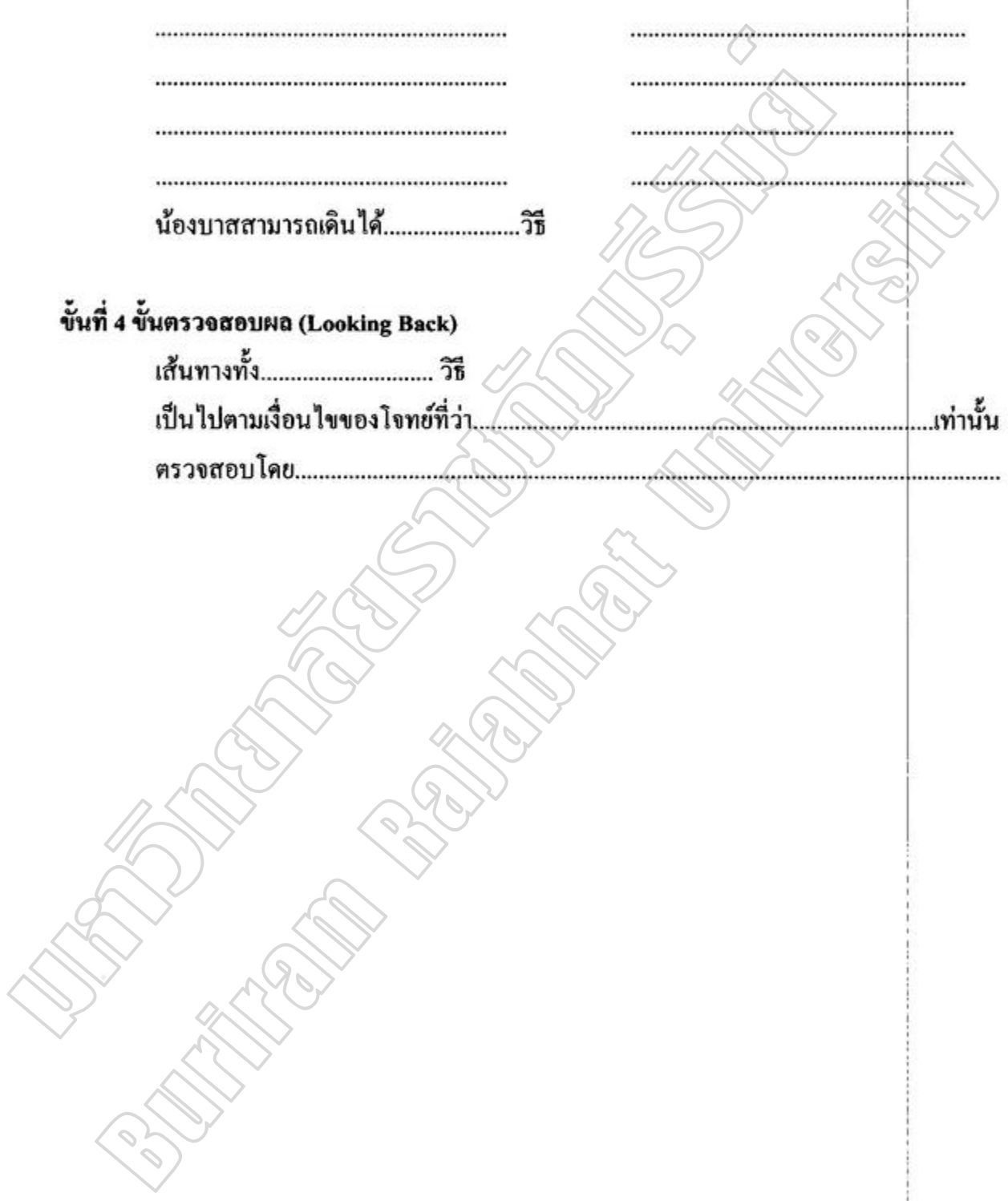
น้องบาสสามารถเดินได้.....วิธี

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (Looking Back)

เส้นทางทั้ง.....วิธี

เป็นไปตามเงื่อนไขของโจทย์ที่ว่า.....เท่านั้น

ตรวจสอบโดย.....



เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	2 คะแนน ตอบได้ถูกต้องและครบถ้วนทั้งสองประเด็นคือ โจทย์กำหนดอะไรให้ และ โจทย์ถามอะไร
	1 คะแนน ตอบได้ถูกต้องบางประเด็นหรือตอบถูกต้องทั้งสองประเด็นแต่ไม่ครบถ้วน
	0 คะแนน ตอบไม่ถูก หรือไม่ตอบ
ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา	3 คะแนน ออกแบบการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากการจัดกลุ่ม/ประเภทของคำตอบได้ครอบคลุมทั้งหมด
	2 คะแนน ออกแบบการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากการจัดกลุ่ม/ประเภทของคำตอบได้เป็นส่วนมาก
	1 คะแนน ออกแบบการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากการจัดกลุ่ม/ประเภทของคำตอบได้เป็นส่วนน้อย
	0 คะแนน ไม่สามารถออกแบบการแก้ปัญหาได้
ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน	3 คะแนน แสดงคำตอบได้ครบถ้วนตามกลุ่ม/ประเภทของคำตอบที่ระบุไว้ทั้งหมดที่เป็นไปได้
	2 คะแนน แสดงคำตอบได้เป็นส่วนมากตามกลุ่ม/ประเภทของคำตอบ
	1 คะแนน แสดงคำตอบได้เป็นส่วนน้อยตามกลุ่ม/ประเภทของคำตอบ
	0 คะแนน ไม่สามารถแสดงคำตอบได้
ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบผล	2 คะแนน ตรวจสอบคำตอบได้ครบถ้วนตามกลุ่ม/ประเภทของคำตอบที่ระบุไว้ทั้งหมดที่เป็นไปได้ให้สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการได้
	1 คะแนน ตรวจสอบคำตอบได้บางกลุ่ม/ประเภทของคำตอบให้สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการ
	0 คะแนน ไม่สามารถตรวจสอบคำตอบให้สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการได้

เอกสารแนวทางการตอบ สถานการณ์ กลับบ้านกันเถอะ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) (2 คะแนน)

