

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
เรื่อง เวลา โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง จังหวัดลำปาง



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2564

Developing Mathematics Problem Solving and Mathematics
Communication Ability by Using Open Approach in the topic of Time
for Grade 3 students at Chumchon Ban Thung School
Lampang Province

Mr. Paphon Tangprasroet



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

School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University

2021

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง จังหวัดลำปาง

ชื่อและนามสกุล นายปภณ ตั้งประเสริฐ

แขนงวิชา หลักสูตรและการสอน

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรรัตน์ อารีรักษ์สกุล ก้องโลก
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินิจ เทือกทอง

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2565

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์




ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้องตา สมใจเพ็ง)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรรัตน์ อารีรักษ์สกุล ก้องโลก)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินิจ เทือกทอง)



ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศีราราม)

ศษ.ดร.

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง จังหวัดลำปาง

ผู้วิจัย นายปภณ ตั้งประเสริฐ รหัสนักศึกษา 2612101226 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรรัตน์ อารีรักษ์สกุล ก้องโลก (2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินิจ เทือกทอง

ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด และ (2) พัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด

กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง จังหวัดลำปาง จำนวน 26 คน จัดห้องเรียนแบบเรียนรวม มีนักเรียนคละความสามารถจำนวน 19 คน และนักเรียนที่มีภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 7 คน ดำเนินการวิจัยจำนวน 3 วงจร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย (1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด เรื่อง เวลา (2) แบบบันทึกการถอดโปรโตคอล ในชั้นเรียน (3) แบบประเมินผลงานนักเรียน (4) แบบบันทึกการสังเกตชั้นเรียน (5) แบบบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (6) แบบทดสอบย่อยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (7) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (8) แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์เนื้อหา ตีความหมาย และลงข้อสรุป โดยนำเสนอในรูปแบบความเรียง

ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด (1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งชั้นเรียนสูงขึ้นทันทีหลังการปฏิบัติในวงจรที่สอง และลดลงเพียงเล็กน้อยในวงจรถัดมา อย่างไรก็ตาม คะแนนเฉลี่ยมีค่ามากกว่าร้อยละ 70 ในทุกวงจร และภายหลังสิ้นสุดการปฏิบัติการ (74.23, 81.35, 79.04 และ 70.77 ตามลำดับ) หากพิจารณาเฉพาะนักเรียนปกติ โดยไม่รวมนักเรียนที่มีภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 90 ในทุกวงจร และมากกว่าร้อยละ 80 ภายหลังสิ้นสุดการปฏิบัติการ (91.32, 90.79 และ 90.53 และ 86.32 ตามลำดับ) และ (2) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งชั้นเรียนเพิ่มขึ้นจากระดับพอใช้ เป็นระดับดี และดีมาก ตามลำดับ โดยในวงจรที่หนึ่ง นักเรียนร้อยละ 26.92 มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ และนักเรียนร้อยละ 73.08 มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ในวงจรที่สอง นักเรียนร้อยละ 11.54 มีความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ และร้อยละ 88.46 มีความสามารถอยู่ในระดับดี ในวงจรที่สาม ไม่มีนักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารอยู่ในระดับพอใช้ นักเรียนร้อยละ 19.23 มีความสามารถอยู่ในระดับดี และร้อยละ 80.77 มีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก และท้ายการปฏิบัติการนักเรียนร้อยละ 80.77 มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดีขึ้นไป และนักเรียนที่มีภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้มีพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นจากระดับพอใช้ เป็นระดับดี และดีมาก เช่นเดียวกัน

คำสำคัญ วิธีการสอนแบบเปิด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ประถมศึกษา

Thesis title: Developing Mathematics Problem Solving and Mathematics Communication Ability by Using Open Approach in the topic of Time for Grade 3 students at Chumchon Ban Thung School Lampang Provinc

Researcher: Mr. Paphon Tangprasroet; **ID:** 2612101226;

Degree: Master of Education (Curriculum and Insruction);

Thesis advisors: (1) Dr. Sureerat Areeraksakul Konglok, Assistant Professor;
(2) Dr. Vinit Thueakthong, Assistant Professor; **Academic year:** 2021

Abstract

The purposes of this action research were to (1) develop the mathematics problem solving abilities of students by using the Open Approach learning activities in the topic of Time and (2) develop the mathematical communication abilities of every student by using the Open Approach learning activities in the topic of Time.

The target group was 26 Grade 3 students of Chumchon Ban Thung School, inclusive education class; 19 students were normal students and 7 students were identified as having a learning disability (LD). The research was conducted in 3 cycles. The research instruments consisted of (1) learning management plans by using Open Approach in the topic of Time (2) the protocol analysis recording forms in the classroom (3) the performance assessment forms (4) the mathematics classroom observation forms (5) the recording form after using learning activities plan (6) the mathematics problem-solving ability quizzes (7) the mathematics problem-solving ability tests, and (8) the mathematics communication ability test. The data were analyzed by using mean, standard deviation, content analysis, interpretation, and conclusion presenting in essay form.

The results after using the Open Approach showed that (1) the mathematics problem solving abilities of students in the whole class were higher immediately after practicing in the second cycle. However, the average score was greater than 70 percent in all cycles and after the end of the operation at 74.23, 81.35, 79.04 and 70.77 respectively. Nevertheless, the mathematics problem solving abilities of students with learning disability were more than 90% in all cycles and more than 80% after the end of the operation at 91.32, 90.79 and 90.53 and 86.32 respectively; and (2) the mathematical communication abilities of students increased from fair level to good and very good level respectively. In the first cycle 26.92% of the students had a fair level of the mathematical communication abilities, and 73.08% of students had good mathematical communication abilities. In the second cycle, 11.54% of students had a fair level and 88.46% of students had a good level. In the third cycle, there were no students fair level, 19.23% of students had a good level of abilities and 80.77% of students had a very good level of ability. And at the end of the operation, 80.77% of students had a good level or higher in the mathematical communication abilities. Furthermore, students with learning disability also improved their mathematical communication abilities from fair level to good and very good.

Keywords: Open Approach, Mathematics Problem Solving,
Mathematics Communication, Elementary school

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรรัตน์ อารีรักษ์สกุล ก้องโลก และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินิจ เทือกทอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ท่านได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ กำกับ ติดตาม ตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยของผู้วิจัย ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการวิจัย อันเป็นผลทำให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยได้เสร็จสมบูรณ์ บรรลุล่วงวัตถุประสงค์ของการวิจัยทุกประการ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมคาย พันธุ์เพ็ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัชณี คระระวาด และ ดร.วาสนา บุญมาก ที่ท่านได้สละเวลาในการช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และตรวจคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

ขอขอบพระคุณทีมผู้ช่วยวิจัย ได้แก่ คณะครู โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง และนักศึกษา ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ทุกคน ตลอดจนขอชื่นชมนักเรียนที่ผู้วิจัยทำการศึกษา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เด็กๆ จะสามารถพัฒนาตนเองให้มีศักยภาพที่สูงขึ้นบนพื้นฐานของความแตกต่างระหว่างบุคคลให้จงได้

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ กำลังใจจากครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและเสริมพลังทางบวกแก่ผู้วิจัยจนบรรลุล่วงวัตถุประสงค์

ปภณ ตั้งประเสริฐ

สิงหาคม 2565

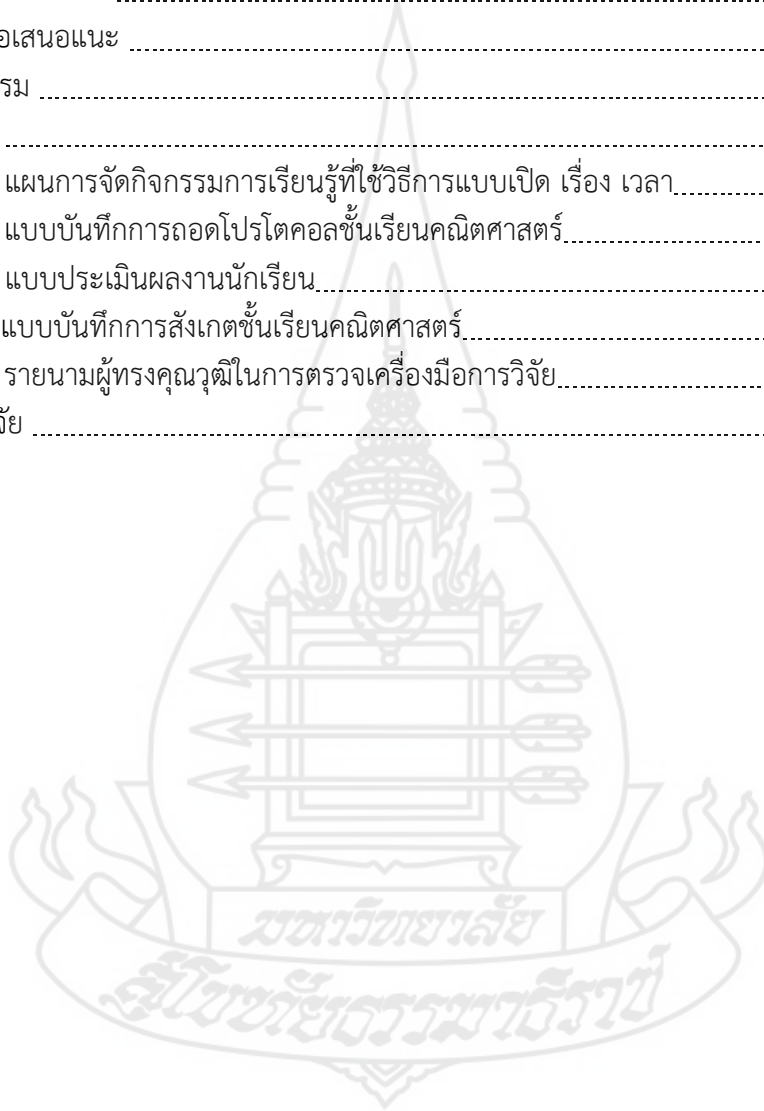


สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	3
กรอบแนวคิดการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	6
วิธีการสอนแบบเปิด (Open Approach)	7
ความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem Solving)	15
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Communication)	20
การวิจัยปฏิบัติการ (Action Research)	24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	30
รูปแบบการวิจัย	30
กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา	32
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	33
การเก็บรวบรวมข้อมูล	41
การวิเคราะห์ข้อมูล	42
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	43
ผลการปฏิบัติการในวงจรที่ 1	43
ผลการปฏิบัติการในวงจรที่ 2	56
ผลการปฏิบัติการในวงจรที่ 3	65
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	71
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	72

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	76
สรุปการวิจัย	76
อภิปรายผล	77
ข้อเสนอแนะ	79
บรรณานุกรม	80
ภาคผนวก	85
ก แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง เวลา.....	86
ข แบบบันทึกการถอดโปรโตคอลชั้นเรียนคณิตศาสตร์.....	102
ค แบบประเมินผลงานนักเรียน.....	105
ง แบบบันทึกการสังเกตชั้นเรียนคณิตศาสตร์.....	108
จ รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือการวิจัย.....	111
ประวัติผู้วิจัย	116



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	เกณฑ์การให้คะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบรวม 18
ตารางที่ 2.2	เกณฑ์การให้คะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบวิเคราะห์ ของ สสวท. 18
ตารางที่ 2.3	เครื่องมือวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยต่างๆ 19
ตารางที่ 2.4	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 23
ตารางที่ 3.1	แผนการจัดการเรียนรู้ 33
ตารางที่ 3.2	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบย่อย 39
ตารางที่ 4.1	ผลการสังเกตชั้นเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 53
ตารางที่ 4.2	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 55
ตารางที่ 4.3	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวงจรที่ 1 56
ตารางที่ 4.4	ผลการสังเกตชั้นเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 62
ตารางที่ 4.5	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 64
ตารางที่ 4.6	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวงจรที่ 2 64
ตารางที่ 4.7	ผลการสังเกตชั้นเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 69
ตารางที่ 4.8	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 70
ตารางที่ 4.9	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวงจรที่ 2 70
ตารางที่ 4.10	คะแนนผลการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 71
ตารางที่ 4.11	ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในวงจรที่ 1 72
ตารางที่ 4.12	ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในวงจรที่ 2 73
ตารางที่ 4.13	ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในวงจรที่ 3 73
ตารางที่ 4.14	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 75

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 การบูรณาการองค์ประกอบสาระการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหา	2
ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการ	3
ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนวิธีการสอนแบบเปิดของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์	8
ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์เชื่อมโยงของวิธีการสอนแบบเปิด	10
ภาพที่ 2.3 แผนภาพสถานการณ์การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด	14
ภาพที่ 2.4 การเปลี่ยนแปลงการใช้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน	14
ภาพที่ 2.5 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตของ Wilson; Fernandez; & Hadaway.....	16
ภาพที่ 2.6 แบบจำลองการสื่อสารของเบอร์โล (1960)	21
ภาพที่ 2.7 แบบจำลองการสื่อสาร	21
ภาพที่ 3.1 วงจรของการวิจัยปฏิบัติการ	31
ภาพที่ 3.2 ระยะเวลาการปฏิบัติในแต่วงจร	32
ภาพที่ 3.3 แผนภาพแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละวงจรกิจการวิจัยปฏิบัติการ	42
ภาพที่ 4.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นนำ	44
ภาพที่ 4.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด	45
ภาพที่ 4.3 สไลด์สถานการณ์ปัญหาที่ฉายบนจอทีวี	46
ภาพที่ 4.4 ใบกิจกรรมที่ 1.1 ของนักเรียน	46
ภาพที่ 4.5 แสดงการเขียนบอกเวลาของนักเรียนลักษณะต่างๆ	47
ภาพที่ 4.6 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู .	48
ภาพที่ 4.7 การเขียนเวลาของนักเรียนที่เข้มทัพภาค	49
ภาพที่ 4.8 การเขียนเวลาของนักเรียนที่เข้ทวีภาค	49
ภาพที่ 4.9 นักเรียนนำเสนอแนวคิด	50
ภาพที่ 4.10 นาฬิกา	51
ภาพที่ 4.11 การสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน	51
ภาพที่ 4.12 สไลด์สำหรับสรุปบทเรียน	52
ภาพที่ 4.13 สไลด์สำหรับสรุปบทเรียน	52
ภาพที่ 4.14 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	56
ภาพที่ 4.15 ผลงานนักเรียนลักษณะที่ 1	57
ภาพที่ 4.16 ผลงานนักเรียนลักษณะที่ 2	58
ภาพที่ 4.17 ผลงานนักเรียนลักษณะที่ 3	58
ภาพที่ 4.18 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหา.....	59
ภาพที่ 4.19 ตัวอย่างการแก้ปัญหาของนักเรียน	60
ภาพที่ 4.20 ตัวอย่างการแก้ปัญหาของนักเรียน.....	61
ภาพที่ 4.21 ตัวอย่างการแก้ปัญหาของนักเรียน.....	62

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.22 สไลด์สถานการณ์ปัญหา.....	65
ภาพที่ 4.23 ผลงานนักเรียน (สรุปคำตอบเป็นนาที).....	66
ภาพที่ 4.24 ผลงานนักเรียนลักษณะที่ 1.....	67
ภาพที่ 4.25 ผลงานนักเรียนลักษณะที่ 2.....	67
ภาพที่ 4.26 ผลงานนักเรียนลักษณะที่ 3.....	68
ภาพที่ 4.27 ผลงานนักเรียนลักษณะที่ 4.....	68
ภาพที่ 4.28 แผนภูมิแสดงผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	71
ภาพที่ 4.29 การใช้ภาษาทั่วไปและการแสดงแทนด้วยภาพ.....	74
ภาพที่ 4.30 วจนภาษาทางคณิตศาสตร์.....	74
ภาพที่ 4.31 การใช้ภาษาสัญลักษณ์เพื่อเขียนบอกเวลา.....	75



บทที่ 1

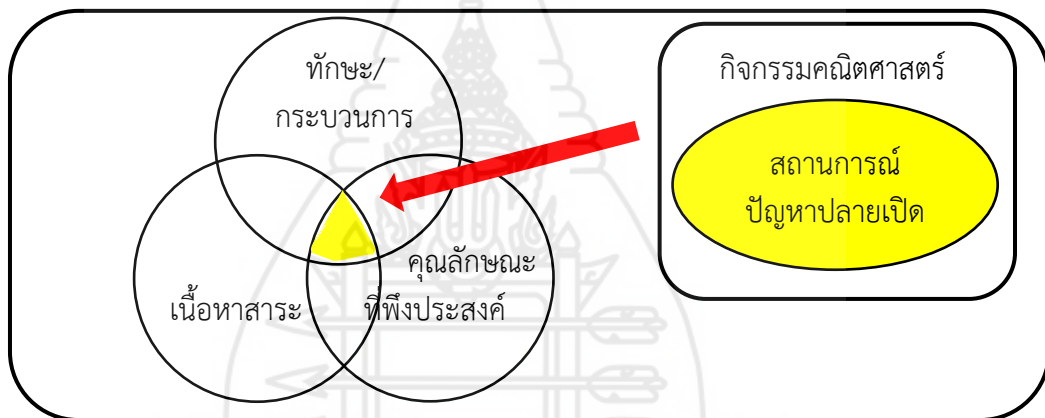
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skill) และทักษะการสื่อสาร (Communications Skill) เป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษาของชาติที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และเป็นเป้าหมายของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) แม้ว่าชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง จังหวัดลำปาง นักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์การประเมินในทุกหน่วยการเรียนรู้/ตัวชี้วัด แต่หากพิจารณาในรายละเอียดลึกลงไปจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ร่วมกับการวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการทำใบงาน ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด และแบบทดสอบชนิดเขียนตอบของนักเรียน รวมทั้งบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู กลับพบว่านักเรียนยังคงประสบกับปัญหาที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนขาดการวางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาไม่เป็นลำดับขั้นตอน นักเรียนพยายามแก้ปัญหาจากการเรียนรู้และจดจำจากสิ่งที่ครูบอกมากกว่าการคิดแก้ปัญหาได้ด้วยตัวนักเรียนเอง ส่งผลให้เมื่อนักเรียนพบกับปัญหาใหม่หรือสถานการณ์ที่แตกต่างจากโจทย์ที่ได้ฝึกฝนมา นักเรียนมักจะแก้ปัญหาใหม่นั้นไม่ได้ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ไม่พยายามค้นหากลยุทธ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาใหม่ นักเรียนเขียนสื่อสารสิ่งที่ตนเองคิดไม่ชัดเจน ทั้งนี้เมื่อครูเข้าไปสอบถามเพิ่มเติมถึงสิ่งที่นักเรียนจะสื่อความหมาย นักเรียนสามารถอธิบายการคิดนั้นได้แต่ไม่สามารถเขียนสื่อสารออกมาได้ นอกจากนี้แล้วบางครั้งในการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มที่ต้องอาศัยการพูดคุยเพื่อสื่อสาร นักเรียนจำนวนมากเลือกที่จะไม่แสดงความคิดเห็น หรือไม่พูดคุยกันเลย อาจเพราะขาดความมั่นใจในตนเอง

ปัญหาเหล่านี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่าสาเหตุสำคัญประการหนึ่งมีผลมาจากการจัดการเรียนรู้ของครูที่ใช้การสอนแบบบอกความรู้แก่นักเรียนหรือสอนเนื้อหาสาระเป็นสำคัญเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาจำนวนมาก และให้นักเรียนเลียนแบบการแก้ปัญหาและวิธีการเขียนตอบจากตัวอย่างที่ครูให้บนกระดาน ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการฝึกการคิดแก้ปัญหา หรือฝึกการเขียนอธิบายด้วยตัวของนักเรียนเอง การสอนของครูยังไม่สามารถบูรณาการความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะเข้าด้วยกันได้เท่าที่ควรจะเป็น วิธีสอนของครูยังไม่เหมาะสมกับธรรมชาติของการเรียนรู้ของนักเรียน ผลลัพธ์ที่ได้จึงกลายเป็นนักเรียนได้เรียนรู้เฉพาะเนื้อหาและทำแบบฝึกเท่านั้น ครูมีบทบาทเป็นผู้บอกความรู้มากกว่าให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงพยายามแก้ปัญหาและ

ค้นหาวิธีการสอนที่สามารถบูรณาการเนื้อหาวิชา ทักษะและคุณลักษณะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้คือ วิธีการสอนแบบเปิด (Open Approach) ที่สามารถผสมผสานกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เข้าด้วยกันได้ โดยหัวใจของวิธีการสอนแบบเปิด อยู่ที่การให้ความสำคัญเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยเฉพาะความแตกต่างทางด้านการคิด ครูจะสอนอย่างไรที่การคิดของนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนได้รับความสำคัญ วิธีการภาคปฏิบัติที่ได้ปรับมาจากแนวคิดของประเทศญี่ปุ่นก็คือสถานการณ์ปัญหาที่เปิดกว้างรองรับแนวคิดของนักเรียน ในชั้นเรียนให้ได้มากที่สุดหรือทุกคน ซึ่งในภาคปฏิบัติสถานการณ์ปัญหาสามารถเป็นกลไกขับเคลื่อน การบูรณาการองค์ประกอบสาระการเรียนรู้ (ไมตรี อินประสิทธิ์, 2557) ดังภาพที่ 1.1 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชั้นการแก้ปัญหาด้วยตนเองของผู้เรียน สามารถส่งเสริมและพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาและการสื่อสารของนักเรียนได้ เพราะนักเรียนมีโอกาสใช้การสื่อสารกลุ่มย่อย ทางคณิตศาสตร์เพื่อเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งมีการกำหนดขั้นตอนย่อยเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การแก้ปัญหาคนเดียว การแก้ปัญหาเป็นคู่ และการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม (สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง, 2561)



ภาพที่ 1.1 การบูรณาการองค์ประกอบสาระการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหา
ไมตรี อินประสิทธิ์ (2557, น. 15)

ครูเป็นตัวละครสำคัญที่จะทำให้หลักสูตรประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว ครูควรเปลี่ยนวิธีการที่เคยใช้อยู่เดิมและเน้นให้ความสำคัญกับการสร้างความเข้าใจและสร้างกรอบแนวคิดของคณิตศาสตร์ (Mathematical Concepts) มากกว่าการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นผู้บอกหลักการให้จดจำตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่เลียนแบบตัวอย่างอย่างที่คุณสอน เนื่องจากครูมีความคุ้นเคยกับการสอนแบบดั้งเดิมมานาน ครูจึงจำเป็นต้องพัฒนาตนเองใหม่ เพื่อให้สามารถรับมือกับการเรียนการสอนตามหลักสูตรใหม่ การส่งเสริมให้ใช้อุปกรณ์การเรียนการสอนและทรัพยากรการเรียนใหม่ๆ ที่ผลิตขึ้นเพื่อช่วยการเรียนรู้ที่สำคัญคือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอนจากการบอกของครูเป็นส่วนใหญ่ มาเป็นการตั้งคำถามให้นักเรียนคิดตามและกระตุ้นให้นักเรียนคิดแบบมีตรรกะและมีวิจารณญาณ ตลอดจนการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการหาความรู้มากขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, น. 10)

สำหรับเนื้อหาที่ต้องเร่งดำเนินการแก้ไข คือ เรื่องเวลา เพราะเมื่อวิเคราะห์รายงานผลการประเมินคุณภาพผู้เรียนจากผลการทดสอบระดับชาติ NT (National Test) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แม้ว่าความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวมสูงกว่าระดับประเทศทุกปี แต่เมื่อวิเคราะห์ ปีการศึกษา 2562 - 2563 เป็นรายมาตรฐานพบว่ามาตรฐานเกี่ยวกับการอ่านและเขียนเหตุการณ์ที่ระบุเวลา อยู่ในระดับปรับปรุง (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2562) และตัวชี้วัดเกี่ยวกับเรื่องเวลาที่ต้องการให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา และระยะเวลาพัฒนาขึ้นในระดับพอใช้เท่านั้น (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2563)

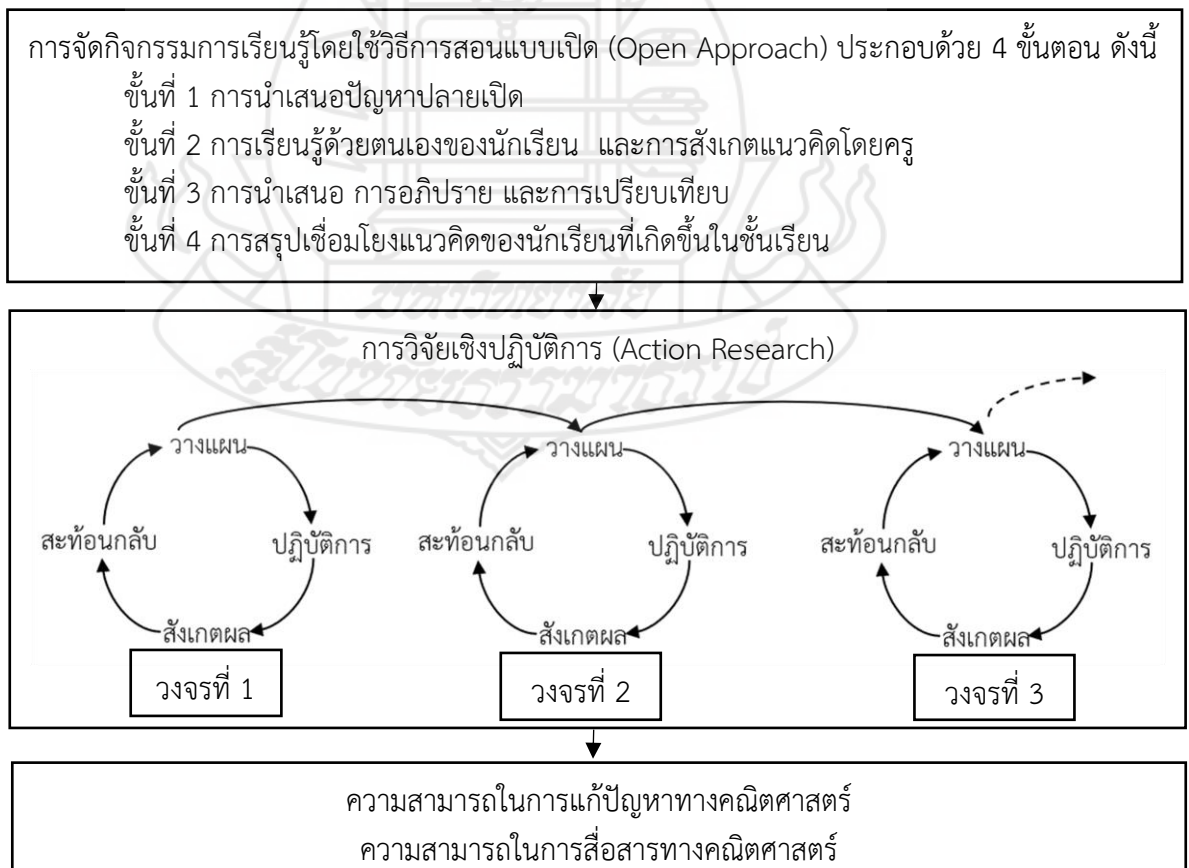
ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิดเรื่อง เวลา เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง จังหวัดลำปาง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด

2.2 เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด

3. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ขอบเขตของกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 26 คน เป็นชั้นเรียนที่มีความหลากหลาย มีทั้งเด็กกลุ่มเก่ง เด็กกลุ่มกลาง และเด็กกลุ่มอ่อน รวมทั้งมีนักเรียนที่มีภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ (Learning Disability: LD) จำนวน 7 คน เรียนรวมอยู่ในชั้นเรียนนี้ด้วย

4.2 ขอบเขตของเนื้อหาการวิจัยครั้งนี้ใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด ใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง เวลา ตามกรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้แก่ การบอกเวลาเป็นนาฬิกาและนาที ระยะเวลาและการเปรียบเทียบระยะเวลา และการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวลา

4.3 ขอบเขตของตัวแปร

4.3.1 ตัวแปรอิสระ

กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด (open approach)

4.3.2 ตัวแปรตาม

- 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
- 2) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

4.5 ขอบเขตด้านสถานที่ โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 วิธีการสอนแบบเปิด (Open Approach) หมายถึง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะเข้าไว้ด้วยกัน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เพื่อให้ให้นักเรียนได้แก้ปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู ขั้นการนำเสนอการอภิปราย และการเปรียบเทียบ และขั้นการสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

5.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการจัดการกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเมื่อนักเรียนแต่ละคนเผชิญกับปัญหา โดยการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผน และการตรวจสอบ/มองย้อนกลับ ทั้งนี้กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคน อาจมีลำดับขั้นตอนไม่แน่นอน มีการสลับลำดับขั้นตอนได้

5.3 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการพูดและการเขียนแสดงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ภาษาทั่วไป (Ordinary Language) วัจนภาษาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Verbal Language) ภาษาสัญลักษณ์ (Symbolic Language) การแสดงแทนด้วยภาพ (Visual Representation) วิธีการไม่พูดแต่สร้างข้อตกลงเบื้องต้นร่วมกัน (Unspoken but Shared Assumption) และภาษากึ่งคณิตศาสตร์ (Quasi-Mathematical Language) โดยแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เหมาะสม เข้าใจ ชัดเจน และความสามารถในการเข้าใจข้อความที่ผู้อื่นแสดงด้วยการพูดและการเขียนเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ครูคณิตศาสตร์มีแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เวลา ด้วยวิธีการสอนแบบเปิดที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพได้

6.2 ครูในกลุ่มโรงเรียนได้แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไปปรับประยุกต์ใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ได้

6.3 นักวิจัย นักวิชาการ หรือครูคนอื่น ได้แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการแบบเปิด



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง จังหวัดลำปาง เพื่อให้ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยเป็นไปอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ผู้วิจัยจึงได้ทบทวนทฤษฎี แนวคิด จากเอกสาร ตำราต่าง ๆ ตลอดจนผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. วิธีการสอนแบบเปิด (Open Approach)
 - 1.1 ความหมายของวิธีการสอนแบบเปิด
 - 1.2 แนวคิด หลักการของวิธีการสอนแบบเปิด
 - 1.3 ขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบเปิด
 - 1.4 การประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียน
 - 1.5 ปัญหาปลายเปิด
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem Solving)
 - 2.1 ความหมายของการแก้ปัญหา
 - 2.2 แนวคิด หลักการของการแก้ปัญหา
 - 2.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.4 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 2.5 การวัด การประเมิน และเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Communication)
 - 3.1 ความหมายของการสื่อสาร
 - 3.2 วิธีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร
 - 3.4 การวัด การประเมิน และเครื่องมือวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4. การวิจัยปฏิบัติการ (Action Research)
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. วิธีการสอนแบบเปิด (Open Approach)

1.1 ความหมายของวิธีการสอนแบบเปิด

วิธีการสอนแบบเปิด (Open Approach) คำว่าเปิดมีความหมาย 3 ประการ คือ การเปิดใจของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การใช้ปัญหาปลายเปิด และการประเมินคำตอบที่ส่งเสริมแนวทางในการคิดที่หลากหลาย เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาสำหรับการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน เป็นกระบวนการสอนที่บูรณาการความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ โดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยเฉพาะด้านความแตกต่างทางการคิด โดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีคำตอบเพียงคำตอบเดียวหรือสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้ ทั้งนี้เพื่อรองรับแนวคิดของนักเรียนที่แตกต่างกันให้ได้มากที่สุด ผู้เรียนแต่ละคนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหา แสวงหาความรู้ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตน แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อเรียนรู้วิธีการคิดของตนเองและของผู้อื่น เกิดแนวคิดที่หลากหลายหรือพัฒนาไปสู่ปัญหาใหม่ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2546; ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557; วิมลศรี ศุภิลวรรณ, 2557, น. 42 ; Nohda, 1986, p. 21 ; Becker & Shimada, 1997, p. 23)

โดยสามารถพิจารณาความหมายทั้ง 3 ประการ ได้ดังนี้ (Nohda, 1984 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557, น.170-175)

1.1.1 การเปิดใจของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่ครูพยายามทำความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกิจกรรมคณิตศาสตร์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งทำให้นักเรียนได้มีโอกาสเจรจาต่อรองความหมายกับนักเรียนคนอื่น หรือโดยอาศัยการชี้แนะของครู

1.1.2 การใช้ปัญหาปลายเปิด หมายถึง ปัญหาที่มีคำตอบได้หลากหลายและปัญหาหนึ่งๆ มีปัญหาอีกหลายปัญหารวมอยู่ด้วย นั่นเป็นการสร้างโอกาสทำให้นักเรียนที่มีความสามารถและมีความต้องการแตกต่างกันในการเข้าร่วมในชั้นเรียน การได้มาซึ่งคำตอบด้วยตัวเองอย่างหลากหลายทำให้นักเรียนต้องสรุปคำตอบต่างๆ จากมุมมองเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่างๆ

1.1.3 การประเมินคำตอบที่ส่งเสริมแนวทางในการคิดที่หลากหลาย หมายถึง วิธีการแบบเปิดไม่ใช่มุ่งคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว แต่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายนั้นด้วย

โดยสรุปเมื่อพิจารณาความหมายทั้งหมดนี้จะเห็นว่าวิธีการสอนแบบเปิด เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่มีคำตอบหลากหลายหรือนักเรียนสามารถคิดหาคำตอบได้หลายวิธีการเพื่อแก้ปัญหานั้น มุ่งเน้นให้ครูพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน และนักเรียนเข้าใจแนวคิดของผู้อื่น ผ่านการสนทนา อภิปราย แลกเปลี่ยน ทำให้เกิดกระบวนการสื่อสารในชั้นเรียนด้วย

1.2 แนวคิด หลักการของวิธีการสอนแบบเปิด

การสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบเปิดยึดหลักการ 3 ประการ ดังนี้ (ไมตรี อินประสิทธิ์, 2557, น. 172 - 173)

1.2.1 การสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด มีความสัมพันธ์กับความเป็นอิสระของกิจกรรมของนักเรียน นั่นคือเราจะต้องตระหนักในคุณค่าของกิจกรรมของนักเรียน โดยที่จะพยายามไม่เข้าไปสอดแทรกโดยไม่จำเป็น กล่าวคือหลักการข้อนี้ เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยครูไม่เข้าไปแทรกกระหว่างการคิดของนักเรียนหรือนำน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น ซึ่งทำให้นักเรียนมีโอกาสในการแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง โดยการอาศัยพื้นฐานความรู้เดิม นอกจากนี้ในการแก้ปัญหาบางครั้งจะใช้กระบวนการกลุ่มซึ่งจะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการสื่อสารแลกเปลี่ยนแนวคิดของตนเองกับของเพื่อนได้อย่างอิสระ

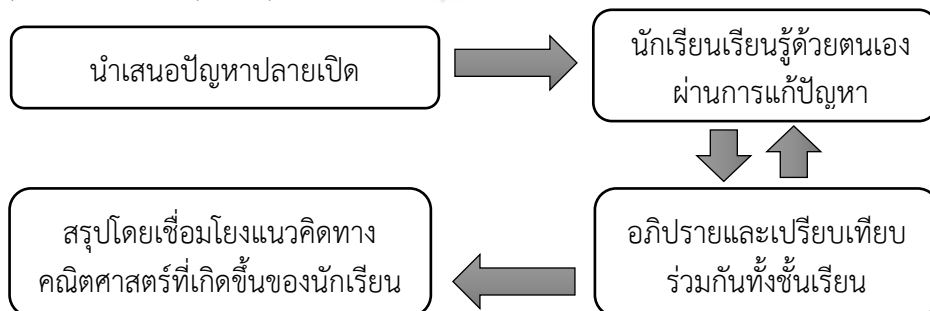
1.2.2 การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด มีความสัมพันธ์กับธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะในเชิงวิวัฒนาการ และเชิงบูรณาการ กล่าวคือเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่เป็นระบบและมีความเป็นทฤษฎี ต่อเนื่องกัน บางครั้งการแก้ปัญหาหนึ่งจะต้องดึงเอาความรู้คณิตศาสตร์ก่อนหน้ามาเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหานั้น ในการเชื่อมโยงความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหาใหม่จะทำให้ผู้แก้ปัญหาได้มีโอกาสไตร่ตรองหลายๆ ครั้ง

