



การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach)

ร่วมกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

A STUDY OF MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY ABOUT NUMBERS AND
OPERATIONS OF MATHAYOMSUKSA I STUDENTS USING OPEN APPROACH

วิศรุต ร่มโพธิ์

การศึกษาศามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach)

ร่วมกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

A STUDY OF MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY ABOUT NUMBERS AND
OPERATIONS OF MATHAYOMSUKSA I STUDENTS USING OPEN APPROACH
TOGETHER WITH CONCRETE-PICTORIAL-ABSTRACT METHOD



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Mathematics)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2024

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด Concrete-

Pictorial-Abstract

ของ

วิศรุต รัมโพธิ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญานิน กองทิพย์) (รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณะ ไสขุมา)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชิวา ลำดวนหอม) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีส้าและ)

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract
ผู้วิจัย	วิศรุต ร่มโพธิ์
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2567
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญาณิน กองทิพย์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชีรา ลำดวนหอม

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และ (2) ศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดผลหลังการทดลอง ดำเนินการโดยให้นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จะถือว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่ง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA และ (2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้การทดสอบ t (t-test) ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ร่วมกับแนวคิด CPA มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) นักเรียนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการอ่านโจทย์ปัญหานั้น ชัดเขียนแสดงร่องรอยในการทำความเข้าใจปัญหา มีการเชื่อมโยงเงื่อนไขและระบุความรู้ที่ใช้ในการวางแผนแก้ปัญหา มีวิธีการและได้คำตอบที่หลากหลายในการดำเนินการตามแผน และมีการใช้เงื่อนไขในการตรวจสอบผลได้ดีขึ้น

คำสำคัญ : ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, Concrete-Pictorial-Abstract, จำนวนและการดำเนินการ, วิธีการแบบเปิด

Title	A STUDY OF MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY ABOUT NUMBERS AND OPERATIONS OF MATHAYOMSUKSA I STUDENTS USING OPEN APPROACH TOGETHER WITH CONCRETE-PICTORIAL-ABSTRACT METHOD
Author	WITSARUT ROMPO
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2024
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Yanin Kongthip
Co Advisor	Assistant Professor Dr. Chira Lumduanhom

The purposes of this research were (1) to study the mathematical problem-solving ability on numbers and operations of Mathayomsuksa I students who were taught via Open approach together with the Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) method and (2) to examine the mathematical problem-solving behavior of Mathayomsuksa I students when solving problems on numbers and operations. This study employed a one-group posttest-only design. Students were considered to have problem-solving ability if their score were at least 60% of the total. The participants in this study consisted of 32 Mathayomsuksa I students enrolled during the second semester of the 2023 academic year at a school located in the northern region of Thailand selected through cluster random sampling. The research instruments included: (1) lesson plans on numbers and operations using Open Approach together with the CPA method and (2) a mathematical problem-solving ability test on numbers and operations. The collected data were analyzed using mean, percentage, standard deviation and a t-test for a population proportion. The results revealed that (1) more than 60% of students achieved the ability to solve mathematical problems involving numbers and operations at the significance level of .05 and (2) students demonstrated improved problem comprehension by spending more time reading the problem, accurately marking key elements, and understanding the problem context. They exhibited enhanced planning behaviors by effectively connecting conditions and articulating applicable knowledge. In the implementation phase, students displayed a broader range of methods and solutions. Furthermore, students showed significant improvement in result verification, as evidenced by their ability to write detailed and accurate conclusions.

Keyword : Mathematical problem-solving ability, Mathematical problem solving, Concrete-Pictorial-

Abstract, Numbers and Operations, Open Approach



กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความกรุณาและความช่วยเหลือจากหลายท่าน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญานิน กองทิพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชิวา ลำดวนหอม อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไข และแนะนำ ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย, อาจารย์ ดร.เสริมศรี ไทยแท้ และ ครูวรรณวิภา สุขเมธสกุล ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพและให้ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงเครื่องมือวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณะ ไสขุมา และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสถาและ ที่ได้ร่วมเป็นกรรมการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะทางที่มีคุณค่าในการปรับปรุงปริญญาานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนอินทร์บุรี ที่ได้อนุญาตให้ใช้สถานที่วิจัย และ ขอกราบขอบพระคุณ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะ ครูจิราภรณ์ ภูระหงษ์ ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัย รวมทั้งขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัย โดยเฉพาะนักเรียนเป้าหมายที่ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อ งานวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ มารดา บิดา พี่สาว ภรรยา และลูกชาย ที่สนับสนุนในทุก ๆ ด้าน พี่สาว นางสาวเบญจมาภรณ์ ร่มโพธิ์ และภรรยา นางสาวอังคณา คุศลิต ที่ได้ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลวิจัย คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาคุณ แก่ บิดา มารดา ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชา และทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด ด้วยความซาบซึ้งและเคารพอย่างสูงสุด

วิศรุต ร่มโพธิ์

สารบัญ

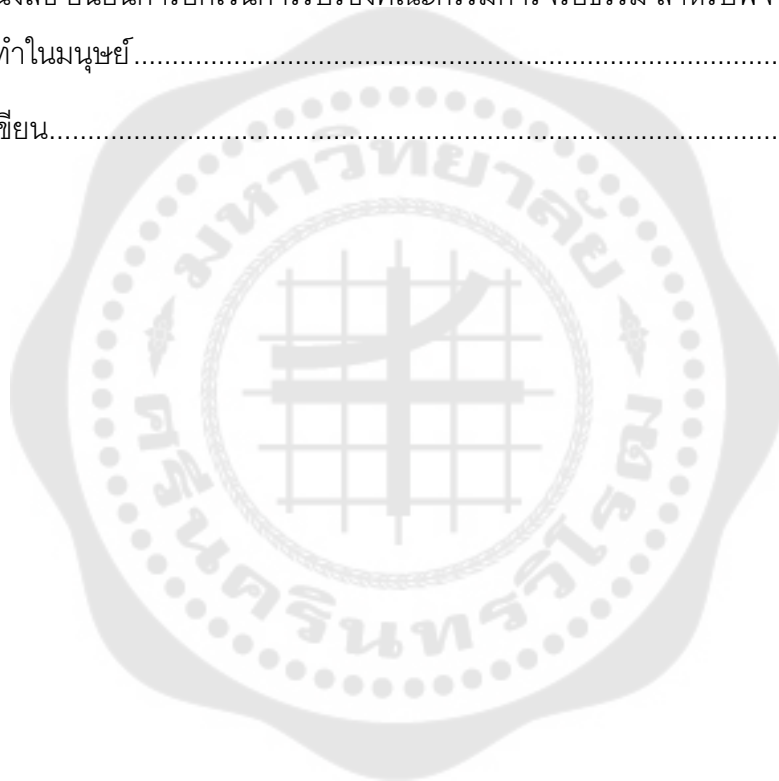
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญรูปภาพ	ฒ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	6
ความสำคัญของงานวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	6
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	6
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	7
ระยะเวลาในการวิจัย.....	7
ตัวแปรที่ศึกษา	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
สมมติฐานของการวิจัย.....	11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
1. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	13

1.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	13
1.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	14
1.3 ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	17
1.4 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	19
1.5 กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	19
1.6 กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	22
1.7 การวัดและประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	25
1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	35
2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด.....	37
2.1 ที่มาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด.....	37
2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด.....	39
2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด.....	39
2.4 สถานการณ์การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด.....	43
2.5 การประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียน.....	47
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด.....	49
3. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA.....	50
3.1 ที่มาและความสำคัญของ CPA.....	50
3.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA.....	51
3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA.....	52
3.4 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA.....	53
3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA.....	59
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	63
1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย.....	63