โจทย์กำหนดอะไรให้

1. แผนที่การเดินทางกลับบ้าน
2. บาสต้องเดินทางในทิศตะวันออกหรือทิศเหนือเท่านั้น

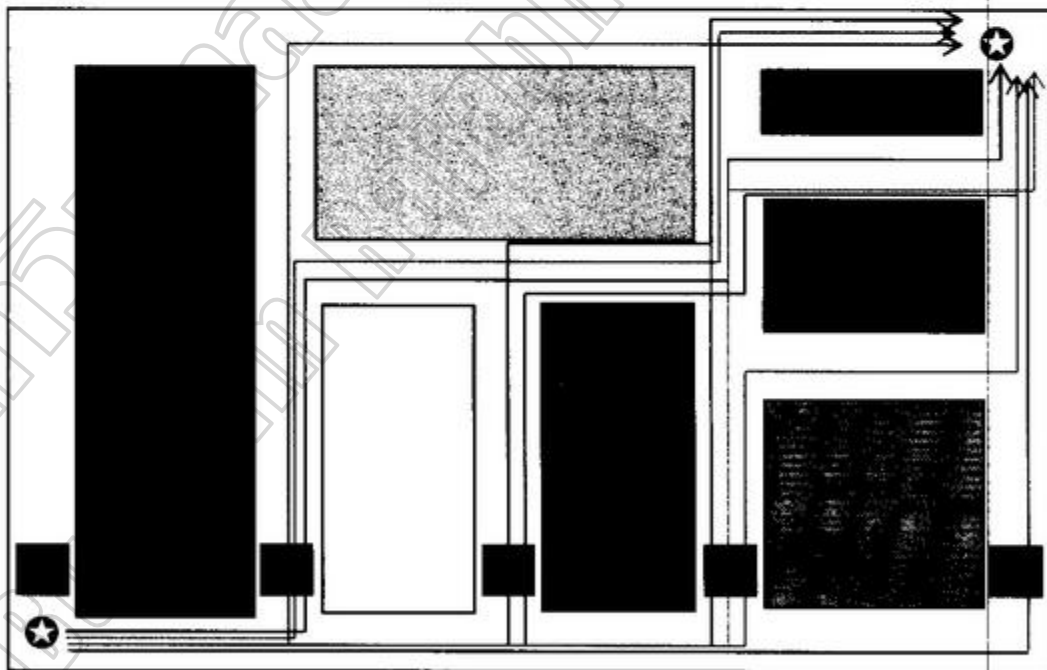
โจทย์ถามหาอะไร

บาสเดินทางกลับบ้านได้แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan) (3 คะแนน)

1. ใช้การวาดเส้นการเดินทาง
2. แบ่งเป็น 5 ช่องทางหลัก

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying Out the Plan) (3 คะแนน)



ช่องทางที่ 1 เดินได้ 1 วิธี

ช่องทางที่ 2 เดินได้ 3 วิธี

ช่องทางที่ 3 เดินได้ 2 วิธี

ช่องทางที่ 4 เดินได้ 3 วิธี

ช่องทางที่ 5 เดินได้ 1 วิธี

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (Looking Back) (2 คะแนน)

เส้นทางทั้ง 10 วิธี เป็นไปตามเงื่อนไขของโจทย์ที่ว่าจะต้องเดินทางในทิศตะวันออกหรือทิศเหนือเท่านั้น โดยพิจารณาทีละวิธีซึ่งแบ่งตาม 5 ช่องทาง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ใบกิจกรรมที่ 1.2 ปัญหาเลขโดด 8 กับเครื่องหมาย +

ในการแข่งขันตอบปัญหารายการทีวี Kids Discovery

พิธีกร...ได้อธิบายให้ผู้แข่งขันซึ่งเป็นเด็กทราบถึงวิธีการเขียน จำนวนที่มีแค่
เลขโดด 8 กับเครื่องหมาย + ให้ผลบวกของจำนวนเหล่านั้นเป็น 1000

$$\text{เช่น } 8 + 8 + 8 + \dots + 8 + 8 = 1000$$

$$88 + 8 + 8 + \dots + 8 + 8 = 1000$$

$$888 + 88 + 8 + \dots + 8 = 1000$$

แล้วให้ผู้แข่งขัน หาวิธีการที่แตกต่างกันให้ได้มากที่สุด

ที่ว่างสำหรับทด

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem)

โจทย์กำหนดอะไรให้

.....

โจทย์ถามหาอะไร

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan)

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying Out the Plan)

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (Looking Back)

.....

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถานการณ์ที่ 4 ก่ายเด็ก

หน่วยบริการชุมชนพัฒนาบุรี จัดค่ายเด็กเป็นเวลา 5 วัน มีเด็กจำนวน 46 คน
สมัครเข้าค่าย (เด็กหญิง 26 คน และเด็กชาย 20 คน) และมีผู้ใหญ่ 8 คน (ผู้หญิง 4 คน
และผู้ชาย 4 คน) อาสาสมัครจะมาช่วยดูแล และจัดกิจกรรมค่าย

ตาราง 1 : ผู้ใหญ่

นางมาลี
นางกรองทอง
นางสาวเกษรา
นางสาวเครือวัลย์
นายเสวต
นายเนตร
นายวินัย
นายปิติ

ตาราง 2 : หอพัก

ชื่อ	จำนวนเตียง
แดง	12
น้ำเงิน	8
เขียว	8
ม่วง	8
ส้ม	8
แดง	6
ขาว	6

กฎของหอพัก :

1. เด็กหญิงและเด็กชายต้องแยกหอพัก
2. ในแต่ละหอต้องมีผู้ใหญ่พักอย่างน้อย 1 คน
3. ผู้ใหญ่ที่พักในหอต้องเป็นเพศเดียวกับเด็ก

ให้จัดสมาชิกค่ายเข้าหอพัก ตามกฎทุกข้อที่กำหนดไว้

ที่ว่างสำหรับทด

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

วงจรถัดนี้.....แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....น.