1.2.3 การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจที่สำคัญๆ ในห้องเรียนของครู กล่าวคือ ในการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดในขั้นตอนการเตรียมแผนการสอนจะต้องคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นทั้งหมดก่อน แต่บางครั้งครูต้องเผชิญกับแนวคิดของนักเรียนที่ครูไม่ได้คาดมาก่อน ในลักษณะนี้ครูต้องมีบทบาทสำคัญในการทำให้แนวคิดเหล่านั้นได้มีบทบาทอย่างเต็มที่ในชั้นเรียน และพยายามอย่างจริงจังว่าทำอย่างไรนักเรียนคนอื่นจะสามารถเข้าใจได้แท้จริง เกี่ยวกับแนวคิดที่ไม่ได้คาดมาก่อน หลักการข้อนี้สะท้อนบทบาทของครูที่ต้องใช้ความพยายามในการทำ ความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนทุกคน และพยายามนำแนวคิดนั้นไปสู่นักเรียนคนอื่นๆ ซึ่งการเคลื่อนย้ายแนวคิด ก็ต้องอาศัยการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ นั่นเอง

โดยสรุปการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดยึดหลักของความสัมพันธ์กับความเป็นอิสระของกิจกรรมนักเรียนโดยครูพยายามไม่เข้าไปแทรกกระบวนการคิดของนักเรียน มีความสัมพันธ์กับธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ และมีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจของครู

1.3 ขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบเปิด

จากการศึกษาขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบเปิดของไมตรี อินประสิทธิ์ (2557, น. 141 - 143 ; 2559, น.19-20) มี 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนวิธีการสอนแบบเปิดของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2557, น. 196)

1.3.1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing Open - Ended Problem)

เมื่อครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน นักเรียนจะถูกถามว่า “นักเรียนค้นพบคุณสมบัติ (ความสัมพันธ์ กฎ วิธีการ ฯลฯ) อะไรบ้าง” ในช่วงแรกของการใช้วิธีการนี้ คำถามในลักษณะนี้อาจทำให้นักเรียนบางคนเกิดความสับสนเพราะนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการใช้คำว่าคุณสมบัติ ความสัมพันธ์ กฎ วิธีการ ฯลฯ ในคณิตศาสตร์หรือในการตอบปัญหา เพราะฉะนั้นนักเรียนจึงไม่เข้าใจว่าต้องการให้ทำอะไร ดังนั้นเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหา ครูอาจใช้แนวทางต่อไปนี้

- การกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาประเด็นเดียวกันโดยดูปัญหาผ่านทางจอโปรเจคเตอร์หรือบนกระดาน
- เพิ่มเติมข้อมูลสำหรับกรณีต่างๆ ไป สำหรับการแนะนำตัวอย่างที่หลากหลายในสถานการณ์ปัญหาหรือโดยการแสดงข้อมูลที่เป็นรูปธรรมมากกว่าที่ให้ไว้ในปัญหา
- ให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดแนวทางการคิดเกี่ยวกับปัญหาของนักเรียน
- สร้างสื่อรูปธรรมที่เป็นต้นแบบ

ทั้งนี้ ลักษณะของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ควรเป็นปัญหาที่มีคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องหลากหลาย หรือสามารถพัฒนาไปสู่ปัญหาอื่นได้ ซึ่งส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะแสดงเหตุผลในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายตามประสบการณ์เดิมของตน (สุวรรณณี เปลี่ยนรัมย์, 2549 ; ไมตรี อินประสิทธิ์, 2559)

1.3.2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's Self - Learning)

วิธีการแบบเปิดถูกเน้นในเรื่องการคิดทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนแต่ละคน ครูต้องระมัดระวังไม่กำหนดข้อเสนอแนะสำหรับนักเรียนทุกคน แต่ครูต้องปรับข้อเสนอแนะให้เหมาะสมกับความคิดเห็นของนักเรียนอย่างเฉพาะเจาะจง การสอนลักษณะนี้ก็เหมือนกับการสอนต่างๆ ไป ที่ประกอบด้วยการทำงานรายบุคคล การอภิปรายทั้งชั้น อย่างไรก็ตามไม่ได้ต้องการแค่วิธีการเดียว เราคาดการณ์ไปที่ประเด็นใหม่ๆ ที่ยังไม่เกิดขึ้น ซึ่งประเด็นใหม่ๆ หรือแนวคิดใหม่ๆ นี้ จะเกิดขึ้นในขณะที่มีการอภิปรายในชั้นเรียน สิ่งสำคัญของแนวทางนี้คือการเคลื่อนย้ายการเรียนรู้รายบุคคลไปเป็นการเรียนรู้ในกลุ่ม

1.3.3 การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ (Whole Class Discussion and Comparison) การเขียนบันทึกการตอบปัญหา แนวทางเข้าสู่ปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ทำโดยนักเรียนแต่ละคนหรือในกลุ่มการเรียนที่ผ่านมาเป็นสิ่งสำคัญมาก ดังนั้นการใช้สมุดบันทึกหรือใบงาน อาจสะดวกสำหรับนักเรียนที่จะบันทึกข้อมูลเหล่านี้ รวมทั้งการรวบรวมใบงานทั้งหมดคาบเรียน ครูสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้มาประเมินการเรียนรู้รายบุคคลหรือการเรียนรู้ในกลุ่มกิจกรรมของนักเรียนในชั้นตอนนี้เป็นสิ่งสำคัญมากต่อการพัฒนาบทเรียนในอนาคต ครูควรพยายามจำแนกนักเรียนว่าใครยังไม่เข้าใจปัญหาและให้ตัวอย่างเพิ่มขึ้นหรือเสนอแนะเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดในแนวทางที่เกี่ยวข้องกับปัญหา สิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นในขณะที่ครูเดินเพื่อที่จะดูรายละเอียดการทำงานของนักเรียน ถ้ามีเวลามากพอควรอนุญาตให้นักเรียนทำงานให้เสร็จเรียบร้อย

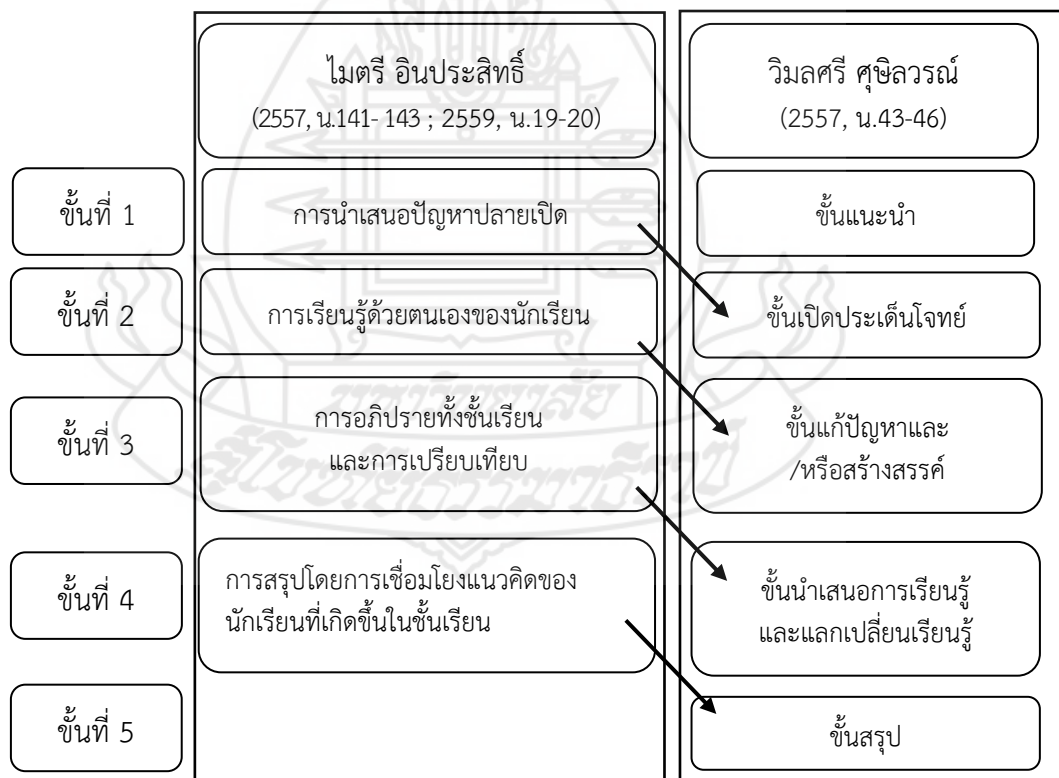
ขั้นตอนที่ 2 และ 3 นี้ สุวรรณณี เปลี่ยนรัมย์ (2549) กล่าวถึงผู้สอนที่ใช้วิธีการสอนแบบเปิดต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ พร้อมทั้งอาศัยความชำนาญในการใช้คำถามเชิง อะไร อย่างไร และทำไม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการวิเคราะห์การคิด

และการประเมินการคิดของตนซึ่งแสดงออกในรูปการให้เหตุผล และผู้สอนควรทราบถึงช่วงเวลาที่เหมาะสมว่าช่วงเวลาใดควรเข้าไปกระตุ้นการคิดหรือควรปล่อยให้ผู้เรียนคิดอย่างอิสระ

1.3.4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

(*Summarization Through Connecting Students' Mathematical Ideas Emerged in the Classroom*) ครูหรือนักเรียนควรเขียนงานของตัวเองหรือของกลุ่มบนกระดานเพื่อให้สมาชิกในห้องได้มองเห็น จากนั้นครูรวบรวมแนวคิดทั้งหมดของนักเรียน ถึงแม้ว่าบางแนวคิดจะเหมือนกันหรือซ้ำกับคนอื่น ๆ นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นให้ยืนยันงานของตัวเองไม่ว่าจะสอดคล้องหรือสามารถสรุปรวบยอดแนวคิดเข้ากับแนวคิดของนักเรียนคนอื่น ๆ ได้หรือไม่ก็ตาม ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อแนวคิดบางอย่างที่น่าเสนอยังไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ ครูควรพิจารณาในมุมมองและปรับแนวคิดเหล่านั้น จากข้อเสนอแนะของนักเรียนคนอื่น ๆ เมื่อนักเรียนเสนอแนวคิดเป็นจำนวนมากพอเพื่อที่จะไปสู่ข้อสรุป ครูควรผสมผสานและจัดเรียงตามแนวคิดนั้น ๆ สรุปการเรียนรู้และกระตุ้นเพื่อเป็นการเตรียมสำหรับคาบเรียนต่อไป

เมื่อพิจารณาขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดของวิมลศรี ศุภิสวรรณ์ (2557) พบว่าแตกต่างจากของไมตรี อินประสิทธิ์ โดยกำหนดขั้นตอนการสอนไว้ 5 ขั้นตอน โดยเพิ่มขึ้นแนะนำเพื่อสร้างภาวะพร้อมเรียนรู้ การซึมซับคุณค่า แรงบันดาลใจ และบอกเป้าหมายที่ท้าทายแก่ผู้เรียน ส่วนขั้นตอนอื่นๆ มีความเชื่อมโยงกันดังแผนภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์เชื่อมโยงของวิธีการสอนแบบเปิด

เมื่อพิจารณารูปแบบการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดทั้งสองวิธี พบว่ามีความสอดคล้องกันในระดับต่อไปนี้ (1) ขั้นตอนการนำเสนอปัญหาปลายเปิด สอดคล้องกับขั้นเปิดประเด็นโจทย์ คือเป็นการนำเสนอเงื่อนไข หรือโจทย์ หรือสถานการณ์ปัญหา (2) ในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน สอดคล้องกับขั้นแก้ปัญหาและ/หรือสร้างสรรค์ คือ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาที่อาจทำคนเดียว หรือเป็นกลุ่ม (3) ขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบสอดคล้องกับขั้นนำเสนอการเรียนรู้และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยนักเรียนจะนำเสนอวิธีการและผลลัพธ์ต่อชั้นเรียน แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีที่แตกต่างกัน และหลอมรวมเป็นการเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้นเรียน (4) ขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนสอดคล้องกับขั้นสรุป คือ เป็นการแลกเปลี่ยนแนวคิดเพื่อสรุปความรู้จากแนวคิดของนักเรียน (ไมตรี อินประสิทธิ์, 2557; วิมลศรี ศุภสิริ 2557, น.43-46)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด 4 ขั้นตอน ของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2557, น.141- 143; 2559, น.19-20) โดยได้ปรับรายละเอียดเพิ่มเติมให้เหมาะสมกับบริบทชั้นเรียน และงานวิจัย ตลอดจนเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลผู้เรียนให้เหมาะสม ดังนี้

1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด โดยครูผู้สอนจะนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่มีลักษณะของปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องหลากหลาย และสามารถใช่วิธีการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี ให้กับนักเรียน ผ่านการเล่าสถานการณ์ปัญหาบนกระดานหรือจอทีวี โดยในระยะเริ่มต้นอาจแยกย่อยปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจปัญหา และแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น เพราะนักเรียนอาจยังไม่คุ้นชินกับปัญหาในลักษณะนี้มาก่อน

2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านการคิด อย่างอิสระ อย่างเต็มที่ ทั้งคิดเดี่ยวหรือใช้กระบวนการกลุ่ม ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน อาจให้นักเรียนคิด แล้วสนทนาแลกเปลี่ยน หรือบันทึกแนวคิดลงในแบบบันทึกกิจกรรม/ใบงาน ครูคอยสังเกต เก็บรวบรวมแนวคิด จัดลำดับแนวคิด เพื่อใช้ในการอภิปราย นอกจากนี้ควรเข้าไปกระตุ้นการคิดในเวลาที่เหมาะสม โดยครูต้องระมัดระวัง ไม่กำหนดข้อเสนอแนะสำหรับนักเรียนทุกคน แต่ครูต้องปรับข้อเสนอแนะให้เหมาะสมกับความคิดเห็นของนักเรียนอย่างเฉพาะเจาะจง แล้วเสนอแนะรายบุคคลเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดในแนวทางที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ให้นักเรียนเกิดการวิเคราะห์การคิด และการประเมินการคิดของตน ซึ่งแสดงออกในรูปการให้เหตุผล โดยครูอาจใช้วิธีการจดบันทึกแนวคิดตามลำดับของความถูกต้องสมบูรณ์ของแนวคิด หรือตามลำดับแนวคิดที่ครูได้คาดการณ์แนวคิดไว้ล่วงหน้า ว่ามีนักเรียนได้คิดตามที่คาดการณ์ไว้หรือไม่ หรือมีแนวคิดอื่นที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ แล้วพยายามจัดเรียงแนวคิดนั้นเพื่อใช้ประกอบการอภิปราย

3) การนำเสนอ การอภิปราย และการเปรียบเทียบ ขั้นตอนนี้นักเรียนจะได้นำเสนอแนวคิดของตนเอง/กลุ่ม เป็นการนำแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนมาอภิปรายเพื่อให้นักเรียนคนอื่น ๆ ได้เรียนรู้แนวคิดของเพื่อน ผ่านการซักถาม

4) การสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ครูจัดเรียงแนวคิดของนักเรียนขึ้นกระดานตามลำดับที่สอดคล้องหรือต่อเนื่องกัน สำหรับใช้สรุปการเรียนรู้ กระตุ้นให้

นักเรียนอภิปรายความสอดคล้องหรือสรุปรวบยอดแนวคิด เมื่อบางแนวคิดยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์ ครูควรพิจารณาในมุมมองและปรับแนวคิดนั้นจากข้อเสนอของนักเรียนคนอื่น ๆ สุดท้ายเมื่อมีแนวคิดเป็นจำนวนมาก ครูควรสนใจประเด็นใดประเด็นหนึ่งและนำไปสู่ข้อสรุป

1.4 การประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียน

การประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียนในการสอนด้วยวิธีการสอนแบบเปิด สุวิมล ว่องวานิช (2560, น. 15-24) ไหมตรี อินประสิทธิ์ (2557, น. 175-177) และ ทิศนา เขมมณี (2544) เห็นว่าเป็นสิ่งที่มีคุณค่า เพราะเป้าหมายของวิธีการนี้ไม่ใช่เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแต่เพียงอย่างเดียว แต่เพื่อส่งเสริมแนวทางในการคิดทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สอดคล้องกับ แนวคิดการประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning : AfL) ที่มีเป้าหมายเพื่อวิเคราะห์ กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยทำการประเมินควบคู่ไปกับการสอนอย่างต่อเนื่องตามบริบทสภาพจริง และให้ตระหนักว่าความเข้าใจของนักเรียน เกิดจากกระบวนการคิดของเขา การวัดและประเมินจึงทำได้ค่อนข้างยาก บางครั้งคำตอบเหมือนกัน แต่อาจมาจากกระบวนการคิดที่แตกต่างกัน บางครั้งคำตอบถูกก็อาจมาจากความบังเอิญโดยนักเรียน อาจยังมีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านกระบวนการคิด ในการประเมินจะใช้เกณฑ์ 2 ส่วน คือ ความหลากหลาย และความเป็นกรณีทั่วไป ในการประเมินความหลากหลายของคำตอบของนักเรียน สามารถพิจารณาได้จากเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1.4.1 จำนวนของคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนสร้างขึ้น (Fluency) มีเกณฑ์ตัดสินการคิด คือ สามารถบอกความคิดได้จำนวนมาก สามารถบอกความคิดได้จำนวนมากและในเวลาที่ยรวดเร็ว และสามารถจัดหมวดหมู่ของความคิดได้ ซึ่งครูสามารถประเมินจากการนับจำนวนได้

1.4.2 ความแตกต่างของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแต่ละคนค้นพบ (Flexibility) มีเกณฑ์ตัดสินการคิด คือ สามารถให้ความคิดที่มีลักษณะ/รูปแบบ/ประเภทที่หลากหลายและสามารถจัดหมวดหมู่ของความคิดได้ ซึ่งครูสามารถประเมินจากการนับจำนวนได้ เช่นเดียวกัน

1.4.3 ระดับของความเป็นต้นแบบหรือแนวคิดริเริ่มของนักเรียน (Originality)

1.4.4 ระดับของการนำเสนอแนวคิดของนักเรียนมีความชัดเจนและง่ายเพียงใด (Elegance)

เกณฑ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีการประเมินทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ซึ่งการประเมินทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับ การเตรียมวางแผนการกำหนดโจทย์หรือการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ โดยออกแบบโจทย์ เจื้อนไข ตัวเลือกของคำตอบ กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่สามารถทำให้วิเคราะห์นักเรียนได้ ตลอดจนครูต้องมีความรู้ในการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน สำหรับวิธีการประเมินกระบวนการเรียนรู้ที่ทำได้ง่าย คือ การให้นักเรียนอธิบายผ่านการคิดตั้งๆ ให้ครูหรือเพื่อนรับรู้แนวคิดของตน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การประเมินการคิดของนักเรียนควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ความหลากหลายของแนวคิด ผ่านการเขียนผลงานและการคิดตั้งๆ หรืออธิบาย

1.5 ปัญหาปลายเปิด

ปัญหาที่ใช้ในวิธีการแบบเปิด เป็นปัญหา สถานการณ์ หรือ เงื่อนไขที่นักเรียนไม่เคยประสบมาก่อน นักเรียนยังไม่มีความรู้ความสามารถเพียงพอที่จะแก้ปัญหาได้ในทันที (ไมตรี อินประสิทธิ์, 2557, น. 175 ; วิมลศรี ศุภิลวรรณ, 2557, น.45) จำแนกได้เป็น 3 ชนิด คือ กระบวนการเปิด (Process is Open) ผลลัพธ์เปิด (End Product are Open) และแนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด (Ways to Develop are Open) (ไมตรี อินประสิทธิ์, 2557, น. 175) ซึ่ง Nohda (2000, p. 43-45) ได้อธิบายดังนี้

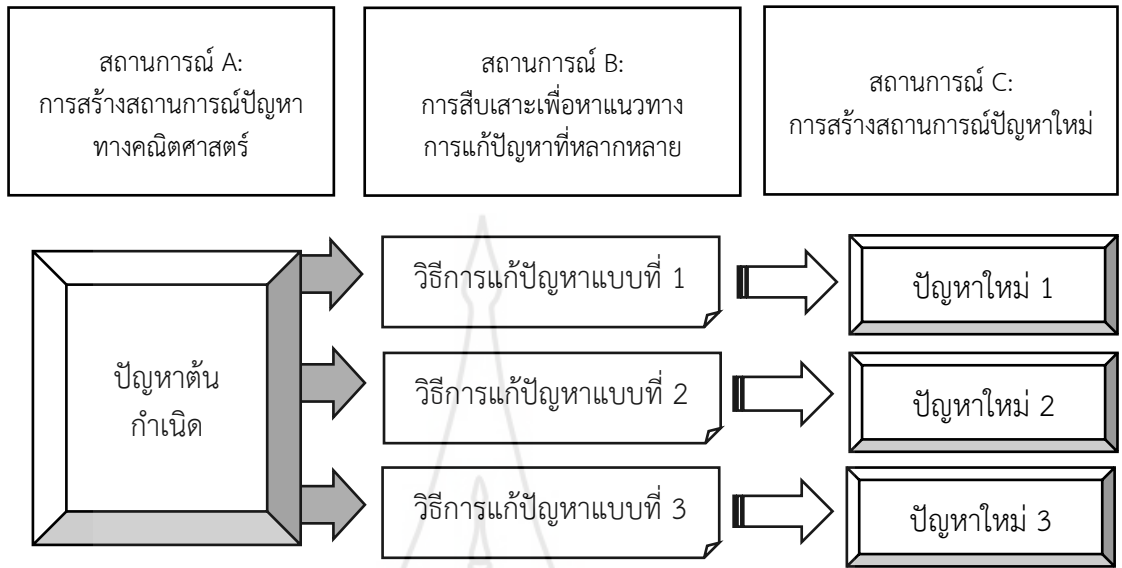
1.5.1 กระบวนการเปิด ปัญหาประเภทนี้จะมีวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา โดยธรรมชาติของปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้วจะเป็นปัญหาปลายเปิดเสมอ แต่สิ่งที่เป็นปัญหาคือในโรงเรียนทั่วไปมักจะให้ความสำคัญกับคำตอบโดยไม่ได้เน้นด้านกระบวนการของปัญหา ด้วยแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายทำให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมตามความสามารถและความสนใจและจากการอภิปรายร่วมกันจะทำให้ผู้เรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น

1.5.2 ผลลัพธ์เปิด ปัญหาประเภทนี้จะมีคำตอบที่หลากหลายผู้สอนจะคอยช่วยเหลือให้ผู้เรียนมองเห็นคำตอบที่เป็นกรณีทั่วไป

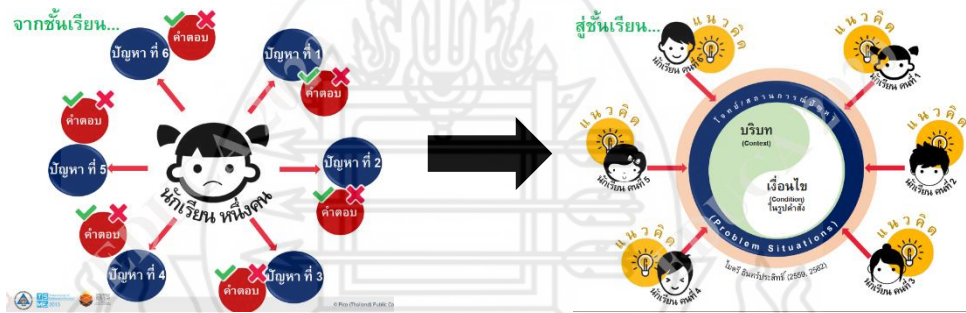
1.5.3 แนวทางการพัฒนาเปิด หลังจากที่ผู้เรียนแก้ปัญหาแล้วสามารถพัฒนาปัญหาใหม่ ๆ โดยการเปลี่ยนเงื่อนไขหรือใช้เหตุผลจากปัญหาเดิม

การใช้ปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน เริ่มต้นให้นักเรียนร่วมทำกิจกรรมที่ซ่อนอยู่ในปัญหาปลายเปิดนั้น ปัญหาปลายเปิดเป็นประตูสำคัญที่จะเปิดผู้เรียนไปสู่ความสนใจที่หลากหลาย ปัญหาปลายเปิดจะต้องมีคำตอบหลายคำตอบ หรือมีคำตอบเปิด ในชั้นเรียนจะมีปัญหาปลายเปิดหนึ่งปัญหาเป็นปัญหาแรกที่ครูนำเสนอเพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหา นั้น จากนั้น ในชั้นเรียนจะดำเนินไป โดยการที่นักเรียนพยายามหาคำตอบที่เหมาะสมกับปัญหานั้น ซึ่งในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาจะทำให้เด็กเกิดประสบการณ์ในการค้นพบสิ่งใหม่ได้ ปัญหาปลายเปิดที่ดีจะเปิดโอกาสให้เพื่อนได้เรียนรู้จากเพื่อน ได้เข้าใจในวิธีคิดอื่นๆ และเป็นสถานการณ์ที่เปิดพื้นที่ให้ผู้เรียนได้พบกับความท้าทายที่พอเหมาะพอดีกับความสามารถของผู้เรียน กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากปัญหาปลายเปิดนั้น มีความสมบูรณ์และแยบยลมากพอที่จะทำให้ครูสามารถประเมินทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนได้ แต่การสร้างปัญหาปลายเปิดที่ดีนั้น ก็ถือว่าเป็นเรื่องยากมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับมือใหม่ โดยต้องบริหารจัดการความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์และรวมเอาความคิดรวบยอดเหล่านี้ไว้ใน *สถานการณ์ปัญหา* ซึ่งสถานการณ์ปัญหานี้เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาปลายเปิด (ไมตรี อินประสิทธิ์, 2557, น. 194-195 ; วิมลศรี ศุภิลวรรณ, 2557, น.39-53)

ไมตรี อินประสิทธิ์ (2557) ได้เสนอรูปแบบการนำมาใช้ในประเทศไทยว่า ครูจะนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในรูปแบบของการแบ่งการนำเสนอออกเป็นตอนสั้นๆ สามถึงห้าตอน แทนที่จะอยู่ในรูปแบบของการเล่าเรื่องแบบที่ทำกันมากในญี่ปุ่น ทั้งนี้เพราะจะทำให้เด็กจะสามารถเริ่มต้นกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายจากปัญหาปลายเปิดที่ครูนำเสนอ และยังทำให้ครูสามารถค้นหาได้ด้วยว่านักเรียนมีการเข้าร่วมในการแก้ปัญหาที่ครูสร้างขึ้นมานั้นอย่างไร ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับครูคือทำให้สามารถปรับปรุงปัญหาปลายเปิด ซึ่งอยู่ในแผนการสอนของครูได้ด้วย



ภาพที่ 2.3 แผนภาพสถานการณ์การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด (ไมตรี อินประสิทธิ์, 2557, น. 173)



ภาพที่ 2.4 การเปลี่ยนแปลงการใช้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน (ไมตรี อินประสิทธิ์, 2563)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยออกแบบปัญหาปลายเปิด ที่มีกระบวนการเปิด คือ สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลาย มีผลลัพธ์เปิด คือ มีคำตอบหลากหลาย และแนวทางการพัฒนาเปิด คือหลังจากที่ผู้เรียนแก้ปัญหาแล้วสามารถพัฒนาปัญหาใหม่ ๆ โดยการเปลี่ยนเงื่อนไขหรือใช้เหตุผลจากปัญหาเดิม เหตุผลที่เลือกใช้ปัญหาปลายเปิดนั้นเพราะ ระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหาอยู่นั้นพวกเขาจะพบกับประสบการณ์และมีกระบวนการแก้ปัญหาที่แบบหลากหลายพอที่ครูจะประเมินทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนได้ (ไมตรี อินประสิทธิ์, 2557, น. 195)

2. ความสามารถในการการแก้ปัญหา (Problem Solving)

2.1 ความหมายของการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการคิดที่ถูกจัดให้เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง ที่ต้องอาศัยความรู้ ความคิด จากประสบการณ์เดิมร่วมกับสถานการณ์ปัจจุบันที่มุ่งไปที่ความเข้าใจเหตุและผลของปัญหา การแก้ปัญหาให้ได้ผลจะต้องหาต้นเหตุของปัญหานั้น และขจัดที่เหตุซึ่งต้องอาศัยวิธีการที่เหมาะสม เมื่อได้วิธีการที่น่าจะดีที่สุดแล้ว ก็ต้องวางแผนดำเนินการแก้ไขปัญหานั้นอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และลงมือทำตามแผนนั้น เก็บและวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล ปรับปรุง จนบรรลุผลตามเป้าหมายที่ต้องการ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา 2562, น. 41; Born และ คณะ (อ้างถึงในปรีชา เนาว์เย็นผล, 2562, น. 9-7))

2.2 แนวคิด หลักการของการแก้ปัญหา

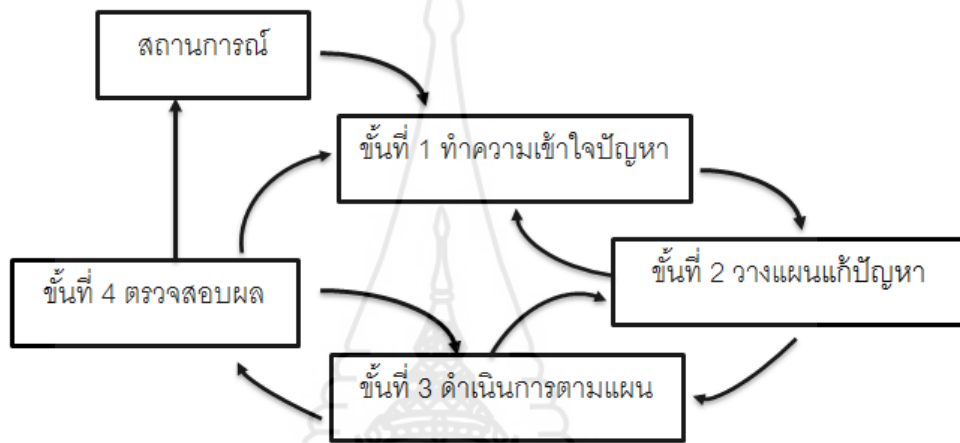
ทฤษฎีการแก้ปัญหาได้รับอิทธิพลจากผลงานเรื่องนักแก้ปัญหาทั่วไป ของ Ernest & Newell (1969) และ Newell & Simon (1972) อ้างถึงใน รสสุคนธ์ มกรมณี (2550) ซึ่งเป็นทฤษฎีการแก้ปัญหาที่วางรากฐานกระบวนการทัศน์เกี่ยวกับการประมวลสารสนเทศสำหรับศึกษาเรื่อง การแก้ปัญหา หลักการของทฤษฎีนี้คือ พฤติกรรมการแก้ปัญหาประกอบด้วย “วิธีการปลายทางวิเคราะห์” ซึ่งเป็นการนำปัญหามาแตกออกเป็นองค์ประกอบหรือเป้าหมายย่อย ๆ แล้วจึงจัดการแก้ไขเป้าหมายย่อย ๆ เหล่านั้นทีละเรื่อง สอดคล้องกับ DeBono (1971 และ 1991 อ้างถึงใน รสสุคนธ์ มกรมณี, 2550) เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโดยประยุกต์ใช้วิธีการคิดแบบนอกรอบ โดยเชื่อว่าปัญหาส่วนใหญ่ต้องการมุมมองที่แตกต่างจึงจะแก้ไขได้สำเร็จ วิธีการที่จะทำให้ได้มุมมองที่แตกต่างเกี่ยวกับปัญหาคือ การแยกปัญหาเป็นส่วนๆ แล้วนำกลับมารวมกลุ่มเข้าด้วยกันในลักษณะที่แตกต่างไปจากเดิมหรือสุมบางส่วนมารวมกัน หลักการนี้เสนอองค์ประกอบ ในการแก้ปัญหา 4 ประการคือ 1) ค้นหาความคิดเด่น ๆ ที่เป็นหลักในทำความเข้าใจกับปัญหา 2) ค้นหาวิธีการที่แตกต่างออกไปในการมองปัญหา 3) ปล่อยวางการคิดแบบยึดติด และ 4) ให้ออกาสตนเองในการเปิดรับความคิดอื่นๆ สอดคล้องกับ Polya (1945) ที่กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา แก้ปัญหา และมองย้อนกลับ แต่ Polya ไม่ได้กำหนดว่ากระบวนการแก้ปัญหาคือต้องเรียงตามลำดับขั้นตอนนั้น

ทั้งหมดนี้สะท้อนว่าในการแก้ปัญหาคือต้องพยายามพิจารณาแยกปัญหาให้เป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เพื่อจัดการแก้ปัญหาไปตามลำดับก่อน

2.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาพบขั้นตอนในการแก้ปัญหา เช่น Polya (1945) มีขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผน ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแผน และขั้นตรวจสอบ/มองย้อนกลับไปที่การแก้ปัญหาของตน แต่ในทางปฏิบัติ ผู้ที่กำลังแก้ปัญหาอยู่นั้น อาจมีลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา

ไม่แน่นอน มีการสลับลำดับขั้นตอนได้ เช่น เมื่อวางแผน แล้วดำเนินการแก้ปัญหาไม่สำเร็จ อาจย้อนกลับไปวางแผน หรือ ทำความเข้าใจปัญหาใหม่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตของ Wilson; Fernandez; & Hadaway (1993 อ้างถึงในรุ่งฟ้า จันทจักรุณณ์, 2559) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกวิเคราะห์ผู้เรียนตามกระบวนการแก้ปัญหาของ Wilson; Fernandez; & Hadaway เนื่องจากมีความยืดหยุ่นมากกว่าของ Polya ที่มีข้อจำกัดเรื่องลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา ซึ่งเหมาะสมกับการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีแบบเปิดเพราะมีอิสระในการคิดมากกว่านั่นเอง



ภาพที่ 2.5 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตของ Wilson; Fernandez; & Hadaway (1993) (อ้างถึงในรุ่งฟ้า จันทจักรุณณ์, 2559)

2.4 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตนเองเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย รู้จักประยุกต์และปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสม รู้จักตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ รวมถึงมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน นอกจากนี้การแก้ปัญหายังเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ ควรใช้สถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กระตุ้นดึงดูดความสนใจ ส่งเสริมให้มีการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา และยุทธวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนต้องให้ออกาสผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์หรือปัญหาหรือเกมที่น่าสนใจ ทำท่ายให้อายากคิด เริ่มด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนหรือผู้เรียนแต่ละกลุ่มโดยอาจเริ่มด้วยปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ก่อนต่อจากนั้นจึงเพิ่มสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถสูงผู้สอนควรเพิ่มปัญหาที่ยากซึ่งต้องใช้ความรู้ที่ซับซ้อน หรือมากกว่าที่กำหนดไว้ในหลักสูตรให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วย ในการเริ่มพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนจะต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่

4 ขั้นตอนแล้วจึงฝึกทักษะในการแก้ปัญหากระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน มีดังนี้
 ขั้นที่ 1 การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา หรือวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 2 การพัฒนา
 ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหา
 ตามแผน ขั้นที่ 4 การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ
 โดยครูควรให้ความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบ และฝึกให้นักเรียนตรวจคำตอบจนเป็นนิสัย
 การสอนการแก้ปัญหาควรมุ่งเน้นกระบวนการคิด ให้ผู้เรียนสามารถคิดเป็น แก้ปัญหาได้ตามขั้นตอน
 ของการแก้ปัญหา ไม่ใช่มุ่งเน้นเฉพาะผลลัพธ์หรือคำตอบของปัญหา ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมให้
 ผู้เรียนเรียนรู้้อย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยกำหนดประเด็นหรือคำถามนำให้คิดและหาคำตอบเป็นลำดับ
 เรื่อยไปจนผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้หลังจากนั้นในปัญหาต่อ ๆ ไป ผู้สอนจึงค่อย ๆ ลดประเด็น
 คำถามลงมา จนสุดท้ายเมื่อเห็นว่าผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาเพียงพอแล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องให้
 ประเด็นคำถามชี้นำก็ได้ ทั้งนี้ผู้สอนควรเสริมแรงเมื่อผู้เรียนแก้ปัญหาได้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดี
 ต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่ย่างยากซับซ้อนต่อไปใน
 อนาคต ในการจัดให้มีการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนนั้น เมื่อผู้เรียนเข้าใจ
 กระบวนการแล้ว การพัฒนาให้มีทักษะ ผู้สอนควรเน้นฝึกการวิเคราะห์แนวคิดอย่างหลากหลายในชั้น
 วางแผนแก้ปัญหาให้มากเพราะเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญและยากสำหรับผู้เรียน (สถาบันส่งเสริม
 การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553, น. 21-22, 2560, น. 85-90)

2.5 การวัด การประเมิน และเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการประเมินความสามารถ
 ในการแสดงออกตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการประเมินกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน
 ตามแนวคิดการประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for Learning) โดยวัดพฤติกรรมการแสดงออก
 ของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย การใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการ
 และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหอย่างเหมาะสม การทำความเข้าใจปัญหา การสร้างแบบจำลอง
 และการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง การตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา
 การตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา มีหลักการสำคัญคือต้องมี
 แบบทดสอบที่มีลักษณะคำถามเจาะลึกแนวคิด ยุทธวิธี และกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน
 ต้องสังเกตชั้นเรียนและการใช้คำถามร่วมด้วย อาจทำเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist)
 แล้วจดบันทึกสิ่งที่สังเกตทันที ตลอดจนให้นักเรียนเขียนอนุทิน (Journal) หรือ Student Reports
 เพื่อสะท้อนกระบวนการคิดของตน กำหนดเกณฑ์อย่างชัดเจน เป็นระบบ เช่น แบบรูบริก (Rubric Scoring)

ในการประเมินผลทักษะการแก้ปัญหอาจใช้การทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบ
 แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ หรือแบบแสดงวิธีทำ โดยสองวิธีแรกควรออกแบบให้ครอบคลุมความรู้
 หลักการ ทฤษฎี การตัดสินใจ การแปลความหมายของข้อมูล และอื่น ๆ ที่สะท้อนความสามารถ
 ในการแก้ปัญหาของนักเรียน แต่แบบที่สามแม้ว่าจะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงคำตอบ
 อย่างอิสระ แต่ผู้สอนจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินจะต้องทำควบคู่ไปกับ
 การเรียนการสอนอย่างต่อเนื่องเพราะจะทำให้เกิดประโยชน์กับผู้เรียน (สถาบันส่งเสริมการสอน
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553; สุวิมล ว่องวาณิช, 2560, น. 15-24; ชานนท์ จันทรา, 2559;
 อุชาวดี จันทรสณี, 2554)

จะพบว่าแบบทดสอบมิใช่เครื่องมือของการวัดและประเมินทักษะการแก้ปัญหาขึ้นเพียงอย่างเดียว หากแต่มีเครื่องมืออื่นที่กล่าวถึงข้างต้นที่ยังสามารถใช้วัดและประเมินทักษะการแก้ปัญหาได้ ทั้งนี้เพราะในงานวิจัยนี้ใช้ปัญหาปลายเปิดในการแก้ปัญหาที่มีคำตอบถูกต้องหลากหลาย และมีหนทางนำไปซึ่งการแก้ปัญหาได้หลายวิธีนั่นเอง สำหรับการประเมินดังกล่าวต้องอาศัยเกณฑ์การประเมินที่นิยมใช้ 2 รูปแบบ (ชานนท์ จันทรา, 2559) คือ การให้คะแนนแบบรวม (Holistic Scoring) และการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic Scoring)

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การให้คะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบรวม

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	ผลงานมีความถูกต้องสมบูรณ์แสดงถึงการเข้าใจปัญหา การใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ และมีการอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าวและสรุปคำตอบได้อย่างชัดเจน
3 (ดี)	ผลงานมีความถูกต้องค่อนข้างสมบูรณ์แสดงถึงการเข้าใจปัญหา การใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ และมีการอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าวและสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง
2 (พอใช้)	ผลงานไม่ถูกต้อง แต่ดำเนินการหรือแสดงวิธีทำได้อย่างถูกต้องหรือผลงานบางส่วนมีความผิดพลาดหรือไม่ชัดเจนหรือแสดงถึงความไม่เข้าใจปัญหามียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ แต่ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าวได้
1 (ต้องปรับปรุง)	ผลงานไม่ถูกต้อง พบว่ามีข้อมูลน้อยไม่สมบูรณ์ไม่มีรายละเอียดหรือมีการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน แต่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบวิเคราะห์ ของ สสวท.