1.1 ประชากร	63
1.2 กลุ่มตัวอย่าง	63
2. กำหนดกรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA...64	
2.1 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้	64
2.2 ขอบเขตของการจัดการเรียนรู้.....	64
2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้	64
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	70
3.1 เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA	70
3.2 เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผล.....	71
3.2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	71
3.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	75
3.2.3 แบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหา	76
4. การดำเนินการจัดการเรียนรู้และการเก็บรวบรวมข้อมูล	77
4.1 แบบแผนการวิจัย	77
4.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	77
5. การวิเคราะห์ข้อมูล	78
5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ที่ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับ แนวคิด CPA	78
5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	79
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	80
ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและ การดำเนินการ80	

1.1 ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวน และการดำเนินการ.....	80
1.2 การทดสอบสมมติฐานการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ	81
ตอนที่ 2 พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ	83
2.1. ด้านการทำความเข้าใจปัญหา.....	86
2.2 ด้านการวางแผนแก้ปัญหา.....	122
2.3 ด้านการดำเนินการตามแผน	140
2.4 ด้านการตรวจสอบผล	157
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	172
ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	172
สมมติฐานของการวิจัย.....	172
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	172
สรุปผลและอภิปรายผลวิจัย.....	176
1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	176
2. พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	178
ข้อเสนอแนะ	181
บรรณานุกรม	182
ภาคผนวก.....	188
ภาคผนวก ก การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	189
ภาคผนวก ข การทดสอบสมมติฐานการวิจัย.....	198
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA	201

ภาคผนวก ง แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการ ดำเนินการ	263
ภาคผนวก จ แบบสังเกตพฤติกรรมและแบบสัมภาษณ์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ	298
ภาคผนวก ฉ รายงานผู้เชี่ยวชาญตรวจคุณภาพของเครื่องมือวิจัย	301
ภาคผนวก ช หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ หนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย และ หนังสือ ยืนยันการยกเว้นการรับรองคณะกรรมการจริยธรรม สำหรับพิจารณาโครงการวิจัย ที่ทำในมนุษย์	303
ประวัติผู้เขียน	309



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบวิเคราะห์.....	32
ตาราง 2 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบองค์รวม.....	33
ตาราง 3 การจัดการเรียนรู้ในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับ จำนวนและการดำเนินการ ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	65
ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	72
ตาราง 5 ค่าสถิติเชิงพรรณนาของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวน และการดำเนินการ.....	81
ตาราง 6 ผลการทดสอบภาวะปกติ (Normality Test) ของความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ	82
ตาราง 7 ผลการทดสอบสมมติฐานของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับ จำนวนและการดำเนินการ	83
ตาราง 8 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการเขียนของนักเรียนแต่ละกลุ่มในคาบต้นของแต่ละช่วง	101
ตาราง 9 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการเขียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในคาบปลายของแต่ละ ช่วง.....	102
ตาราง 10 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 1 – 3 ของนักเรียนแต่ละกลุ่มในคาบต้น ของแต่ละช่วง.....	118
ตาราง 11 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 1 – 3 ของกลุ่มเป้าหมายในคาบปลาย ของแต่ละช่วง.....	120
ตาราง 12 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 4 – 5 ของนักเรียนแต่ละกลุ่มในคาบต้น ของแต่ละช่วง.....	136

ตาราง 13 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 4 – 5 ของกลุ่มเป้าหมายในคาบปลาย ของแต่ละช่วง.....	138
ตาราง 14 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 6 ของนักเรียนแต่ละกลุ่มในคาบต้น ของแต่ละช่วง.....	154
ตาราง 15 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 6 ของกลุ่มเป้าหมายในคาบปลายของ แต่ละช่วง.....	156
ตาราง 16 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 7 – 8 ของนักเรียนแต่ละกลุ่มในคาบต้น ของแต่ละช่วง.....	170
ตาราง 17 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 7 – 8 ของกลุ่มเป้าหมายในคาบปลาย ของแต่ละช่วง.....	171
ตาราง 18 ค่าเฉลี่ยของคะแนนตามแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับ แนวคิด CPA.....	192
ตาราง 19 ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	194
ตาราง 20 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	194
ตาราง 21 ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาของแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	196
ตาราง 22 ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์.....	197

สารบัญรูปรภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย	11
ภาพประกอบ 2 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต ตามแนวคิดของวิลสันและคณะ	20
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบบันทึกผลการสังเกตการแก้ปัญหา	26
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบตรวจสอบรายการ	27
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างมาตรการประเมินการสังเกตการแก้ปัญหา	28
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างคำถามเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนเขียนสะท้อนความคิดเห็นต่อกา แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	29
ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างแบบประเมินผลการรายงานเจตคติ	30
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างแบบประเมินกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา	31
ภาพประกอบ 9 แสดงลักษณะที่สำคัญที่เกิดขึ้นในห้องเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดย วิธีการแบบ เปิด	44
ภาพประกอบ 10 แสดงร่องรอยการปาทิน 5 ก่อนของนักเรียนทั้ง 3 คน	45
ภาพประกอบ 11 แสดงแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด	47
ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับความ เข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์	54
ภาพประกอบ 13 การเชื่อมโยงบัตรพีชคณิต (AlgeCards) กับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและ การแยกตัว ประกอบ	55
ภาพประกอบ 14 การใช้ฝาขวดน้ำแก้ปัญหการบวกลบ	56
ภาพประกอบ 15 ความสัมพันธ์และลำดับของการดำเนินการ การบวก การลบ การคูณ และ การ หาร	57
ภาพประกอบ 16 การเชื่อมโยงความรู้ภาพจำลองความคิดสู่ภาพความสัมพันธ์	58
ภาพประกอบ 17 การใช้สัญลักษณ์ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ	59

ภาพประกอบ 18 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดในแต่ละคาบเรียน	69
ภาพประกอบ 19 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มทั่วไป	88
ภาพประกอบ 20 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มเป้าหมาย.....	88
ภาพประกอบ 21 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของพุทธชื่อน	89
ภาพประกอบ 22 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของบ้านเย็น.....	90
ภาพประกอบ 23 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของตะวัน	90
ภาพประกอบ 24 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของจันทรา.....	91
ภาพประกอบ 25 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน” ของกลุ่มทั่วไป	92
ภาพประกอบ 26 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน” ของกลุ่มเป้าหมาย.....	93
ภาพประกอบ 27 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของ พุทธชื่อน	94
ภาพประกอบ 28 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของบ้านเย็น.....	94
ภาพประกอบ 29 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของตะวัน	95
ภาพประกอบ 30 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของจันทรา	95

ภาพประกอบ 31 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของแหนแดง” ของ กลุ่ม ทั่วไป.....	97
ภาพประกอบ 32 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของแหนแดง” ของ กลุ่มเป้าหมาย.....	97
ภาพประกอบ 33 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของพุทธชื่อน.....	98
ภาพประกอบ 34 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของบานเย็น.....	99
ภาพประกอบ 35 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของตะวัน.....	99
ภาพประกอบ 36 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของจันทรา.....	100
ภาพประกอบ 37 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การเลือก เส้นทาง” ของกลุ่มทั่วไป.....	104
ภาพประกอบ 38 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การเลือก เส้นทาง” ของกลุ่มเป้าหมาย.....	105
ภาพประกอบ 39 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำใน แปลงเกษตร” ของพุทธชื่อน.....	106
ภาพประกอบ 40 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำใน แปลงเกษตร” ของบานเย็น.....	107
ภาพประกอบ 41 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำใน แปลงเกษตร” ของตะวัน.....	107
ภาพประกอบ 42 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำใน แปลงเกษตร” ของจันทรา.....	108
ภาพประกอบ 43 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสาร กับราคาน้ำมัน” ของกลุ่มทั่วไป.....	110