ผู้วิจัย นางฉัฐพร นวนสาย

สังเกตนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 กลุ่ม.....

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนกระสังพิทยาคม อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์

คำชี้แจง แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชุดนี้ใช้สำหรับบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนขณะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้บันทึก เพื่อเป็นข้อมูลในการสะท้อนผลการปฏิบัติ เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติ

ประเด็นในการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขณะแก้ปัญหา

พฤติกรรมการแก้ปัญหา	มี	ไม่มี
1. ใช้เวลาอ่านเพื่อทำความเข้าใจโจทย์		
2. ร่องรอยการขีดเขียนเพื่อทำความเข้าใจโจทย์		
3. วางแผนอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ		
4. แลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อน		
5. แสดงการค้นหาคำตอบ		
6. มีความพยายามในการแก้ปัญหา ค้นหาคำตอบ		
7. อธิบายหรือวิเคราะห์คำตอบได้		
8. แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาแบบอื่น		

บันทึก.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน

วงจรถูกที่.....แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....น.

ผู้วิจัย นางฉัฐพร นวนสาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนกระสังพิทยาคม อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์

คำชี้แจง แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ที่เกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนของครูและพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน โดยผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้บันทึกข้อมูลจากการสังเกต เพื่อเป็นข้อมูลในการสะท้อนผลการปฏิบัติ เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้อันแต่ละวงจรปฏิบัติ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมที่เกิดขึ้น

ข้อมูลด้านการเรียนการสอน

หัวข้อ	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน				
ครู				
1.1 ใช้เทคนิคเร้าความสนใจ				
1.2 การเชื่อมโยงเพื่อนำไปสู่ขั้นสอน				
นักเรียน				
1.1 ความพร้อมของนักเรียน				
1.2 การแสดงความคิดเห็น				
2. ขั้นสอน				
(1) กิจกรรมกลุ่ม				
ครู				
2.1 การอธิบายตัวอย่างได้ชัดเจน				
2.2 ใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการแก้ปัญหา				
2.3 การใช้สื่อประกอบการเรียนการสอน				
2.4 การให้คำแนะนำที่เหมาะสม				
2.5 การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า				

หัวข้อ	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
นักเรียน				
2.1 ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม				
2.2 นักเรียนกล้าซักถามเมื่อเกิดปัญหา				
2.3 มีความมุ่งมั่นในการแก้ปัญหา				
2.4 การยอมรับฟังความคิดเห็นของสมาชิก				
2.5 การนำเสนอผลงานกลุ่ม				
(2) กิจกรรมเดี่ยว (ถ้ามี)				
ครู				
2.1 การใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้เกิดการแก้ปัญหา				
2.2 การให้คำแนะนำที่เหมาะสม				
2.3 การใช้สื่อประกอบการเรียนการสอน				
นักเรียน				
2.1 มุ่งมั่นในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง				
2.2 นักเรียนกล้าซักถามเมื่อเกิดปัญหา				
2.3 การนำเสนอแนวคิดของตนเอง				
2.4 การเชื่อมโยงความรู้จากตัวอย่างหรือกิจกรรมกลุ่มมาเป็นแนวทาง				
3. ขั้นสรุป				
ครู				
3.1 เปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมสรุปกิจกรรม				
3.2 การตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน				
3.3 การสรุปกิจกรรมได้ถูกต้อง				
นักเรียน				
3.1 นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุปกิจกรรม				
3.2 การตอบคำถามได้ถูกต้อง				

ข้อมูลด้านอื่นๆ**1. บรรยายภาคในการเรียน**

.....

.....

2. พฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียน

.....

.....

3. บุคลิกภาพของครู

.....

.....

4. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....

ผู้สังเกต

(นางสุรีย์ จันทรรตนา)

แบบบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 วงจรที่.....แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....น.