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. การใช้วิธีการ แก้ปัญหา	3 (ดี)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1 (ต้องปรับปรุง)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่มีการสรุปคำตอบ

นอกจากนี้แล้วการแก้ปัญหาสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมที่แสดงออก (ชานนท์ จันทรา, 2554) ได้แก่ วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ทำความเข้าใจกับปัญหาโดยระบุประเด็นปัญหา กำหนดตัวแปรและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้ ตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหาคงตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปเครื่องมือการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.3 เครื่องมือวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยต่างๆ

ชื่อผู้วิจัย	เครื่องมือวัดทักษะการแก้ปัญหา				กรอบแนวคิด
	แบบทดสอบชนิดปรนัย	แบบทดสอบชนิดอัตนัย	แบบสังเกต/บันทึกของครู	แบบสัมภาษณ์	
รสกมลรัตน์ ศรีภิรมย์ (2563)	-	4 ข้อ	✓	✓	กระบวนการแก้ปัญหาของ Polya 1. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา 2. ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา 3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา 4. ขั้นตรวจสอบ
อลงกรณ์ ดำรงไทย (2563)	--	4 ข้อ	✓	✓	Polya (1957)
จุฬาลักษณ์ เชื้อเงิน (2562)	-	2 ข้อ	-	-	
รอฮานี ปูตะ (2561)	-	5 ข้อ (ก่อน-หลัง)	--	-	
พิชยา ศรีบุญมี (2560)	-	5 ข้อ	-	-	กระบวนการแก้ปัญหาของ Polya
พัชรพรรณ เก่งการเรือ (2560)	-	10 ข้อ	-	-	กระบวนการแก้ปัญหาของ Polya
กฤษฎา ขุนอาจ (2560)	-	ก่อนเรียน 2 ข้อ หลังเรียน 6 ข้อ	การตอบคำถามและใบงาน	-	1. การค้นหาปัญหา 2. การแก้ปัญหาและการสร้างคำตอบ 3. การประเมินคำตอบ

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	เครื่องมือวัดทักษะการแก้ปัญหา				กรอบแนวคิด
	แบบทดสอบ ชนิดปรนัย	แบบทดสอบ ชนิดอัตนัย	แบบสังเกต/ บันทึกของครู	แบบ สัมภาษณ์	
พัทธยากร บุศสยา (2559)	-	6 ข้อ	-	-	Polya
ภิญญาปวีร์ แสงกล้า (2559)	-	10 ข้อ	-	-	

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาตามกรอบกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตของ Wilson; Fernandez; & Hadaway (1993) เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ซึ่งต้องการนำมาใช้จริง จำนวน 2 ข้อ ร่วมกับการใช้แบบสังเกตการคิดขณะที่นักเรียนเรียนรู้และแก้ปัญหา

3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Communication)

3.1 ความหมายของการสื่อสาร

การสื่อสาร (Communication) เป็นกระบวนการถ่ายทอดข่าวสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร (รุ่งฟ้า จันทจักรุภรณ์, 2559) หรือเป็นวิธีการแลกเปลี่ยนความคิดและสร้างความเข้าใจระหว่างบุคคล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) ผ่านช่องทางการสื่อสารต่างๆ ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู การแสดงท่าทาง และการสังเกต

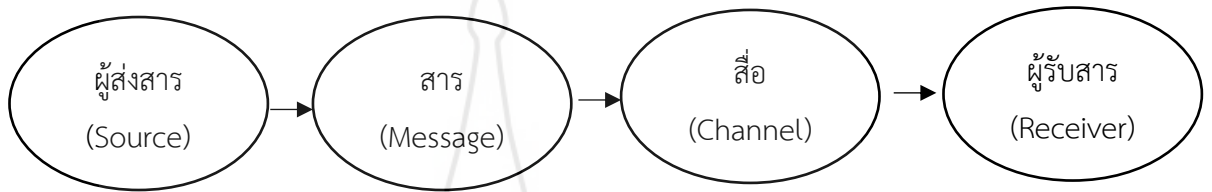
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Communication) เป็นการแสดงสมรรถนะเกี่ยวกับการแสดงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ได้หลากหลายวิธีทั้งการพูดและการเขียน และเข้าใจข้อความที่ผู้อื่นแสดงด้วยการพูดและการเขียนเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ (Lange 1999, อ้างถึงในสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559)

การสื่อสารเป็นเป้าหมายหนึ่งของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยหลักสูตรแกนกลางกำหนดให้การสื่อสารอยู่รวมกับการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็น การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และอธิบายว่าเป็นการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน หรือแบบจำลอง มาช่วยในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ประกอบด้วยความสามารถย่อย 3 ประการ คือ 1) การสื่อสาร เป็นการอธิบายโดยการพูด เขียน หรือแสดงความคิดเห็น 2) การสื่อความหมาย เป็นการทำความเข้าใจ ดีความ แปลความหรือวิเคราะห์ความหมายของ

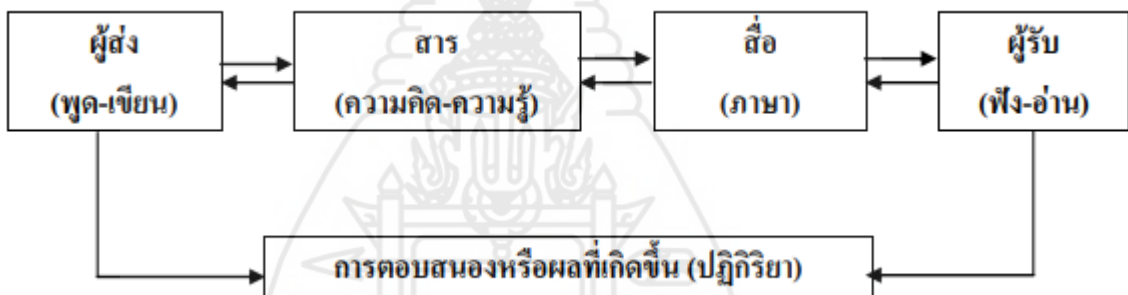
สิ่งที่ตนพบ และ 3) การนำเสนอ เป็นการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูลหรือความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน (อัมพร ม้าคนอง, 2554: 179)

3.2 วิธีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

กระบวนการสื่อสารมีองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ ผู้ส่งสาร สาร สื่อ และ ผู้รับสาร ดังภาพที่ 2.6 แบบจำลองของ Berlo (1960) แต่การสื่อสารโดยปกติแล้วมักเป็นการสื่อสารสองทาง ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.6 แบบจำลองการสื่อสารของ Berlo (1960)



ภาพที่ 2.7 แบบจำลองการสื่อสาร

(คณาจารย์โปรแกรมภาษาและวัฒนธรรมไทย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, 2553 : น.46)

สำหรับวิธีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จำแนกเป็น 6 วิธี ได้แก่ (Pirie, 1998)

1. ภาษาทั่วไป (Ordinary Language) เป็นการใช้อาษาหรือคำศัพท์ทั่วไปในชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งแตกต่างกันตามช่วงอายุและระดับความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน
2. วจนภาษาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Verbal Language) เป็นการใช้อาษาทางคณิตศาสตร์ทั้งการพูดและการเขียน
3. ภาษาสัญลักษณ์ (Symbolic Language) เป็นการสื่อสารที่ใช้การเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
4. การแสดงแทนด้วยภาพ (Visual Representation)
5. วิธีการไม่พูดแต่สร้างข้อตกลงเบื้องต้นร่วมกัน (Unspoken but Shared Assumption)

6. ภาษาเชิงคณิตศาสตร์ (Quasi-Mathematical Language) โดยนักเรียนสร้างคำศัพท์ใหม่ที่ไม่อยู่ในคำศัพท์ที่มีอยู่ก่อนแล้วเพื่ออำนวยความสะดวกในการสื่อสารภายในกลุ่มเพื่อแก้ปัญหา มักใช้เมื่อไม่มีภาษาคณิตศาสตร์โดยตรง (หรือนักเรียนอาจยังไม่ทราบ) คือ เมื่อภาษาซับซ้อนมากสำหรับนักเรียน หรือเมื่อแสดงแทนเชิงเปรียบเทียบ

จะพบว่าวิธีการสื่อสารในข้อ 1 , 2 และ 6 เป็นการใช้วจนภาษา (verbal language) คือ เป็นภาษาถ้อยคำ ทั้งภาษาพูดและภาษาเขียน ส่วนข้อ 3 และ 4 เป็นอวจนภาษา (non-verbal language) คือ เป็นการสื่อสารโดยไม่ใช้ถ้อยคำ เป็นการใช้สัญลักษณ์ หรือภาพ ส่วนข้อ 5 อาจเป็นได้ทั้งสองรูปแบบ

3.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ทำได้โดยการสอดแทรกในทุกขั้นตอนของการเรียนรู้ และทุกเนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนคิดว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหายังไง เขียนรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพ ตาราง หรือกราฟใดช่วยในการสื่อสารสื่อความหมาย ทำได้โดยกำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนชี้แนะแนวทางในการสื่อสารและการสื่อความหมาย ตลอดจนโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำ ได้นานมากขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)โดยเริ่มต้นจากการฝึกให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น โดยใช้ภาษาของตนเองที่ไม่เป็นทางการ แล้วฝึกให้นักเรียนสื่อสารอย่างเป็นทางการ อาจเป็นภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ผ่านการพูดและการเขียน เช่น การนำเสนอด้วยปากเปล่า ในการพูดรายงานหน้าชั้นเรียนและมีการถามตอบจากเพื่อนในชั้น การนำเสนอเป็นกลุ่ม การอภิปราย การสรุปจากบทเรียน หรือให้ผู้เรียนได้เขียนจากประสบการณ์โดยไม่ต้องจำกัดหน้าในการเขียน ทั้งนี้เพราะการสื่อสารด้วยการเขียนทำให้ได้จัดระบบความคิด เรียบเรียง ทบทวนและไตร่ตรองของสิ่งที่ต้องการสื่อสาร (อัมพร ม้าคนอง, 2554, น. 58 ; Thurber, 1994)

สำหรับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดสามารถทำให้เกิดสมรรถนะในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาได้ โดยครูมีการเตรียมคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กระตุ้นการคิดของนักเรียน ครูคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนและสังเกตการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งในขั้นตอนการแก้ปัญหานี้ นักเรียนจะได้แก้ปัญหารายบุคคลผ่านการเขียนและการแก้ปัญหาเป็นคู่หรือเป็นกลุ่มจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สื่อสารกันอย่างอิสระ อภิปรายแสดงแนวคิดของตนเอง และแลกเปลี่ยนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ อภิปรายถกเถียงกับเพื่อนในกลุ่ม และสรุปประเด็นการอภิปรายร่วมกัน สุดท้ายถูกถ่ายทอดผ่านงานเขียนอธิบายโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ (เยาวลักษณ์ ชาญรบ, 2561; พงษ์รินทร์ คำสีทิพย์, 2559)

3.4 การวัด การประเมิน และเครื่องมือวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จัดเป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.18-19) อธิบายวิธีการประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าให้ประเมินตามความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะนั้น โดยการแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมายและนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม ใช้ข้อความ ศัพท์ สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล สรุปลสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าความรู้จากแหล่งเรียนรู้ และเสนอความคิดเห็นที่เหมาะสมกับปัญหา

Kennedy and Tipps (1994, p. 112) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน ตามเกณฑ์ 4 ระดับ ดังนี้

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

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

ขณะที่ Emori (2005) ให้ความสำคัญกับการประเมินคุณลักษณะของการสื่อสารผ่านคุณภาพการคิดของนักเรียน 3 ประการ ได้แก่ ความถูกต้องแม่นยำ (Rigorousness) ความคุ้มค่า (Economy) และความอิสระ (Freedom) มากกว่าการประเมินปริมาณของการพูดของนักเรียนในชั้นเรียน คุณภาพของการเปล่งเสียงและวิธีการแสดงออกของนักเรียน โดยมองว่าการประเมินดังกล่าวไม่ใช่สิ่งสำคัญสำหรับการประเมินการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การประเมินคุณลักษณะของการสื่อสารของ Emori (2005) มีรายละเอียด ดังนี้

ความถูกต้องแม่นยำ หมายถึง การสื่อสารที่ผู้ส่งสารและผู้รับสารเข้าใจตรงกัน
 ความคุ้มค่า หมายถึง สารที่ส่งออกไป สามารถทำให้ผู้รับสารคิดถึงเรื่องนั้นๆ แล้ว
 เข้าใจตามที่ผู้ส่งสารต้องการหรือเกินกว่า ถือว่าการส่งสารนั้นมีความคุ้มค่า

ความอิสระ หมายถึง ผู้รับสารสามารถคิดวิธีการใหม่ หรือเกิดแนวคิดใหม่หลังได้รับ
 สารมาแล้ว โดยไม่ติดอยู่กับกรอบแนวคิดเดิม ความอิสระหมายความว่ารวมไปถึงการมีแนวคิดที่
 หลากหลายด้วย

จากการศึกษาการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 สามารถสรุปวิธีการประเมินได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งอาศัยร่องรอยจากผลงานนักเรียน หรือหลักฐาน
 การเรียนรู้ที่นักเรียนเขียน หรือการสังเกตพฤติกรรมกรรมการแสดงออกของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน
 ขณะแก้ปัญหา หรือการนำเสนอ อภิปราย ได้ ตลอดจนสามารถประเมินจากการทดสอบด้วย
 แบบทดสอบอัตนัยเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก็สามารถทำได้
 เช่นเดียวกัน

4. การวิจัยปฏิบัติการ (Action Research)

การวิจัยปฏิบัติการ หรือการวิจัยในชั้นเรียน (สุวิมล ว่องวานิช, 2555) ประกอบด้วย
 กระบวนการวิจัย (Research) การปฏิบัติการโดยครู (Action) และ สถานที่หรือบริบทที่ทำการวิจัย
 คือชั้นเรียน (Classroom) วิธีการวิจัยไม่เน้นการกำหนดกรอบแนวคิดทฤษฎีแต่ใช้ประสบการณ์
 ของครูผู้สอน เปิดโอกาสให้ครูได้ค้นหา สะท้อนผลการปฏิบัติ และการแปลความหมายผลการวิจัยได้
 ด้วยตนเอง การวิจัยของครูจึงเป็นการวิจัยปฏิบัติการที่เกิดขึ้นในห้องเรียนขณะทำการเรียน
 การสอน เพื่อแสวงหาวิธีการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาการเรียนการสอน มุ่งสร้างความรู้เฉพาะเพื่อใช้ใน
 ห้องเรียนของครูผู้วิจัยมากกว่าการสร้างข้อความรู้ทั่วไปหรือการสรุปอ้างอิง มีวิธีการวิจัยเป็นวงจร
 ทำงานอย่างต่อเนื่องและสะท้อนกลับการทำงานของตนเอง ตามวงจร PAOR ดังนั้นการวิจัย
 ปฏิบัติการจึงมีลักษณะเด่นคือ เป็นกระบวนการวิจัยที่ทำอย่างรวดเร็ว โดยครูผู้สอนนำวิธีการ
 แก้ปัญหาที่ตนเองคิดขึ้นไปทดลองใช้กับผู้เรียนทันทีและสังเกตผลการแก้ปัญหานั้น มีการสะท้อนผล
 และแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับเพื่อนครูในโรงเรียน เป็นการวิจัยแบบร่วมมือซึ่งครูนักวิจัยและเพื่อน
 ครูจะมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การวิจัยร่วมกัน มีการถกอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้และผล
 ที่เกิดขึ้น และสามารถนำผลไปใช้แก้ปัญหาในห้องเรียนได้ทันที มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการ
 สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโดยครู ซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่เป็น ข้อมูลเชิงคุณภาพ
 ดังนั้นจึงใช้การวิเคราะห์เนื้อหาวิเคราะห์ข้อมูล ไม่เน้นการวิเคราะห์ด้วยสถิติขั้นสูง เทคนิคการเก็บ
 รวบรวมข้อมูลในการวิจัยปฏิบัติการ เช่น ข้อสอบแบบเขียนตอบ การบันทึกเหตุการณ์/บันทึก
 ภาคสนาม การศึกษาและวิเคราะห์เอกสาร (เช่น แผนการสอน ผลงานนักเรียน สื่อการสอน)
 แบบสอบถาม/การสำรวจ การสัมภาษณ์ การบันทึกภาพถ่าย เสียง การสังเกต สังคมมิติ นอกจากนี้
 ต้องมีการตรวจสอบข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูล ใช้ผู้เก็บข้อมูลหลายคน ใช้วิธีการเก็บข้อมูลหลายวิธี

กำหนดช่วงเวลาในการเก็บหลายครั้ง และใช้มุมมองจากหลายทฤษฎีในการวิเคราะห์และตีความ จึงจะทำให้ผู้วิจัยมีความมั่นใจในความถูกต้องและการวิจัยมีความหนักแน่นขึ้นในเชิงวิธีการ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ นิรัญชลา ทับพุ่ม (2564) ไพศาล แผลงทับทอง (2564) พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม (2563) สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง (2561) จริญญา สุนทรหาญ (2561) พรพิมล พรหมนัส (2560) จิตขจี พึ่งผล (2558) ประภากร ปัญญาดี (2557) และ ญานิน กองทิพย์ (2555) สรุปแยกเป็นประเด็นได้ดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์

ในงานวิจัยที่ศึกษา ผู้วิจัยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open approach) เป็นรูปแบบของการสอนทั้งหมด โดยผู้วิจัยกำหนดวัตถุประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม (2563) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยวิธีการแบบเปิดกับแบบปกติ และ จริญญา สุนทรหาญ (2561) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มที่ 2 กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม (2563) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนด้วยวิธีการแบบเปิดกับแบบปกติ จริญญา สุนทรหาญ (2561) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ขณะที่ ไพศาล แผลงทับทอง (2564) ศึกษาความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มที่ 3 กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารขณะแก้ปัญหา และหรือในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ญานิน กองทิพย์ (2555) กำหนดวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยท่าทางของนักเรียน สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง (2561) ศึกษาความสามารถในการใช้การสื่อสารกลุ่มย่อยทางคณิตศาสตร์เพื่อเรียนรู้คณิตศาสตร์ และ พรพิมล พรหมนัส (2560) ทำการวิเคราะห์กระบวนการของความตระหนักคิดขณะสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างการแก้ปัญหา

กลุ่มที่ 4 กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษารูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร จิตขจี พึ่งผล (2558) กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดในการส่งเสริมวาทกรรมของครูและนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งวาทกรรมในทางคณิตศาสตร์ในบริบทของงานวิจัยเป็นกระบวนการอภิปรายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการสื่อสารอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับ นิรัญชลา ทับพุ่ม (2564) ที่ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิดที่ส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ และส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

5.2 แบบแผนการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีแบบแผนการวิจัยที่หลากหลาย ทั้งรูปแบบการวิจัยปฏิบัติในชั้นเรียนตามแบบของ Schmuck, R. (2006) (นิรัญชลา ทับพุ่ม, 2564) ระเบียบวิธีการวิจัยการทดลองเกี่ยวกับการสอน (Teaching Experiment) (สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง, 2561; พรพิมล พรมนัส, 2560 ; จิตขจี พึ่งผล, 2558) ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพที่เน้นการวิเคราะห์หัตถ์ทัศน์ (ญานิน กองทิพย์, 2555) การวิจัยแบบทดลอง ได้แก่ แบบวัดหลังการทดลองครั้งเดียว (One – Group - Posttest only Design) (ไพศาล แผลงทับทอง, 2564 ; จรียา สุทรหาญ, 2561) แบบทดลองกลุ่มเดียวทดสอบก่อน-หลัง (One – Group Pretest – Posttest Design) (ประภากร ปัญญาดี, 2557) และการทดลองสองกลุ่ม มีกลุ่มควบคุม วัดผลก่อน-หลัง (Randomized Pretest-Posttest Control Group Design) (พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม, 2563)

5.3 แนวคิดที่ใช้

ในการศึกษาแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์พบว่า นิรัญชลา ทับพุ่ม (2564) พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม (2563) จรียา สุทรหาญ (2561) และประภากร ปัญญาดี (2557) ใช้ กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพียงอย่างเดียว ขณะที่ ไพศาล แผลงทับทอง (2564) ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับ Math Model โดย ใช้ Math Model ในขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน แต่ จิตขจี พึ่งผล (2558) ญานิน กองทิพย์ (2555) และ สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง (2561) ใช้แนวคิดการศึกษาชั้นเรียนร่วมกับวิธีการแบบเปิด แต่ สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง (2561) มีข้อแตกต่างคือใช้กรอบทฤษฎีไตรแอด (Triad Feedback) ในการวิเคราะห์การสื่อสารกลุ่มย่อยร่วมด้วย ขณะที่ พรพิมล พรมนัส (2560) ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ร่วมกับการวิเคราะห์การสื่อสารตามแนวคิดของ Pirie (1998)

5.4 กลุ่มตัวอย่าง/กลุ่มเป้าหมาย ที่ใช้

จากการศึกษาพบว่า มีการกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ในงานวิจัยของ ไพศาล แผลงทับทอง (2564) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.6 ในงานวิจัยของ พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม (2563) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.1 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 80 คน ในงานวิจัยของ ประภากร ปัญญาดี (2557) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ป.3 จำนวน 29 คน ในงานวิจัยของ จรียา สุทรหาญ (2561) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น ม.4 จำนวน 38 คน

และมีการกำหนดเป็นกลุ่มเป้าหมาย ในงานวิจัยของ นิรัญชลา ทับพุ่ม (2564) เป็นนักเรียนชั้น ม.3 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ 5 รวม 36 คน ในงานวิจัยของ สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง (2561) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้น ม.1 จำนวน 147 คน จาก 5 โรงเรียน ในงานวิจัยของ ญานิน กองทิพย์ (2555) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้น ป.5 จาก 2 โรงเรียนที่มีบริบทไม่แตกต่างกันโดยนักเรียนสามารถทำกิจกรรมร่วมกันได้ สามารถสื่อสารกัน กล้าโต้แย้งซึ่งกันและกัน และแสดงออกเกี่ยวกับท่าทางในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยมาจากโรงเรียนละ 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน รวม 16 คนและในงานวิจัยของ พรพิมล พรมนัส (2560) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้น ม.5 จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน รวม 12 คนได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง นักเรียนที่มีความกล้าแสดงออก กล้าที่จะสื่อสารเกี่ยวกับแนวคิดของตนเองที่แตกต่างจากเพื่อน

ส่วนงานวิจัยของจิตขจี พึ่งผล (2558) กลุ่มเป้าหมายเป็นครูและนักเรียนชั้น ป.4 จำนวน 38 คน ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่าง/กลุ่มเป้าหมายอื่นๆ ที่หมายถึงนักเรียนเท่านั้น

โดยกลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษาแตกต่างกันส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารไม่แตกต่างกัน โดยส่งผลในทางบวกหรือดีขึ้น เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

5.5 เนื้อหาชนิด

ผู้วิจัยเลือกใช้เนื้อหาในการวิจัยแตกต่างกัน แยกตามระดับการศึกษาเป็นระดับประถมศึกษา ได้แก่ ประภากร ปัญญาดี (2557) เรื่องเวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จิตขจี พึ่งผล (2558) เรื่องการหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ญานิน กองทิพย์ (2555) เรื่องรูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และระดับมัธยมศึกษา ได้แก่ พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม (2563) และสัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง (2561) เรื่องสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นิรัฐชลา ทับพุ่ม (2564) เรื่อง ความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จริยา สุทรหาญ (2561) เรื่องฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พรพิมล พรมนัส (2560) เรื่อง กราฟ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไพศาล แผลงทับทอง (2564) เรื่อง แคลคูลัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

5.6 สถิติและการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลจะแยกเป็นเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

การวิเคราะห์เชิงปริมาณใช้สถิติพื้นฐาน ดังนี้ การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ไพศาล แผลงทับทอง, 2564 ; สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง, 2561) ร้อยละ (พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม, 2563) การทดสอบที่ เทียบเกณฑ์ใช้ t-test for one sample (ไพศาล แผลงทับทอง, 2564 ; จริยา สุทรหาญ, 2561) การทดสอบสมมติฐานการวิจัยโดยใช้ Hotelling's T^2 (พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม, 2563) และการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ โดยหาค่า E_1/E_2 และหาค่าประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ไพศาล แผลงทับทอง, 2564)

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) (นิรัฐชลา ทับพุ่ม, 2564; จริยา สุทรหาญ, 2561) การวิเคราะห์วิดีโอทัศน์ชั้นเรียน (VDO Analysis) ใช้การวิเคราะห์คำพูด ท่าทาง และการใช้ภาษาเขียน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและครูกับนักเรียน โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์เป็นการบรรยายสรุปประกอบโปรโตคอล (Protocal) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analysis Description) (สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง, 2561; พรพิมล พรมนัส, 2560; จิตขจี พึ่งผล, 2558; ญานิน กองทิพย์, 2555)

5.7 ผลการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม, 2563) และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (จริยา สุทรหาญ, 2561) โดยเป็นทักษะการสื่อสารด้านการพูดในระดับมาก ร้อยละ 75.86 ระดับดีร้อยละ 24.14 และด้านการเขียนในระดับดีมาก ร้อยละ 68.97 และระดับดี 31.30 (ประภากร ปัญญาดี, 2557) สอดคล้องกับ ไพศาล แผลงทับทอง (2564) ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์

ของนักเรียน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด ร่วมกับ Math Model สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดมีวาทกรรมทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นและวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ถูกใช้อยู่ตลอดโดยครูจะเป็นผู้เริ่มต้นวาทกรรมที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เริ่มตั้งแต่ (1) ออกแบบแผนการสอน ออกแบบสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนที่เป็นสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเพื่อที่จะใช้นำเสนอเพื่อการดำเนินชั้นเรียน (2) เมื่อชั้นเรียนเริ่มต้นด้วยสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด นั่นก็หมายความว่า จะไม่มีเงื่อนไขใดมาเป็นข้อบังคับให้นักเรียนต้องในตอบสิ่งที่ครูถามให้ถูกต้องตรงกับกฎ สูตร หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ยากต่อการทำความเข้าใจด้วยความเป็นปัญหาปลายเปิดจึงส่งผลให้นักเรียนสามารถโต้ตอบมีปฏิสัมพันธ์กับครูผู้สอนได้ง่ายขึ้น และยังเพิ่มจำนวนนักเรียนในชั้นเรียนให้สามารถที่จะมีส่วนร่วมในชั้นเรียนมากขึ้นอีกด้วย เช่นนั้นแล้วชั้นเรียนจะมีการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียนเกิดขึ้น (3) เมื่อชั้นเรียนเต็มไปด้วยแนวคิดต่าง ๆ อย่างหลากหลายจากนักเรียนแล้ว ครูและนักเรียนจึงต้องทำการสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนเพื่อให้ความเข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นแล้ว บทบาทครูในชั้นเรียนที่ใช้การเรียนการสอนด้วยการศึกษาชั้นเรียน และวิธีการสอนแบบเปิดจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมวาทกรรมซึ่งจะส่งผลต่อบทบาทของนักเรียนในชั้นเรียนด้วย (จิตขจี พึ่งผล, 2558) เช่นเดียวกับ สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง (2561) พบว่าในทุกชั้นเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการใช้การสื่อสารกลุ่มย่อยทางคณิตศาสตร์เพื่อเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในขั้นที่สองของวิธีการแบบเปิด (ขั้นนักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง) ที่แยกเป็น 3 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ การแก้ปัญหาคนเดียว การแก้ปัญหาเป็นคู่ และการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม ถือเป็นยุทธวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้การสื่อสารกลุ่มย่อยทางคณิตศาสตร์เพื่อเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย และนักเรียนมีเจตคติทางบวกต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเกิดประสบการณ์เชิงอารมณ์หลาย ๆ ครั้ง ในการสื่อสารกลุ่มย่อยทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรพิมล พรมนัส (2560) ที่พบว่านักเรียนแสดงให้เห็นถึงกระบวนการของความตระหนักในการคิด ในขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนมากที่สุด ประกอบด้วย การคาดการณ์ นักเรียนมีการประมาณคำตอบของสถานการณ์ปัญหา, การวางแผน ที่นักเรียนสามารถจำกัดขอบเขตในการแก้สถานการณ์ปัญหา, การสำรวจตรวจตรา เป็นการทบทวนความเป็นไปได้ของแนวคิดในการแก้ปัญหา, การประเมิน ที่นักเรียนมีการให้คุณค่ากับแนวคิดของตนเองในการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหา ที่นักเรียนเกิดแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยท่าทางของนักเรียน 7 ประเภท ได้แก่

- 1) ความถูกต้องแม่นยำของความคิดด้วยท่าทางแบบซ้ำของนักเรียน
- 2) ความถูกต้องแม่นยำของความคิดด้วยท่าทางเชิงอุปมาของนักเรียน
- 3) ความคุ้มค่าของความคิดด้วยท่าทางชี้เฉพาะของนักเรียน ซึ่งพบมากที่สุด ใน 7 ประเภทนี้
- 4) ความคุ้มค่าของความคิดด้วยท่าทางเป็นภาพของนักเรียน
- 5) ความอิสระของความคิดด้วยท่าทางชี้เฉพาะของนักเรียน
- 6) ความอิสระของความคิดด้วยท่าทางเป็นภาพของนักเรียน และ
- 7) ความอิสระของความคิดด้วยท่าทางชี้เฉพาะและท่าทางเป็นภาพของนักเรียน และในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาในขณะที่ครูบันทึกแนวคิดของนักเรียนเพื่อใช้ในการอภิปรายมากที่สุดในการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด ในขั้นนี้ นักเรียนได้

แก้ปัญหาด้วยตนเอง และใช้ทำทางในสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งกันและกันได้อย่างหลากหลาย ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยทำทางพร้อมกับคำพูด ทำให้สื่อสารได้อย่างกระชับและเข้าใจตรงกันได้มากกว่าการสื่อสารทางใช้คำพูดหรือทำทางเพียงอย่างเดียว ทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะโรงเรียนที่อยู่ภายใต้บริบทของการศึกษา ชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด นักเรียนได้รับโอกาสในการเรียนรู้ตามศักยภาพของตัวเอง กล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออก (ญานิน กองทิพย์, 2555) นอกจากนี้ในงานวิจัยของ นิรัฐชลา ทับพุ่ม (2564) พบแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์มีประเด็นที่ควรเน้น คือ ครูสร้างสถานการณ์ปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้กับนักเรียน มีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และต้องสร้างบรรยากาศให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก และผลการจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบย่อย เรียงตามลำดับพัฒนาจากมากไปน้อย ดังนี้ การสร้างข้อคาดการณ์และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล (ร้อยละ 85.19) การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล (78.70) เท่ากับ การให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป (78.70) และการให้สนับสนุนการโต้แย้งกลับ (75.00)