ภาพประกอบ 44 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน” ของกลุ่มเป้าหมาย.....	110
ภาพประกอบ 45 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของพุทธชื่อน	111
ภาพประกอบ 46 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของบ้านเย็น.....	112
ภาพประกอบ 47 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของตะวัน	112
ภาพประกอบ 48 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของจันทร์หา.....	113
ภาพประกอบ 49 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของแหวนแดง” ของกลุ่มทั่วไป	114
ภาพประกอบ 50 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของแหวนแดง” ของกลุ่มเป้าหมาย	115
ภาพประกอบ 51 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจูลินทรีย์” ของพุทธชื่อน	116
ภาพประกอบ 52 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจูลินทรีย์” ของบ้านเย็น	116
ภาพประกอบ 53 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจูลินทรีย์” ของตะวัน	117
ภาพประกอบ 54 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจูลินทรีย์” ของจันทร์หา	117
ภาพประกอบ 55 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มทั่วไป.....	124
ภาพประกอบ 56 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มเป้าหมาย.....	124

ภาพประกอบ 57 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลง เกษตร” ของพุทธชัยอน	125
ภาพประกอบ 58 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลง เกษตร” ของบานเย็น	126
ภาพประกอบ 59 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลง เกษตร” ของตะวัน	126
ภาพประกอบ 60 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลง เกษตร” ของจันทรา	127
ภาพประกอบ 61 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับ ราคาน้ำมัน” ของกลุ่มเป้าหมาย	128
ภาพประกอบ 62 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับ ราคาน้ำมัน” ของกลุ่มทั่วไป	129
ภาพประกอบ 63 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่ง รายได้ เสริม” ของพุทธชัยอน	130
ภาพประกอบ 64 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่ง รายได้ เสริม” ของบานเย็น	130
ภาพประกอบ 65 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่ง รายได้ เสริม” ของตะวัน	131
ภาพประกอบ 66 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่ง รายได้ เสริม” ของจันทรา	131
ภาพประกอบ 67 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของ แหน แดง” ของกลุ่มทั่วไป	133
ภาพประกอบ 68 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของ แหน แดง” ของกลุ่มเป้าหมาย	133
ภาพประกอบ 69 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของ จำนวนจุลินทรีย์” ของพุทธชัยอน	134

ภาพประกอบ 70 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของบานเย็น	135
ภาพประกอบ 71 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของตะวัน	135
ภาพประกอบ 72 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของจันทรา	136
ภาพประกอบ 73 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มทั่วไป	141
ภาพประกอบ 74 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มเป้าหมาย	141
ภาพประกอบ 75 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของพุทธซ้อน	143
ภาพประกอบ 76 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของบานเย็น	143
ภาพประกอบ 77 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของตะวัน	143
ภาพประกอบ 78 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของจันทรา	144
ภาพประกอบ 79 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน” ของกลุ่มเป้าหมาย	145
ภาพประกอบ 80 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน” ของกลุ่มทั่วไป	146
ภาพประกอบ 81 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของพุทธซ้อน	147
ภาพประกอบ 82 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของบานเย็น	147

ภาพประกอบ 83 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของตะวัน.....	148
ภาพประกอบ 84 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของจันทรา.....	149
ภาพประกอบ 85 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของแหนแดง” ของกลุ่มทั่วไป	150
ภาพประกอบ 86 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของแหนแดง” ของกลุ่มเป้าหมาย	151
ภาพประกอบ 87 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของพุทธช้อน.....	152
ภาพประกอบ 88 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของบานเย็น.....	152
ภาพประกอบ 89 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของตะวัน.....	153
ภาพประกอบ 90 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของจันทรา.....	153
ภาพประกอบ 91 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มทั่วไป.....	159
ภาพประกอบ 92 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มเป้าหมาย	159
ภาพประกอบ 93 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของพุทธช้อน	160
ภาพประกอบ 94 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของบานเย็น.....	161
ภาพประกอบ 95 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของตะวัน	161

ภาพประกอบ 96 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบของสถานการณ์ปัญหา “การรตน้ำในแปลงเกษตร” ของจันทร...	162
ภาพประกอบ 97 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน” ของกลุ่มทั่วไป	163
ภาพประกอบ 98 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน” ของกลุ่มเป้าหมาย	163
ภาพประกอบ 99 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของพุทธซ้อน	164
ภาพประกอบ 100 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของบานเย็น	165
ภาพประกอบ 101 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของตะวัน	165
ภาพประกอบ 102 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของจันทร	166
ภาพประกอบ 103 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของแหนแดง” ของกลุ่มทั่วไป	167
ภาพประกอบ 104 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของแหนแดง” ของกลุ่มเป้าหมาย	167
ภาพประกอบ 105 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของพุทธซ้อน	168
ภาพประกอบ 106 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของบานเย็น	168
ภาพประกอบ 107 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของตะวัน	169
ภาพประกอบ 108 แสดงร่องรอยการขีดเขียนในขั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของจันทร	169



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันทุกคนต้องเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงของโลกทำให้เกิดปัญหา เช่น ปัญหาทางเศรษฐกิจ ปัญหาการเงิน การลงทุน ปัญหาทางเกษตรกรรม ปัญหาการขาดแรงงาน และปัญหาราคาสินค้า เป็นต้น (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, น.71-72) ซึ่งปัญหาที่เผชิญอยู่บางปัญหาก็แก้ได้ง่าย แต่บางปัญหาก็ไม่สามารถแก้ได้ทันที ต้องใช้สติปัญญาและต้องอาศัยความเข้าใจ กระบวนการ ประสบการณ์มาช่วยแก้ปัญหา ถ้าเรามีความรู้ หรือแหล่งความรู้ที่เพียงพอ แล้วจะช่วยแก้ปัญหาได้ ดังพระบรมราโชวาท พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ในพิธีพระราชทานปริญญาบัตร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ วันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2539 เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาด้วยปัญญา (ฐลสิทธิ์ ชูชาติ, 2561, น.31) ไว้ดังนี้

“ปัญหาทุกอย่างไม่ว่าเล็กหรือใหญ่ มีทางแก้ไขได้ ถ้ารู้จักคิดให้ดี ปฏิบัติให้ถูก การคิดได้ดีนั้น มิใช่การคิดได้ด้วยลูกคิด หรือด้วยสมองกล เพราะโลกเราในปัจจุบันจะวิวัฒนาการไปมากเพียงใดก็ตาม ก็ยังไม่มีเครื่องมืออันพิเศษชนิดใด สามารถขบคิดแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมบูรณ์ การขบคิดวินิจฉัยปัญหา จึงต้องใช้สติปัญญา คือคิดด้วยสติรู้ตัวอยู่เสมอ เพื่อหยุดยั้งและป้องกันความประมาทผิดพลาด และอคติต่าง ๆ มิให้เกิดขึ้น ช่วยให้การใช้ปัญญาพิจารณาปัญหาต่าง ๆ เป็นไปอย่างเที่ยงตรง ทำให้เห็นเหตุเห็นผลที่เกี่ยวข้องกัน เป็นกระบวนการ “ได้กระจ่างชัดทุกชั้นตอน” จากพระบรมราโชวาทจะเห็นได้ว่าทักษะในการแก้ปัญหา มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต

การแก้ปัญหาเป็นทักษะที่สำคัญที่นักเรียนควรฝึกฝนเพื่อให้สามารถปรับตัวและตอบสนองต่อความท้าทายที่หลากหลายในชีวิตประจำวัน การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา จึงไม่เพียงช่วยให้นักเรียนสามารถรับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังช่วยสร้างความมั่นใจ ความกระตือรือร้น และความสามารถในการสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, น.44) กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาควรเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านสถานการณ์ที่ท้าทายและน่าสนใจ โดยเฉพาะในรายวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ กระบวนการ และกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย ทั้งนี้ การพัฒนาทักษะดังกล่าวยังเป็นพื้นฐานสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์จำเป็นต้องปรับตัวให้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก ไม่ว่าจะเป็น

ด้านเนื้อหาวิชา ทักษะการเรียนรู้ หรือทักษะที่จำเป็นในศตวรรษนี้ การออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562, น.4)

หลายประเทศทั่วโลกตระหนักถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญ สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics, 2000, p.52) ได้กำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นมาตรฐานสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเน้นให้เป็นทั้งเป้าหมายและกระบวนการสำคัญในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ทำนองเดียวกันประเทศญี่ปุ่นให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยมุ่งให้นักเรียนเข้าใจแนวคิด หลักการพื้นฐาน และทักษะที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Morris, 1992, p.180) ในประเทศไทยจึงมีแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาระดับโรงเรียนที่จะทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, น.3-6) และได้ให้ความสำคัญไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 4 พ.ศ. 2562 ได้กำหนดแนวทางจัดการเรียนรู้ในมาตรา 24 ซึ่งระบุให้ฝึกทักษะกระบวนการคิด การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหา รวมถึงการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ และพัฒนาความคิดอย่างต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2562, น.9) ด้วยเหตุนี้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จัดทำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ปรับปรุงตัวชี้วัด 2560 ที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา เลือกวิธีการที่เหมาะสม และตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, น.3) ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของกระทรวงศึกษาธิการที่ระบุว่าการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหจะช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาได้รอบคอบ คาดการณ์ ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม อันเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาคุณภาพชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553, น.47) ทั้งนี้ โพลยา (Polya, 1973, p.6-18) ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สามารถสนับสนุนการพัฒนาทักษะดังกล่าวผ่านกระบวนการ 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การทำความเข้าใจปัญหา โดยการระบุสิ่งที่ต้องการค้นหาและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง (2) การวางแผนแก้ปัญหา ด้วยการเชื่อมโยงข้อมูลและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม (3) การดำเนินการตามแผน โดยปฏิบัติตามวิธีการ

ที่กำหนดไว้พร้อมตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอน และ (4) การตรวจสอบผลลัพธ์ โดยย้อนกลับเพื่อตรวจสอบคำตอบและความสมเหตุสมผลของวิธีการที่ใช้ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ ไม่เพียงช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา แต่ยังส่งเสริมให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่ผ่านมา กลับพบว่าครูส่วนใหญ่ ไม่ได้เน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์หรือการเชื่อมโยงความรู้ไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง ส่งผลให้นักเรียนขาดทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา รวมถึงไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กฤษฎา วรพิน, 2562, น.1) ในทำนองเดียวกัน สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554, น.1) ระบุว่า นักเรียนแม้จะมีความรู้ความ เข้าใจในเนื้อหา แต่ส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากไม่สามารถ เชื่อมโยงเนื้อหา กับสถานการณ์จริงได้ ปัญหานี้สะท้อนชัดในผลการประเมิน PISA 2018 (สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, น.177 - 181) ซึ่งคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ ของนักเรียนไทย (419 คะแนน) ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (489 คะแนน) นักเรียนส่วนใหญ่ มีความสามารถไม่ถึงระดับ 2 ซึ่งหมายถึงไม่สามารถใช้ลำดับขั้นตอน สูตรคำนวณ หรือ กระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนในสถานการณ์จริง เช่น การคำนวณราคาสินค้าในสกุลเงิน ต่าง ๆ หรือเปรียบเทียบระยะเวลาของเส้นทางสองเส้นทาง ผลการทดสอบดังกล่าวสอดคล้องกับ ประสิทธิภาพที่ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบนักเรียนเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการโดยแบ่งข้อสอบ เป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบที่วัดความรู้เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ตอนที่ 2 เป็นข้อสอบที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ผลปรากฏว่า ตอนที่ 1 นักเรียนทุกคนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม แต่ตอนที่ 2 นักเรียนเพียง ร้อยละ 33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม นอกจากนี้ การสัมภาษณ์นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์พบว่าปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากการไม่เข้าใจโจทย์ไม่สามารถ ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือสิ่งที่กำหนดมาให้ บางคนเข้าใจความต้องการของโจทย์แต่ไม่สามารถ เชื่อมโยงความรู้เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับปรุง กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในระดับที่ลึกซึ้งและ ประยุกต์ใช้ได้จริง

จากปัญหาและผลการทดสอบดังกล่าวผู้วิจัยได้สนใจศึกษาความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ เพราะ ความรู้จำนวน เป็นความรู้พื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ ความรู้ดังกล่าวสามารถนำมาแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

เช่น ส่วนลดในการขายสินค้า นำไปใช้ในสูตรความเร็ว เวลา และระยะทาง เป็นต้น (Driver, 1984, p.1-11) ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับคุณภาพนักเรียนที่ต้องจบมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริงความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริงและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, น.4) โดยความรู้เกี่ยวกับจำนวนอยู่ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค.1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, น.6) แต่ในการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับจำนวนครูเน้นการคิดคำนวณเพื่อไปสู่คำตอบมากกว่าการใช้ความรู้เกี่ยวกับจำนวนเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับจำนวนเพื่อแก้ปัญหาได้ (Hope, 1989, p.13)

วิธีการเรียนรู้หนึ่งที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการได้ คือ วิธีการแบบเปิดมีต้นกำเนิดมาจากประเทศญี่ปุ่น ในปีค.ศ.1986 โนดะ (Nohda, 1986, p.120-124) กล่าวว่า ผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดมีความเป็นไปได้ที่นักเรียนจะเกิดการพัฒนาสูงขึ้นเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ต่อมาในปีค.ศ. 2000 โนดะ (Nohda, 2000, p.41-42) ได้เสนอแนวทางเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิดว่าเป็นวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ค้นหาความรู้และลงมือปฏิบัติจนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยวิธีการแบบเปิดนำปัญหาปลายเปิดมาใช้ในการจัดการเรียนรู้มี 3 ขั้นตอน ดังนี้ (1) ขั้นตอนปัญหา (2) ขั้นตอนแก้ปัญหา และ (3) ขั้นตอนขยายปัญหา ซึ่งนักการศึกษาประเทศไทย ไมตรี อินทรประสิทธิ์ (Inprasitha, 2010, p.4-5) ได้ให้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ (1) ขั้นตอนนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) ขั้นนี้ที่ครูแสดงปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนดูแล้วตรวจสอบความเข้าใจ (2) ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Students' self learning) จะมุ่งเน้นให้นักเรียนแต่ละคนได้คิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์แนวคิดในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ (3) ขั้นตอนอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ (Whole class discussion and comparison) ขั้นตอนนี้ให้นักเรียนนำเสนอคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหของตนเอง นำเสนอคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาลายเปิดของตนเอง นักเรียนคนอื่นซักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อเปรียบเทียบในชั้นเรียน และ (4) ขั้นตอนสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Summarization through connecting students' mathematical ideas emerged in the classroom) ขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูรวบรวมแนวคิดทั้งหมดของ