ผู้วิจัย นางฉัฐพร นวนสาย

ผู้ให้สัมภาษณ์เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 กลุ่มที่.....
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนกระสังพิทยาคม อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์

คำชี้แจง การสัมภาษณ์ในครั้งนี้เป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อให้นักเรียนได้แสดง
 ความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านมาในแต่ละวงจรปฏิบัติ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์ เพื่อเป็น
 ข้อมูลในการสะท้อนผลการปฏิบัติ เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติ

กรอบคำถามในการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นำมาฝึกทักษะการ
 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

.....

สถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

.....

สถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

.....

2. นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยาได้หรือไม่ อย่างไร
 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา.....

ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา.....

ขั้นดำเนินการตามแผน.....

ขั้นตรวจสอบผล.....

3. การปฏิบัติกิจกรรมเดี่ยวและกิจกรรมกลุ่มประสบผลสำเร็จหรือไม่ อย่างไร
 กิจกรรมเดี่ยว.....

กิจกรรมกลุ่ม.....

4. นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อวิธีการสอน โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยา

2.2 กิจกรรมเดี่ยว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นสรุป

.....

.....

ข้อมูลด้านอื่นๆ

1. บรรยากาศในการเรียน

.....

.....

.....

2. พฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียน

.....

.....

.....

3. บุคลิกภาพของครู

.....

.....

.....

4. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(.....)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 เลขที่.....

ภาคผนวก ค

ระดับคะแนนของการทดสอบ

มหาวิทยาลัยสุโขทัย
Buriram Rajabhat University

ตารางผนวก 1 คะแนนวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน (40)	หลังเรียน (40)	ผลต่าง	ร้อยละของผลต่าง
1	14	34	20	50
2	10	30	20	50
3	12	30	18	45
4	8	26	18	45
5	10	28	18	45
6	8	28	20	50
7	8	28	20	50
8	12	26	14	35
9	12	32	20	50
10	12	32	20	50
11	12	28	16	40
12	13	24	11	27.5
13	10	26	16	40
14	15	30	15	37.5
15	8	26	18	45
16	12	28	16	40
17	9	28	19	47.5
18	10	28	18	45
19	12	28	16	40
20	11	28	17	42.5
21	11	28	17	42.5
22	11	30	19	47.5
23	10	28	18	45
24	11	28	17	42.5
25	12	30	18	45
26	8	28	20	50
27	9	32	23	57.5
28	12	28	16	40

ตารางผนวก 1 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	ร้อยละของผลต่าง
29	12	30	18	45
30	16	32	16	40
31	15	32	17	42.5
32	11	32	21	52.5
33	12	32	20	50
34	12	32	20	50
35	11	32	21	52.5
36	10	30	20	50
37	10	32	22	55
38	10	30	20	50
39	10	32	22	55
40	11	34	23	57.5
41	12	38	26	65
42	12	36	24	60
43	11	38	27	67.5
44	12	34	22	55
45	12	38	26	65
46	13	32	19	47.5
47	14	38	24	60
48	15	34	19	47.5
49	11	30	19	47.5
รวม	554	1498	944	2360
เฉลี่ย	11.31	30.57	19.27	48.16
S.D.	1.90	3.33	3.10	7.74
ร้อยละ	28.27	76.43	48.16	