บทที่ 3

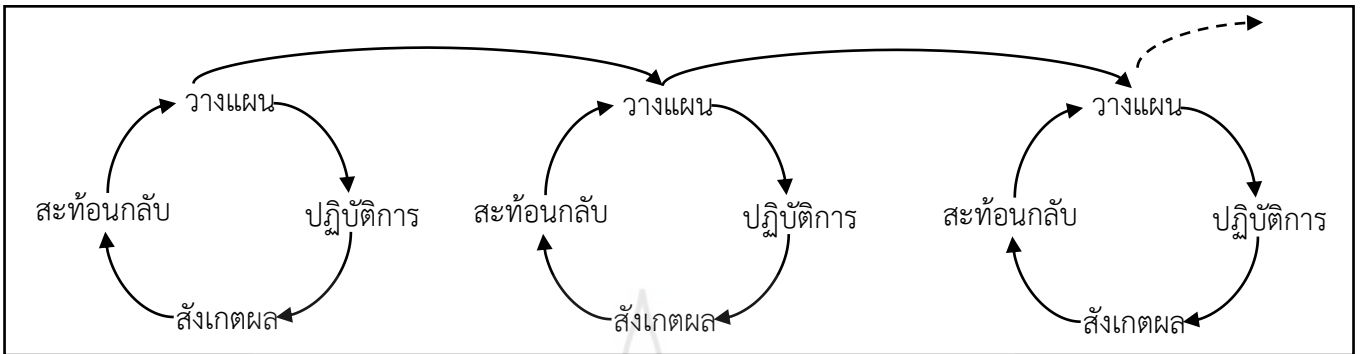
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่งจังหวัดลำปาง เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (action research) ดำเนินการวิจัยโดยครูผู้สอนนำวิธีการแก้ปัญหาไปทดลองใช้กับผู้เรียนในห้องเรียน ด้วยวิธีการวิจัยอย่างต่อเนื่องเป็นวงจรเป็นการวิจัยแบบร่วมมือระหว่างครูผู้สอนในฐานะผู้วิจัยและทีมผู้ช่วยวิจัย โดยทำการสังเกตผลการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีกระบวนการสะท้อนผลการปฏิบัติและแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับทีมผู้ช่วยวิจัยทุกวงจร โดยผู้วิจัยจะได้นำเสนอวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยปฏิบัติการ (action research) ใช้วงจรการวิจัยปฏิบัติการของเคมมิส และแมคแทคการ์ท (Kemmis and Mc Taggart, 1990) 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตผล (Observe) และขั้นสะท้อนกลับ (Reflect) โดยดำเนินการวิจัยสัปดาห์ละ 1 วงจร รวมทั้งสิ้น 3 วงจร การวิจัยปฏิบัติการใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพมากกว่าเชิงปริมาณ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยครู ใช้วิธีการสังเกตหลักฐานการแสดงพฤติกรรมต่างๆ ดำเนินการวิจัยโดยครูผู้สอนนำวิธีการแก้ปัญหาไปทดลองใช้กับผู้เรียนในห้องเรียนทันทีและสังเกตผลการแก้ปัญหาในขณะจัดการเรียนการสอน มีการสะท้อนผลและแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับเพื่อนครูในโรงเรียน เป็นการวิจัยแบบร่วมมือด้วยวิธีการวิจัยที่มีวงจรการทำงานต่อเนื่องและสะท้อนกลับการทำงานของตนเอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน โดยเป็นการวิจัยเพื่อแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างเรียน ปรับปรุงแก้ไขพัฒนาควบคู่กันไปกับกิจกรรมการเรียนการสอนปกติ มุ่งสร้างความรู้เฉพาะเพื่อใช้ในห้องเรียนของครูผู้วิจัย (สุวิมล ว่องวานิช, 2543)



ภาพที่ 3.1 วงจรของการวิจัยปฏิบัติการ (สุวิมล ว่องวานิช, 2543)

ก่อนเริ่มวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยดำเนินการประชุมนิเทศนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และปฐมนิเทศทีมผู้ช่วยวิจัย เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับกระบวนการสังเกตชั้นเรียน และสิ่งที่จะสังเกต ผู้วิจัยจัดเตรียมกล่องสำหรับบันทึกวิดิทัศน์ชั้นเรียน จัดหามุมมองที่เหมาะสมที่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างครบถ้วน

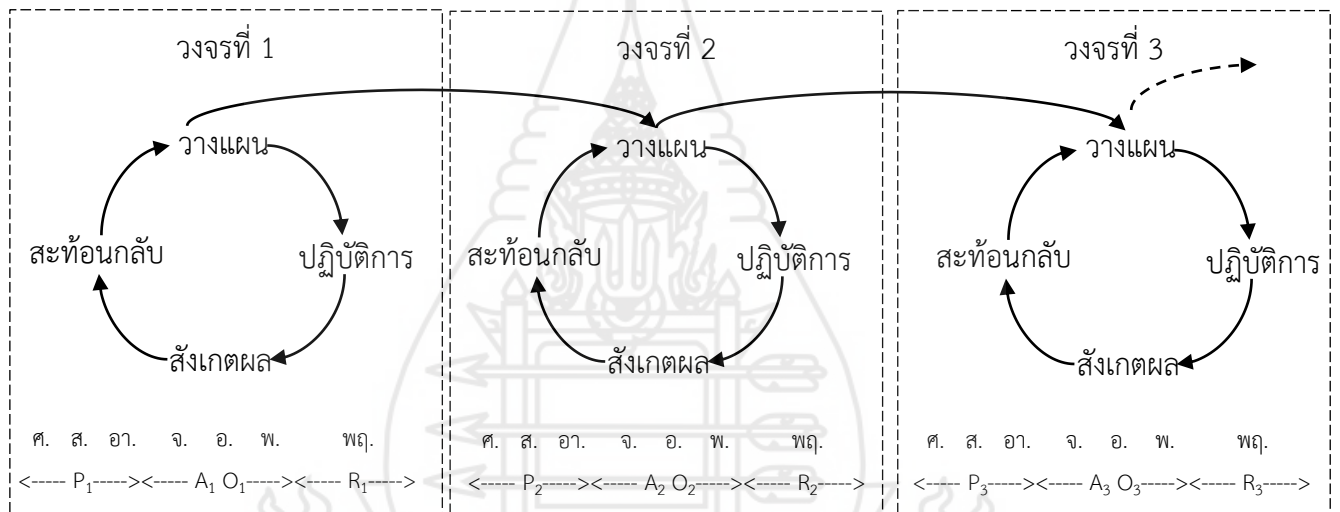
ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. **ขั้นวางแผน** ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด จัดเตรียมใบกิจกรรม และสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ จัดตั้งกล่องบันทึกวิดิทัศน์ และจัดเตรียมเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้ครบถ้วน สำหรับขั้นวางแผนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 – 3 จะมีการปรับกิจกรรมและรายละเอียดบางประการ ในแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้สังเกตชั้นเรียน และผลการปฏิบัติการ ในวงจรที่ผ่านมาด้วย หลังจากการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรก่อนหน้า ซึ่งผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จะร่วมกันวางแผนการดำเนินงานในทุกๆ วันศุกร์ เสาร์ และอาทิตย์

2. **ขั้นปฏิบัติการ** ผู้วิจัยดำเนินการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ในช่วงโมงคณิตศาสตร์ทุกวันจันทร์ จำนวน 2 ชั่วโมง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน และการสังเกตแนวคิดโดยครู ในขั้นนี้ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนทำหน้าที่สังเกตแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนเพื่อใช้ในการรวบรวมจัดทำเป็นข้อสรุปบทเรียน เมื่อดำเนินการจัดการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้น ขั้นที่ 3 การนำเสนอ การอภิปราย และการเปรียบเทียบ และขั้นที่ 4 การสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน หลังดำเนินการจัดการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนจะทำการตรวจผลงานนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนโดยใช้แบบประเมินผลงานนักเรียนเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารด้านการเขียนของนักเรียน หลังจากนั้นอีก 2 วัน นักเรียนจะได้ทำการทดสอบย่อยท้ายวงจรเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในวันพุธ ช่วงโมงคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ชั่วโมง และตรวจให้คะแนนแบบทดสอบย่อย จากนั้นครูผู้สอนจะทำการบันทึกหลังการจัดการจัดการจัดการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกหลังการจัดการจัดการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้บันทึกผลลัพธ์การเรียนรู้ ด้วย

3. **ขั้นสังเกตผล** ทีมผู้สังเกตชั้นเรียนจะประกอบไปด้วยครูผู้สอนและผู้ช่วยวิจัยที่จะทำการสังเกตชั้นเรียนไปพร้อมๆ กับขณะที่ครูผู้สอนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจะทำการสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละชั้นของวิธีสอนแบบเปิดรวมทั้งสภาพแวดล้อมโดยทั่วไปในชั้นเรียน แล้วบันทึกผลการสังเกตลงในแบบบันทึกการสังเกตชั้นเรียนคณิตศาสตร์ นอกจากนั้นแล้วในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังมีการบันทึกวิดีโอด้วย เพื่อให้ผู้วิจัยนำไปถอดโปรโตคอลชั้นเรียนคณิตศาสตร์จากวิดีโอดังกล่าว เพื่อนำไปใช้ในวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และยังสามารถนำไปใช้สำหรับการสังเกตชั้นเรียนซ้ำๆ

4. **ขั้นสะท้อนกลับ** ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนร่วมสะท้อนผลการปฏิบัติกับทีมผู้ช่วยวิจัยจากเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลทุกชนิด แล้วนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนในวงจรถัดไป ซึ่งดำเนินการในวันพฤหัสบดีหลังเลิกเรียน ตั้งแต่เวลา 16.00 น. เป็นต้นไป ใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยได้จดบันทึกผลการสะท้อนและปรับปรุงการปฏิบัติในวงจรต่อไป



ภาพที่ 3.2 ระยะเวลาการปฏิบัติในแต่วงจร

ทำยวงจรปฏิบัติการ เมื่อดำเนินการครบทุกวงจร ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อนำผลมาวิเคราะห์ข้อมูล และจัดทำสรุปผลการวิจัย

2. กลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา

กลุ่มเป้าหมาย ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง จังหวัดลำปาง จำนวน 26 คน เป็นชั้นเรียนที่มีความหลากหลาย มีทั้งเด็กกลุ่มเก่ง เด็กกลุ่มกลาง และเด็กกลุ่มอ่อน รวมทั้งมีนักเรียนที่มีภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ (Learning Disability: LD) จำนวน 7 คน เรียนรวมอยู่ในชั้นเรียนนี้ด้วย

3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด เรื่อง เวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง และแผนปฐมนิเทศ จำนวน 1 แผน

ตารางที่ 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้

วงจรถวายปฏิบัติ	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ก่อนดำเนินการ	แผนปฐมนิเทศ	1
วงจรถวาย 1	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การบอกเวลาเป็นนาฬิกาและนาที	2
	การทดสอบท้ายวงจรถวาย	1
วงจรถวาย 2	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระยะเวลาและการเปรียบเทียบระยะเวลา	2
	การทดสอบท้ายวงจรถวาย	1
วงจรถวาย 3	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวลา	2
	การทดสอบท้ายวงจรถวาย	1
ท้ายการปฏิบัติ	การทดสอบท้ายการปฏิบัติ	1

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

- 1) แบบบันทึกการถอดโปรโตคอลชั้นเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์การสื่อสารด้านการพูดของนักเรียน
- 2) แบบประเมินผลงานนักเรียนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารด้านการเขียนของนักเรียน
- 3) แบบบันทึกการสังเกตชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ใช้บันทึกพฤติกรรมการสอนของครู และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่แสดงออกในชั้นเรียน โดยผู้สอน และผู้สังเกตเป็นผู้บันทึก
- 4) แบบบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้บันทึกผลลัพธ์การเรียนรู้ โดยผู้สอนเป็นผู้บันทึก
- 5) แบบทดสอบย่อยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 6) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 7) แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.2 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยปฏิบัติการเป็นไปตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง เวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ แผนปฐมนิเทศ

มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

2) วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่งสาระการเรียนรู้แกนกลาง มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ กำหนดกรอบเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ออกแบบหน่วยการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้ คัดเลือกและผลิตสื่อประกอบการเรียนรู้ ตลอดจนกำหนดแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

3) วิเคราะห์นักเรียนรายบุคคลในประเด็นความต้องการ ความสนใจ พัฒนาการและธรรมชาติของช่วงวัยในด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา โดยการสังเกตพฤติกรรม การสัมภาษณ์ ประกอบกับผลการเรียนที่ผ่านมาของนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนต่อไป

4) วิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้ เรื่อง เวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากหนังสือเรียน และเอกสารตำราที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชื่อมโยงของเนื้อหาสาระเรื่องเวลาในชั้นเรียนก่อนหน้า คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรมาบ้างแล้ว และวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชื่อมโยงของเนื้อหาสาระเรื่องเวลาในชั้นเรียนต่อไปอีก 1 ระดับชั้น คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วย เพื่อวิเคราะห์ว่าเนื้อหาสาระใดมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการนำไปปรับประยุกต์ในการศึกษาในระดับชั้นต่อไปของผู้เรียนด้วย

5) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง เวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อขอคำแนะนำหรือให้ข้อเสนอแนะ ในด้านความถูกต้องของเนื้อหาสาระ ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อที่ใช้ การวัดและประเมินผล ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับรูปแบบการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด และภาษาที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาอีกครั้ง

6) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ได้จัดพิมพ์เป็นที่เรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นของวิธีการแบบเปิด การออกแบบสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด สื่อการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ผลการประเมินพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย

4.57, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.40) โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ควรใช้นาฬิกาซึ่งเป็นสื่อการสอนที่เป็นสื่อของจริง มาช่วยในขั้นสรุปกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นภาพของจริงเทียบกับสิ่งที่นักเรียน ได้วาดรูปมา อันจะเป็นการช่วยตรวจสอบและยืนยันผลงานของนักเรียนได้ดีขึ้น และการปรับปรุง การใช้ภาษาในคำชี้แจงของใบกิจกรรม ทั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว

7) จัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ และจัดเตรียมสื่อ ประกอบการสอนให้ครบถ้วน

3.2.2 แบบบันทึกการถอดโปรโตคอลชั้นเรียนคณิตศาสตร์

แบบบันทึกการถอดโปรโตคอล (Protocol) ชั้นเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบบันทึกข้อมูลที่ได้จากการถอดเทปหรือวิดีโอที่บันทึกการสอนในชั้นเรียนที่จัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิด 4 ขั้นตอน แล้วนำมาวิเคราะห์ (Protocol Analysis) เพื่อเก็บข้อมูลด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของวิธีสอน มีขั้นตอน การสร้างและหาคุณภาพดังนี้

1) วิเคราะห์คุณลักษณะที่ต้องการวัด โดยเครื่องมือชนิดนี้ต้องการใช้วิเคราะห์ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เฉพาะด้านการพูดของนักเรียน ในการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics) ประกอบด้วย ภาษาทั่วไป (Ordinary Language) วิชาภาษาทาง คณิตศาสตร์ (Mathematical verbal language) ภาษาสัญลักษณ์ (Symbolic language) การแสดงแทนด้วยภาพ (Visual representation) วิธีการไม่พูดแต่สร้างข้อตกลงเบื้องต้นร่วมกัน (Unspoken but shared assumption) และภาษากึ่งคณิตศาสตร์ (Quasi-mathematical language) โดยแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Representations) ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ เหมาะสม เข้าใจ ชัดเจน

2) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัย เอกสาร และตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง แบบบันทึกการถอดโปรโตคอลชั้นเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดรูปแบบ ขอบเขตของ การบันทึกข้อมูล นิยาม และคำอธิบายของสิ่งที่จะบันทึก

3) ดำเนินการสร้างแบบบันทึกการถอดโปรโตคอลชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ สอดคล้องกับนิยามที่กำหนดไว้ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อขอคำแนะนำหรือให้ ข้อเสนอแนะ จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาอีกครั้ง

4) จัดพิมพ์ต้นฉบับแบบบันทึกการถอดโปรโตคอลชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถ ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน รูปแบบตารางบันทึกข้อมูล และความเป็นไปได้ในการ นำไปปฏิบัติจริง โดยใช้แบบประเมินมาตรฐานส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ แล้วทำการหา ค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ผลการประเมินพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.25, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.75) ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับรูปแบบตารางบันทึก ข้อมูลว่าในช่องการวิเคราะห์ ควรกำหนดไว้หลาย item อาจทำการวิเคราะห์ความสามารถ

ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้แบบเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยดำเนินการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คือ ในช่องการวิเคราะห์จะยืดหยุ่นตามลักษณะของการวิเคราะห์นั้น

5) จัดพิมพ์แบบบันทึกโปรโตคอล ฉบับสมบูรณ์

3.2.3 แบบประเมินผลงานนักเรียนด้านความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารด้านการเขียนของนักเรียน

แบบประเมินผลงานนักเรียนจะใช้สำหรับประเมินใบกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือเขียนเพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ มีวิธีการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือดังนี้

1) กำหนดขอบเขตและวิเคราะห์คุณลักษณะที่ต้องการวัด โดยเครื่องมือชนิดนี้ต้องการใช้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการจัดการกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเมื่อนักเรียนแต่ละคนเผชิญกับปัญหา โดยการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหตามแผน และการตรวจสอบ/มองย้อนกลับ ทั้งนี้กระบวนการแก้ปัญหของนักเรียนแต่ละคน อาจมีลำดับขั้นตอนไม่แน่นอน มีการสลับลำดับขั้นตอนได้

ส่วนที่ 2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เฉพาะด้านการเขียนของนักเรียน เป็นการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics) ประกอบด้วย ภาษาทั่วไป (Ordinary Language) วัจนภาษาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical verbal language) ภาษาสัญลักษณ์ (Symbolic language) การแสดงแทนด้วยภาพ (Visual representation) วิธีการไม่พูดแต่สร้างข้อตกลงเบื้องต้นร่วมกัน (Unspoken but shared assumption) และภาษากึ่งคณิตศาสตร์ (Quasi-mathematical language) โดยแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Representations) ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ เหมาะสม เข้าใจ ชัดเจน

2) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัย เอกสาร และตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารด้านการเขียนของนักเรียน เพื่อกำหนดรูปแบบ ขอบเขตของ การบันทึกข้อมูล นิยาม และคำอธิบายของสิ่งที่จะบันทึก

3) ดำเนินการสร้างและนำเสนอร่างแบบประเมินต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาอีกครั้ง

4) จัดพิมพ์ต้นฉบับแบบประเมินฯ ที่ได้ปรับแก้แล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาคำแนะนำของรูปแบบตารางการบันทึกข้อมูล ความชัดเจนของนิยามหรือคำอธิบายกรอบแนวคิด และความเป็นไปได้ของการนำไปปฏิบัติจริง มีคะแนนเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.50 , ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56)

5) ผู้วิจัยดำเนินการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

6) จัดพิมพ์แบบประเมินฯ ฉบับสมบูรณ์

3.2.4 แบบบันทึกการสังเกตชั้นเรียนคณิตศาสตร์

- 1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสังเกตชั้นเรียนคณิตศาสตร์
- 2) กำหนดขอบเขตของการสังเกต ได้แก่ พฤติกรรมการสอนของครู และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่แสดงออกในชั้นเรียนในแต่ละชั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะสังเกตในแต่ละรายการ และทบทวนว่าครอบคลุมพฤติกรรมทั้งหมดหรือไม่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร มีความสอดคล้องเหมาะสมกับแนวคิด ทฤษฎี หรือไม่อย่างไร และมีแนวทางหรือข้อเสนอแนะอย่างไร
- 3) ดำเนินการร่างพฤติกรรมการสอนของครูและพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละชั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด เพื่อใช้เป็นรายการที่จะสังเกตในแบบบันทึกการสังเกตชั้นเรียนคณิตศาสตร์ แบบมีโครงสร้าง (Structured Observation)
- 4) นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อขอคำแนะนำหรือให้ข้อเสนอแนะ
- 5) นำรายการพฤติกรรมที่จะสังเกตไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของพฤติกรรมนั้นๆ ในแต่ละชั้นของวิธีการสอนแบบเปิด และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ IOC (index of item objectives congruence) มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 โดยผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้ปรับภาษาที่ใช้ในบางรายการ ได้แก่
 - “นักเรียนฟังอย่างตั้งใจ” ควรปรับข้อความเป็น “นักเรียนฟังแนวคิดของเพื่อนอย่างตั้งใจ/สนใจ”
 - ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะว่า ควรเพิ่มคำว่าเมื่อ “ผู้เรียนสงสัย” ต่อท้ายรายการ “ครูย้ำ/อธิบายเงื่อนไขเพิ่มเติม” และให้เพิ่มประเด็นสังเกตคือ “ครูให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเอง/กลุ่ม ตามลำดับที่จัดไว้ในขั้นที่ 2 หรือไม่ ”
- ผู้วิจัยดำเนินการปรับข้อความตามที่คุณเชี่ยวชาญเสนอแนะ
- 6) จัดพิมพ์แบบบันทึกการสังเกตชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์

3.2.5 แบบบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเครื่องมือประเภทแบบบันทึกรายการที่ผู้วิจัยในฐานะผู้สอนจะใช้บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองด้วยตนเองเพื่อนำไปเป็นส่วนหนึ่งในการปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป โดยผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือชนิดนี้ไปพร้อมๆ กับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ มีวิธีการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

- 1) ศึกษารูปแบบที่เกี่ยวข้องกับบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 2) กำหนดขอบเขตของการบันทึก ได้แก่ ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ความเหมาะสมของเนื้อหา/สาระ ความเหมาะสมของเวลา สรุปผลการประเมินผู้เรียน ข้อสังเกต/ข้อค้นพบ ปัญหา อุปสรรค/ แนวทางการแก้ไขปัญหา และข้อเสนอแนะ

3) ดำเนินการสร้างแบบบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อขอคำแนะนำหรือให้ข้อเสนอแนะ ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ

4) นำแบบบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ได้ปรับแก้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณารูปแบบของแบบบันทึกฯ และรูปแบบของข้อคำถาม ดำเนินการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ แบบประเมินเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.57, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.40)

5) จัดพิมพ์แบบบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ฉบับสมบูรณ์

3.2.6 แบบทดสอบย่อยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบย่อยเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีทั้งหมด 3 ฉบับ มีวิธีการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1) วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตลอดจนหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง

2) ศึกษา ค้นคว้า ทฤษฎี หลักการ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงและครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัด

3) ศึกษาวิธีการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4) กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดตามตัวชี้วัดและให้สอดคล้องกับนิยามความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5) สร้างแบบทดสอบย่อยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย ฉบับละ 5 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อขอคำแนะนำหรือให้ข้อเสนอแนะ ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ

6) นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ภาษาที่ใช้ และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ IOC (index of item objectives congruence) ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อคำถามที่มีค่า IOC เท่ากับ 1 ในแต่ละชุด ชุดละ 2 ข้อ เพื่อใช้เป็นคำถามฉบับจริง

7) นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่ผ่านการเรียนรู้ด้วยวิธีเดียวกันจำนวน 30 คน แล้วนำผลการทดสอบมาหาค่าความเที่ยง (reliability) ของแบบทดสอบ โดยผู้วิจัยใช้วิธีการตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน ตรวจสอบด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบราค เป็นวิธีการหาความเที่ยงจากการใช้เครื่องมือวิจัยเพียงฉบับเดียวและดำเนินการสอบเพียงครั้งเดียว เมื่อนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างปรากฏค่าความเที่ยง ดังตาราง

ตารางที่ 3.2 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบย่อย

	แบบทดสอบย่อย ท้ายวงจรที่ 1	แบบทดสอบย่อย ท้ายวงจรที่ 2	แบบทดสอบย่อย ท้ายวงจรที่ 3
α	0.89	0.85	0.83

8) หาค่าความยาก (p) ปรากฏว่าทุกข้อคำถามในแบบทดสอบทุกฉบับ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.49 – 0.75 มีความยากพอเหมาะถึงค่อนข้างง่าย และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.60 – 0.78 อำนาจจำแนกดี ดังนั้นข้อสอบทุกข้อเป็นข้อสอบที่ใช้ได้

9) จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์

3.2.7 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตลอดจนหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง

2) ศึกษา ค้นคว้า ทฤษฎี หลักการ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงและครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัด

3) ศึกษาวิธีการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4) กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดตามตัวชี้วัดและให้สอดคล้องกับนิยามความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5) สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อขอคำแนะนำหรือให้ข้อเสนอแนะ ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ

6) นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ภาษาที่ใช้ และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ IOC (index of item objectives congruence) พบว่ามีข้อคำถาม 1 ข้อ มีค่า IOC เท่ากับ 0.33 ผู้วิจัยตัดทิ้ง และข้อคำถามอื่นมีค่า IOC เท่ากับ 0.67 -1.00 ผู้วิจัยเลือกข้อคำถาม เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ เพื่อใช้เป็นคำถามฉบับจริง

7) นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่ผ่านการเรียนรู้ด้วยวิธีเดียวกันจำนวน 30 คน แล้วนำผลการทดสอบมาหาค่าความเที่ยง (reliability) ของแบบทดสอบ โดยผู้วิจัยใช้วิธีการตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน ตรวจสอบด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบราค เป็นวิธีการหาความเที่ยงจากการใช้เครื่องมือวิจัยเพียงฉบับเดียวและดำเนินการสอบเพียงครั้งเดียว เมื่อนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏค่าความเที่ยง 0.87

8) หาค่าความยาก (p) ปรากฏว่าทั้งสองข้อคำถามในแบบทดสอบใช้ได้ ทั้งสองข้อมีค่า $p = 0.55$ มีค่าความยากพอเหมาะ และค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.58 และ 0.73 ตามลำดับ อำนาจจำแนกดี ดังนั้นข้อสอบทุกข้อเป็นข้อสอบที่ใช้ได้

9) จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์

3.2.8 แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตลอดจนหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง

2) ศึกษา ค้นคว้า ทฤษฎี หลักการ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงและครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัด

3) ศึกษาวิธีการวัดและประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

4) กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดตามตัวชี้วัดและให้สอดคล้องกับนิยามความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

5) สร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบ อัตนัย จำนวน 5 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อขอคำแนะนำหรือให้ข้อเสนอแนะ ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ

6) นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ภาษาที่ใช้ และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ IOC (index of item objectives congruence) พบว่ามีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 -1.00 ผู้วิจัยเลือกข้อคำถามเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ เพื่อใช้เป็นคำถามฉบับจริง

7) นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่ผ่านการเรียนรู้ด้วยวิธีเดียวกันจำนวน 30 คน แล้วนำผลการทดสอบมาหาค่าความเที่ยง (reliability) ของแบบทดสอบ โดยผู้วิจัยใช้วิธีการตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน ตรวจสอบด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบราค เป็นวิธีการหาความเที่ยงจากการใช้เครื่องมือวิจัยเพียงฉบับเดียว และดำเนินการสอบเพียงครั้งเดียว เมื่อนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏค่าความเที่ยง 0.81

8) หาค่าความยาก (p) ปรากฏว่า ค่า $p = 0.44$ และ 0.49 ตามลำดับ มีค่าความยากพอเหมาะ และค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.60 และ 0.75 ตามลำดับ อำนาจจำแนกดีมาก ดังนั้นข้อสอบทุกข้อเป็นข้อสอบที่ใช้ได้

9) จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์

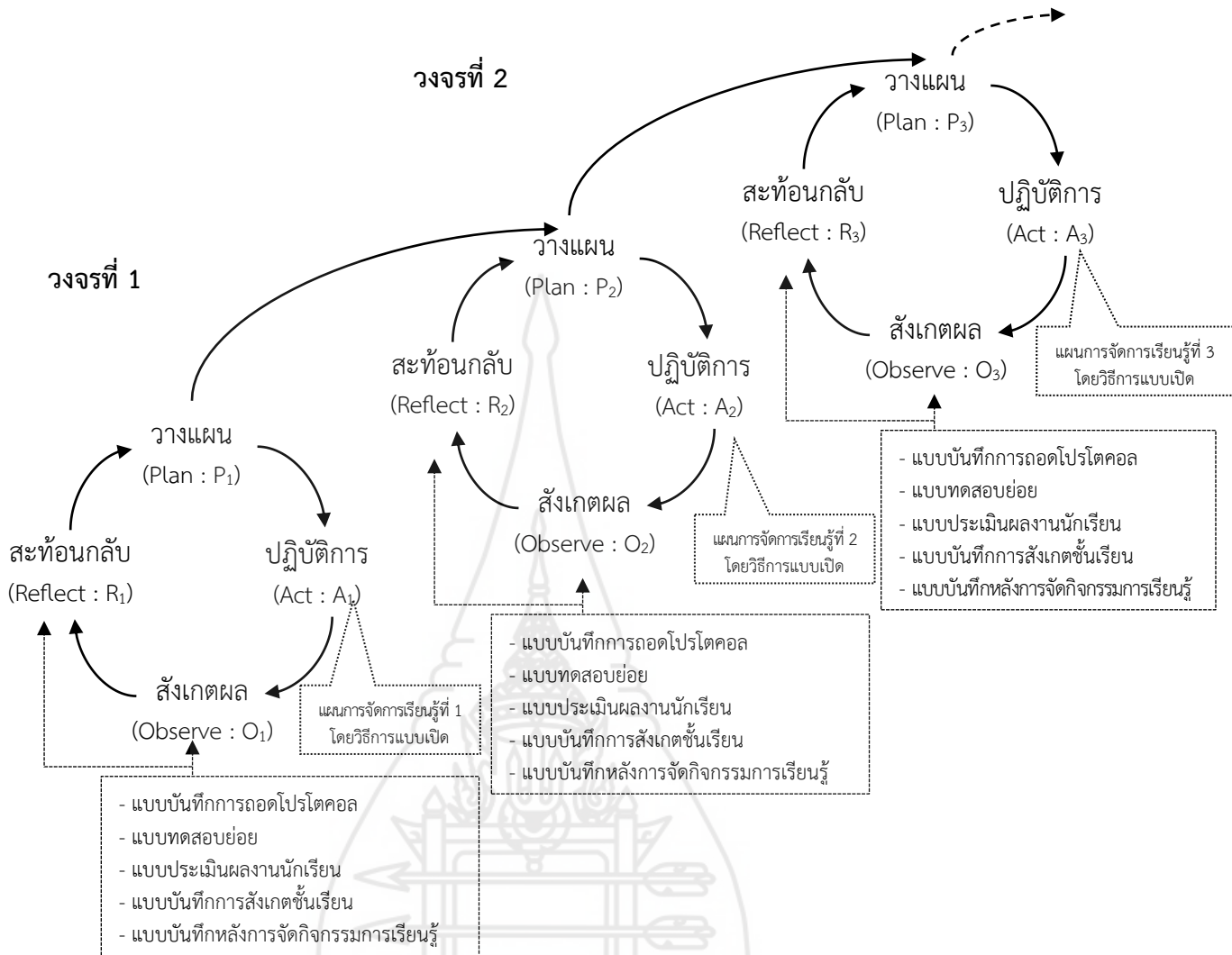
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วงจรวิจัยปฏิบัติการ PAOR มีการเก็บรวบรวมข้อมูลในขณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการสังเกตชั้นเรียน มีทีมสังเกตชั้นเรียนทำหน้าที่สังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน โดยสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และกระบวนการสอนตามวิธีการแบบเปิด และบันทึกผลการสังเกตลงในแบบบันทึกการสังเกตชั้นเรียน มีผู้สังเกตชั้นเรียนจำนวน 3 ท่าน คนแรกเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ที่มีประสบการณ์การสอนกว่า 20 ปี คนที่สองเป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูวิชาเอกคณิตศาสตร์ และคนที่สามเป็นครูผู้สอนวิชาภาษาไทยระดับประถมศึกษา ที่มีประสบการณ์การสอนมากกว่า 10 ปี และเป็นครูประจำชั้นของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ผู้วิจัยทำการศึกษา ซึ่งรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคลเป็นอย่างดี

ในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการบันทึกวิดีโอชั้นเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผ่านการถอดโปรโตคอลชั้นเรียนคณิตศาสตร์ บันทึกลงในแบบบันทึกโปรโตคอล และทำการวิเคราะห์ร่วมกัน นอกจากนี้แล้ววิดีโอยังสามารถใช้ประโยชน์ในดูซ้ำ หากประเด็นสังเกตไม่ครบถ้วน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสะท้อนผลร่วมกับการสังเกตชั้นเรียนได้อีกด้วย

นอกจากนี้ครูผู้สอนจะทำการตรวจ ให้คะแนน และวิเคราะห์ผลงานนักเรียน เพื่อนำไปบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ซึ่งจะพบว่าการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยเชิงปฏิบัติการครั้งนี้ ผู้วิจัยและผู้สังเกตชั้นเรียนจะเน้นการประเมินตามสภาพจริงที่ประเมินไปขณะนักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ ร่วมกับการประเมินผลงานนักเรียน นอกจากนี้แล้วเมื่อเสร็จสิ้นในแต่ละวงจร นักเรียนจะได้รับการทดสอบย่อยท้ายวงจรทุกครั้ง ซึ่งจะนำข้อมูลผลการทดสอบมาใช้ในการสะท้อนผลในแต่ละวงจรด้วย เพื่อให้เป็นการประเมินด้วยวิธีที่หลากหลาย อันเป็นการตรวจสอบและยืนยัน ผลการประเมินว่ามีความถูกต้อง แม่นยำและมีคุณภาพ สุดท้ายเมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติการครบทั้ง 3 วงจรแล้ว นักเรียนจะได้รับการทดสอบท้ายการปฏิบัติการ



ภาพที่ 3.3 แผนภาพแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละวงจรการวิจัยปฏิบัติการ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ตีความหมาย และลงข้อสรุป โดยนำเสนอในรูปความเรียงในประเด็นความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

ร่วมกับการใช้การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Data Triangulation) ที่ครุณักวิจัยและเพื่อนครูจะมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การวิจัยร่วมกัน มีการถกอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้และผลที่เกิดขึ้นท้ายชั่วโมง และท้ายวงจรในประเด็นความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งจากมุมมองผู้สังเกตชั้นเรียน มุมมองผู้สอน และผลงานของนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง จำนวน 26 คน ในชั้นเรียนประกอบด้วยนักเรียนที่มีความหลากหลาย คณะความสามารถ และนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (LD) จำนวน 7 คน ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนจำนวน 3 วงจร ในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีทีมสังเกตชั้นเรียนทำหน้าที่สังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอนจำนวน 3 ท่าน คนแรกเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่มีประสบการณ์การสอนกว่า 20 ปี คนที่สองเป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาเอกคณิตศาสตร์ และคนที่สามเป็นครูผู้สอนวิชาภาษาไทยระดับประถมศึกษา ที่มีประสบการณ์การสอนมากกว่า 10 ปี และเป็นครูประจำชั้นของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ผู้วิจัยทำการศึกษา ซึ่งรู้จักนักเรียนเป็นอย่างดี ในการสังเกตชั้นเรียนผู้วิจัยได้ทำการบันทึกวิดีโอชั้นเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ประโยชน์ในดูซ้ำ หากประเด็นสังเกตไม่ครบถ้วน จากนั้นนำวิดีโอชั้นเรียนคณิตศาสตร์มาถอดโปรโตคอล เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสะท้อนผลร่วมกับการสังเกตชั้นเรียน ในแต่ละวงจรจะมีการทดสอบย่อยท้ายวงจร และเมื่อครบทุกวงจรแล้วจะมีการทดสอบท้ายกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ตีความหมาย และลงข้อสรุป ในแต่ละวงจร และทำการปฏิบัติ โดยนำเสนอในรูปความเรียงดังนี้

1. ผลการปฏิบัติการในวงจรที่ 1
2. ผลการปฏิบัติการในวงจรที่ 2
3. ผลการปฏิบัติการในวงจรที่ 3
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. ผลการปฏิบัติการในวงจรที่ 1

ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบอกเวลาเป็นนาฬิกาและนาที มีจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถ 1) เขียนเข็มนาฬิกาและบอกเวลาในนาฬิการูปแบบเข็มได้ถูกต้อง 2) เขียนและบอกเวลาโดยใช้หมัดพภาค (.) หรือทวิภาค (:) ได้ถูกต้อง และ 3) บอกกิจกรรมที่นักเรียนทำในแต่ละช่วงเวลาได้

ขั้นวางแผน (Plan : P₁) ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลนักเรียนรายบุคคลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการตรวจชิ้นงานของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านมา ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรสถานศึกษา ศึกษาเนื้อหาสาระที่จะใช้ในการ