นักเรียนเพื่อสรุปความรู้และการแก้ปัญหาที่จะประยุกต์ใช้ในครั้งต่อไป จากขั้นตอนในขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด ในขั้นตอนนี้ครูสามารถแสดงข้อมูลที่เป็นรูปธรรมและใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมช่วยในการขยายความสถานการณ์ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับโนดะ (Nohda, 2000, p.41-42) ได้กล่าวว่า วิธีการแบบเปิดต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้และเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้หลาย ๆ รูปแบบ และมีการยกตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมสู่นามธรรมร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด เช่น ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ของโนดะและชิมิซึ (Nohda & Shimizu, 1989) ได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีการแบบเปิดโดยใช้ปัญหาเรื่องก้อนหิน ครูให้นักเรียน 3 คน โยนก้อนหิน 5 ก้อนบนกระดาษ แล้ววัดระยะห่างของก้อนหินนั้น

การจัดการเรียนรู้หนึ่งที่เน้นการเรียนรู้จากรูปธรรมสู่นามธรรม คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) มีต้นกำเนิดจากประเทศสิงคโปร์ซึ่งมีพื้นฐานมาจากแนวคิด Enactive-Iconic-Symbolic ของบรูเนอว์ (Bruner & Kenney, 1965, p.51-55) โดยเฮอริ เคิร์นเนียวาน (Kurniawan, 2020, p.1-3) กล่าวว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA มุ่งเน้นพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์และความรู้โดยไม่ต้องใช้การท่องจำ ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้จะผ่านจากรูปธรรมเชื่อมโยงสู่นามธรรม ทำให้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์น่าสนใจมากยิ่งขึ้นตามเงื่อนไขและความพร้อมของนักเรียน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ (1) ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) (2) ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) และ (3) ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) ผลการวิจัยของ เฮอริ เคิร์นเนียวาน พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ดีกว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการปกติ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA มุ่งเน้นการเรียนรู้จากรูปธรรมเชื่อมโยงไปสู่นามธรรม ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง

จากความสำคัญของการแก้ปัญหาและลักษณะที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้แบบเปิด และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA จะเน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และนักเรียนสามารถค้นหาความรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านสื่อที่เป็นรูปธรรมเชื่อมโยงสู่นามธรรม ซึ่งการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นจะสอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาที่จะเกิดจากการฝึกฝนด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงสนใจการจัดการเรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด CPA เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ พร้อมทั้งศึกษาพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดในการเรียนการสอนครั้งนี้

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายของงานวิจัยมีดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA

ความสำคัญของงานวิจัย

1. เป็นประโยชน์สำหรับครู ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เป็นประโยชน์สำหรับครู ในการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. เป็นประโยชน์สำหรับนักวิจัย ในการนำผลการวิจัยเพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอินทร์บุรี อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ทั้งหมด 8 ห้องเรียน จำนวน 240 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอินทร์บุรี อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียน 32 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน จากคะแนนการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 เทอม 1 หลังจากนั้นจะเลือกนักเรียนเป้าหมายมา 4 คนโดยเลือกแบบสุ่ม จากนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถเก่ง 1 คน กลุ่มปานกลาง 2 คน กลุ่มอ่อน 1 คน เพื่อสังเกตพฤติกรรมเชิงลึก โดยนักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนที่กล้าแสดงออก กล้าพูดเพื่อที่ผู้วิจัยได้ข้อมูลที่เป็นพฤติกรรมเชิงลึก

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ซึ่งไม่เกินความรู้ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) สาระการเรียนรู้พื้นฐาน

ระยะเวลาในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยใช้เวลาดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 12 คาบเรียน และทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1 คาบเรียน รวมทั้งสิ้น 13 คาบเรียนคาบเรียนละ 100 นาที

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ แบ่งเป็นดังนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.2 พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ปัญหาปลายเปิดเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ หมายถึง สถานการณ์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการที่นักเรียนต้องการคำตอบและนักเรียนไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที โดยสถานการณ์นั้นมีวิธีหาคำตอบที่หลากหลายหรือมีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้ทั้ง (1) กระบวนการแบบเปิด (Process is open) เป็นปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย และ (2) ผลลัพธ์แบบเปิด (End product is open) เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 1 คำตอบ

2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ กลยุทธ์และประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อใช้ในการค้นหาคำตอบของสถานการณ์ตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ด้านการทำความเข้าใจปัญหา (2) ด้านการวางแผนแก้ปัญหา (3) ด้านการดำเนินการตามแผน และ (4) ด้านการตรวจสอบผล

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ หมายถึง การดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนของวิธีการแบบเปิดโดยสอดคล้องแนวคิด CPA ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของเคิร์นเนียวาน (Kurniawan, 2020, p.2) ที่มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเกิดแนวคิดนามธรรมจากความสัมพันธ์ที่เป็นรูปธรรม (C) รูปภาพ (P) และนามธรรม (A) โดยขั้น C เป็นขั้นตอนแรกที่นักเรียนใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมจับต้องได้มาช่วยทำความเข้าใจปัญหา ส่วนขั้น P เป็นขั้นที่นักเรียนเขียนภาพแสดงความสัมพันธ์ของปัญหา และขั้น A เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่นักเรียนใช้สัญลักษณ์เพื่อเป็นตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ซึ่งวิธีการแบบเปิดที่ปรับจากไมตรี อินทรประสิทธิ์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) เป็นขั้นตอนที่ครูแสดงปัญหาปลายเปิดพร้อมทั้งนำสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือรูปภาพมาให้ให้นักเรียนใช้จำลองสถานการณ์หรือทำความเข้าใจปัญหา

3.2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Students' self learning) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเชื่อมโยงสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือรูปภาพกับความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

3.3 การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ (Whole class discussion and comparison) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มหรือของตนเองโดยนักเรียนคนอื่นหรือครูอาจซักถาม เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาในชั้นเรียน

3.4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Summarization through connecting students' mathematical ideas emerged in the classroom) เป็นขั้นตอนที่ครูรวบรวมแนวคิดทั้งหมดที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อสรุปความรู้และวิธีการในการแก้ปัญหา

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ หมายถึง คะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้จากการลงมือแก้ปัญหาที่กำหนดเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ตามกระบวนการของโพลยา ประกอบด้วยด้านการทำความเข้าใจปัญหา ด้านการวางแผนแก้ปัญหา ด้านการดำเนินการตามแผน และด้านการตรวจสอบผล โดยให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) ที่ปรับจากชาร์ล เลสเตอร์และโอดาฟเฟอร์ (Charles, Lester, &

O'Daffer, 1987, p.35) จากคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ซึ่งคิดเป็น ร้อยละ 100 ของคะแนนเต็ม

5. **เกณฑ์** หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ โดยคิดเป็นร้อยละ 60 ของคะแนนแบบทดสอบ กล่าวคือถ้านักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนแบบทดสอบ ถือว่านักเรียนผ่านเกณฑ์

6. **พฤติกรรมในการแก้ปัญหาผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ** หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหาตามกระบวนการของโพลยา ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

6.1 ด้านการทำความเข้าใจปัญหา พิจารณาจากการแสดงออกของนักเรียนในการระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการหา สิ่งที่เป็นปัญหากำหนดให้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา เงื่อนไขสำคัญของปัญหาและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของข้อมูล ขณะลงมือแก้ปัญหา

6.2 ด้านการวางแผนแก้ปัญหา พิจารณาจากการแสดงออกของนักเรียนในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการและเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนด

6.3 ด้านการดำเนินการตามแผน พิจารณาจากการแสดงออกของนักเรียนในการแสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหา โดยเชื่อมโยงสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือรูปภาพกับความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบของปัญหา

6.4 ด้านการตรวจสอบผล พิจารณาจากการแสดงออกของนักเรียนการตรวจสอบคำตอบของปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนด

โดยพิจารณาจาก

- (1) งานเขียนในใบกิจกรรม
- (2) ผลการสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการที่ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยบันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรม และในวิดีโอที่บันทึก
- (3) ผลการสัมภาษณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ซึ่งมีแบบสัมภาษณ์และเครื่องบันทึกเสียงช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล

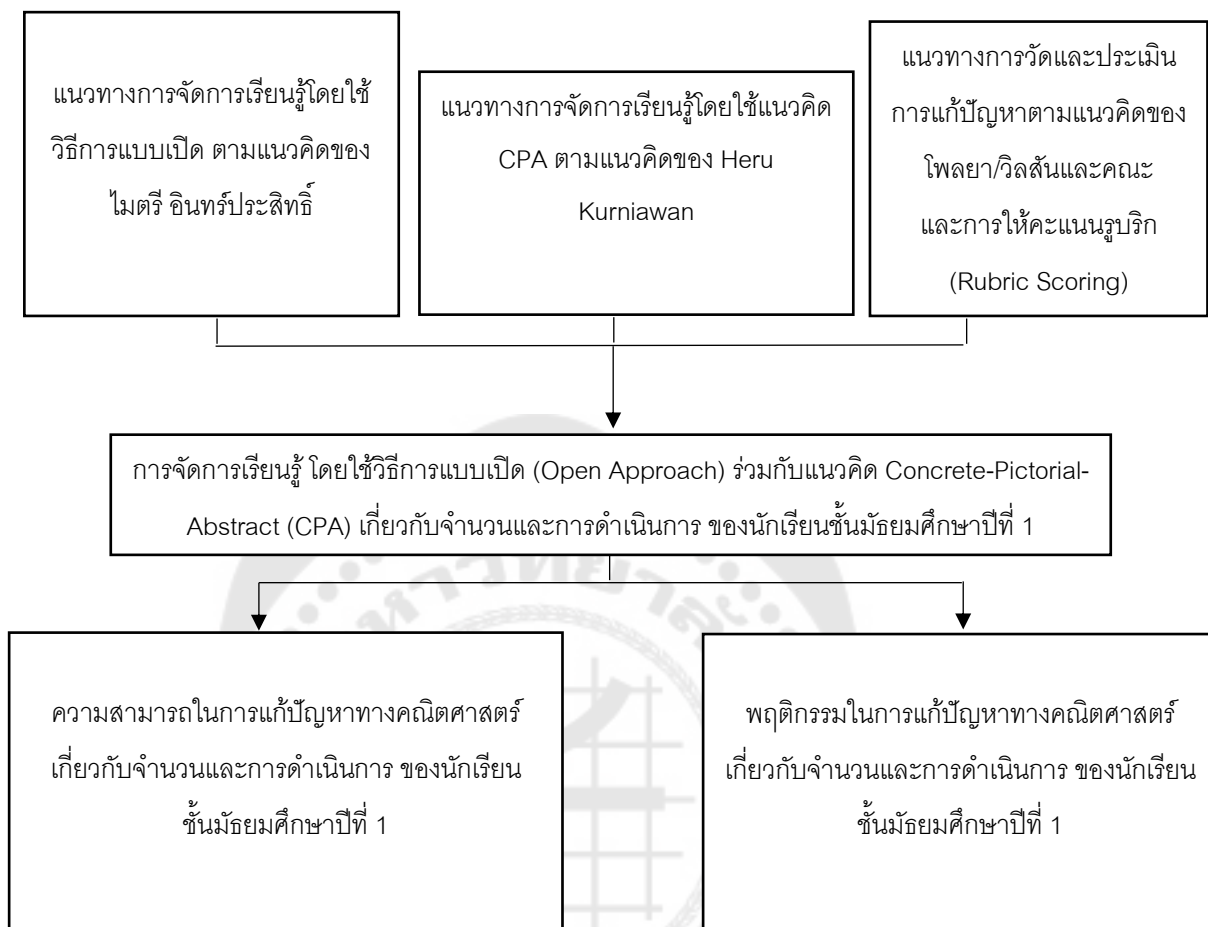
7. **แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ** หมายถึง แบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ซึ่งประกอบด้วยปัญหาที่ไม่คุ้นเคยจำนวน 3 ข้อ ข้อละ 15 คะแนน รวม 45 คะแนน คิดคะแนนเต็มร้อยละ 100 ซึ่งแต่ละข้อสามารถใช้การวาดภาพช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา โดยความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาในแบบทดสอบ เป็นความรู้ที่ไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring)

8. **แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง แบบตรวจสอบรายการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อบันทึกพฤติกรรมด้านการทำความเข้าใจปัญหา ด้านการวางแผนแก้ปัญหา ด้านการดำเนินการตามแผน ด้านการตรวจสอบผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขณะลงมือแก้ปัญหา

9. **แบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง รายการคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของนักเรียนเป้าหมายแต่ละคนหลังสิ้นสุดการแก้ปัญหาแต่ละครั้ง โดยผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมาย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการสร้างการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ผู้วิจัยมีกรอบแนวคิดดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ร่วมกับแนวคิด CPA มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.3 ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.4 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.5 กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.6 กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.7 การวัดและประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
 - 2.1 ที่มาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
 - 2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
 - 2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
 - 2.4 สถานการณ์การสอนซึ่งเกิดจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
 - 2.5 การประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียน
 - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
3. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA
 - 3.1 ที่มาและความสำคัญของ CPA
 - 3.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA
 - 3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA
 - 3.4 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA
 - 3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA

1. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งหัวข้อที่ได้ศึกษาไว้ดังนี้

1.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นทักษะที่ใช้ในชีวิตประจำวันโดยมีนักการศึกษาทั่วโลกได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ครูลิค และ รูดนิค (Krulik & Rudnick, 1987, p.3) ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า “เป็นสถานการณ์ โดยบุคคลหรือกลุ่มบุคคลเผชิญ ซึ่งต้องแก้และต้องแสวงหาวิธีการเพื่อทำให้การแก้ปัญหานั้นบรรลุผล” ซึ่งคำจำกัดความดังกล่าวสอดคล้องกับ เพโคเนน เนวาริ และ เลน (Pehkonen, Naveri, & Laine, 2013, p.11) ซึ่งให้คำจำกัดความไว้ว่า “ปัญหาซึ่งตัวบุคคลต้องใช้ความรู้ใหม่ในวิธีใหม่เพื่อแก้ปัญหานั้น ถ้าบุคคลนั้นสามารถรู้กระบวนการที่จำเป็นได้ในทันทีปัญหานั้นไม่ใช่ปัญหาทางคณิตศาสตร์จัดเป็นแบบฝึกหัดเท่านั้น”