ตารางผนวก 2 คะแนนการประเมินระหว่างเรียนที่ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เลขที่	คะแนนการประเมินระหว่างเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่และคะแนนทดสอบย่อยท้ายวงจร															ร้อยละ	
	1	2	3	สอบ	4	5	6	สอบ	7	8	9	สอบ	10	11	12		สอบ
1	15	12	13	20	17	20	16	20	19	20	18	19	17	19	17	19	87.81
2	15	12	13	20	17	20	16	20	19	20	18	19	14	17	15	18	85.31
3	15	12	13	20	17	20	16	20	19	20	18	19	15	15	15	16	84.38
4	15	12	13	20	17	20	16	20	19	20	18	19	12	15	13	18	83.44
5	15	12	13	20	17	20	16	20	19	20	18	16	15	15	14	15	82.81
6	16	12	12	15	18	15	17	17	17	16	18	16	15	15	14	17	78.13
7	16	12	12	15	18	15	17	17	17	16	18	16	12	15	14	17	77.19
8	16	12	12	15	18	15	17	17	17	16	18	16	13	15	13	19	77.81
9	16	12	12	15	18	15	17	17	17	16	18	16	13	15	16	17	78.13
10	16	12	12	15	18	15	17	17	17	16	18	16	14	14	16	14	77.19
11	16	15	11	15	18	15	17	15	16	18	16	19	15	12	14	17	77.81
12	16	15	11	15	18	15	17	15	16	18	16	19	13	12	12	16	76.25
13	16	15	11	15	18	15	17	15	16	18	16	19	14	12	13	16	76.88
14	16	15	11	15	18	15	17	15	16	18	16	19	12	12	15	15	76.56
15	16	15	11	15	18	15	17	15	16	18	16	19	12	12	13	18	76.88
16	15	10	15	15	19	20	16	18	17	15	15	12	15	15	14	16	77.19
17	15	10	15	15	19	20	16	18	17	15	15	12	14	13	14	17	76.56
18	15	10	15	15	19	20	16	18	17	15	15	12	10	16	14	16	75.94
19	15	10	15	15	19	20	16	18	17	15	15	12	15	15	14	19	78.13
20	15	10	15	15	19	20	16	18	17	15	15	12	14	14	14	17	76.88
21	15	10	15	16	20	16	16	18	16	15	17	12	13	12	14	16	75.31
22	15	10	15	16	20	16	16	18	16	15	17	12	12	12	15	19	76.25
23	15	10	15	16	20	16	16	18	16	15	17	12	12	14	14	16	75.63
24	15	10	15	16	20	16	16	18	16	15	17	12	14	14	14	16	76.25
25	15	10	15	16	20	16	16	18	16	15	17	12	12	17	15	16	76.88
26	16	10	13	14	20	16	16	18	20	15	17	15	12	16	14	16	77.50
27	16	10	13	14	20	16	16	18	20	15	17	15	13	15	16	15	77.81
28	16	10	13	14	20	16	16	18	20	15	17	15	12	12	14	16	76.25
29	16	10	13	14	20	16	16	18	20	15	17	15	12	13	15	16	76.88
30	16	10	13	14	20	16	16	18	20	15	20	15	13	15	16	16	79.06
31	16	10	13	20	18	15	16	16	18	17	20	19	13	15	16	17	80.94
32	16	10	13	20	18	15	16	16	18	17	20	19	13	14	16	15	80.00
33	16	10	13	20	18	15	16	16	18	17	20	19	13	15	16	15	80.31
34	16	10	13	20	18	15	16	16	18	17	20	19	16	15	16	15	81.25
35	16	10	13	20	18	15	16	16	18	17	15	19	15	15	16	15	79.38
36	16	15	13	18	18	18	16	16	17	20	15	15	13	14	15	15	79.38
37	16	15	13	18	18	18	16	16	17	20	15	15	13	15	16	14	79.69

ตารางผนวก 2 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนการประเมินระหว่างเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่และคะแนนทดสอบย่อยท้ายวงจร																ร้อยละ
	1	2	3	สอบ	4	5	6	สอบ	7	8	9	สอบ	10	11	12	สอบ	
38	16	15	13	18	18	18	16	16	17	20	15	15	14	15	15	14	79.69
39	16	15	13	18	18	18	16	16	17	20	15	15	14	13	16	14	79.38
40	16	15	13	18	18	18	16	16	17	20	16	15	12	14	17	14	79.69
41	16	15	12	15	17	20	18	18	17	17	16	18	14	15	19	13	81.25
42	16	15	12	15	17	20	18	18	17	17	16	18	13	15	18	14	80.94
43	16	15	12	15	17	20	18	18	17	17	16	18	13	16	19	13	81.25
44	16	15	12	15	17	20	18	18	17	17	16	18	13	16	17	13	80.63
45	15	12	12	16	18	15	16	18	17	17	16	15	13	15	19	13	77.19
46	15	12	12	16	18	15	16	16	17	17	16	15	14	15	16	15	76.56
47	15	12	12	16	18	15	16	16	17	17	16	15	12	15	19	15	76.88
48	15	12	12	16	18	15	16	16	17	17	16	15	14	16	17	13	76.56
49	15	12	12	16	18	15	16	16	17	17	16	15	12	17	15	15	76.25
\bar{x}	15.59	12.04	12.92	16.43	18.33	16.94	16.37	17.22	17.41	17.00	16.80	15.90	13.33	14.55	15.29	15.73	
s.d.	0.49	2.05	1.23	2.07	1.00	2.12	0.63	1.40	1.21	1.81	1.48	2.54	1.28	1.53	1.67	1.64	
ร้อยละ	78.00	60.20	64.60	82.10	91.60	84.70	81.80	86.10	87.00	85.00	84.00	79.50	66.60	72.80	76.40	78.70	