จัดกิจกรรมการเรียนรู้และศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด จัดเตรียมแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผ่านการให้ข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาปรับตามข้อเสนอแนะ และจัดเตรียมสื่อประกอบการสอนให้ครบถ้วน นอกจากนี้แล้วผู้วิจัยได้จัดประชุมปฐมนิเทศทีมผู้ช่วยวิจัยที่จะทำหน้าที่สังเกตชั้นเรียน ร่วมสะท้อนผลการปฏิบัติ และร่วมวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจำกัดไป เพื่อให้ผู้ช่วยวิจัยได้เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง รวมทั้งเข้าใจกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด สุดท้ายทีมวิจัยได้ทดลองตั้งกล้องบันทึกวิดีโอเพื่อให้เกิดความราบรื่นในการบันทึก

ชั้นปฏิบัติการ (Act : A₁)

ชั้นนำ ครูชวนนักเรียนสนทนาเกี่ยวกับกิจวัตรประจำวันของนักเรียนแต่ละคน โดยครูได้จัดเตรียมบัตรภาพกิจวัตรประจำวันมาจำนวนหนึ่ง เมื่อนักเรียนพูดถึงกิจกรรมใด ครูก็หยิบบัตรภาพนั้นมาติดไว้บนกระดาน เช่น ปั่นจักรยาน อาบน้ำ แปรงฟัน นอน ไปโรงเรียน ตื่นนอน ใส่ถุงเท้า พับผ้า อ่านหนังสือ กินข้าว ในกรณีที่ครูไม่มีบัตรภาพสอดคล้องกับกิจวัตรประจำวันของนักเรียน (นอกเหนือการคาดการณ์) ครูจะใช้วิธีการเขียนเป็นตัวหนังสือไว้บนกระดานแทนบัตรภาพเหล่านั้น เช่น วาดรูประบายสี ทำการบ้าน ดูทีวี ตกปลา ทำงานบ้าน ฯลฯ และยังพบว่าครูพยายามใช้คำถามถามนักเรียนในทำนองว่า “มีอะไรอีก” เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย



ภาพที่ 4.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นนำ

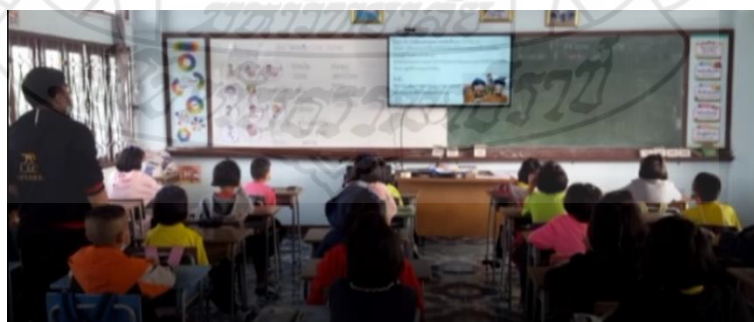
ชั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ก่อนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาครูได้ตั้งคำถามกับนักเรียนว่า นักเรียนมาโรงเรียนกี่โมง และก่อนเข้าห้องเรียนนักเรียนทำกิจกรรมอะไรบ้าง ซึ่งนักเรียนได้ตอบว่า มาโรงเรียนตอน 7 โมงสิบ ทำเวรสี เคารพธงชาติ และสวดมนต์

Item 115	ครู เอ้า .. คุณครูถามน้องว่า ตอนเช้า น้องมาโรงเรียนกันกี่โมง
Item 116	นักเรียน 7 โมงสิบ
Item 117	ครู 7 โมงสิบ
Item 118	ครู ตอนเช้าเราจะมีกิจกรรมอะไรบ้าง ก่อนเข้าห้องเรียน ก่อนเข้าห้องเรียนเราทำอะไรบ้าง
Item 119	นักเรียน ทำเวรสี
Item 120	ครู ทำเวรสี
Item 121	นักเรียน เคารพธงชาติ
Item 122	ครู เคารพธงชาติ ทำเวรสีกับเคารพธงชาติ
Item 123	นักเรียน สวดมนต์
Item 124	ครู สวดมนต์ ด้วย

จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อถามหาช่วงเวลาที่นักเรียนทำในแต่ละกิจกรรม

Item 125	ครู โรงเรียนเราทำเวรสีตอนกี่โมง
Item 126	นักเรียน เจ็ดโมงสามสิบ
Item 127	ครู อ้อ เจ็ดโมงสามสิบ
Item 128	ครู เข้าแถวละ
Item 129	นักเรียน เข้าแถวตอนเจ็ดโมงห้าสิบห้า / แปดโมง
Item 130	ครู เจ็ดโมงห้าสิบห้า เพื่อนคนนั้นบอกแปดโมง เอ้ กี่โมงกันแน่
Item 131	นักเรียน แปดโมงตรงเลย
Item 132	ครู แปดโมงรีเปลา่ แปดโมงตรงเราเคารพธงชาติ เราเข้าแถวก่อนเคารพธงชาติไหมเอ่ย


แล้วครูจึงนำเสนอสถานการณ์ปัญหาต่อไปบนจอทีวี “ในทุกๆ วัน โรงเรียนจะเข้าแถวเคารพธงชาติในเวลา 07.55 น. แต่จะมีการเรียกรวมพลนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ทำความสะอาดบริเวณโรงเรียนตามหมู่สี ในเวลา 07.30 น. นักเรียนแต่ละคนจะวางแผนการทํากิจวัตรประจำวันของตนเองอย่างไรเพื่อให้มาโรงเรียนทันเวลาปฏิบัติกิจกรรมของโรงเรียน” และให้นักเรียนอ่านพร้อมกันเพื่อเป็นการทบทวนอีกครั้งหนึ่ง



ภาพที่ 4.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด


ในทุกๆ วัน โรงเรียนจะเข้าแถวเคารพธงชาติในเวลา 07.55 น. แต่จะมีการเรียกรวมพลนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ทำความสะอาดบริเวณโรงเรียนตามหมู่สี่ ในเวลา 07.30 น. นักเรียนแต่ละคนจะวางแผนการทำงานวัตรประจำวันของตนเองอย่างไรเพื่อให้มาโรงเรียนทันเวลาปฏิบัติกิจกรรมของโรงเรียน

คำสั่ง
ให้นักเรียนเขียนบันทึกกิจวัตรประจำวันของตนเองและระบุเวลาที่ทำในแต่ละกิจกรรม



ภาพที่ 4.3 สไลด์สถานการณ์ปัญหาที่ฉายบนจอทีวี

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1.1 ให้นักเรียนทุกคนได้คิดหาคำตอบของตนเอง (คิดเดี่ยว) โดยปกตินักเรียนจะเขียนบรรยายกิจกรรมด้วยข้อความภาษาไทยดังภาพ (ก) แต่สำหรับนักเรียนที่มีภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้คนหนึ่ง นักเรียนเลือกใช้การวาดภาพแทน และครูได้เข้าไปสอบถามแล้วพบการแปลความได้ดังภาพ (ข)

เวลา	กิจกรรม	เวลา	กิจกรรม	
05.30 น.	ตื่นนอน	5:00 น.		ตื่นนอน
05.31 น.	กินอาหารเช้า	5:30 น.		แปรงฟัน
05.36 น.	ล้างหน้าอาบน้ำ	5:54 น.		ใส่เสื้อผ้า
05.40 น.	แต่งตัว	5:57 น.		กินข้าว
05.42 น.	กินข้าว	6:00 น.		ดูโทรศัพท์
05.55 น.	ดื่มชา	6:30 น.		ขึ้นรถไปโรงเรียน
06.57 น.	เล่นกีฬา	6:42 น.		ถึงโรงเรียน
06.59 น.	เดินทางออกโรงเรียน	07:30 น.		ทำเวร
07.39 น.	มาถึงห้องเรียน	07:55 น.		เข้าแถวเคารพธงชาติ
07.41 น.	ทำเวร	8:00		เล่นปาเป้า
07.55 น.	เข้าแถวเคารพธงชาติ			

(ก)

(ข)

ภาพที่ 4.4 ใบกิจกรรมที่ 1.1 ของนักเรียน

จากการสังเกตแนวคิดของนักเรียนขณะทำใบกิจกรรมที่ 1.1 พบว่านักเรียนบอกเวลาโดยใช้การเขียนเพื่อการสื่อสาร เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ใช้เครื่องหมายทวิภาค (:) คั่นระหว่างตัวเลขที่แสดงนาฬิกากับตัวเลขที่แสดงนาที แล้วเขียน น. ต่อท้าย
2. ใช้เครื่องหมายทวิภาค (:) คั่นระหว่างตัวเลขที่แสดงนาฬิกากับตัวเลขที่แสดงนาที แล้วเขียน น. ต่อท้าย
3. ใช้เครื่องหมายมหัพภาค (.) คั่นระหว่างตัวเลขที่แสดงนาฬิกากับตัวเลขที่แสดงนาที แล้วเขียน น. ต่อท้าย

เวลา	เวลา	เวลา
5:35	06:20 น.	05.30 น.
5:50	06:21 น.	05.31 น.
6:00	06:24 น.	05.36 น.
6:10	06:28 น.	05.40 น.
6:15	06:30 น.	05.42 น.
6:50	06:40 น.	05.55 น.
7:10	06:44 น.	06.57 น.
7:11	06:45 น.	06.59 น.
7:30	06:55 น.	07.39 น.
7:55	07:00 น.	07.41 น.
	07:10 น.	07.55 น.

(1) (2) (3)

ภาพที่ 4.5 แสดงการเขียนบอกเวลาของนักเรียนลักษณะต่างๆ

จากนั้นครูแบ่งกลุ่มนักเรียน เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้นำเสนอแนวคิดของตนเองให้เพื่อนๆ ในกลุ่มฟัง จนครบทุกคน พบการสื่อสารเพื่อบอกเวลาโดยใช้ภาษาพูด เช่น ใน Item 167 ปรากฏคำว่า “ตีห้า” ใน Item 166 , 167 และ 170 ปรากฏคำว่า “โมง” คั่นระหว่างนาฬิกา กับ นาที โดยใน Item 166 และ Item 167 จะไม่มีคำว่านาทีต่อท้าย แต่ใน Item 170 นักเรียนจะพูดคำว่านาทีต่อท้ายด้วย

Item 166	นักเรียน18	หกโมงขาว (ยี่สิบ) ตื่นนอน
		หกโมงขาวสอง (ยี่สิบสอง) แปรงฟัน
		หกโมงขาวสี่ (ยี่สิบสี่) แต่งตัว
		หกโมงสามสิบ มัดผม
		...

Item 167	นักเรียน25	ตึนนอน ตีห้า ห้าสิบ เล่นกับน้อง หกโมง สิบเก้า หกโมงสามสิบ มัดผม หกโมงสามสิบเก้า ใส่ถุงเท้า หกโมงสี่สิบห้าใส่เสื้อ หกโมงห้าสิบล้างจาน หกโมงห้าสิบสอง ใส่รองเท้า หกโมงห้าสิบแปด ไปโรงเรียน
----------	------------	---

Item 170	นักเรียน9	แปรงฟัน หกโมงสามสิบนาที แต่งตัว ใส่ถุงเท้าหกโมงสามสิบนาที กินข้าว หกโมงสามสิบเจ็ดนาที ดูโทรทัศน์ หกโมงสี่สิบสองนาที ...
----------	-----------	---

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนใช้คำว่า “ตรง” ในกรณีที่ไม่มีนาฬิกาด้วย ดังเช่น

Item 175	นักเรียน11	ตึนนอน หกโมงตรง
----------	------------	-----------------

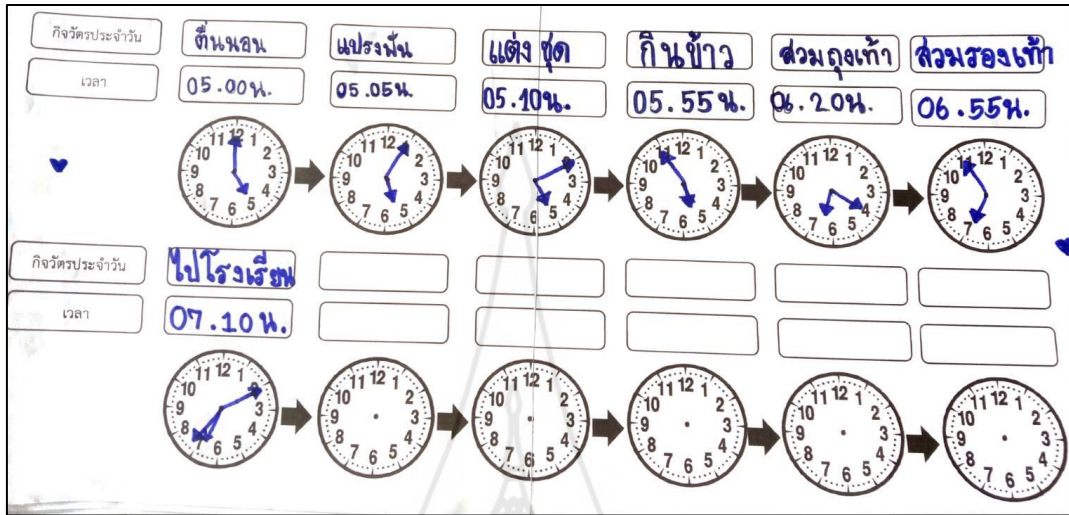
เมื่อนักเรียนทุกคนในกลุ่มได้นำเสนอจนครบแล้ว ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1.2 (ของกลุ่ม) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเลือกกิจกรรม/กิจวัตรประจำวัน โดยวางแผนการทำกิจวัตรประจำวันในเช้าวันต่อไป เพื่อให้มาโรงเรียนทันทำกิจกรรม ก็คือการทำเวรสี กับการเคารพธงชาติ และครูทำหน้าที่สังเกตแนวคิดของนักเรียน โดยครูเดินสำรวจแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่ม บันทึกผลการสังเกตลงในแบบบันทึกการสังเกตและจัดลำดับแนวคิดเพื่อใช้ในการนำเสนอ



ภาพที่ 4.6 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 2
การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู

จากการสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม พบว่านักเรียนเขียนบอกเวลา เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. เขียนแสดงเวลาโดยใช้เครื่องหมายหัพภาค (.) คั่นระหว่างตัวเลขที่แสดงนาฬิกา กับตัวเลขที่แสดงนาทีแล้วเขียน น. ต่อท้าย



ภาพที่ 4.7 การเขียนเวลาของนักเรียนที่ใช้หัพภาค

2. เขียนแสดงเวลาโดยใช้เครื่องหมายทวิภาค (:) คั่นระหว่างตัวเลขที่แสดงนาฬิกา กับตัวเลขที่แสดงนาทีแล้วเขียน น. ต่อท้าย



ภาพที่ 4.8 การเขียนเวลาของนักเรียนที่ใช้ทวิภาค

ขั้นที่ 3 การนำเสนอ การอภิปราย และการเปรียบเทียบ นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมา หน้าชั้นเรียนเพื่อนำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเอง ในระหว่างการนำเสนอ นักเรียนจะหมุนนาฬิกา ตามเวลาที่ทำกิจกรรมต่างๆ ประกอบการนำเสนอ ทำให้สามารถมองเห็นภาพจริงว่าสอดคล้อง/ตรงกับรูปที่นักเรียนวาดหรือไม่



ภาพที่ 4.9 นักเรียนนำเสนอแนวคิด

จากการสังเกตการนำเสนอแนวคิดของนักเรียน พบว่านักเรียนใช้ภาษาเพื่อสื่อสารเกี่ยวกับเวลา ใน 2 ลักษณะ คือ

1. ภาษาที่เป็นทางการ เช่น

Item 322	นักเรียน10	ทานข้าว “หกนาฬิกา”
...		
Item 364	นักเรียน9	มัดผม “หกนาฬิกาสี่สิบเอ็ดนาทิต”
...		
Item 366	นักเรียน9	หยิบกระเป๋า “หกนาฬิกาสี่สิบสี่นาทิต”
...		
Item 373	นักเรียน9	ไปโรงเรียน “หกนาฬิกา สี่สิบแปดนาทิต”
...		
Item 408	นักเรียน22	ตื่นนอน “สี่นาฬิกาห้าสิบสองนาทิต”



2. ภาษาภาษาพูด เช่น

Item 318	นักเรียน12	กิจวัตรประจำวัน ตื่นนอน “ตีห้าสามสิบ”
Item 319	นักเรียน8	แปรงฟัน “ตีห้าสี่สิบห้า”
...		
Item 321	นักเรียน8	แต่งตัว “ตีห้า ห้าสิบ”
...		
Item 324	นักเรียน12	ดื่มน้ำ “หกโมงยี่สิบห้า”
Item 325	นักเรียน1	เตรียมน้ำใส่ขวด “หกโมงสามสิบ”
Item 326	นักเรียน12	เตรียมกระเป๋า “หกโมงสี่สิบ”
...		
Item 330	นักเรียน10	สวมแมส “หกโมง ห้าสิบ”
Item 331	นักเรียน12	ไปโรงเรียน “เจ็ดโมง”
...		
Item 365	นักเรียน25	ใส่ถุงเท้า “หกโมงสี่สิบสามนาทิต”

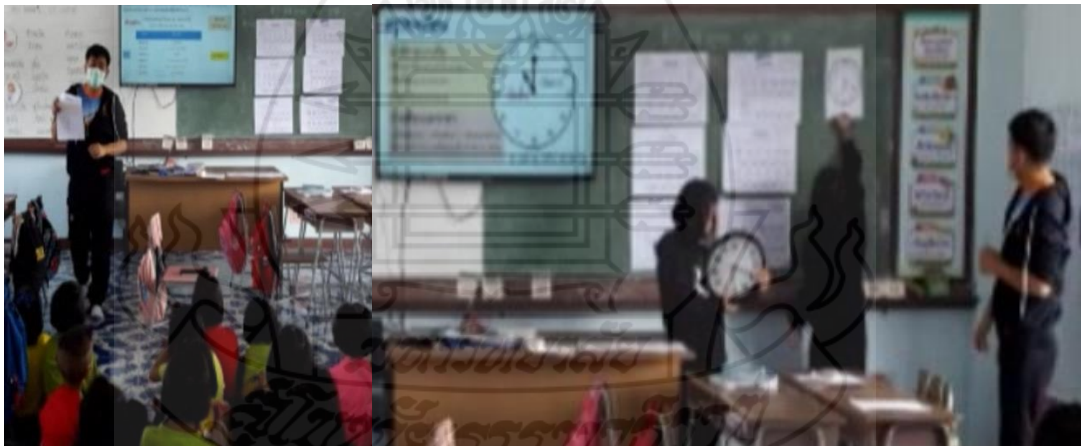
นอกจากนี้ในระหว่างการนำเสนอได้มีการอภิปราย ดังนี้

ประเด็น : ตำแหน่งของเข็มนาฬิกา

นักเรียนสังเกตได้ว่า นาฬิกาของจริง เข็มสั้นควรอยู่ระหว่างเลข 6 กับเลข 7 ไม่ใช่ชี้ตรงเลข 6 ดังนี้

บทสนทนา	ผลงานนักเรียน
Item 334 นักเรียน21 หนูว่าหกโมงสามสิบ เลขเจ็ด ... Item 339 นักเรียน21 เข็มสั้นอยู่ระหว่างเลขหกกับเลขเจ็ด แต่อันนี้มันหกโมงตรง ... Item 344 ครู อ่า เพื่อนควรจะปรับแก้เข็มไหนเอ่ย Item 345 นักเรียน เข็มสั้น	  นาฬิกาที่นักเรียนวาด นาฬิกาของจริง ภาพที่ 4.10 นาฬิกา

ขั้นที่ 4 การสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เมื่อนักเรียนนำเสนอจนครบทุกกลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียนเรื่องการเขียนบันทึกกิจกรรมประจำวัน และการเขียนเวลา ตามที่ได้คาดการณ์แนวคิดของนักเรียนไว้ โดยใช้สื่อประกอบบนจอทีวี และนาฬิกาแบบเข็ม โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มาเขียนเวลาอื่น เพิ่มเติมด้วย



ภาพที่ 4.11 การสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน

- การบันทึกกิจกรรมที่ระบุเวลา โดยทั่วไปประกอบด้วย ชื่อบันทึก วันที่ เดือน พ.ศ. อยู่ ส่วนบนของบันทึก ระบุเวลา และกิจกรรมต่าง ๆ ตามรายละเอียดที่ผู้บันทึกต้องการ

การบันทึกกิจกรรมที่ระบุเวลา โดยทั่วไปประกอบด้วย ชื่อบันทึก วันที่ เดือน พ.ศ. อยู่ส่วนบนของบันทึก ระบุเวลา และกิจกรรมต่าง ๆ ตามรายละเอียดที่ผู้บันทึกต้องการ

ตัวอย่าง บันทึกกิจวัตรประจำวันของ ค.ช. สมชาย รักดี
วันที่ 29 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2564

เวลา	กิจกรรม
06:00 น.	เก็บที่นอน
06:10 น.	อาบน้ำ /แปรงฟัน
06:20 น.	แต่งตัว
06:30 น.	รับประทานอาหารเช้า
07:02 น.	เดินทางออกจากบ้าน
07.10 น.	มาถึงโรงเรียน

ภาพที่ 4.12 สไลด์สำหรับสรุปบทเรียน

- นาฬิกาแบบเข็ม ให้พิจารณาที่ตำแหน่งเข็มสั้นและเข็มนยาว เข็มสั้นบอกเวลาเป็นนาฬิกา เข็มนยาวบอกเวลาเป็นนาที
- นักเรียนเขียนเวลา 3 รูปแบบ คือ เป็นนาฬิกา (ไม่มีนาทิจ) มีนาทิจ ช่วง 5, 10, 15, ... นาที และ ช่วงนาทิจอื่นๆ
- นาฬิกาแบบใช้ตัวเลข ตัวเลขหน้าเครื่องหมายทวิภาค (:) แสดงเวลาเป็นนาฬิกา ตัวเลขหลังเครื่องหมายทวิภาค (:) แสดงเวลาเป็นนาที
- การเขียนบอกเวลาอาจใช้มหัพภาค (.) หรือทวิภาค (:) คั่นระหว่างตัวเลขที่แสดงนาฬิกา กับตัวเลขที่แสดงนาทีแล้วเขียน น. ต่อท้าย

สรุปบทเรียน

นาฬิกาแบบเข็ม
ให้พิจารณาที่ตำแหน่งเข็มสั้นและเข็มนยาว
เข็มสั้นบอกเวลาเป็นนาฬิกา
เข็มนยาวบอกเวลาเป็นนาที

การเขียนบอกเวลา
อาจใช้มหัพภาค (.) หรือทวิภาค (:) คั่นระหว่างตัวเลขที่แสดงนาฬิกา กับตัวเลขที่แสดงนาที แล้วเขียน น. ต่อท้าย

11.00 น. หรือ 11:00 น.

จากแนวคิดของนักเรียนสามารถจัดกลุ่มเวลา เป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

เป็นนาฬิกา-สอง (ไม่มีนาทิจ)	มีนาทิจ (ช่วง 5, 10, 15, ... นาที)	มีนาทิจ ช่วงนาทิจอื่นๆ
06:00 น.	06:10 น.	06:12 น.

ภาพที่ 4.13 สไลด์สำหรับสรุปบทเรียน

ขั้นสังเกตผล (Observe : O₁)

ผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่สังเกตชั้นเรียน โดยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่แสดงออกในชั้นเรียนในขณะที่ผู้สอนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสะท้อนผลการปฏิบัติเมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการสังเกตชั้นเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ชั้น	พฤติกรรมการสอนของครู	พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน
การนำเสนอ ปัญหา ปลายเปิด	ครูผู้สอนดำเนินการสอนตามแผนที่ จัดเตรียมไว้โดยนำเสนอสถานการณ์ ปัญหาปลายเปิด ผ่านการการใช้คำถาม และการเล่าเรื่อง จากนั้นนำเสนอ สถานการณ์ปัญหาบนจอทีวี แล้วให้ นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหานั้น พร้อมกันอีกครั้งหนึ่ง	นักเรียนให้ความสนใจต่อสถานการณ์ ปัญหา และแสดงความคิดเห็นต่อ สถานการณ์ที่ครูเล่า โดยสังเกตได้จาก การโต้ตอบระหว่างนักเรียนกับครู -นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาพร้อม กันอีกครั้งหลังจากที่ ครูนำเสนอ สถานการณ์ปัญหาแล้ว
การเรียนรู้ ด้วยตนเอง ของนักเรียน และการสังเกต แนวคิดโดยครู	-ครูไม่รบกวนการคิดของนักเรียน แต่ช่วยเหลือนักเรียนโดยการใช้คำถาม เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหา -ครูเดินสำรวจและจดบันทึกแนวคิด ของนักเรียน	- นักเรียนบางส่วนยังไม่ตอบสนองต่อ สถานการณ์ปัญหาในทันที (ยังไม่ลงมือ แก้ปัญหาในทันที) - นักเรียนลงมือแก้ปัญหา ของตนเอง และเข้ากลุ่มเพื่อนำเสนอแนวคิดของ ตนเองให้เพื่อนในกลุ่มฟัง - นักเรียนพยายามแลกเปลี่ยนแนวคิด ซึ่งกันและกัน แต่เมื่อเป็นแนวคิดของ กลุ่มบางกลุ่มจะเลือกจากของคนใดคน หนึ่ง แต่บางกลุ่มจะเริ่มต้นคิดของกลุ่ม ใหม่ทั้งหมดเลย โดยไม่ได้เลือกจาก แนวคิดของเพื่อนนำเสนอมา
การนำเสนอ การอภิปราย และการ เปรียบเทียบ	-ครูให้นักเรียนออกไปนำเสนอแนวคิด ตามลำดับที่ครูได้จัดไว้แล้วจากการ สังเกตของครูในชั้นที่ 2 ที่ผ่านมา -ครูนั่งฟังการนำเสนอของนักเรียน และ จดบันทึกแนวคิดนั้นไว้ด้วย - ระหว่างการนำเสนอแนวคิดครูได้ กระตุ้นให้นักเรียนใช้เสียงที่ตั้งขึ้นเป็น ระยะๆ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ยินเสียงได้ อย่างทั่วถึงและจะส่งผลต่อเสียงที่ถูก บันทึกไว้จะชัดเจนด้วย ทั้งนี้เพราะ นักเรียนบางคนใช้เสียงที่เบามาก -ครูใช้คำถาม ถามนักเรียนว่าสงสัย หรือมีคำถามจะถามเพื่อนหรือไม่ - ครูพยายามช่วยเหลือนักเรียนตอบ คำถาม หรือสิ่งที่เพื่อนสงสัย	- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิด ของกลุ่มตนเอง โดยถือใบกิจกรรมกลุ่ม และนาฬิกาของจริงประกอบการ นำเสนอแนวคิดด้วย - นักเรียนมีข้อสงสัยและซักถาม เพื่อน ที่นำเสนอ - กลุ่มที่นำเสนอพยายามตอบคำถาม และยอมรับฟังแนวคิดของเพื่อนกลุ่ม อื่นๆ ด้วย แต่ในบางครั้ง ก็ไม่ยอมรับจึง ทำให้เกิดการอภิปรายกันต่อเนื่องอยู่ พอสมควร

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ชั้น	พฤติกรรมการสอนของครู	พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน
	-ครูนำไปกิจกรรมไปติดไว้บนกระดาน หลังจากที่นักเรียนนำเสนอเสร็จแล้ว กลุ่มต่อกลุ่ม	
การสรุป เชื่อมโยง แนวคิด ของนักเรียนที่ เกิดขึ้น ในชั้นเรียน	- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกัน สรุปบทเรียน - การสรุปบทเรียนในส่วนแรก (การ เขียนบันทึกกิจวัตรประจำวัน) ครูสรุป ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ โดยอาศัย สไลด์บนจอทีวีที่ครูได้เตรียมไว้ - การสรุปบทเรียน (การเขียนเวลา) ครู ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสรุป บทเรียนโดยให้นักเรียนพูด และออกไป เขียนบนกระดาน	- นักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน โดยการพูด และออกไปเขียนแนวคิดอีก ครั้งบนกระดาน

นอกจากนั้นแล้วในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนได้สังเกตการปฏิบัติ
กิจกรรมของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง และอาศัยหลักฐานร่องรอยจากการเขียนในใบกิจกรรม
ของนักเรียนเพิ่มเติมด้วย

ขั้นสะท้อนกลับ (Reflect : R₁)

การสะท้อนผลการปฏิบัติทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้ช่วยวิจัยร่วมกันสะท้อนผล
การปฏิบัติ โดยให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ปัญหา ในขั้นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด นักเรียนบางส่วนยังแสดง
พฤติกรรมที่ไม่ตอบสนองต่อสถานการณ์ปัญหา หรือนิ่งเฉย ไม่ลงมือแก้ปัญหาในทันที อาจเป็นเพราะ
สาเหตุมาจากครูนำสถานการณ์พิมพ์ไว้บนจอทั้งหมด แล้วให้นักเรียนอ่าน นักเรียนบางส่วนจึงอาจจะ
มองไม่เห็นภาพ ทำให้ไม่เข้าใจในทันที หรือไม่เข้าใจสถานการณ์ได้ดี

แนวทางการแก้ปัญหา ทีมวิจัยได้ร่วมกันวิเคราะห์และให้ข้อเสนอแนะว่าให้ได้ให้
ข้อเสนอแนะว่าให้ครูใช้ภาพ หรือจัดทำเป็นคลิปเล่าเรื่องราวสถานการณ์ปัญหา ก่อนที่จะนำเสนอ
สไลด์สถานการณ์สรุปรวมอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งข้อเสนอแนะนี้ได้นำไปปรับใช้กับการนำเสนอสถานการณ์
ปัญหาในช่วงโมงถัดไป โดยจัดเตรียมสื่อประกอบเพิ่มขึ้น

ปัญหา ในขั้นการสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ครูไม่สามารถ
ประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนได้ เพราะครูรีบสรุปบทเรียน โดยไม่รอให้นักเรียนพูดสรุปสิ่งที่
พวกเขาได้เรียนรู้

แนวทางการแก้ปัญหา ทีมวิจัยชั้นเรียนเสนอแนะว่า ครูไม่ควรรีบสรุปแนวคิดของ
นักเรียนจากสิ่งที่เตรียมไว้ แต่ครูควรรอนักเรียนพูดหรือสรุปเนื้อหาต่างๆ ออกมาด้วยตัวของนักเรียน
เอง อย่างน้อยที่สุดในห้องเรียนนั้นจะมีคนที่สามารถช่วยครูสรุปบทเรียนได้อย่างแน่นอน แต่ถ้าไม่มี

ครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสรุปบทเรียนได้ด้วยตนเองมากกว่าครูรีบสรุปจนเกินไป ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะครูกำหนดถึงเวลาที่ใช้ในการสรุปบทเรียนว่าจะไม่ทันก่อนหมดเวลาเรียน ดังนั้นครูกำหนดถึงระยะเวลาที่ใช้ในขั้นนี้ด้วย

สรุปผลการปฏิบัติทั้งหมด พบว่าครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี แต่ควรปรับปรุงแบบการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา และควรให้เวลานักเรียนได้คิดแก้ปัญหาให้มากขึ้น

ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติครั้งที่ 1

เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนปกติมีผลคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 91.32 ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 4.2 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนน	คะแนน	คะแนน	คะแนน	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
		สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	เฉลี่ย ร้อยละ	
นักเรียนทั้งชั้น (N = 26)	20	20	0	14.85	74.23	7.06
นักเรียนปกติ* (N = 19)		20	9	18.26	91.32	3.13

*ไม่นำคะแนนของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้มาคำนวณ

ผลการศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวงจรที่ 1 จากการสังเกตชั้นเรียน การวิเคราะห์การสื่อสารของนักเรียนผ่านการพูด และการเขียนจากผลงานของนักเรียนนั้น พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารในระดับที่ต่ำกว่าระดับดี โดยเฉพาะด้านการพูดอยู่ในระดับพอใช้ และปรับปรุงเท่านั้น ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 4.3 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวงจรที่ 1

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในระดับ				รวมจำนวนนักเรียน
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
ด้านการพูด	-	-	23 (88.46%)	3 (11.54%)	26 (100.00%)
ด้านการเขียน	9 (34.62%)	11 (42.31%)	6 (23.08%)	-	26 (100.00%)
รวมทั้งสองด้าน	-	19 (73.08%)	7 (26.92%)	-	26 (100.00%)

2. ผลการปฏิบัติการในวงจรที่ 2

ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ระยะเวลาและการเปรียบเทียบระยะเวลา มีจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ 1) บอกระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 2) บอกเวลาเริ่มต้น และเวลาสิ้นสุด ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ และ 3) เปรียบเทียบระยะเวลาได้ถูกต้อง

ขั้นวางแผน (Plan : P₂) ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะในขั้นสะท้อนกลับวงจรที่ 1 มาปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในประเด็นการใช้ภาพเป็นสื่อประกอบการเล่าสถานการณ์ปัญหา และเพิ่มเวลาในชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนด้วย

ขั้นปฏิบัติการ (Act : A₂)

ขั้นนำ นักเรียนได้ทบทวนการบอกเวลา ทั้งเวลากลางวันและเวลากลางคืน จากภาพนาฬิกาบนจอทีวี ร่วมกับการใช้สื่อของจริง เมื่อสังเกตการสื่อสารเกี่ยวกับเวลาของนักเรียนพบว่า มีการใช้ภาษาที่เป็นทางการมากขึ้น ดังนี้

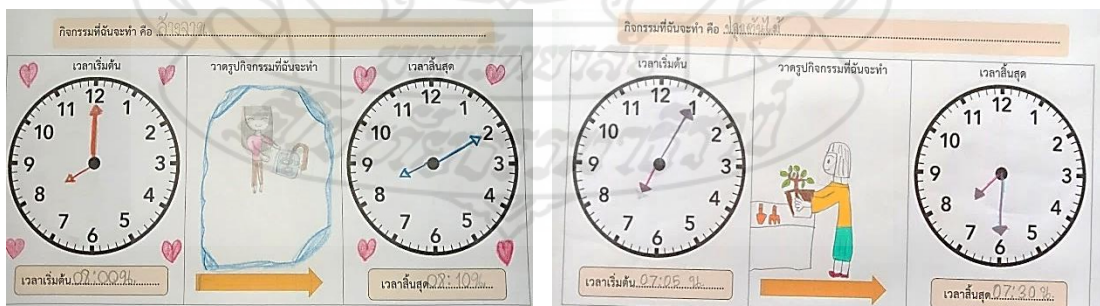


ภาพที่ 4.14 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

Item4	ครู ขณะนี้ เวลา
Item5	นักเรียน “แปดนาฬิกา”
Item6	ครู เก่งมากเลย ใครตอบ เยี่ยมเลย
Item7	ครู ขณะนี้เวลา
Item8	นักเรียน “เก้านาฬิกา”
Item9	ครู โอ้ เยี่ยมสุดยอด อันนี้บ้าง
Item10	นักเรียน “ห้านาฬิกา”
Item11	ครู อ่า ถ้าเป็นกลางวันล่ะ กลางวัน
Item12	นักเรียน “สิบเจ็ดนาฬิกา”
...	
Item19	ครู อ้า ถูกต้อง อันนี้ล่ะครับ
Item20	นักเรียน “แปดนาฬิกาสิบนาที”
Item21	ครู อ้า แปดนาฬิกาสิบนาที
Item22	ครู อันนี้บ้าง
Item23	นักเรียนแปดนาฬิกายี่สิบแปดนาที
Item24	ครู ยี่สิบห้า ยี่สิบหก ยี่สิบเจ็ด ยี่สิบแปด ถูกต้อง
Item25	ครู เก่งมาก อ่าปรบมือ