สภาครุคณิตศาสตร์สหรัฐอเมริกา (The National Council of Teacher of Mathematics, 1989, p.28) ได้ให้ความหมายของปัญหาปลายเปิดไว้ว่า “เป็นปัญหาที่ให้นักเรียนได้แสดงคำตอบหรือวิธีการอย่างหลากหลายในการแก้ปัญหา ปัญหาจากคำถามปลายเปิดจะต้องกระตุ้น ส่งเสริมความสนใจและให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างระดับกันสามารถเริ่มทำและแก้ปัญหาได้ด้วยความสามารถของเขาโดยการตั้งสมมติฐานคำตอบ การพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาและสื่อสารความคิดด้วยตัวของเขาเอง” ซึ่งสอดคล้องกับ เบคเกอร์ และ ชิเกอร์ (Becker & Shigeru, 1997, p.1) ได้ให้ความหมายของปัญหาปลายเปิดไว้ว่า “ปัญหาที่ถูกระบุให้มีความหมาย คำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ เรียกว่าปัญหาปลายเปิด ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนให้ความสนใจกับแนวทาง วิธีการที่หลากหลายในการได้มาซึ่งคำตอบ ไม่ได้มุ่งเพื่อหาคำตอบของปัญหานั้น เมื่อนั้นถือได้ว่านักเรียนกำลังเผชิญกับปัญหาปลายเปิดอยู่”

สำหรับประเทศไทย ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544, น.8) ได้ให้ความหมายของปัญหาปลายเปิดไว้ว่า “เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เปิดกว้างในการหาคำตอบ มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ หรือมีวิธีการในการหาคำตอบหลายแนวทางเข้าสู่คำตอบของปัญหาได้หลายวิธี” สอดคล้องกับ ตะติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557, น.19) ได้ให้ความหมายของปัญหาปลายเปิดไว้ว่า “เป็นปัญหาที่เปิดกว้างในการแสดงคำตอบหรือวิธีการอย่างหลากหลาย ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของนักเรียน และเป็นปัญหาที่กระตุ้นความสนใจ ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง” ส่วน สาลินี เรืองจ้อย (2554, น.9) ได้ให้ความหมายของปัญหาปลายเปิดไว้ว่า “เป็นปัญหาที่

สามารถใช้วิธีการแก้ไขได้หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดค้นแนวทางใหม่ ๆ ในการหาคำตอบ และยอมรับคำตอบที่ถูกต้องได้หลายรูปแบบ ซึ่งล้วนเกิดจากกระบวนการคิดและแก้ปัญหาของนักเรียนเอง”

สำหรับประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 7) ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า “ปัญหาคือคำถามหรือสถานการณ์ที่สร้างความท้าทายให้กับนักเรียน เนื่องจากพวกเขาไม่คุ้นเคยหรือไม่สามารถหาวิธีการแก้ไขหรือคำตอบได้ในทันที ปัญหาทางคณิตศาสตร์หมายถึงคำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่ได้จำกัดเฉพาะเรื่องจำนวน แต่ยังคงครอบคลุมถึงประเด็นเกี่ยวกับปริภูมิหรือการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ด้วย”

จากการศึกษา ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการที่นักเรียนต้องการคำตอบ และนักเรียนไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที โดยสถานการณ์นั้นมีวิธีหาคำตอบที่หลากหลายหรือมีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้ทั้ง (1) กระบวนการแบบเปิด (Process is open) เป็นปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย หรือ (2) ผลลัพธ์แบบเปิด (End product is open) เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 1 คำตอบ

1.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้แบ่งประเภทตามเกณฑ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ โพลยา (Polya, 1973, p.154) ได้แบ่งประเภทของปัญหาตามจุดมุ่งหมายของปัญหาไว้ดังนี้

1. ปัญหาให้หาคำตอบ (Problem to find) เป็นปัญหาที่มุ่งเน้นให้ค้นหาสิ่งที่ยังไม่ทราบหรือข้อมูลที่ไม่รู้ในปัญหา ซึ่งคำตอบอาจอยู่ในรูปของคำอธิบาย ตัวเลข วิธีการ หรือรูปภาพที่เกี่ยวข้อง

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) เป็นปัญหาที่ต้องการให้แสดงหลักฐานหรือกระบวนการที่สนับสนุนว่าข้อความหรือข้อสันนิษฐานที่กำหนดนั้นเป็นจริงหรือเป็นเท็จ โดยอาศัยเหตุผลและตรรกะที่ชัดเจนในการพิสูจน์

บาร์ดี้และโคสลิก (Baroody & Coslick, 1993, p.34-36) ได้แบ่งประเภทของปัญหาไว้ 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่คุ้นเคย (routine problems) เป็นปัญหาที่มีลักษณะง่าย พบได้บ่อยในหนังสือเรียนทั่วไป โดยมีวิธีการแก้ปัญหาเพียงขั้นตอนเดียว ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ได้โดยใช้ความรู้พื้นฐานที่เคยเรียนมา

2. ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (nonroutine problems) เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนและไม่พบในหนังสือเรียนทั่วไป ต้องการการแก้ปัญหาที่ใช้หลายขั้นตอนและวิธีการที่หลากหลาย มีลักษณะท้าทายและต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในหลากหลายมิติ

บิทเทอร์ แฮทฟิลด์ และเอ็ดเวิร์ส (Bitter, Hatfield, & Edwards, 1989, p.37) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 3 ประเภท คือ

1. ปัญหาปลายเปิด (Open - Ended) เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้มีคำตอบได้หลากหลาย โดยเน้นความสำคัญที่กระบวนการแก้ปัญหา มากกว่าผลลัพธ์หรือคำตอบสุดท้าย

2. ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่กำหนดคำตอบสุดท้ายไว้แล้ว แต่เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกใช้วิธีการที่หลากหลายในการค้นหาคำตอบ

3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided discovery) เป็นปัญหาที่ให้คำแนะนำหรือกำหนดทิศทางบางส่วนสำหรับการแก้ปัญหา พร้อมระบุเงื่อนไขที่ช่วยให้นักเรียนสามารถค้นพบคำตอบได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ชาร์ล และเลสเตอร์ (Charles & Lester, 1982, p.6-10) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ 6 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill exercise) เป็นปัญหาที่ออกแบบมาเพื่อฝึกขั้นตอนและวิธีการคำนวณเบื้องต้น เน้นการพัฒนาทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์

2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple translation problem) เป็นปัญหาข้อความที่พบได้ทั่วไปในหนังสือเรียน มุ่งเน้นให้คุ้นเคยกับการแปลงข้อความภาษาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนแก้ปัญหาเพียงขั้นตอนเดียว เน้นความเข้าใจโมติและการคิดคำนวณ

3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex translation problem) คล้ายกับปัญหาข้อความอย่างง่าย แต่มีความซับซ้อนมากขึ้น ต้องใช้วิธีการแก้ปัญหามากกว่า 2 ขั้นตอน

4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ไม่สามารถแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ในทันที ต้องทำให้ง่ายขึ้นหรือแบ่งปัญหาเป็นส่วน ๆ เพื่อหารูปแบบทั่วไปของปัญหา กระบวนการนี้ช่วยพัฒนากลยุทธ์ในการวางแผนแก้ปัญหาและประเมินผลคำตอบ

5. ปัญหาการประยุกต์ (Applied problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ความรู้ มโนคติ และทักษะทางคณิตศาสตร์ในการแก้ไข โดยเน้นการจัดกระทำ รวบรวม และแทนค่าข้อมูล รวมถึงการตัดสินใจเชิงปริมาณ ปัญหานี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และตระหนักถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง

6. ปัญหาปริศนา (Puzzle problems) เป็นปัญหาที่บางครั้งสามารถแก้ไขได้โดยการคาดเดาหรือสุ่มคำตอบ บางกรณีอาจไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ แต่ต้องอาศัยวิธีการเฉพาะ ความคิดสร้างสรรค์ และความยืดหยุ่น ปัญหานี้เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้มุมมองที่หลากหลายและแนวคิดที่ไม่ธรรมดาในการแก้ปัญหา

โนดะ (Nohda, 1983, p.43-45) ได้จำแนกปัญหาปลายเปิดออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. กระบวนการเปิด (Process is open) ปัญหาที่มีแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ปัญหาในกลุ่มนี้เน้นการเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เช่น