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก ง

คุณภาพเครื่องมือ

แบบประเมินความสอดคล้องของ
แผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง : โปรดพิจารณา ประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้ ความเหมาะสมของเวลาในการเรียนรู้ และแบบทดสอบท้ายวงจร โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบประเมินในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน กำหนดให้

+1 หมายถึง สอดคล้อง
0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ค่า IOC	แปลผล
	+1	0	-1		
<p>ด้านจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น 2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ 3. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ 4. สอดคล้องกับเนื้อหา 					
<p>ด้านเนื้อหา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เนื้อหาถูกต้องเหมาะสม 2. เนื้อหามีความต่อเนื่องเป็นลำดับขั้นตอน 3. เนื้อหาเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ 4. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน 					
<p>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จัดลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม 2. มีความยากง่ายเหมาะกับระดับของผู้เรียน 3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4. กระตุ้นให้นักเรียนสามารถแสดงพฤติกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5. เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด 					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ค่า IOC	แปลผล
	+1	0	-1		
6. มีการวัดผลประเมินผลได้อย่างเหมาะสม					
ด้านสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 2. สอดคล้องกับเนื้อหา 3. มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน 4. ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่กำกวม 5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

.....

แบบประเมินความสอดคล้องของ
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง : โปรดพิจารณา ประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสถานการณ์หรือปัญหา ข้อคำถาม และเกณฑ์การประเมินที่ต้องการวัด และความถูกต้องของเกณฑ์การให้คะแนน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบประเมินในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน กำหนดให้

+1 หมายถึง สอดคล้อง
0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

สถานการณ์หรือปัญหาที่	ระดับความคิดเห็น			ค่า IOC	แปลผล
	+1	0	-1		
1					
2					
3					
4					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

...../...../.....

ตารางผนวก 3 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	คะแนนรวม	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
1	5	1.00	ใช้ได้
2	5	1.00	ใช้ได้
3	5	1.00	ใช้ได้
4	5	1.00	ใช้ได้
5	5	1.00	ใช้ได้
6	5	1.00	ใช้ได้
7	5	1.00	ใช้ได้
8	5	1.00	ใช้ได้
9	5	1.00	ใช้ได้
10	5	1.00	ใช้ได้
11	5	1.00	ใช้ได้
12	5	1.00	ใช้ได้

ตารางผนวก 4 ค่าบรรณวิธานของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

สถานการณ์ หรือปัญหาที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน รวม	ค่า IOC	ผลการ พิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางผนวก 5 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สถานการณ์หรือปัญหาที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.50	0.99
2	0.50	0.99
3	0.48	0.96
4	0.47	0.94

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คำนวณโดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) เท่ากับ 0.94

ภาคผนวก จ

หนังสือขอความอนุเคราะห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University



ที่ ศธ ๐๕๔๕.๑๑/ ๖๗๕๗

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถ.จระ ต.ในเมือง อ.เมืองบุรีรัมย์
จ.บุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๔ ตุลาคม ๒๕๕๓