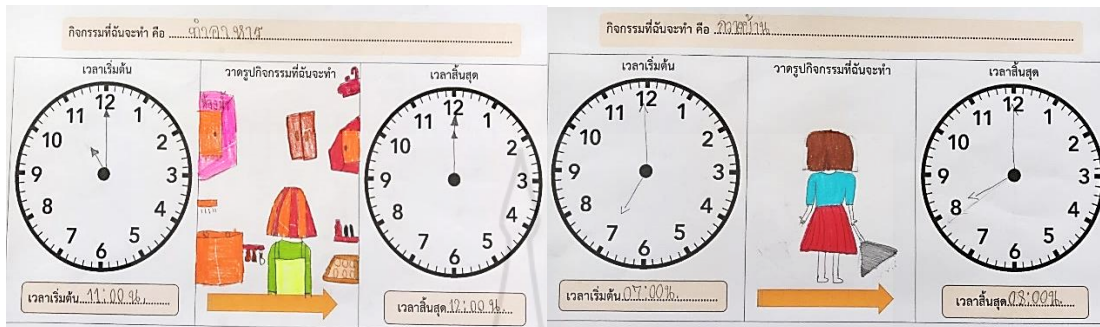
ครูแจกกระดาษให้นักเรียนแต่ละคนเขียนกิจกรรมที่จะทำในวันหยุดมาคนละ 1 อย่าง พร้อมวาดภาพประกอบให้สวยงาม พร้อมทั้งให้ระบุเวลาเริ่มต้น และเวลาสิ้นสุดของกิจกรรมนั้นๆ สุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน และให้นักเรียนร่วมกันหาระยะเวลาที่ทำกิจกรรม พบว่าสามารถจัดกลุ่มเพื่อหาระยะเวลาได้ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 สามารถหาระยะเวลาได้จาก การเคลื่อนที่ของเข็มยาวไป 2 ช่องใหญ่ หรือ 10 ช่องเล็ก (ภาพบน) ดังนั้นใช้เวลาทำงาน 10 นาที



ภาพที่ 4.15 ผลงานนักเรียนลักษณะที่ 1

ลักษณะที่ 2 สามารถหารระยะเวลาได้จาก นำเวลาสิ้นสุด ลบ เวลาเริ่มต้น หรือใช้การนับ
ระยะเวลาต่อจากเวลาเริ่มต้นไปที่ละ 1 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.16 ผลงานนักเรียนลักษณะที่ 2

ลักษณะที่ 3 สามารถหารระยะเวลาได้จาก นำเวลาสิ้นสุด ลบ เวลาเริ่มต้น หรือใช้การนับ
ระยะเวลาต่อจากเวลาเริ่มต้นไปที่ ชั่วโมง และนาที



ภาพที่ 4.17 ผลงานนักเรียนลักษณะที่ 3

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูนำเสนอภาพการปลูกป่าชุมชนของนักเรียน
โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง บนมจठीวี แล้วให้นักเรียนทายว่าเป็นภาพกิจกรรมอะไร สถานที่คือที่ใด เมื่อ
นักเรียนคาดเดาได้ถูกต้องแล้ว ครูใช้ภาพประกอบการเล่าสถานการณ์ปัญหา และให้นักเรียนอ่าน
สถานการณ์ปัญหาพร้อมกันอีกครั้ง

ในวันสิ่งแวดล้อมของทุกๆ ปี โรงเรียนจะส่งนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมปลูกป่าชุมชน
มีกำหนดดังนี้ ช่วงเช้า ปลูกป่าชุมชนหมู่ที่ 11 จำนวนกล้าไม้ 500 ต้น
ช่วงบ่าย ปลูกป่าชุมชนหมู่ที่ 12 จำนวนกล้าไม้ 350 ต้น
ให้นักเรียนวางแผนเวลานัดหมาย และคาดการณ์เวลาที่แล้วเสร็จของทั้งสองช่วงเวลา



ภาพที่ 4.18 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2.1 ให้นักเรียนทุกคนได้คิดหาคำตอบของตนเอง (คิดเดี่ยว) จากการสังเกตและตรวจใบกิจกรรม พบว่านักเรียนเขียนสื่อสารเรื่องเวลาโดยใช้ทั้งเครื่องหมายทวิภาค (:) และเครื่องหมายหัพภาค (.) และยังพบว่านักเรียนสามารถบอกเวลาเริ่มต้น และเวลาสิ้นสุด ตลอดจนบอกระยะเวลาที่ใช้ในการปลูกป่าได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่

จากนั้นให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 5 คน แล้วนักเรียนแต่ละคนนำเสนอแนวคิดของตนเองให้เพื่อนๆ ฟัง จนครบทุกคน ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2.2 (ของกลุ่ม) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2.2 (คิดกลุ่ม) และครูทำหน้าที่สังเกตแนวคิดของนักเรียน โดยครูเดินสำรวจแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่ม บันทึกผลการสังเกตลงในแบบบันทึกการสังเกตและจัดลำดับแนวคิดเพื่อใช้ในการนำเสนอ

จะพบว่าในการสื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่ม นักเรียนจะสื่อสารเรื่องเวลาโดยใช้ทั้งภาษาพูด และภาษาที่เป็นทางการ เช่น

Item265	นักเรียน14	เราจะนัดหมายกันก็โมง
Item266	นักเรียน11	หกโมงตรง
Item267	นักเรียน10	หกโมง บ่าย (ตรง)
Item268	นักเรียน26	หกนาฬิกา หกโมงตรง
Item269	นักเรียน11	เป็น (ฉัน) จะโหวตความคิดเห็น หกโมงตรง ใครเอาหกโมงตรงบ้าง ยกมือ
Item270	นักเรียน11	ดิฉันจะเอากี่โมงถ้าบ่า (ไม่) เอาหกโมงอะ
Item271	นักเรียน26	แล้วแต่สู (แล้วแต่เพื่อนๆ)
Item272	นักเรียน11	หกโมงก็หกโมง

ขั้นที่ 3 การนำเสนอ การอภิปราย และการเปรียบเทียบ นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

จากผลงานของนักเรียนกลุ่มนี้จะพบว่านักเรียนสามารถบอกเวลาเริ่มต้น และเวลาสิ้นสุด ในการไปปลูกป่าในช่วงเช้าและช่วงบ่ายได้ นักเรียนสามารถบอกระยะเวลาที่ใช้ในการปลูกป่าได้ถูกต้อง และเปรียบเทียบระยะเวลาที่ปลูกป่าว่าการทำงานในช่วงเช้ามากกว่าช่วงบ่ายเป็นเวลา 2 ชั่วโมงได้ถูกต้อง แม้ว่านักเรียนจะมีจุดที่เขียนผิดก็ตาม และพบว่านักเรียนใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารและสื่อความหมายร่วมด้วย คือ $5-3=2$

สรุป

ช่วงเช้าเวลามากกว่าช่วงบ่ายไป 2 ชั่วโมง

1. หนึ่งเวลาของช่วงเช้ามากกว่าช่วงบ่าย จะได้ค่าเปรียบเทียบ

2. เมื่อหนึ่งไปลบแล้วก็ได้คำตอบว่า หนึ่งลบหกลบสาม จะได้ 2 ชั่วโมง

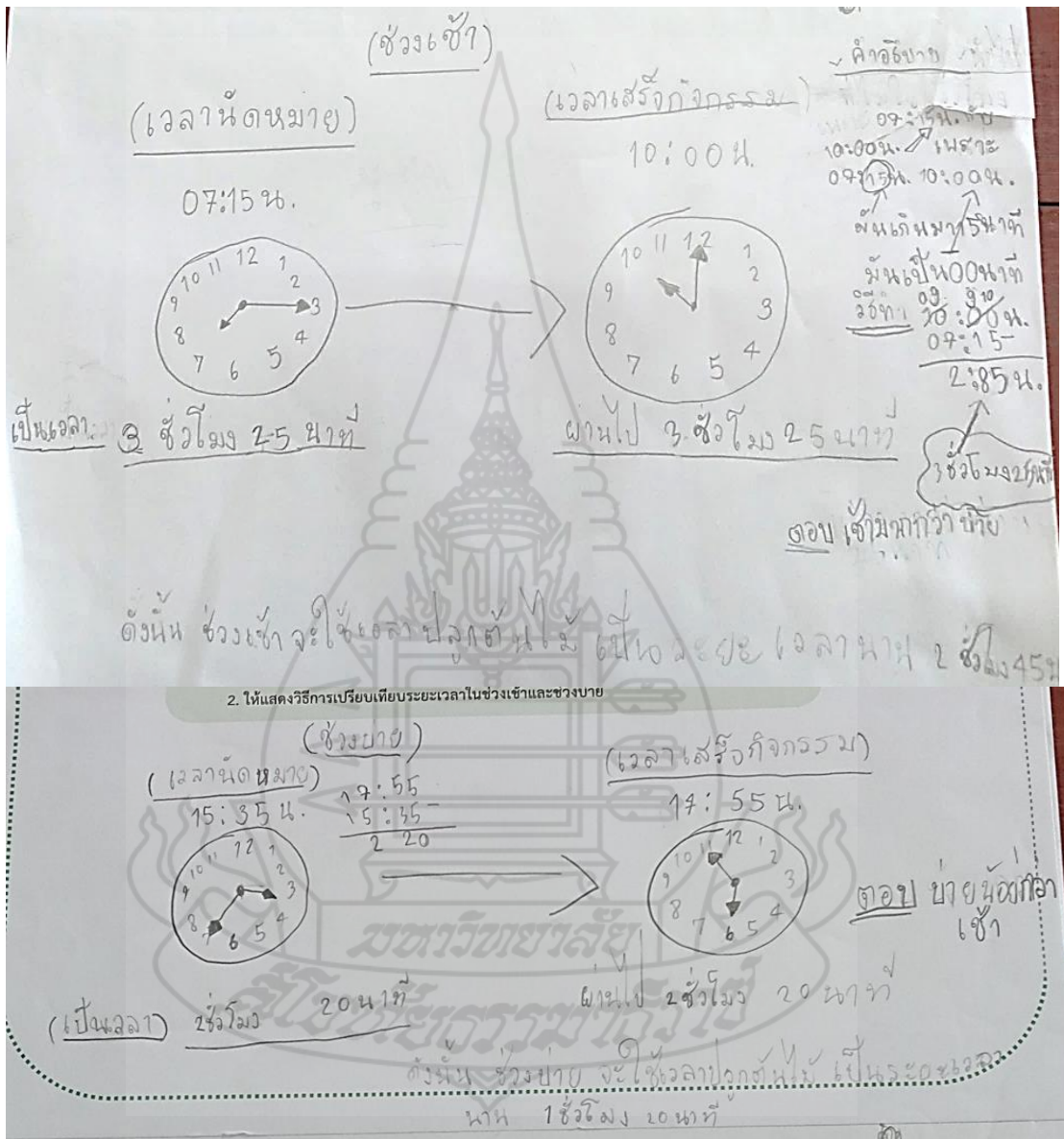
$5-3=2$ ชั่วโมง

คำอธิบายหัวข้อ

เลข 6 นำมา

ภาพที่ 4.19 ตัวอย่างการแก้ปัญหาของนักเรียน

จากผลงานของนักเรียนพบว่านักเรียนใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณหาระยะเวลา โดยการนำเวลาสิ้นสุด ลบด้วยเวลาเริ่มต้น แต่มีการคำนวณผิดพลาด แต่นักเรียนใช้วิธีการพิจารณาการเคลื่อนที่ของเข็มนาฬิกา หรือการนับ ประกอบการตัดสินใจ จึงทำให้ได้คำตอบ 2 แบบ (ช่วงเช้า) ส่วนช่วงเวลาที่บ่ายนักเรียนนำเวลาสิ้นสุด ลบด้วยเวลาเริ่มต้น เช่นกัน



ภาพที่ 4.20 ตัวอย่างการแก้ปัญหาของนักเรียน

นักเรียนกลุ่มนี้หาระยะเวลาจากโดยการนำเวลาสิ้นสุด ลบด้วยเวลาเริ่มต้น และเปรียบเทียบระยะเวลาได้ถูกต้อง

2. ให้แสดงวิธีการเปรียบเทียบระยะเวลา

ช่วงเช้า	ช่วงบ่าย	สรุป
เวลาเริ่มต้น 06:00 น. เวลาที่เสร็จกิจกรรม 11:00 น. ให้นำ 11:00 น. มาลบกับ 06:00 น. แล้วจะได้ค่า ตอป ดังนี้ เวลาที่เสร็จกิจกรรม 11:00 - เวลาต้นหมาย 06:00 05:00 ตอป 5 ชั่วโมง	เวลาต้นหมาย 13:00 น. เวลาที่เสร็จกิจกรรม 16:00 น. ให้นำ 16:00 น. มาลบ กับ 13:00 น. แล้วจะได้ ค่า ตอป ดังนี้ เวลาที่เสร็จกิจกรรม 16:00 - เวลาต้นหมาย 13:00 03:00 ตอป 3 ชั่วโมง	5 ชั่วโมง มากกว่า 3 ชั่วโมง อยู่ 2 ชั่วโมง

ภาพที่ 4.21 ตัวอย่างการแก้ปัญหาของนักเรียน

ขั้นที่ 4 การสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน และยกตัวอย่างประกอบเพื่อให้นักเรียนได้คิดบนกระดาน โดยเฉพาะการหาระยะเวลาจาก การนำเวลาสิ้นสุด ลบ ด้วยเวลาเริ่มต้นที่ต้องมีการกระจายหน่วยชั่วโมง มายังหน่วยนาที คือ 1 ชั่วโมง เท่ากับ 60 นาที

ขั้นสังเกตผล (Observe : O₂)

ผู้ช่วยวิจัยทำการสังเกตชั้นเรียน โดยสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่แสดงออกในชั้นเรียนในขณะที่ผู้สอนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสะท้อนผลการปฏิบัติเมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการสังเกตชั้นเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้น	พฤติกรรมการสอนของครู	พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน
การนำเสนอ ปัญหา ปลายเปิด	- ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ปลายเปิด โดยใช้ภาพนำเสนอบนจอทีวี ตั้งคำถามให้นักเรียนคิดว่าภาพนั้นคือ สถานที่ใด มีใครอยู่ในภาพนั้นบ้าง และ นักเรียนคิดว่าพวกเขาไปทำอะไร ไปที่ ปลายทางจนครบสามภาพ - ในภาพที่สอง เมื่อนักเรียนพูดคำว่า “ป่าชุมชน” ครูถามซ้ำ “ว่าที่ไหนนะ”	- นักเรียนให้ความสนใจต่อสถานการณ์ ปัญหา ตอบคำถาม และแสดงความ คิดเห็นอย่างหลากหลาย จนมีนักเรียน คนหนึ่งพูดขึ้นมาว่า “ปลุกต้นไม้” นักเรียนคนอื่นๆ คล้อยตาม - เมื่อเลื่อนไปภาพที่สอง นักเรียนพูดคำ สำคัญที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหา คือคำว่า “ป่าชุมชน”

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ขั้น	พฤติกรรมการสอนของครู	พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน
	<ul style="list-style-type: none"> - ในภาพมีคำว่า “เขี้ยวขจี” นักเรียนอ่านว่าเขี้ยวขี ครูเลยแนะนำการอ่านที่ถูกต้องให้นักเรียนด้วย - จากนั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา โดยใช้ภาพที่ 3 บนจอทีวีเล่าสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนฟัง 	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อสถานการณ์ว่า “หนูเคยไปเก็บเห็ดด้วย” สะท้อนว่าปัญหามีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน - นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหานั้น พร้อมกันอีกครั้งหนึ่ง
การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู	<ul style="list-style-type: none"> - ครูเดินสำรวจและจดบันทึกแนวคิดของนักเรียน - ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน และให้นักเรียนคิดหาคำตอบของกลุ่ม - ครูไม่รบกวนการคิดของนักเรียน แต่ช่วยเหลือนักเรียนโดยการใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหา 	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนแต่ละคนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง - เมื่อนักเรียนเข้ากลุ่มนักเรียนช่วยเหลือกันในการทำงานกลุ่ม มีการแบ่งงานกันทำงาน มีการพูดเพื่อสื่อสารการคิดของตนเองให้สมาชิกในกลุ่มฟัง มีการถกเถียงกันบ้างเมื่อแนวความคิดไม่ตรงกัน
การนำเสนอ การอภิปราย และการเปรียบเทียบ	<ul style="list-style-type: none"> - ครูนั่งฟังการนำเสนอของนักเรียน และจดบันทึกแนวคิดที่นักเรียนนำเสนอ 	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเอง - มีการตั้งคำถาม ถามเพื่อนบ้าง บางประเด็น
การสรุป เชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน	<ul style="list-style-type: none"> - ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันสรุปบทเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน

ขั้นสะท้อนกลับ (Reflect : R₂)

การสะท้อนผลการปฏิบัติ ทำยวงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดกิจกรรมสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ในแผนฯ นี้มุ่งสถานการณ์ไปที่เรื่องการวางแผนการปลูกป่า จึงทำให้ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากกิจกรรมที่ทำในขั้นนำ ทั้งๆ ที่กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนำสามารถทำให้เกิดการแก้ปัญหา นำเสนอ อภิปรายเกี่ยวกับเรื่องระยะเวลาได้ค่อนข้างดี ทีมวิจัยชั้นเรียนเสนอแนะว่าควรให้กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนำและสถานการณ์มีความเชื่อมโยงกันจะทำให้กิจกรรมมีความต่อเนื่องมากกว่าการแยกเรื่องขั้นนำ (กิจกรรมที่นักเรียนจะทำในวันหยุด 1 คน 1 กิจกรรม) กับสถานการณ์ปัญหาออกจากกันเป็นคนละเรื่อง (การปลูกป่า)

ที่มิวิจัย พบว่าครูผู้สอนยังคงรีบทำการสรุปบทเรียนมากเกินไป เช่นเดียวกับการปฏิบัติใน
วงจรที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะครูยังคงพะวงกับเรื่องเวลาในการจัดการชั้นเรียน ดังนั้น ควรบริหาร
จัดการเวลาสำหรับการสรุปบทเรียนไว้ด้วย

ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในวงจร ปฏิบัติการที่ 2

เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนปกติมีผลคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 90.79 ปรากฏผลดังตาราง
ตารางที่ 4.5 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
จากแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนน สูงสุด	คะแนน ต่ำสุด	คะแนน เฉลี่ย	คะแนน เฉลี่ย ร้อยละ	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
นักเรียนทั้งชั้น (N = 26)		20	0	16.27	81.35	5.56
นักเรียนปกติ* (N = 19)	20	20	8	18.16	90.79	3.31

*ไม่นำคะแนนของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้มาคำนวณ

ผลการศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวงจรที่ 2
ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 4.6 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวงจรที่ 2

ความสามารถในการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในระดับ				รวม จำนวน นักเรียน
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
ด้านการพูด	-	22 (84.62%)	4 (15.38%)	-	26 (100.00%)
ด้านการเขียน	20 (76.92%)	1 (3.85%)	5 (19.23%)	-	26 (100.00%)
รวมทั้งสองด้าน	-	23 (88.46%)	3 (11.54%)	-	26 (100.00%)

3. ผลการปฏิบัติการในวงจรที่ 3

ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวลา มีจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลาและระยะเวลาได้

ขั้นวางแผน (Plan : P₃) ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรที่ 2 มาใช้เป็นแนวทางในการปรับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยปรับรูปแบบกิจกรรมในขั้นนำให้มีความสอดคล้องกับปัญหาในขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา และจัดเตรียมสื่อประกอบการสอน ตลอดจนให้เพิ่มความระมัดระวังของครู โดยให้ครูรู้จักอดทนรอให้นักเรียนสรุปบทเรียนแล้วใช้ประโยชน์จากข้อสรุปของนักเรียนไปสรุปบทเรียนมากกว่าการสรุปคำตอบโดยครู

ขั้นปฏิบัติการ (Act : A₃)

ขั้นนำ ครูกล่าวทักทายนักเรียน และชวนนักเรียนสนทนาเกี่ยวกับกีฬาที่นักเรียนชอบเล่น นักเรียนมีคำตอบหลากหลาย เช่น เล่นโลโล่เบต เล่นเซิร์ฟสเก็ต เล่นแชร์บอล วิ่ง บาสเกตบอล เทนนิส ฯลฯ

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยการเล่าถึงเด็กผู้ชายที่เป็นคนรักสุขภาพ เขาได้ไปออกกำลังกายทุกๆ วัน เป็นประจำ ในหนึ่งวันเขาจะออกกำลังกายอยู่ 1 อย่าง แล้วให้นักเรียนคาดเดาว่าจะมีอะไรบ้าง เมื่อนักเรียนคาดเดาพอสมควรแล้ว ครูหยิบบัตรภาพการออกกำลังกาย พร้อมระบุระยะเวลาที่ใช้สำหรับการออกกำลังกายนั้นๆ มาติดบนกระดานที่ละภาพ จนครบทุกภาพที่เตรียมไว้ตามโจทย์ในสถานการณ์ปัญหา แล้วจึงฉายสถานการณ์ปัญหาบนจอทีวี ครูอ่านซ้ำ และให้นักเรียนอ่านซ้ำอีกรอบ

“มอส เด็กชายผู้รักสุขภาพ ได้ทำการออกกำลังกายและเล่นกีฬาเป็นประจำทุกวัน โดยในหนึ่งวัน เขาจะเลือกออกกำลังกายเพียง 1 ชนิด

กิจกรรม	ว่ายน้ำ	วิ่ง	แบดมินตัน	กระโดดเชือก	ปั่นจักรยาน	เต้นแอโรบิก	ฟุตบอล	เทเบิลเทนนิส
เวลา (นาที)	45	30	90	20	60	50	90	90

ให้นักเรียนแสดงวิธีการหากิจกรรมที่ มอส ทำ พร้อมระบุระยะเวลาที่ใช้ในหนึ่งสัปดาห์
จงแสดงวิธีการคิดหาคำตอบอย่างหลากหลาย

ภาพที่ 4.22 สไลด์สถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู ครูแจกใบกิจกรรมกลุ่ม และนักเรียนลงมือแก้ปัญหา ในการสังเกตของครูพบว่านักเรียนมีความไม่เข้าใจในสถานการณ์ปัญหาว่าต้องการให้ทำอะไร และทำอะไร ครูได้เข้าไปช่วยเหลือแนะนำสำหรับทุกกลุ่ม บางกลุ่มต้องเข้าไปสองหรือสามครั้ง นักเรียนจึงเริ่มลงมือแก้ปัญหา มีบางกลุ่มตั้งคำถามกับครูว่าใช้กีฬาประเภทอื่นได้หรือไม่ บางกลุ่มอยากใช้เพียงกิจกรรมเดียวทั้ง 7 วัน แต่เพื่อนในกลุ่มตอนแรกไม่เห็นด้วย ครูเลยเข้าไปใช้คำถามกระตุ้นว่า “วันนี้อยากวิ่งได้ไหม พรุ่งนี้อยากวิ่งอีกได้ไหม แล้ววันต่อไปอยากวิ่งอีกได้ไหม” เป็นต้น เพื่อนในกลุ่มจึงยอมรับความคิดเห็นของเพื่อน

ขั้นที่ 3 การนำเสนอ การอภิปราย และการเปรียบเทียบ นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน พบว่านักเรียนใช้การหาเวลารวมของการทำกิจกรรมทั้งหมดได้จากการใช้การบวก พบคำตอบ 2 ลักษณะ คือ บางกลุ่มตอบเป็นนาที และ บางกลุ่มตอบเป็นชั่วโมง และนาที

ใบกิจกรรมที่ 3 การออกกำลังกาย

*ข้อ ๑ เด็กชายใช้เวลากว่า ๖ ชั่วโมงในการออกกำลังกายแต่ละวันเป็นเวลา ๖ วัน โดยในวันหนึ่งเขาจะออกกำลังกายทั้งหมดเพียง ๖ ชั่วโมง

กิจกรรม	ว่ายน้ำ	วิ่ง	แบดมินตัน	กระโดดเชือก	วิ่ง	เตะบอล	ขี่จักรยาน	เทนนิส
เวลา (นาที)	45	30	๓๐	20	60	30	๓๐	๓๐

ให้นักเรียนเขียนวิธีการหากิจกรรมที่ ๑ และ ๒: หรือเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในแต่ละวันหรือรวมกิจกรรมทั้งหมดทั้งหมดที่หาได้มาช่วยกัน

แบบที่ ๑

วิธีที่ ๑
 กีฬาที่ใช้เวลา 20 นาที
 วิ่ง 30 นาที
 วิ่ง ใช้เวลา 30 นาที
 ว่ายน้ำ ใช้เวลา 45 นาที
 แบดมินตัน ใช้เวลา 30 นาที
 ขี่จักรยาน ใช้เวลา 60 นาที
 ฟุตบอล ใช้เวลา 30 นาที
 เล่นเทนนิส ใช้เวลา 30 นาที

วิธีที่ ๒
 ว่ายน้ำ 45 นาที
 วิ่ง 30 นาที
 แบดมินตัน 30 นาที
 ฟุตบอล 30 นาที
 ขี่จักรยาน 60 นาที
 เล่นเทนนิส 30 นาที

แบบที่ ๒

วิธีที่ ๑
 ว่ายน้ำ 45 นาที
 วิ่ง 30 นาที
 แบดมินตัน 30 นาที
 ฟุตบอล 30 นาที
 ขี่จักรยาน 60 นาที
 เล่นเทนนิส 30 นาที

วิธีที่ ๒
 ว่ายน้ำ 45 นาที
 วิ่ง 30 นาที
 แบดมินตัน 30 นาที
 ฟุตบอล 30 นาที
 ขี่จักรยาน 60 นาที
 เล่นเทนนิส 30 นาที

เวลาทั้งหมดที่ใช้ทั้งหมด
 ๓๒๕ นาที

๓๒๕ นาที
 ๕ ชั่วโมง ๒๕ นาที

ภาพที่ 4.23 ผลงานนักเรียน (สรุปคำตอบเป็นนาที)

โดยกลุ่มที่สรุปคำตอบเป็นชั่วโมงและนาที นั้น ใช้วิธีการคิดที่แตกต่างกันไป 4 ลักษณะ
 ลักษณะที่ 1 นำผลรวมของเวลาที่ออกกำลังกายทั้งหมด (นาที) มาลบออกทีละ 60
 ลบไปทีละครั้งเป็นจำนวนชั่วโมง ที่เหลือเป็นเศษนาที

กิจกรรม	ว่ายน้ำ	ปั่นจักรยาน	วิ่ง	ฟุตบอลลูกเหล็ก	กระโดดเชือก	เล่นโยโย่	เตะบอล
เวลา (นาที)	45	60	30	90	20	50	90

สัปดาห์ที่ 1

90 + 290 = 380
 60 + 50 = 110
 150 + 340 = 490
 30 + 90 = 120
 180 + 440 = 620
 90 + 20 = 110
 270 + 20 = 290

440 นาที หรือ 7 ชั่วโมง 20 นาที

กิจกรรม	ว่ายน้ำ	ปั่นจักรยาน	วิ่ง	ฟุตบอลลูกเหล็ก	กระโดดเชือก	เตะบอล	เตะบอล
เวลา (นาที)	45	60	30	90	20	90	50

45 + 60 = 105
 105 + 30 = 135
 135 + 90 = 225
 225 + 20 = 245
 245 + 90 = 335
 335 + 50 = 385

385 นาที หรือ 6 ชั่วโมง 25 นาที

ภาพที่ 4.24 ผลงานนักเรียนลักษณะที่ 1

ลักษณะที่ 2 นำ 60 บวกกันไปจนเท่ากับหรือใกล้เคียงผลรวมของเวลาที่ออกกำลังกายทั้งหมด (นาที) แล้วนับจำนวนครั้งของ 60 เป็นจำนวนชั่วโมง ที่เหลือเป็นเศษนาที

1 ชม -> แบดมินตัน 30 นาที
 2 ชม -> ว่ายน้ำ 45 นาที
 2 ชม -> ฟุตบอล 90 นาที
 4 ชม -> ทุ่มเบสบอล 90 นาที
 5 ชม -> วิ่ง 30 นาที
 6 ชม -> กระโดดเชือก 20 นาที
 7 ชม -> ปั่นจักรยาน 60 นาที

425 นาที
 หรือ ชั่วโมง 7 ชม. 5 นาที

90 + 45 = 135
 135 + 90 = 225
 225 + 90 = 315
 315 + 30 = 345
 345 + 20 = 365
 365 + 60 = 425

ภาพที่ 4.25 ผลงานนักเรียนลักษณะที่ 2

ลักษณะที่ 3 นักเรียนหาจำนวนที่นำมาคูณกับ 60 แล้วได้เท่ากับหรือใกล้เคียงผลรวมของเวลาที่ออกกำลังกายทั้งหมด (นาที) จำนวนนั้นเป็นจำนวนชั่วโมง ที่เหลือเป็นเศษนาที

ภาพที่ 4.26 ผลงานนักเรียนลักษณะที่ 3

ซึ่งไม่ได้ปรากฏการเขียนในผลงาน แต่ครูได้สอบถามแล้วได้ความว่านักเรียนจะใช้แม่สูตรคูณแม่ 6 (แทนแม่ 60) มาพิจารณาคว่า 6 คูณกับอะไรได้ใกล้เคียง 455 นั่นคือ $6(0) \times 7 = 42(0)$ ที่เหลืออีก 35 เป็นนาที

ลักษณะที่ 4 แปลงหน่วยนาทีจากตารางในสถานการณ์ปัญหาให้เป็นหน่วย ชั่วโมงกับนาที ก่อน แล้วจึงตั้งบวก

ชั่วโมง	นาที
1	30 +
1	30 +
	20 +
1	+
	45 +
1	+
	30
4 ชม	15 5 นาที

เหลือ 6 ชั่วโมง 35 นาที

ภาพที่ 4.27 ผลงานนักเรียนลักษณะที่ 4

ขั้นที่ 4 การสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ร่วมกันสรุปบทเรียนโยงการอภิปรายถึงเรื่องการเปลี่ยนหน่วยของเวลาตามวิธีที่นักเรียนได้คิดมา

ขั้นสังเกตผล (Observe : O₃)

ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนได้สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง แต่อาจยังไม่ละเอียดต้องอาศัยร่องรอยหลักฐานจากการเขียนในใบกิจกรรมของ

นักเรียนเพิ่มเติมในภายหลังด้วย อีกทั้งมีผู้สังเกตชั้นเรียนร่วมสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู ซึ่งแสดงไว้ในรายละเอียดด้านบนแล้ว

ขั้นสังเกตผล (Observe : O₃)

การสังเกตชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้ช่วยวิจัยทำการสังเกตชั้นเรียน ปรากฏผลการสังเกต ดังนี้

ตารางที่ 4.7 ผลการสังเกตชั้นเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้น	พฤติกรรมการสอนของครู	พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน
การนำเสนอ ปัญหา ปลายเปิด	ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ปลายเปิด ผ่านการนำเสนอสถานการณ์ ปัญหาการออกกำลังกาย โดยติดบัตร ภาพประกอบการนำเสนอบนกระดาน ที่ละประเภทของการออกกำลังกายจน ครบทุกกิจกรรม แล้วอ่านสถานการณ์ ปัญหาให้นักเรียนฟัง	- นักเรียนให้ความสนใจต่อสถานการณ์ ปัญหา และคาดเดาบัตรภาพที่ครูจะติด บนกระดานว่าเป็นภาพอะไร นอกจากนี้ ยังพบว่านักเรียนจะสื่อสารคำศัพท์ (ชื่อ กีฬา) นั้นเป็นภาษาอังกฤษด้วย - นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหานั้นซ้ำ อีกครั้งหนึ่ง
การเรียนรู้ ด้วยตนเอง ของนักเรียน และการสังเกต แนวคิดโดยครู	-ครูเดินสำรวจและจดบันทึกแนวคิด ของนักเรียน -ครูไม่รบกวนการคิดของนักเรียน แต่ช่วยเหลือนักเรียนโดยการใช้คำถาม เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหา	- นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันแก้ปัญหา และหาคำตอบ
การนำเสนอ การอภิปราย และการ เปรียบเทียบ	-ครูฟังการนำเสนอของนักเรียน	นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดของ กลุ่มตนเอง
การสรุป เชื่อมโยง แนวคิด ของนักเรียนที่ เกิดขึ้น ในชั้นเรียน	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันสรุป บทเรียน	นักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน

ขั้นสะท้อนกลับ (Reflect : R₃)

การสะท้อนผลการปฏิบัติ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่าครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสรุปบทเรียนมากขึ้น โดยครูเป็นผู้เขียนบนกระดาน ตามที่นักเรียนช่วยกันพูด ทั้งนี้ทีมวิจัยพบว่าครูทำเช่นนั้นได้ เพราะครูสามารถจัดกลุ่มแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนได้ดีขึ้นมากกว่าเดิม

จึงช่วยให้ครูสามารถใช้สรุปทเรียนได้โดยรอคำตอบจากนักเรียนมาเป็นตัวช่วยในการคิดและสรุปเนื้อหา แต่ครูควรวางแผนการใช้กระดานด้วย เพราะการจัดลำดับแนวคิดควรเรียงจากซ้ายไปขวา ที่ครูทำคือ ขวาไปซ้าย โดยตั้งกระดาษผลงานนักเรียนออกมา แล้วนำแนวคิดที่จะสรุปไปเขียน ดังนั้นถ้าครูวางแผนการใช้กระดานไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะทำให้การใช้กระดานของครูมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนปกติมีผลคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 90.53 ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 4.8 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
นักเรียนทั้งชั้น (N = 26)		20	0	15.81	79.04	5.70
นักเรียนปกติ* (N = 19)	20	20	10	18.11	90.53	2.94

*ไม่นำคะแนนของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้มาคำนวณ

ผลการศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวงจรที่ 3 ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 4.9 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวงจรที่ 3

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในระดับ				รวมจำนวนนักเรียน
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	
ด้านการพูด	23 (88.46%)	3 (11.54%)	-	-	26 (100.00%)
ด้านการเขียน	19 (73.08%)	2 (7.69%)	5 (19.23%)	-	26 (100.00%)
รวมทั้งสองด้าน	21 (80.77%)	5 (19.23%)	-	-	26 (100.00%)

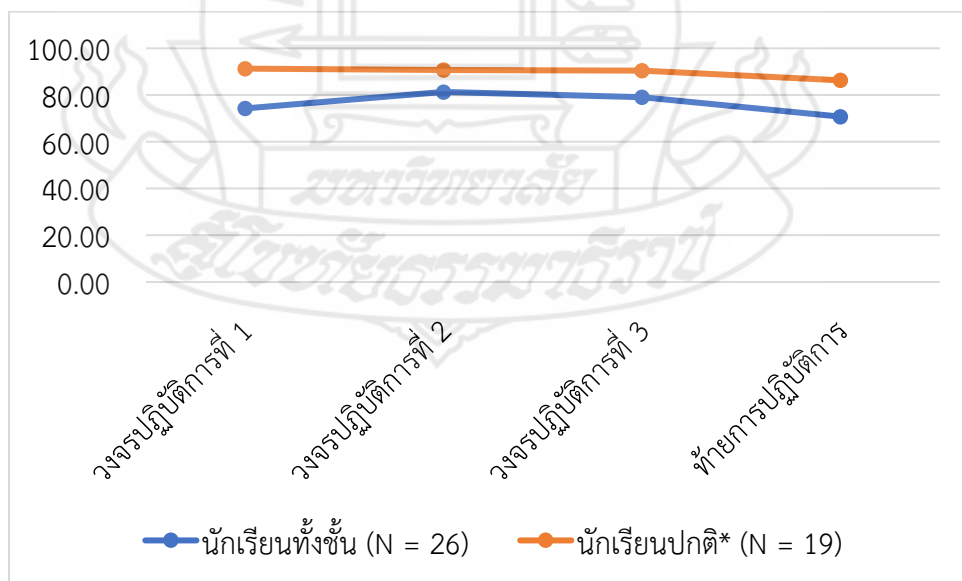
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เมื่อผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรทุกวงจรเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่าในวงจรที่ 1, 2 และ 3 นักเรียนทั้งชั้น (N = 26) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 74.23, 81.35 และ 79.04 มีแนวโน้มดีขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 70 ทุกวงจร และนักเรียนปกติ (N = 19) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 91.32, 90.79 และ 90.53 มีแนวโน้มดีขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 90 ทุกวงจร และเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกวงจรแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายการปฏิบัติการเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนทั้งชั้น (N = 26) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70.77 และนักเรียนปกติ (N = 19) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 86.32 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 70 ดังแสดงในตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.28

ตารางที่ 4.10 คะแนนผลการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนน สูงสุด	คะแนน ต่ำสุด	คะแนน เฉลี่ย	คะแนน เฉลี่ย ร้อยละ	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
นักเรียนทั้งชั้น (N = 26)	20	20	1	14.15	70.77	5.77
นักเรียนปกติ* (N = 19)		20	12.5	17.26	86.32	2.35

*ไม่นำคะแนนของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้มาคำนวณ



ภาพที่ 4.28 แผนภูมิแสดงผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

5. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์โปรโตคอลชั้นเรียนคณิตศาสตร์ในแต่ละชั้นของวิธีการสอนแบบเปิด ร่วมกับการสังเกตแนวคิดของนักเรียนในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบการสื่อสารโดยทั่วไป เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ (1) *การสื่อสารภายในตัวบุคคล* คือ การสื่อสารกับตนเองเมื่อคิดหรือพูดกับตนเอง ในขณะแก้ปัญหา (กิจกรรมคิดเดี่ยว) ในชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนฯ (2) *การสื่อสารกับกลุ่มเล็ก* ในขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาในกลุ่ม (กิจกรรมคิดกลุ่ม) ในชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนฯ เช่นกัน ผ่านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู และการแสดงท่าทางต่างๆ และ (3) *การสื่อสารกับกลุ่มใหญ่* ในชั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด ชั้นการนำเสนอ การอภิปราย และการเปรียบเทียบ และชั้นการสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

เมื่อพิจารณาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการพูด การเขียน และการแสดงท่าทาง โดยการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics) ประกอบด้วย (1) ภาษาทั่วไป (Ordinary Language) พบได้ในทุกชั้นของการสอนด้วยวิธีแบบเปิด (2) วจนภาษาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical verbal language) (3) ภาษาสัญลักษณ์ (Symbolic language) (4) การแสดงแทนด้วยภาพ (Visual representation) พบในชั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู ชั้นที่ 3 การนำเสนอ การอภิปราย และการเปรียบเทียบ และชั้นที่ 4 การสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (5) วิธีการไม่พูดแต่สร้างข้อตกลงเบื้องต้นร่วมกัน (Unspoken but shared assumption) พบในชั้นที่ 3 การนำเสนอ การอภิปราย และการเปรียบเทียบ โดยแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ เหมาะสม เข้าใจ ชัดเจน และความสามารถในการเข้าใจข้อความที่ผู้อื่นแสดงด้วยการพูดและการเขียนเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เมื่อทำการวิเคราะห์การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนจากการพูดสื่อสารและการเขียน ผลงานของนักเรียนในแต่ละวงจร ดังตารางที่ 4.11 – 4.13 และในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบหรือไม่ปรากฏชัดเจนเกี่ยวกับการใช้ภาษากึ่งคณิตศาสตร์ (Quasi-mathematical language) ของนักเรียน

ตารางที่ 4.11 ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในวงจรที่ 1

ภาษาทางคณิตศาสตร์	ชั้นนำ	ชั้นของการสอนด้วยวิธีการสอนแบบเปิด			
		ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4
ภาษาทั่วไป	✓	✓	✓	✓	✓
วจนภาษาทางคณิตศาสตร์			✓	✓	✓
ภาษาสัญลักษณ์			✓	✓	✓
การแสดงแทนด้วยภาพ			✓	✓	✓
การสร้างข้อตกลงเบื้องต้น				✓	
ภาษากึ่งคณิตศาสตร์					

ตารางที่ 4.12 ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในวงจรที่ 2

ภาษาทางคณิตศาสตร์	ชั้นนำ	ขั้นของการสอนด้วยวิธีการสอนแบบเปิด			
		ขั้นที่1	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 3	ขั้นที่4
ภาษาทั่วไป	✓	✓	✓	✓	✓
วจนภาษาทางคณิตศาสตร์	✓		✓	✓	✓
ภาษาสัญลักษณ์	✓		✓	✓	✓
การแสดงผลด้วยภาพ	✓		✓	✓	
การสร้างข้อตกลงเบื้องต้น					
ภาษากึ่งคณิตศาสตร์					

ตารางที่ 4.13 ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในวงจรที่ 3

ภาษาทางคณิตศาสตร์	ชั้นนำ	ขั้นของการสอนด้วยวิธีการสอนแบบเปิด			
		ขั้นที่1	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 3	ขั้นที่4
ภาษาทั่วไป	✓	✓	✓	✓	✓
วจนภาษาทางคณิตศาสตร์			✓	✓	✓
ภาษาสัญลักษณ์			✓	✓	✓
การแสดงผลด้วยภาพ					
การสร้างข้อตกลงเบื้องต้น					
ภาษากึ่งคณิตศาสตร์					

ตัวอย่างการเขียนสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่พบได้ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการสอนแบบเปิดที่สะท้อนถึงการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในระดับภาษาทั่วไป และการแสดงผลด้วยภาพ เช่น ในใบกิจกรรมที่ 1.1 นักเรียนปกติจะใช้การเขียนบรรยายกิจกรรมด้วยข้อความภาษาไทยดังภาพที่ 4.29 (ก) แต่สำหรับนักเรียนที่มีภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้คนหนึ่ง นักเรียนเลือกใช้การวาดภาพแทน และครูได้เข้าไปสอบถามแล้วพบการแปลความได้ดังภาพที่ 4.29 (ข)

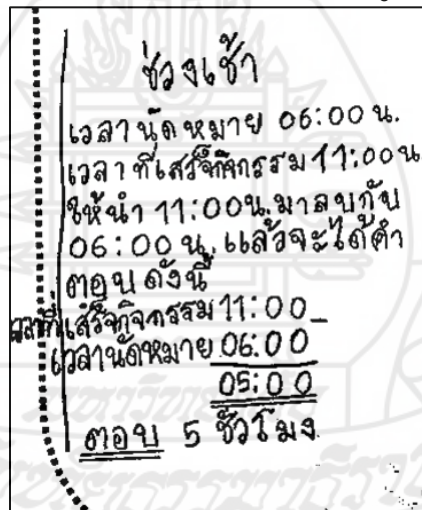
เวลา	กิจกรรม	เวลา	กิจกรรม
05.30 น.	ตื่นนอน	5:00 น.	ตื่นนอน
05.31 น.	กินอาหารเช้า	5:30 น.	แปรงฟัน
05.36 น.	ล้างหน้าแปรงฟัน	5:54 น.	ใส่เสื้อผ้า
05.40 น.	แต่งตัว	5:57 น.	กินข้าว
05.42 น.	อาบน้ำ	6:00 น.	ดูโทรศัพท์
05.55 น.	ดื่มกาแฟ	6:30 น.	ขึ้นรถไป
06.57 น.	เล่นกีฬาหรือออกกำลังกาย	6:47 น.	โรงเรียน
06.59 น.	เดินทางมาโรงเรียน	07:30 น.	ถึงโรงเรียน
07.39 น.	มาถึงโรงเรียน	07:55 น.	ทำเวร
07.41 น.	ทำเวร	8:00	เข้าแถวเคารพธงชาติ
07.55 น.	เข้าแถวเคารพธงชาติ		เล่นกีฬา

(ก)

(ข)

ภาพที่ 4.29 การใช้ภาษาทั่วไปและการแสดงแทนด้วยภาพ

วจนภาษาทางคณิตศาสตร์ พบได้จากการที่นักเรียนใช้คำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ เช่น คำว่าการลบ ดังภาพที่ 4.30 นอกจากนี้แล้วนักเรียนยังใช้ภาษาสัญลักษณ์ ร่วมด้วย



ภาพที่ 4.30 วจนภาษาทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างการใช้ภาษาสัญลักษณ์ ของนักเรียน เพื่อการเขียนสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ ภาพที่ 4.31 (ก) เครื่องหมายทวีภาค (:) คั่นระหว่างตัวเลขที่แสดงนาฬิกา กับตัวเลขที่แสดงนาฬิกา ภาพที่ 4.31 (ข) ใช้เครื่องหมายทวีภาค (:) คั่นระหว่างตัวเลขที่แสดงนาฬิกา กับตัวเลขที่แสดงนาฬิกาแล้วเขียน น.ต่อท้าย และภาพที่ 4.31 (ค) ใช้เครื่องหมายมหัพภาค (.) คั่นระหว่างตัวเลขที่แสดงนาฬิกา กับตัวเลขที่แสดงนาฬิกาแล้วเขียน น. ต่อท้าย

เวลา	เวลา	เวลา
5:35	06:20 %.	05.30%.
5:50	06:21 %.	05.31%.
6:00	06:24 %.	05.36%.
6:10	06:28 %.	05.40%.
6:15	06:30 %.	05.42%.
6:50	06:40 %.	05.55%.
7:10	06:44 %.	06.57%.
7:14	06:45 %.	06.59%.
7:30	06:55 %.	07.39%.
7:55	07:00 %.	07.41%.
	07:10 %.	07.55%.

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 4.31 การใช้ภาษาสัญลักษณ์เพื่อเขียนบอกเวลา

นอกจากนั้น ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์พบการสื่อสารด้วยการใช้ภาษากาย (Body Language) ประกอบการสื่อสาร เช่น การชี้นิ้วไปยังเข็มนาฬิกาเพื่อสื่อสารถึงตำแหน่งที่กำลังสนใจให้คนอื่น ๆ ได้รับรู้และสามารถเข้าใจตรงกันด้วย และพบการยกนิ้วขึ้นมานับเพื่ออธิบายกระบวนการคิดของตนเองด้วย

จากการสังเกตพฤติกรรมสื่อสารในชั้นเรียนร่วมกับการวิเคราะห์การผลงานนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการและการตรวจแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทำการปฏิบัติการ ปรากฏผลการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

วงจรปฏิบัติการที่	จำนวนนักเรียน (N)	จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในระดับคุณภาพ			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1	26	-	19 (73.08%)	7 (26.92%)	-
	19*	-	18 (94.74%)	1 (5.26%)	-
2	26	-	23 (88.46%)	3 (11.54%)	-
	19*	-	19 (100.00%)	-	-
3	26	21 (80.77%)	5 (19.23%)	-	-
	19*	19 (100.00%)	-	-	-
ท้าย	26	19 (73.08%)	2 (7.69%)	5 (19.23%)	-
การปฏิบัติการ	19*	19 (100.00%)	-	-	-

*ไม่นำคะแนนของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้มาคำนวณ

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด และเพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งชั้นเรียนสูงชันทันที หลังการปฏิบัติในวงจรที่สอง และลดลงเพียงเล็กน้อยในวงจรถัดมา อย่างไรก็ตาม คะแนนเฉลี่ยมีค่ามากกว่าร้อยละ 70 ในทุกวงจร และภายหลังสิ้นสุดการปฏิบัติการ (74.23, 81.35, 79.04 และ 70.77 ตามลำดับ) หากพิจารณาเฉพาะนักเรียนปกติ โดยไม่รวมนักเรียนที่มีภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 90 ในทุกวงจร และมากกว่าร้อยละ 80 ภายหลังสิ้นสุดการปฏิบัติการ (91.32, 90.79 และ 90.53 และ 86.32 ตามลำดับ)

1.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด ทั้งชั้นเรียนเพิ่มขึ้นจากระดับพอใช้ เป็นระดับดี และดีมากตามลำดับ โดยในวงจรที่หนึ่ง นักเรียนร้อยละ 26.92 มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ และนักเรียนร้อยละ 73.08 มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ในวงจรที่สอง นักเรียนร้อยละ 11.54 มีความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ และร้อยละ 88.46 มีความสามารถอยู่ในระดับดี ในวงจรที่สาม ไม่มีนักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารอยู่ในระดับพอใช้ นักเรียนร้อยละ 19.23 มีความสามารถอยู่ในระดับดี และร้อยละ 80.77 มีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก และท้ายการปฏิบัติการนักเรียนร้อยละ 80.77 มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี ขึ้นไป (ดีมาก ร้อยละ 73.08 และ ดี ร้อยละ 7.69)

2. อภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง จังหวัดลำปาง สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

2.1 จากการวิจัย พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งชั้นเรียนสูงขึ้นทันทีหลังการปฏิบัติในวงจรที่สอง และลดลงเพียงเล็กน้อยในวงจรถัดมา อย่างไรก็ตาม คะแนนเฉลี่ยมีค่ามากกว่าร้อยละ 70 ในทุกวงจร และภายหลังสิ้นสุดการปฏิบัติการ (74.23, 81.35, 79.04 และ 70.77 ตามลำดับ) หากพิจารณาเฉพาะนักเรียนปกติ โดยไม่รวมนักเรียนที่มีภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 90 ในทุกวงจร และมากกว่าร้อยละ 80 ภายหลังสิ้นสุดการปฏิบัติการ (91.32, 90.79 และ 90.53 และ 86.32 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยออกแบบเพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันและอยู่ในบริบทใกล้ตัวนักเรียน เหมาะสมกับช่วงวัย นอกจากนี้วิธีการสอนแบบเปิดยังมีขั้นตอนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างอิสระ ส่งผลให้มีแนวคิดหรือคำตอบที่แตกต่างหลากหลาย สามารถนำแนวคิดเหล่านี้ไปสู่การอภิปรายได้จำนวนมาก ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนได้คิดด้วยตนเอง ในใบกิจกรรมคิดเดี่ยว จากนั้นนำแนวคิดของตนเองมาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหาแบบกลุ่มอันมีแนวคิดดั้งเดิมของแต่ละคนเป็นฐานในการคิด ซึ่งแตกต่างจากการสอนด้วยวิธีการอื่นที่ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หรือให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยเริ่มต้นด้วยกระบวนการกลุ่มในทันทีทำให้นักเรียนบางคนไม่ได้คิด เพราะมักจะให้นักเรียนที่ตนคิดว่าเก่งกว่าคิดเองตามลำพังเพียงคนเดียว แต่วิธีการที่ผู้วิจัยได้ปรับมาใช้ในวิธีการแบบเปิดนี้จะเห็นได้ว่านักเรียนทุกคนได้ทดลองแก้ปัญหานั้นมาเป็นเบื้องต้นระยะหนึ่งแล้วทำให้เขาเข้าใจปัญหามาบ้างไม่มากนักน้อย จึงทำให้การแก้ปัญหาของกลุ่มนักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน อันเป็นการช่วยตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาหรือการคิดของตนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการที่มีการสังเกตชั้นเรียน และนำผลการสังเกตชั้นเรียนไปสะท้อนกลับเพื่อนำมาวางแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งถัดไป ทำให้ผู้วิจัยมีโอกาสปรับปรุงการสอนภายใต้คำแนะนำของทีมนักวิจัยที่คลุกคลีอยู่ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ทุกคนเข้าใจบริบทและข้อจำกัดของนักเรียนจึงทำให้การออกแบบกิจกรรมมีความสอดคล้องกับผู้เรียนมากขึ้น นอกจากนี้แล้ว การแสดงพฤติกรรมของการแก้ปัญหาของนักเรียนปรากฏใน 4 ขั้นตอนของวิธีการสอนแบบเปิด เช่นเดียวกับ วิธัลยุพา คงภักดี (2561) คือขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด นักเรียนอ่านและอภิปรายปัญหาร่วมกัน ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหามีการวางแผนการแก้ปัญหา พูดสื่อสาร และเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาลงไปในใบกิจกรรมขั้นการนำเสนอ การอภิปราย และการเปรียบเทียบ นักเรียนมีโอกาสที่จะเห็นผลการคิดของกลุ่มอื่นๆ ทำให้เกิดการอภิปราย ถกประเด็นที่คาดว่าจะผิด ทำให้เกิดกระบวนการตรวจสอบ/มองย้อนกลับ

และเปรียบเทียบแนวคิดนั้นกับกลุ่มของตนเอง และในขั้นสรุปเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนทำให้เกิดแนวคิดที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมสำหรับตนเอง ในการแก้ปัญหาต่อไปนอกจากนี้แล้วผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะสองชั่วโมงติดต่อกัน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนที่ยังไม่คุ้นชินกับการคิดด้วยตนเอง เนื่องจากวิธีการเรียนรู้แบบเดิมที่ครูสอนแบบบรรยาย นักเรียนมักจะรอคอยคำตอบจากครู ได้ใช้เวลาในการฝึกการคิดด้วยตนเองมากขึ้น ปัจจัยเรื่องเวลาที่ผู้วิจัยได้ให้เพิ่มมากขึ้นกับนักเรียนในชั้นการคิดด้วยตนเองนี้จึงอาจเป็นปัจจัยที่นำไปสู่การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เวลากับปัญหา และมองหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ดีขึ้นก็เป็นได้

2.2 จากการวิจัย พบว่านักเรียนใช้ภาษาทั่วไป วัจนภาษาทางคณิตศาสตร์ ภาษาสัญลักษณ์ การแสดงแทนด้วยภาพ และการสร้างข้อตกลงเบื้องต้นเพื่อการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผ่านการพูดและการเขียนโดยมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในแต่ละวงจร เมื่อดำเนินการปฏิบัติการครบทั้ง 3 วงจรแล้ว ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด ทั้งชั้นเรียนเพิ่มขึ้นจากระดับพอใช้ เป็นระดับดี และดีมากตามลำดับ โดยในวงจรที่หนึ่ง นักเรียนร้อยละ 26.92 มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ และนักเรียนร้อยละ 73.08 มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ในวงจรที่สอง นักเรียนร้อยละ 11.54 มีความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ และร้อยละ 88.46 มีความสามารถอยู่ในระดับดี ในวงจรที่สาม ไม่มีนักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสารอยู่ในระดับพอใช้ นักเรียนร้อยละ 19.23 มีความสามารถอยู่ในระดับดี และร้อยละ 80.77 มีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก และทำายการปฏิบัติการนักเรียนร้อยละ 80.77 มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี ขึ้นไป (ดีมาก ร้อยละ 73.08 และ ดี ร้อยละ 7.69) ทั้งนี้เนื่องมาจากขั้นตอนของวิธีการสอนแบบเปิด ตั้งแต่ขั้นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านการพูดสื่อสารด้วยภาษาทั่วไป สนทนาด้วยภาษาที่เข้าใจง่ายเหมาะสมกับนักเรียนที่มีความแตกต่างหลากหลาย และยืนยันได้ว่านักเรียนที่มีภาวะบกพร่องทางการเรียนรู้สามารถเรียนร่วมกับนักเรียนปกติได้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด ขั้นที่ 2 นักเรียนได้สื่อสารผ่านการพูดและการเขียนในขณะที่ลงมือแก้ปัญหาภายใต้กระบวนการทำงานแบบกลุ่ม ซึ่งในขณะที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหานั้น นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน ขั้นที่ 3 นักเรียนได้นำเสนอ และอภิปรายแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียน และขั้นที่ 4 นักเรียนสามารถใช้ภาษาเพื่อสรุปบทเรียนได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง ผลการวิจัยสอดคล้องกับพิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม (2563) จริยา สุนทรหาญ (2561) ไพศาล แผลงทับทอง (2564) ที่ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด สามารถส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้แล้ววิธีการสอนแบบเปิดใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เอื้อต่อการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ที่ครูได้สร้างขึ้นโดยผ่านความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ และนำกลับมาพัฒนาร่วมกับทีมสังเกตชั้นเรียนที่เข้าใจบริบทชั้นเรียนจริง ตลอดจนจนขั้นตอนการสอนของวิธีการแบบเปิดนั้นเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง พฤติกรรมการสอนของครูด้วยวิธีการดังกล่าวจึงส่งผลต่อความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์

สอดคล้องกับงานวิจัยของชานนท์ รักปรังค์ (2562) ที่ว่าพฤติกรรมการสอนของครูมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และในทุกชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิด ในขั้นที่สองของวิธีการแบบเปิดสามารถทำให้นักเรียนเกิดการสื่อสารกลุ่มย่อยทางคณิตศาสตร์ได้ ผ่านการแก้ปัญหาคนเดียว แก้ปัญหาเป็นคู่ และแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม (สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง, 2561) โดยนักเรียนใช้ทั้งภาษาทั่วไป วัจนภาษาทางคณิตศาสตร์ ภาษาสัญลักษณ์ การแสดงแทนด้วยภาพ และการสร้างข้อตกลงเบื้องต้น ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ครูผู้สอนควรศึกษาขั้นตอนของวิธีการสอนแบบเปิดให้เข้าใจ และควรศึกษางานวิจัยหรือแนวการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดประกอบจากแหล่งอื่นๆ เพิ่มเติมด้วย

3.1.2 ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแก้ปัญหาด้วยกระบวนการกลุ่ม เพื่อให้เกิดกระบวนการสื่อสารระหว่างบุคคล อันจะส่งผลให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิด และช่วยกันตรวจสอบการคิดซึ่งกันและกัน

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ

3.2.2 ควรศึกษาผลที่เกิดขึ้นหลังการจัดกิจกรรมสอนแบบเปิด เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ หรือเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น

3.2.3 ควรเพิ่มชั่วโมงการวิจัยปฏิบัติการ หรือเพิ่มวงจรการวิจัยปฏิบัติการให้มากขึ้น เพื่อช่วยยืนยันผลการวิจัยที่มีความสมบูรณ์ และแม่นยำ

3.2.4 ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะพบว่านักเรียนใช้ภาษาทั่วไปและภาษาถิ่นในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสนำภาษาเพื่อการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น ครูควรเสนอแนะการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ให้นักเรียนในทันที แต่ไม่ควรจำกัดการใช้ภาษาถิ่นของนักเรียน ทั้งนี้เพราะภาษาถิ่นยังมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการสื่อสารในชีวิตประจำวันของนักเรียนด้วย



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สกลนคร

บรรณานุกรม

- กฤษฎา ชุนอาจ. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- จรียา สุนทรหาญ. (2561). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- จิตขจี พึ่งผล. (2558). การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์. 5(2), 43-61.
- จุฬาลักษณ์ เชื้อเงิน. (2562). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับการใช้คำถามของบาดแฮมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- ชานนท์ จันทรา. (2559). การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน. ใน ประมวลสาระชุดวิชาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ (หน่วยที่ 14). (พิมพ์ครั้งที่ 3) นนทบุรี : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ญาณิน กองทิพย์. (2555). การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยท่าทางของนักเรียนภายใต้บริบทของการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด (วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ทิตนา แวมมณีและคณะ. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- นิรัญชลา ทับพุ่ม. (2564). การส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (การค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- ประภากร ปัญญาดี. (2557). การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง เวลา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2562). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. ใน ประมวลสาระชุดวิชาสาระศิลปะและวิถีชีวิตทางคณิตศาสตร์ (หน่วยที่ 9 หน้า 9-1 ถึง 9-97). (พิมพ์ครั้งที่ 3) นนทบุรี : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พรพิมล พรหมนัส. (2560). ความตระหนักคิดในขณะที่สื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด. (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

- พัชรพรรณ เก่งการเรือ. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการโค้ช เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, ลพบุรี
- พัชยากร บุสสยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- พิชยา ศรีบุญมี. (2560). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, ลพบุรี.
- พิมพ์สุภา วุ่นเหลี่ยม. (2563). ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิด. (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- พิสัยพร ทิพยาลัย. (2562). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบเปิดกับวิธีการสอนปกติ. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, สกลนคร.
- ไพศาล แผลงทับทอง. (2564). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับ Math Model ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องแคลคูลัส. วารสารการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ในโรงเรียน ระดับชาติ ครั้งที่ 24 ในรูปแบบออนไลน์.
- ภิญญาปวีร์ แสงกล้า. (2559). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตน่ารู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก
- ไมตรี อินประสิทธิ์. (2546). การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์.
- _____. (2557). กระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน. ขอนแก่น: เพ็ญพรินตัง.
- _____. (2559). วิธีการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาในบริบทของการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์โดยใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการและกิจกรรมเปิดชั้นเรียนระดับชาติ ครั้งที่ 10 ขอนแก่น: โรงพิมพ์แอนนาออฟเซต.
- _____. (2563). การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นบูรณาการโดยใช้ “Kyozaï Kenkyu” (เคียวไซ เคงคิว). เอกสารประกอบการประชุม. EDUA2020.

- รสกมลรัตน์ ศรีภิรมย์. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ร่วมกับแนวคิด DAPIC. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต).มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- รสสุคนธ์ มกรมณี. (2550). ทฤษฎีการแก้ปัญหาและแนวปฏิบัติพื้นฐาน. วารสารการศึกษาไทย, 4(30), 41-45.
- รอฮานี ปูตะ. (2561). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้นเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.
- รุ่งฟ้า จันทจารุภรณ์. (2559). กิจกรรมส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์* (หน่วยที่ 9). (พิมพ์ครั้งที่ 3) นนทบุรี : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วิมลศรี ศุขีวรรณ. (2557). *คู่มือครูเฟลีน*. กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. ม.ป.ท.
- _____. (2553). *เอกสารสำหรับผู้ให้การอบรมครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.
- _____. (2558). *การศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนไทย : การพัฒนา ผลกระทบภาวะถดถอยในปัจจุบัน*. กรุงเทพฯ: สสวท.
- _____. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษา*. ม.ป.ท.
- สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง. (2561). *ความสามารถในการใช้การสื่อสารกลุ่มย่อยทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. (โครงการพัฒนาการคิดขั้นสูงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560 - 2579*. กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟฟิค.
- _____. (2562). *กรอบสมรรถนะหลักผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและระดับประถมศึกษาตอนต้น (ป.1-3)*. นนทบุรี : 21 เซ็นจูรี จำกัด
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2562). *รายงานผลการประเมินคุณภาพผู้เรียน (National Test : NT) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562*. โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง.
- _____. (2563). *รายงานผลการประเมินคุณภาพผู้เรียน (National Test : NT) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563*. โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง.

- สุวรรณณี เปลี่ยนรัมย์. (2549). *การศึกษาคณิตศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณในสถานการณ์ทางแก้ปัญหาแบบปลายเปิดทางคณิตศาสตร์*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2555). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน*. (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- _____. (2560). *การประเมินชั้นเรียน*. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการด้านคณิตศาสตร์ศึกษา ครั้งที่ 3 เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- อลงกรณ์ ดำรงไทย. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL*. ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 21. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุษาวดี จันทรสุนธิ (2554). การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชา สาระตะถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์* (หน่วยที่ 12). นนทบุรี : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). *The open-ended approach: A new proposal for teaching mathematics*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Berlo, David K. (1960). *The Process of Communication*. New York : The Free Press
- Kennedy, Leonard M. and Steve Tipp. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 7th ed. Belmont, California : Woodworth Publishing.
- Nohda, N. (1986, August). *A study of "open-approach" method in school mathematics teaching focusing on mathematical problem solving activities*. Tsukuba journal of educational study in mathematics, 5, 19-31.
- Nohda, N. (2000). Teaching by Open-Approach Method in Japanese Mathematics Classroom. *Proceeding of the 24th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME 24)* (pp. 39-54). Hiroshima, Japan: Hiroshima University.
- Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. New York: Doubleday an Company

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการแบบเปิด
เรื่อง เวลา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3



แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง เวลา

เรื่อง การบอกเวลาเป็นนาฬิกาและนาที

เวลา 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

การบอกเวลา ถ้าเป็นนาฬิกาแบบเข็ม ให้พิจารณาที่ตำแหน่งเข็มสั้นและเข็มนยาว เข็มสั้นบอกเวลาเป็นนาฬิกา เข็มนยาวบอกเวลาเป็นนาที และถ้าเป็นนาฬิกาแบบใช้ตัวเลข ตัวเลขหน้าเครื่องหมายทวิภาค (:) แสดงเวลาเป็นนาฬิกา ตัวเลขหลังเครื่องหมายทวิภาค (:) แสดงเวลาเป็นนาที

การเขียนบอกเวลาอาจใช้มหัพภาค (.) หรือทวิภาค (:) คั่นระหว่างตัวเลขที่แสดงนาฬิกา กับตัวเลขที่แสดงนาทีแล้วเขียน น. ต่อท้าย

การบันทึกกิจกรรมที่ระบุเวลา โดยทั่วไปประกอบด้วย ชื่อบันทึก วันที่ เดือน พ.ศ. อยู่ส่วนบนของบันทึก ระบุเวลา และกิจกรรมต่าง ๆ ตามรายละเอียดที่ผู้บันทึกต้องการ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เขียนเข็มนาฬิกา และบอกเวลา ในนาฬิการูปแบบเข็มได้ถูกต้อง
2. เขียนและบอกเวลาโดยใช้มหัพภาค (.) หรือทวิภาค (:) ได้ถูกต้อง
3. บอกกิจกรรมที่นักเรียนทำในแต่ละช่วงเวลาได้

สาระการเรียนรู้

การบอกเวลาเป็นนาฬิกาและนาที

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

- 1) ครูชวนนักเรียนสนทนาเกี่ยวกับกิจวัตรประจำวันของนักเรียนแต่ละคน
- 2) บันทึกกิจวัตรเหล่านั้นไว้บนกระดาน เช่น เกือบที่นอน อาบน้ำ แปรงฟัน แต่งตัว รับประทานอาหารเช้า เดินทางออกจากบ้าน เล่นเกม เล่นกีฬา เล่นดนตรี ฯลฯ

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

- 3) ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

ในทุกๆ วัน โรงเรียนจะเข้าแถวเคารพธงชาติในเวลา 07.55 น. แต่จะมีการเรียกรวมพลนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ทำความสะอาดบริเวณโรงเรียนตามหมู่สี ในเวลา 07.30 น. นักเรียนแต่ละคนจะวางแผนการทำกิจวัตรประจำวันของตนเองอย่างไรเพื่อให้มาโรงเรียนทันเวลาปฏิบัติกิจกรรมของโรงเรียน

คำสั่ง

1. ให้นักเรียนเขียนบันทึกกิจวัตรประจำวันของตนเอง และระบุเวลาที่ทำในแต่ละกิจกรรม
2. ให้นักเรียนเติมเข็มนาฬิกา ในนาฬิกาแบบเข็ม ตามเวลาที่ระบุไว้ในข้อ 1

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู

- 4) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1.1 ให้นักเรียนทุกคนได้คิดหาคำตอบของตนเอง (คิดเดี่ยว)
- 5) ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 5 คน แล้วนักเรียนแต่ละคนนำเสนอแนวคิดของตนเองให้เพื่อนๆ ฟัง จนครบทุกคน
- 6) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1.2 (ของกลุ่ม) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
- 7) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 1 (คิดกลุ่ม) โดยพิจารณาจากกิจกรรมของเพื่อนๆ ในกลุ่มของตนเอง หาข้อสรุปร่วมกันว่าจะเลือกกิจกรรมที่ปฏิบัติเหมือนกันหรือนักเรียนคิดว่าจะได้ปฏิบัติ มาบันทึกคำตอบลงในใบกิจกรรม และครูทำหน้าที่สังเกตแนวคิดของนักเรียน โดยครูเดินสำรวจแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่ม บันทึกผลการสังเกตลงในแบบบันทึกการสังเกตและจัดลำดับแนวคิดเพื่อใช้ในการนำเสนอ

ขั้นที่ 3 การนำเสนอ การอภิปราย และการเปรียบเทียบ

8) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่อนำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเอง ตามลำดับก่อนหลัง ดังนี้

- กลุ่มที่มีแนวคิดคล้ายกันเป็นส่วนใหญ่
- กลุ่มที่เติมเข้มนานาฬิกาไม่ถูกต้อง (misconception) (คือการเติมเข้มนานาฬิกาไม่สอดคล้องกับการเขียนบอกเวลาที่ใช้ตัวเลข) และครูต้องไม่ตัดสินว่าทำผิด แต่ชวนให้กลุ่มอื่นอภิปรายและอธิบายหรือซักถามกันเอง
- กลุ่มที่มีแนวคิดแตกต่างจากกลุ่มอื่นมาก
- กลุ่มที่มีแนวคิดใกล้เคียงกับการคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนที่ครูเตรียมไว้มากที่สุดเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การสรุป

9) กรณีที่แนวคิดของนักเรียนทั้งชั้นเรียนยังไม่ครอบคลุม ครูเสนอแนวคิดที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า แล้วชวนนักเรียนคิดและอภิปราย

ในระหว่างการนำเสนอ ใช้นาฬิกาของจริง เพื่อให้นักเรียนได้หมุนตามเวลาต่างๆ เพื่อช่วยในการมองเห็นภาพจริงว่าสอดคล้อง ตรงกับรูปที่นักเรียนวาดหรือไม่

ขั้นที่ 4 การสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

10) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียนตามการคาดการณ์แนวคิด เช่น
การคาดการณ์แนวคิดของนักเรียน

เวลา	กิจกรรมประจำวัน
06:00 น.	เก็บที่นอน
06:10 น.	อาบน้ำ / แปรงฟัน
06:20 น.	แต่งตัว
06:30 น.	รับประทานอาหารเช้า
07:02 น.	เดินทางออกจากบ้าน
07.10 น.	มาถึงโรงเรียน

สามารถจัดกลุ่มเวลา เป็น 3 รูปแบบ คือ

- เป็นนาฬิกา (ไม่มีนาที)
- มีนาที ช่วง 5, 10, 15, ... นาที
- มีนาที ช่วงนาทีอื่นๆ

11) ร่วมกันสรุปการบอกเวลา ดังนี้

- นาฬิกาแบบเข็ม ให้พิจารณาที่ตำแหน่งเข็มสั้นและเข็มนยาว เข็มสั้นบอกเวลาเป็นนาฬิกา เข็มนยาวบอกเวลาเป็นนาที
- นาฬิกาแบบใช้ตัวเลข ตัวเลขหน้าเครื่องหมายทวิภาค (:) แสดงเวลาเป็นนาฬิกา ตัวเลขหลังเครื่องหมายทวิภาค (:) แสดงเวลาเป็นนาที
- การเขียนบอกเวลาอาจใช้มหัพภาค (.) หรือทวิภาค (:) คั่นระหว่างตัวเลขที่แสดงนาฬิกากับตัวเลขที่แสดงนาทีแล้วเขียน น. ต่อท้าย
- การบันทึกกิจกรรมที่ระบุเวลา โดยทั่วไปประกอบด้วย ชื่อบันทึก วันที่ เดือน พ.ศ. อยู่ส่วนบนของบันทึก ระบุเวลา และกิจกรรมต่าง ๆ ตามรายละเอียดที่ผู้บันทึกต้องการ

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1.1 (คิดเดี่ยว)
2. ใบกิจกรรมที่ 1.2 (คิดกลุ่ม)
3. นาฬิกาของจริง
4. บัตรภาพนาฬิกา
5. บัตรภาพกิจวัตรประจำวัน
6. สื่อ powerpoint

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
ความรู้ (K)	-ใบกิจกรรมที่ 1.1 -ใบกิจกรรมที่ 1.2	การตรวจใบกิจกรรม ที่ 1.1 และ 1.2	ดีมาก ถูกต้องร้อยละ 80 – 100 ดี ถูกต้องร้อยละ 70 - 79 พอใช้ ถูกต้องร้อยละ 50 - 69
ทักษะกระบวนการ (P) - การแก้ปัญหา	-แบบทดสอบย่อย	- ตรวจแบบทดสอบย่อย	ดีมาก ถูกต้องร้อยละ 80 – 100 ดี ถูกต้องร้อยละ 70 - 79 พอใช้ ถูกต้องร้อยละ 50 - 69
- การสื่อสาร	-บันทึกการสังเกต การนำเสนอหน้า ชั้นเรียน	- การสังเกต	ดีมาก มีคะแนน 9 - 12 คะแนน ดี มีคะแนน 5 - 8 คะแนน พอใช้ มีคะแนน 1 - 4 คะแนน
คุณลักษณะ (A) - เห็นคุณค่าและมีเจตคติ ที่ดีต่อคณิตศาสตร์	แบบประเมิน	- นักเรียนประเมิน ตนเอง	ดีมาก ตอบ ใช่ จำนวน 7 - 8 ข้อ ดี ตอบ ใช่ จำนวน 4 - 6 ข้อ พอใช้ ตอบ ใช่ จำนวน 1 - 3 ข้อ

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ใบกิจกรรมที่ 1.2 (คิดกลุ่ม)

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละคนนำเสนอกิจวัตรประจำวันในใบกิจกรรมที่ 1.1 (คิดเดี่ยว) ให้เพื่อนๆ ในกลุ่มฟัง แล้วทำข้อสรุปร่วมกันว่าจะเลือกกิจกรรมที่ปฏิบัติเพิ่มเติมหรือกันหรือกันคิดว่าจะได้ปฏิบัติ มาบันทึกคำตอบลงในใบกิจกรรม

คำสั่ง 1. ให้นักเรียนเขียนบันทึกกิจวัตรประจำวัน และระบุเวลาที่ทำในแต่ละกิจกรรม

2. ให้นักเรียนเติมขึ้นมาอีก ในนาฬิกาแบบเข็ม ตามที่ระบุไว้ในข้อ 1

กิจวัตรประจำวัน	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
เวลา	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1:00 → 2:00 → 3:00 → 4:00

กิจวัตรประจำวัน	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
เวลา	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1:00 → 2:00 → 3:00 → 4:00

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง เวลา

เรื่อง ระยะเวลา และการเปรียบเทียบระยะเวลา

เวลา 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

ระยะเวลา หมายถึง ช่วงเวลาที่ต่อเนื่องจากเวลาหนึ่งถึงอีกเวลาหนึ่ง

การบอกระยะเวลา อาจบอกเป็นชั่วโมง เป็นนาที หรือเป็นชั่วโมงและนาที โดยเริ่มนับจากเวลาเริ่มต้นจนถึงเวลาสิ้นสุด

การเปรียบเทียบระยะเวลาเป็นชั่วโมงและนาที ถ้าจำนวนชั่วโมงไม่เท่ากัน จำนวนชั่วโมงมากกว่า ระยะเวลาจะมากกว่า ถ้าจำนวนชั่วโมงเท่ากัน จำนวนนาทีมากกว่า ระยะเวลานั้นก็มากกว่า

การเปรียบเทียบระยะเวลาที่มีหน่วยต่างกัน ต้องเปลี่ยนหน่วยให้เป็นหน่วยเดียวกันก่อน แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกระยะเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ถูกต้อง
2. บอกเวลาเริ่มต้น และเวลาสิ้นสุด ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้
3. เปรียบเทียบระยะเวลาได้ถูกต้อง

สาระการเรียนรู้

ระยะเวลา และการเปรียบเทียบระยะเวลา

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

- 1) ทบทวนการบอกเวลา โดยครูติดภาพนาฬิกาต่อไปนี้ แล้วให้นักเรียนบอกเวลา



08:00 น.