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดวงใจ ลิ้มอำไพ

ด้วย นางฉัฐพร นวนสาย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภันธา วีรกุลเทวีชัย เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือในการทำการวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการ ในขั้นต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเทียบ ละอองทอง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานเลขานุการบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑, ๐ ๔๔๖๐ ๑๖๑๖ คํ ๓๘๐๖

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘



ที่ ศร ๐๕๔๕.๑๑/ ๖๓๕๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถ.จระ ต.ในเมือง อ.เมืองบุรีรัมย์
จ.บุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๔ ตุลาคม ๒๕๕๓

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คร.กระพัน ศรีงาน

ด้วย นางฉัฐพร นวนสาย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา วีรกุลเทวีอยู่ เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อให้ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการ ในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเทียบ ตะอองทอง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานเลขานุการบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑, ๐ ๔๔๖๐ ๑๖๑๖ ตั๋ว ๓๘๐๖

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘



ที่ ศธ ๐๕๔๕.๑๑/ ๖๓๕๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถ.จระ ค.ในเมือง อ.เมืองบุรีรัมย์
จ.บุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๔ ตุลาคม ๒๕๕๓

เรื่อง ขอกความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์โกวิท วัชรินทรางกูร

ด้วย นางฉัฐพร นวนสาย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภันธา วีรกุลเทวัญ เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอกความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือในการทำการวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการ ในขั้นต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภันธา วีรกุลเทวัญ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานเลขานุการบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑, ๐ ๔๔๖๐ ๑๖๑๖ คย ๓๘๐๖

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘



ที่ ศร ๐๕๔๕.๑๑/ ๖๗๕๗

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถ.จระ ค.ในเมือง อ.เมืองบุรีรัมย์
จ.บุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๔ ตุลาคม ๒๕๕๓

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณรุ่งอรุณ โคหนึ่ง

ด้วย นางฉัฐพร นวนสาย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภันธา วีรกุลเทวัญ เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือในการทำการศึกษาวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อให้ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการ ในขั้นต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเทียบ ละอองทอง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานเลขานุการบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑, ๐ ๔๔๖๐ ๑๖๑๖ คห ๓๘๐๖

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘



ที่ ศร ๐๕๔๕.๑๑/๖๗๕๗

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถ.จระ ค.ในเมือง อ.เมืองบุรีรัมย์
จ.บุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๔ ตุลาคม ๒๕๕๓

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณกรรมธิการ เรื่องเกษม

ด้วย นางฉัฐพร นวนสาย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา วีรกุลเทวัญ เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือในการทำการวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อให้ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการ ในขั้นต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเทีชบ ละอองทอง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานเลขานุการบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑, ๐ ๔๔๖๐ ๑๖๑๖ ต่อ ๓๘๐๖

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘



ที่ ศธ ๐๕๔๕.๑๑/ ๒๕๕๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถ.จระ ค.ในเมือง อ.เมืองบุรีรัมย์
จ.บุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๖ ตุลาคม ๒๕๕๓

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือในการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกระสังพิทยาคม

ด้วย นางฉัฐพร นวนตยา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภันtha วิจารณ์เทวีญ เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ในการทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัยที่จะใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือในการวิจัย

ดังนั้นจึงขออนุญาตให้ นางฉัฐพร นวนตยา ใช้เครื่องมือในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับ กำหนดการทำงานผู้ทำการวิจัยจะประสานในรายละเอียดอีกครั้ง มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภันtha วิจารณ์เทวีญ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑, ๐ ๔๔๖๐ ๑๖๑๖ คห ๓๘๐๖

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางฉัฐพร นวนสาย
วัน เดือน ปี เกิด	8 มีนาคม 2521
สถานที่เกิด	อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	461/11 หมู่ 9 ตำบลกระสัง อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ 31160
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู อันดับ ค.ศ.2
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนกระสังพิทยาคม อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2533 ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านกระสัง ตำบลกระสัง อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2536 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2539 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ พ.ศ. 2543 ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ พ.ศ. 2554 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาหลักสูตรและ การสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์