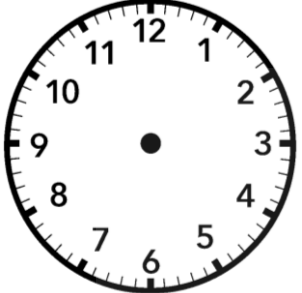

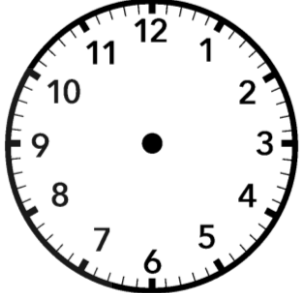
08.10 น.



8 นาฬิกา 28 นาที

และใช้นาฬิกาของจริง หมุนแสดงเวลาอื่นๆ เพิ่มเติม ด้วย

2) ครูแจกกระดาษกิจกรรมต่อไปให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละคนเขียนกิจกรรมที่จะทำ มาคนละ 1 อย่าง ลงในช่องตรงกลาง พร้อมวาดภาพประกอบให้สวยงาม จากนั้นให้ระบุเวลาเริ่มต้น และเวลาสิ้นสุดของกิจกรรมนั้นๆ

เวลาเริ่มต้น	กิจกรรม	เวลาสิ้นสุด
 <input type="text"/>	 <input type="text"/>	 <input type="text"/>

3) ครูเลือกนักเรียนมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน แล้วให้เพื่อนๆ ร่วมกันบอกระยะเวลาในการทำกิจกรรมนั้นๆ พร้อมอธิบายวิธีการคิด

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

4) ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

ในวันสิ่งแวดล้อมของทุกๆ ปี โรงเรียนจะส่งนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมปลูกป่าชุมชน มีกำหนดดังนี้

ช่วงเช้า ปลูกป่าชุมชนหมู่ที่ 11 จำนวนกล้าไม้ 500 ต้น

ช่วงบ่าย ปลูกป่าชุมชนหมู่ที่ 12 จำนวนกล้าไม้ 350 ต้น

ให้นักเรียนวางแผนเวลานัดหมาย และคาดการณ์เวลาที่แล้วเสร็จของทั้งสองช่วงเวลา

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู

5) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2.1 ให้นักเรียนทุกคนได้คิดหาคำตอบของตนเอง (คิดเดี่ยว)

6) ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 5 คน แล้วนักเรียนแต่ละคนนำเสนอแนวคิดของตนเอง ให้เพื่อนๆ ฟัง จนครบทุกคน

7) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2.2 (ของกลุ่ม) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

8) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2.2 (คิดกลุ่ม) และครูทำหน้าที่สังเกตแนวคิดของนักเรียน โดยครูเดินสำรวจแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่ม บันทึกผลการสังเกตลงในแบบบันทึกการสังเกตและจัดลำดับแนวคิดเพื่อใช้ในการนำเสนอ

ขั้นที่ 3 การนำเสนอ การอภิปราย และการเปรียบเทียบ

9) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่อนำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเอง ตามลำดับก่อนหลัง ดังนี้

- กลุ่มที่มีแนวคิดคล้ายกันเป็นส่วนใหญ่
- กลุ่มที่ไม่ถูกต้อง (misconception) (คือมีการอธิบายแนวคิดบางอย่างไม่ถูกต้อง) และครูต้องไม่ตัดสินว่าทำผิด แต่ชวนให้กลุ่มอื่นอภิปรายและอธิบายหรือซักถามกันเอง
- กลุ่มที่มีแนวคิดแตกต่างจากกลุ่มอื่นมาก
- กลุ่มที่มีแนวคิดใกล้เคียงกับการคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนที่ครูเตรียมไว้มากที่สุดเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การสรุป

10) กรณีที่แนวคิดของนักเรียนทั้งชั้นเรียนยังไม่ครอบคลุม ครูเสนอแนวคิดที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า แล้วชวนนักเรียนคิดและอภิปราย

ขั้นที่ 4 การสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

11) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียนตามการคาดการณ์แนวคิด เช่น การคาดการณ์แนวคิดของนักเรียน

ช่วงเช้า 07.30 – 11.00 น.

ช่วงบ่าย 13.00 -16.00 น.

ช่วงเช้า 07.30	1 ชั่วโมง	>	08.30	1 ชั่วโมง	>	09.30	1 ชั่วโมง	>	10.30	30 นาที	>	11.00
ช่วงบ่าย 13.00	1 ชั่วโมง	>	14.00	1 ชั่วโมง	>	15.00	1 ชั่วโมง	>	16.00			
ช่วงเช้า น้อยกว่า ช่วงบ่าย 30 นาที												

หรือ

11.00 น. -	16.00 น. -	
<u>07.30 น.</u>	<u>13.00 น.</u>	
<u>3.30 น.</u>	<u>3.00 น.</u>	มากกว่า

12) ร่วมกันสรุปการบอกเวลา ดังนี้

- ระยะเวลา หมายถึง ช่วงเวลาที่ต่อเนื่องจากเวลาหนึ่งถึงอีกเวลาหนึ่ง
- การบอกระยะเวลา อาจบอกเป็นชั่วโมง เป็นนาที หรือเป็นชั่วโมงและนาที โดยเริ่มนับจากเวลาเริ่มต้นจนถึงเวลาสิ้นสุด
- การเปรียบเทียบระยะเวลาเป็นชั่วโมงและนาที
ถ้าจำนวนชั่วโมงไม่เท่ากัน จำนวนชั่วโมงมากกว่า ระยะเวลาจะมากกว่า
ถ้าจำนวนชั่วโมงเท่ากัน จำนวนนาทีมากกว่า ระยะเวลาจะมากกว่า
- การเปรียบเทียบระยะเวลาที่มีหน่วยต่างกัน
ต้องเปลี่ยนหน่วยให้เป็นหน่วยเดียวกันก่อน แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 2.1 (คิดเดี่ยว)
2. ใบกิจกรรมที่ 2.2 (คิดกลุ่ม)
3. นาฬิกา
4. กระดาษการ์ด
5. สื่อ powerpoint

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
ความรู้ (K)	-ใบกิจกรรมที่ 2.1 -ใบกิจกรรมที่ 2.2	การตรวจใบกิจกรรม ที่ 2.1 และ 2.2	ดีมาก ถูกต้องร้อยละ 80 – 100 ดี ถูกต้องร้อยละ 70 - 79 พอใช้ ถูกต้องร้อยละ 50 - 69
ทักษะกระบวนการ (P) - การแก้ปัญหา - การสื่อสาร	-แบบทดสอบย่อย -บันทึกการสังเกต การนำเสนอหน้า ชั้นเรียน	- ตรวจแบบทดสอบย่อย - การสังเกต	ดีมาก ถูกต้องร้อยละ 80 – 100 ดี ถูกต้องร้อยละ 70 - 79 พอใช้ ถูกต้องร้อยละ 50 - 69 ดีมาก มีคะแนน 9 - 12 คะแนน ดี มีคะแนน 5 - 8 คะแนน พอใช้ มีคะแนน 1 - 4 คะแนน
คุณลักษณะ (A) - เห็นคุณค่าและมีเจตคติ ที่ดีต่อคณิตศาสตร์	แบบประเมิน	- นักเรียนประเมิน ตนเอง	ดีมาก ตอบ ใช้ จำนวน 7 - 8 ข้อ ดี ตอบ ใช้ จำนวน 4 - 6 ข้อ พอใช้ ตอบ ใช้ จำนวน 1 - 3 ข้อ

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ใบกิจกรรมที่ 2.1 (คิดเดี่ยว)




ในวันสิ่งแวดล้อมของทุกๆ ปี โรงเรียนจะส่งนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมปลูกป่าชุมชน
มีกำหนดดังนี้

ช่วงเช้า ปลูกป่าชุมชนหมู่ที่ 11 จำนวนกล้าไม้ 500 ต้น

ช่วงบ่าย ปลูกป่าชุมชนหมู่ที่ 12 จำนวนกล้าไม้ 350 ต้น




ให้นักเรียนวางแผนเวลานัดหมาย และคาดการณ์เวลาที่แล้วเสร็จของทั้งสอง
ช่วงเวลา

ช่วงเช้า

เวลานัดหมาย		เวลาที่เสร็จกิจกรรม
 <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		 <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>

ดังนั้น ช่วงเช้า จะใช้เวลาปลูกต้นไม้ เป็นระยะเวลา.....

ช่วงบ่าย

เวลานัดหมาย		เวลาที่เสร็จกิจกรรม
 <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>		 <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>

ดังนั้น ช่วงบ่าย จะใช้เวลาปลูกต้นไม้ เป็นระยะเวลา.....

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

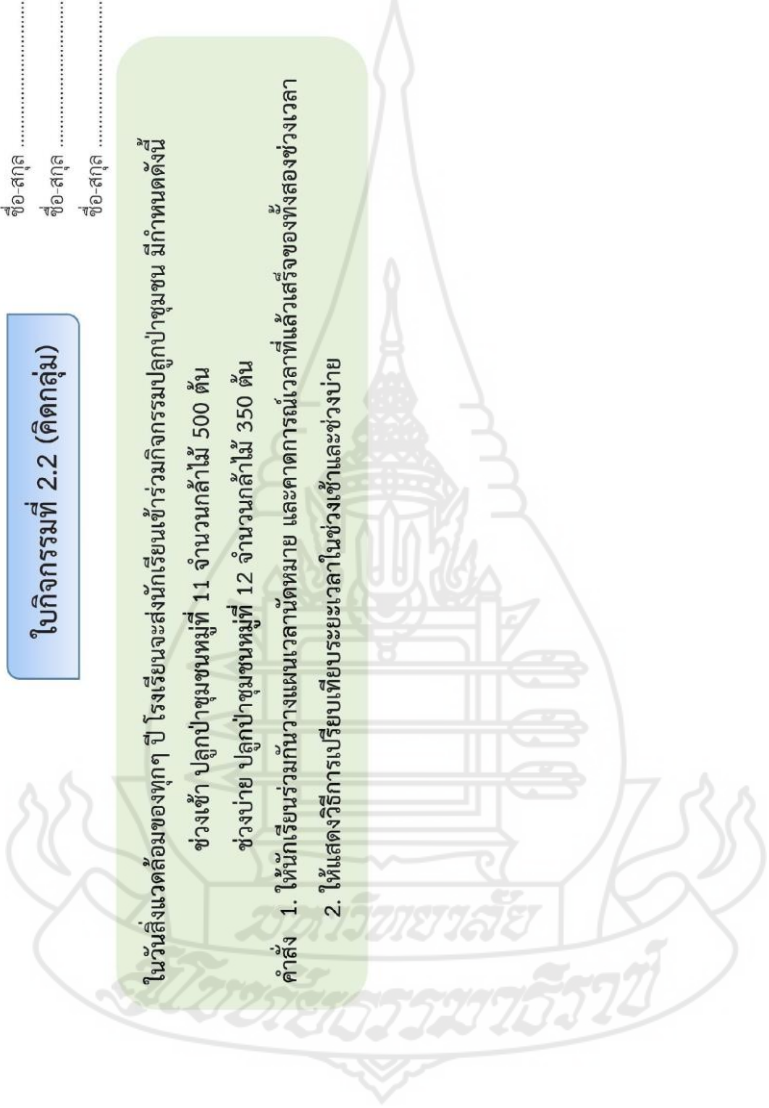
ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ใบกิจกรรมที่ 2.2 (คิดกลุ่ม)

ในวันสิ้นแวดล้อมของทุกๆ ปี โรงเรียนจะส่งนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมปลูกป่าชุมชน มีกำหนดดังนี้


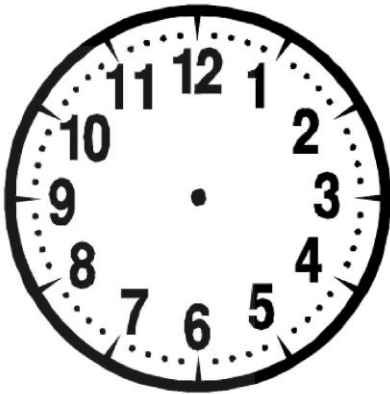
ช่วงเช้า ปลูกป่าชุมชนหมู่ที่ 11 จำนวนกล้าไม้ 500 ต้น
ช่วงบ่าย ปลูกป่าชุมชนหมู่ที่ 12 จำนวนกล้าไม้ 350 ต้น

- คำสั่ง
1. ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนเวลาดำเนินการ และคาดการณ์เวลาที่แล้วเสร็จของทั้งสองช่วงเวลา
 2. ให้แสดงวิธีการเปรียบเทียบระยะเวลาในช่องเข้าและช่องจ่าย





ช่วงเช้า

เวลานัดหมายเวลาที่เสร็จกิจกรรม

→

ช่วงบ่าย

เวลานัดหมายเวลาที่เสร็จกิจกรรม

→

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง เวลา

เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวลา

เวลา 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

การแก้โจทย์ปัญหาทำได้โดยการอ่านทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา หาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

หาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลาและระยะเวลาได้

สาระการเรียนรู้

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับเวลา

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1) ครูชวนนักเรียนสนทนาเกี่ยวกับกีฬาที่นักเรียนเล่น

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

2) ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

“มอส เด็กชายผู้รักสุขภาพ ได้ทำการออกกำลังกายและเล่นกีฬาเป็นประจำทุกวัน โดยในหนึ่งวัน เขาจะเลือกออกกำลังกายเพียง 1 ชนิด

กิจกรรม	ว่ายน้ำ	วิ่ง	แบดมินตัน	กระโดดเชือก	ปั่นจักรยาน	เต้นแอโรบิก	ฟุตบอล	เทเบิลเทนนิส
เวลา (นาที)	45	30	90	20	60	50	90	90

ให้นักเรียนแสดงวิธีการหากิจกรรมที่ มอส ทำ พร้อมระบุเวลาที่ใช้ในหนึ่งสัปดาห์

จงแสดงวิธีการคิดหาคำตอบอย่างหลากหลาย

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู

3) ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 5 คน แล้วนักเรียนแต่ละคนนำเสนอแนวคิดของตนเองให้เพื่อนๆ ฟัง จนครบทุกคน

4) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3 (ของกลุ่ม) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

5) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 3 (คิดกลุ่ม) และครูทำหน้าที่สังเกตแนวคิดของนักเรียน โดยครูเดินสำรวจแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่ม บันทึกผลการสังเกตลงในแบบบันทึกการสังเกตและจัดลำดับแนวคิดเพื่อใช้ในการนำเสนอ

ขั้นที่ 3 การนำเสนอ การอภิปราย และการเปรียบเทียบ

6) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่อนำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเอง ตามลำดับก่อนหลัง ดังนี้

- กลุ่มที่มีแนวคิดคล้ายกันเป็นส่วนใหญ่
- กลุ่มที่ไม่ถูกต้อง (misconception) (คือมีการอธิบายแนวคิดบางอย่างไม่ถูกต้อง)

และครูต้องไม่ตัดสินว่าทำผิด แต่ชวนให้กลุ่มอื่นอภิปรายและอธิบายหรือซักถามกันเอง

- กลุ่มที่มีแนวคิดแตกต่างจากกลุ่มอื่นมาก
- กลุ่มที่มีแนวคิดใกล้เคียงกับการคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนที่ครูเตรียมไว้มาก

ที่สุดเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การสรุป

7) กรณีที่แนวคิดของนักเรียนทั้งชั้นเรียนยังไม่ครอบคลุม ครูเสนอแนวคิดที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า แล้วชวนนักเรียนคิดและอภิปราย

ขั้นที่ 4 การสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

8) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียนตามการคาดการณ์แนวคิด และชวนนักเรียนอภิปรายเพื่อเปรียบเทียบว่าแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากกว่า หรือ น้อยกว่า กันกี่ชั่วโมง กี่นาที

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 3
2. บัตรภาพ
3. สื่อ powerpoint

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
ความรู้ (K)	-ใบกิจกรรมที่ 3	การตรวจใบกิจกรรมที่ 3	ดีมาก ถูกต้องร้อยละ 80 – 100 ดี ถูกต้องร้อยละ 70 - 79 พอใช้ ถูกต้องร้อยละ 50 - 69
ทักษะกระบวนการ (P) - การแก้ปัญหา	-แบบทดสอบย่อย	- ตรวจแบบทดสอบย่อย	ดีมาก ถูกต้องร้อยละ 80 – 100 ดี ถูกต้องร้อยละ 70 - 79 พอใช้ ถูกต้องร้อยละ 50 - 69
- การสื่อสาร	-บันทึกการสังเกต การนำเสนอหน้าชั้นเรียน	- การสังเกต	ดีมาก มีคะแนน 9 - 12 คะแนน ดี มีคะแนน 5 - 8 คะแนน พอใช้ มีคะแนน 1 - 4 คะแนน
คุณลักษณะ (A) - เห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์	แบบประเมิน	- นักเรียนประเมินตนเอง	ดีมาก ตอบ ใช่ จำนวน 7 - 8 ข้อ ดี ตอบ ใช่ จำนวน 4 - 6 ข้อ พอใช้ ตอบ ใช่ จำนวน 1 - 3 ข้อ

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ชื่อ-สกุล ชั้น ป.3 เลขที่

ใบกิจกรรมที่ 3 การออกกำลังกาย

“มอส เด็กชายผู้รักสุขภาพ ได้ทำการออกกำลังกายและเล่นกีฬาเป็นประจำทุกวัน โดยในหนึ่งวัน เขาจะเลือกออกกำลังกายเพียง 1 ชนิด

กิจกรรม	ว่ายน้ำ	วิ่ง	แบดมินตัน	กระโดดเชือก	ปั่นจักรยาน	เต้นแอโรบิก	ฟุตบอล	เทนนิส
เวลา (นาที)	45	30	90	20	60	50	90	90

ให้นักเรียนแสดงวิธีการหากิจกรรมที่ มอส ทำ พร้อมระบุเวลาที่ใช้ในหนึ่งสัปดาห์
จงแสดงวิธีการคิดหาคำตอบอย่างหลากหลาย



ภาคผนวก ข
แบบบันทึกการถอดโปรโตคอลชั้นเรียนคณิตศาสตร์



แบบบันทึกการถอดโปรโตคอลชั้นเรียนคณิตศาสตร์
เพื่อเก็บข้อมูลด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... เรื่อง.....

คำชี้แจง แบบบันทึกการถอดโปรโตคอล (Protocol) ชั้นเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบบันทึกข้อมูลที่ได้จากการถอดเทปหรือวิดีโอที่บันทึกการสอนในชั้นเรียนที่จัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิด 4 ขั้นตอน แล้วนำมาวิเคราะห์ (Protocol Analysis) เพื่อเก็บข้อมูลด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของวิธีสอน

คำอธิบายการวิเคราะห์โปรโตคอล

Item หมายถึง ลำดับของการพูดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ใช้ Item 1, 2, 3, ... ตามลำดับ

ผู้พูด หมายถึง ผู้ที่กำลังพูดสื่อสารในชั้นเรียนคณิตศาสตร์

ใช้ T แทนครู

และ S1, S2, S3, ... แทนนักเรียนคนที่ 1, 2, 3, ... ตามลำดับ

คำพูด หมายถึง การสื่อสารด้วยการพูดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ หมายถึง การวิเคราะห์คำพูดของนักเรียน/ครู ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ โดยปรับจาก

Kennedy and Tipps (1994, p. 112) Pirie (1998) และ Emori (2005) ดังนี้

1. การใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics) ประกอบด้วย ภาษาทั่วไป (Ordinary Language) วัจนภาษาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical verbal language) ภาษาสัญลักษณ์ (Symbolic language) การแสดงแทนด้วยภาพ (Visual representation) วิธีการไม่พูดแต่สร้างข้อตกลงเบื้องต้นร่วมกัน (Unspoken but shared assumption) และภาษากึ่งคณิตศาสตร์ (Quasi-mathematical language)

ระดับ 0	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
ไม่ใช้หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม	ใช้ ภาษา ทาง ค นิ ต ศ า ส ต ร์ ได้ เหมาะสมเป็นบางครั้ง	ใช้ ภาษา ทาง ค นิ ต ศ า ส ต ร์ ได้ เหมาะสมเกือบทุกครั้ง	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย

2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Representations)

ระดับ 0	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
ไม่ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์	พยายามใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ แต่ยังไม่ถูกต้อง หรือมีความคลาดเคลื่อน	ใช้ แ น ว คิ ต ท า ง ค นิ ต ศ า ส ต ร์ ได้ ถูกต้อง เกือบทุกครั้ง	ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เหมาะสมกับเรื่องนั้นๆ อย่างเข้าใจ ชัดเจน

3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation) ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ต้องมีความถูกต้องแม่นยำ ความคุ้มค่า และความอิสระ

ความถูกต้องแม่นยำ (Rigorousness) หมายถึง การสื่อสารที่ผู้ส่งสารและผู้รับสารเข้าใจตรงกัน

ความคุ้มค่า (Economy) หมายถึง สารที่ส่งออกไป สามารถทำให้ผู้รับสารคิดถึงเรื่องนั้นๆ แล้วเข้าใจตามและผู้ส่งสารต้องการหรือเกินกว่า ถือว่าการส่งสารนั้นมีความคุ้มค่า

ความอิสระ (Freedom) หมายถึง ผู้รับสารสามารถคิดวิธีการใหม่ หรือเกิดแนวคิดใหม่หลังได้รับสารมาแล้ว โดยไม่ติดอยู่กับกรอบแนวคิดเดิม ความอิสระหมายความว่าความรวมไปถึงการมีแนวคิดที่หลากหลายด้วย

ระดับ 0	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)	การนำเสนอมีความถูกต้องแม่นยำ/ความคุ้มค่า/ความอิสระ อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น	การนำเสนอมีความถูกต้องแม่นยำ/ความคุ้มค่า/ความอิสระ เพียงสองอย่างเท่านั้น	การนำเสนอ มีความถูกต้องแม่นยำ/ความคุ้มค่า/ความอิสระ ครบสมบูรณ์ เป็นระบบ มีรายละเอียดครบ

รูปแบบตารางการถอดเสียง

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

Item	ผู้พูด	คำพูด	การวิเคราะห์

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู

Item	ผู้พูด	คำพูด	การวิเคราะห์

ขั้นที่ 3 การนำเสนอ การอภิปราย และการเปรียบเทียบ

Item	ผู้พูด	คำพูด	การวิเคราะห์

ขั้นที่ 4 การสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

Item	ผู้พูด	คำพูด	การวิเคราะห์

ภาคผนวก ค
แบบประเมินผลงานนักเรียน



เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายละเอียดการให้คะแนน	การให้คะแนน
การทำความเข้าใจปัญหา (2 คะแนน)	
- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนด และ โจทย์ถาม ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	2 คะแนน
- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง ครบถ้วน และ โจทย์ถามถูกต้องบางส่วน <i>หรือ</i> - บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดถูกต้องบางส่วน และ โจทย์ถามถูกต้อง ครบถ้วน	1.5 คะแนน
- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดถูกต้องบางส่วน และ โจทย์ถามถูกต้องบางส่วน <i>หรือ</i> - บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดถูกต้อง ครบถ้วน <i>หรือ</i> - บอกสิ่งที่โจทย์ถามถูกต้อง ครบถ้วน	1 คะแนน
- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดถูกต้องบางส่วน <i>หรือ</i> - บอกสิ่งที่โจทย์ถามถูกต้องบางส่วน	0.5 คะแนน
- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนด และ โจทย์ถาม ไม่ถูกต้อง	0 คะแนน
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (2 คะแนน)	
- เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม นำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้องได้	2 คะแนน
- เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้บางส่วน	1 คะแนน
- ไม่เลือกวิธีการแก้ปัญหา หรือเลือกวิธีการแก้ปัญหา แต่ไม่เหมาะสมกับปัญหา	0 คะแนน
ขั้นการแก้ปัญหา (4 คะแนน)	
- เขียนอธิบายกระบวนการหรือวิธีการแก้ปัญหา หรือเขียนแสดงวิธีการคิด หรือคิดคำนวณ ถูกต้อง แก้ปัญหาได้สำเร็จ นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง และมีรายละเอียดสมบูรณ์	4 คะแนน
- เขียนอธิบายกระบวนการหรือวิธีการแก้ปัญหา หรือเขียนแสดงวิธีการคิด หรือคิดคำนวณ แก้ปัญหาได้สำเร็จ แต่มีการคำนวณที่ผิดพลาด (1จุด) ทำให้ได้คำตอบสุดท้ายไม่ถูกต้อง	3 คะแนน
- เขียนอธิบายกระบวนการหรือวิธีการแก้ปัญหา หรือเขียนแสดงวิธีการคิด หรือคิดคำนวณ โดยใช้ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ แก้ปัญหาได้ แต่มีการคำนวณที่ผิดพลาด 2 – 5 จุด	2 คะแนน
- พยายามเขียนอธิบายกระบวนการหรือวิธีการแก้ปัญหา หรือเขียนแสดงวิธีการคิด หรือคิด คำนวณ โดยใช้ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ แก้ปัญหาได้บางส่วน แต่ไม่สำเร็จ	1 คะแนน
- ไม่แสดงวิธีการแก้ปัญหา หรือ แสดงการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง	0 คะแนน
การตรวจสอบ และสรุปคำตอบ (2 คะแนน)	
- มีการตรวจสอบคำตอบ อย่างสมเหตุสมผล และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง	2 คะแนน
- มีการตรวจสอบคำตอบ และสรุปคำตอบถูกต้อง หรือถูกต้องบางส่วน <i>หรือ</i> - ไม่เขียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ แต่สรุปคำตอบได้ถูกต้อง	1 คะแนน
- ไม่เขียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบและไม่สรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง	0 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	รายละเอียดการให้คะแนน	การให้คะแนน
การสื่อสาร (3 คะแนน)	สื่อสารเกี่ยวกับเวลา ระยะเวลา ผ่านการพูด หรือ เขียน ได้ถูกต้อง (ร้อยละ 80 – 100)	3 คะแนน
	สื่อสารเกี่ยวกับเวลา ระยะเวลา ผ่านการพูด หรือ เขียน ได้ถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 50 – 79)	2 คะแนน
	สื่อสารเกี่ยวกับเวลา ระยะเวลา ผ่านการพูด หรือ เขียน ได้ถูกต้อง เป็นบางครั้ง (ร้อยละ 1 - 49)	1 คะแนน
	สื่อสารเกี่ยวกับเวลา ระยะเวลา ผ่านการพูด หรือ เขียน ได้ไม่ถูกต้อง	0 คะแนน
การสื่อความหมาย (3 คะแนน)	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้องแม่นยำ และคุ้มค่า ตลอดจนรับฟัง เข้าใจความหมาย และเห็นคุณค่า แนวคิดของผู้อื่น	3 คะแนน
	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้องแม่นยำ และคุ้มค่า	2 คะแนน
	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ไม่ชัดเจน หรือ กำกวม	1 คะแนน
	ไม่ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หรือใช้ไม่ถูกต้อง	0 คะแนน
การนำเสนอ (3 คะแนน)	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ได้ อย่างถูกต้อง แม่นยำ คุ้มค่า และความอิสระ	3 คะแนน
	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ได้ อย่างถูกต้อง แม่นยำ	2 คะแนน
	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	1 คะแนน
	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ไม่ ถูกต้อง	0 คะแนน

ระดับคุณภาพ

คะแนน 7 - 9 ระดับคุณภาพ ดีมาก

คะแนน 5 - 6 ระดับคุณภาพ ดี

คะแนน 3 - 4 ระดับคุณภาพ พอใช้

คะแนน 1 - 2 ระดับคุณภาพ ปรับปรุง

คะแนน 0 ระดับคุณภาพ ไม่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์



ภาคผนวก ง
แบบบันทึกการสังเกตชั้นเรียนคณิตศาสตร์

แบบบันทึกการสังเกตชั้นเรียนคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....เวลา.....น. ชื่อผู้สังเกต..... ตำแหน่ง () ครูผู้สอน () ครูผู้สังเกต

- คำชี้แจง**
- แบบบันทึกการสังเกตชั้นเรียนคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้บันทึกพฤติกรรมการสอนของครูและพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่แสดงออกในชั้นเรียน ในขณะที่ผู้สอนดำเนินการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน
 - ชั้นเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ชั้นเรียนที่จัดการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิด ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง
 - ให้ผู้สังเกตทำเครื่องหมาย ✓ ในพฤติกรรมที่สังเกตได้ในแต่ละชั้นกิจกรรมการเรียนรู้ และเป็นบันทึกข้อสังเกตเพิ่มเติม (ถ้ามี)

ชั้นกิจกรรมการเรียนรู้ : ชั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

พฤติกรรมที่สังเกต	ข้อสังเกตเพิ่มเติม
<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดตามแผนการจัดการเรียนรู้ <input type="radio"/> ครูนำเสนอ/กล่าวสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดได้สนใจ <input type="radio"/> ครูใช้สื่อ/ภาพประกอบการนำเสนอ <input type="radio"/> ครูติดตามการแก้ปัญหาปลายเปิดบนกระดาน <input type="radio"/> ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูเล่า <input type="radio"/> ครูอธิบายเงื่อนไขเพิ่มเติม เมื่อนำเรียนสงสัย <input type="radio"/> ครูแลกเปลี่ยนสำหรับใช้ในการแก้ปัญหา 	

ชั้นกิจกรรมการเรียนรู้ : ชั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการสังเกตแนวคิดโดยครู

พฤติกรรมที่สังเกต	ข้อสังเกตเพิ่มเติม
<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> ครูเดินสำรวจและจดบันทึกแนวคิดของนักเรียน <input type="radio"/> ครูจัดลำดับแนวคิดของนักเรียนเพื่อ อธิบายนำเสนอ/การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน คือ <ul style="list-style-type: none"> - กลุ่มที่มีแนวคิดคล้ายกันเป็นส่วนใหญ่ - กลุ่มที่แนวคิดแตกต่างกันอยู่หรือเข้าใจแตกต่างกันมาก - กลุ่มที่มีแนวคิดแตกต่างจากกลุ่มอื่นมาก - กลุ่มที่มีแนวคิดใกล้เคียงกับการคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนที่ครูเตรียมไว้มากที่สุดเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การสรุป <input type="radio"/> ครูไม่ทราบการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน <input type="radio"/> ครูรับข้อเสนอมะให้เหมาะสมกับความเห็นของนักเรียนอย่างเฉพาะเจาะจง <input type="radio"/> ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนพยายามแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย/แตกต่างกันกลุ่มอื่น 	

พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน	ข้อสังเกตเพิ่มเติม
<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> นักเรียนให้ความสนใจต่อสถานการณ์ปัญหา <input type="radio"/> นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูเล่า <input type="radio"/> นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหา 	

โดยคุณครู.....

พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน	ข้อสังเกตเพิ่มเติม
<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> นักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง/กลุ่ม <input type="radio"/> นักเรียนมีการสื่อสารในขณะแก้ปัญหา <input type="radio"/> นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา <input type="radio"/> มีแนวคิดที่คาดการณ์เกิดขึ้น ตรงกับที่คาดการณ์ไว้ <input type="radio"/> มีแนวคิดอื่นนอกเหนือจากการณ์ 	

โดยคุณครู.....



ภาคผนวก จ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือการวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัย

1. ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมคาย พันธุ์เพ็ง
 สถานที่ทำงาน สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
 วุฒิการศึกษา ศษ.ด. (การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 วท.ม. (สถิติประยุกต์) มหาวิทยาลัยนเรศวร
 วท.บ. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร
 ประสบการณ์หรือความเชี่ยวชาญ การสอนคณิตศาสตร์
2. ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัชณี คระระวาด
 สถานที่ทำงาน สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
 วุฒิการศึกษา กศ.ม. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร
 วท.บ. (สถิติประยุกต์) สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม
 ประสบการณ์หรือความเชี่ยวชาญ การสอนคณิตศาสตร์
3. ชื่อ ดร. วาสนา บุญมาก
 ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
 สถานที่ทำงาน สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดลำปาง
 วุฒิการศึกษา กศ.ด.(หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยนเรศวร
 กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยนเรศวร
 ค.บ. (เคมี) สถาบันราชภัฏเชียงใหม่
 ประสบการณ์หรือความเชี่ยวชาญ หลักสูตรและการสอน การนิเทศการศึกษา



ที่ อว 0602.16 (บ)/ 517

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

12 พฤศจิกายน 2564

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมคาย พันธุ์เพ็ง

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนายปกณ ตั้งประเสริฐ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกคณิตศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษานำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิรนาท แสนสา)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2504-8505

โทรสาร. 0-2503-3566-7

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 090-464-3303



ที่ อว 0602.16 (บ)/ 517

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

12 พฤศจิกายน 2564

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัชณี คระระวาด

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนายปกณ ตั้งประเสริฐ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกคณิตศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุม เนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นिरาถ แสนสา)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2504-8505

โทรสาร. 0-2503-3566-7

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 090-464-3303



ที่ อว 0602.16 (บ)/ 517

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

12 พฤศจิกายน 2564

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาววาสนา บุญมาก

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนายปกณ ตั้งประเสริฐ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกคณิตศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวลา โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษานำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นिरาถ แสนสา)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2504-8505

โทรสาร. 0-2503-3566-7

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 090-464-3303

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายปภณ ตั้งประเสริฐ
วัน เดือน ปีเกิด	15 กุมภาพันธ์ 2536
สถานที่เกิด	จังหวัดลำปาง
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง พ.ศ.2560
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนชุมชนบ้านทุ่ง จังหวัดลำปาง
ตำแหน่ง	ครู