“นักเรียน 37 คน ต้องการทำการ์ดวันเกิดสำหรับครู โดยตกลงกันว่าจะใช้กระดาษแผ่นใหญ่ (ขนาด 45 ซม. x 35 ซม.) ตัดเป็นการ์ดขนาดเล็ก (15 ซม. x 10 ซม.) จงคำนวณว่ากระดาษแผ่นใหญ่สามารถทำการ์ดได้กี่ใบ”

การอภิปรายแนวคิดและวิธีการช่วยพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาของนักเรียน

2. ผลลัพธ์เปิด (End product is open) ปัญหาที่มีคำตอบหลายรูปแบบปัญหาแบบนี้สามารถมีคำตอบที่แตกต่างกันได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ ตัวอย่างที่ชัดเจนคือ “ปัญหาก้อนหิน” ครูโยนก้อนหิน 5 ก้อนให้นักเรียนสังเกตและอธิบายปัญหาที่เกี่ยวข้อง นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีในลักษณะที่เหมาะสมกับตนเอง

3. แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด (ways to develop are open) ปัญหาที่สามารถเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาได้หลังจากแก้ปัญหาเดิม นักเรียนสามารถดัดแปลงหรือเพิ่มความซับซ้อน เช่น เปลี่ยนเงื่อนไข ตัวเลข หรือรูปทรง ตัวอย่างเช่น

“สร้างสี่เหลี่ยมจัตุรัสโดยใช้ไม้ขีดไฟ หากต้องการสร้าง 8 รูป จะต้องใช้ไม้ขีดไฟกี่อัน”

1) ให้นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหา

2) ให้นักเรียนตั้งปัญหาใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกับปัญหาเดิม โดยไม่จำเป็นต้องหาคำตอบ

3) ให้นักเรียนเลือกปัญหาที่คิดว่าดีที่สุด พร้อมให้เหตุผลโดยให้นักเรียนอาจปรับเปลี่ยนโจทย์ เช่น แทนสี่เหลี่ยมจัตุรัสด้วยรูปทรงอื่น เช่น สามเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เปลี่ยนคำถามเป็น "หาจำนวนรูปทรง" เมื่อกำหนดจำนวนไม่ขีดไฟให้กิจกรรมนี้ช่วยกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์และการวิเคราะห์เชิงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

ตะติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557, น.22) กล่าวว่า การแยกประเภทของปัญหาปลายเปิดมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนหาวิธีการที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยนักเรียนจะมีแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเองที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล โดยพิจารณาจากเนื้อหาปลายเปิดที่ใช้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. กระบวนการเปิด (Process is open) เป็นปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย

2. ผลลัพธ์เปิด (End product is open) เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบ

3. แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด (Ways to develop are open) หลังจากให้นักเรียนได้แก้ปัญหาไปแล้ว นักเรียนสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือองค์ประกอบของปัญหาเดิมซึ่งในการจัดการเรียนรู้นั้น

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าประเภทของปัญหาปลายเปิดที่ใช้ในงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. กระบวนการเปิด (Process is open) เป็นปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย

2. ผลลัพธ์เปิด (End product is open) เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบ

1.3 ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ข้อมูล ดังนี้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]) (The National Council of Teacher of Mathematics, 1989, p.52) ซึ่งเป็นองค์กรสำคัญที่มีบทบาทอย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ทั้งในสหรัฐอเมริกาและระดับนานาชาติ ได้กล่าวไว้ในหนังสือประจำปี ค.ศ. 1980 ว่า Problem Solving in School

Mathematics เป็น “การแก้ปัญหาควรเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์” ต่อมาในปีค.ศ. 2000 สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics, 2000, p.52) ยังกล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาเป็นมาตรฐานในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ควรส่งเสริมนักเรียน และได้กล่าวถึงจุดเน้นสำคัญของการแก้ปัญหว่า การแก้ปัญหาคือต้องเป็นจุดมุ่งหมาย และกระบวนการสำคัญในการจัดการเรียนรู้

มอริส (Morris, 1992, p.180) กล่าวว่า ในประเทศญี่ปุ่นการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิด หลักการพื้นฐานและทักษะพื้นฐานสำหรับการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา มีการเชื่อมโยงกระบวนการเรียนรู้กับกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ในชีวิตจริง

วิลสัน และคณะ (Wilson, Fernandez, & Hadeway, 1993, p.1) ได้กล่าวว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป้าหมายหลักในการเรียนคณิตศาสตร์คือการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย

ปีเตอร์ ลิลเยดาห์ล และคณะ (Liljedahl, Santos-Trigo, Malaspina, & Bruder, 2016, p.1) ได้กล่าวว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ถูกยอมรับว่าเป็นส่วนสำคัญของคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ถูกนำไปปรับใช้ในหลักสูตรทั่วโลก

กระทรวงศึกษาธิการ (2553, น.47) ได้ให้ความสำคัญไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกับทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยระบุว่าเป็นกระบวนการที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์อย่างรอบคอบ ทำให้นักเรียนสามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

เบรห์เมอร์ (Brehmer, 2015, p.12) การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่เราใช้ในชีวิตประจำวันและในการทำงาน ซึ่งการแก้ปัญหาคือช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็น และช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ โดยการแก้ปัญหายังเป็นการพัฒนาความสามารถของนักเรียน

จากการศึกษาความสำคัญของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีคนที่ให้ความสนใจมากมาย เพราะช่วยพัฒนา ความสามารถ วิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ในชีวิตจริง

1.4 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ข้อมูลดังนี้

โพลยา (Polya, 1973, p.15) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นทักษะที่ใช้ได้จริง เราได้รับทักษะการปฏิบัติโดยการเลียนแบบและการฝึกฝน การพยายามแก้ปัญหาต้องอาศัยการสังเกตและเลียนแบบทักษะที่ผู้อื่นใช้ในการแก้ปัญหา และจะเกิดเป็นการเรียนรู้เกิดเป็นทักษะของตัวเอง

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics, 2000, p.52) ได้ให้ความหมายว่า การแก้สถานการณ์ปัญหาที่ไม่ทราบวิธีการแก้ปัญหาล่วงหน้า เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนต้องใช้ความรู้ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนควรได้รับการฝึกฝนตามสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560, น.44) ระบุไว้ว่า เป็นกระบวนการที่นักเรียนควรเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาเพื่อสร้างทักษะในตนเอง โดยมุ่งเน้นให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีแนวคิดที่หลากหลาย รู้จักการประยุกต์และปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสม รวมถึงการตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการที่ได้ใช้ นักเรียนควรพัฒนานิสัยที่กระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการเผชิญกับปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียนนอกจากนี้ การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตรจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งดึงดูดให้นักเรียนประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ใช้กระบวนการและกลยุทธ์แก้ปัญหาที่หลากหลาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562, น.122) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่นักเรียนควรเข้าใจ และพัฒนาทักษะด้วยตนเองเพื่อสร้างความรู้และมุมมองที่หลากหลาย รู้จักตัดแปลงและปรับวิธีคิดหลายรูปแบบ โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายว่า กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ กลยุทธ์และประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อใช้ในการค้นหาคำตอบของสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

1.5 กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ข้อมูลดังนี้

กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีวิธีการที่มากมาย ประกอบด้วยหลายขั้นตอน ในที่นี้จะขอนำเสนอเทคนิควิธีหนึ่งที่คุ้นเคยใช้แพร่หลายมาก คือ เทคนิควิธีสอนแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน (Polya, 1973, p.6-18) ดังนี้

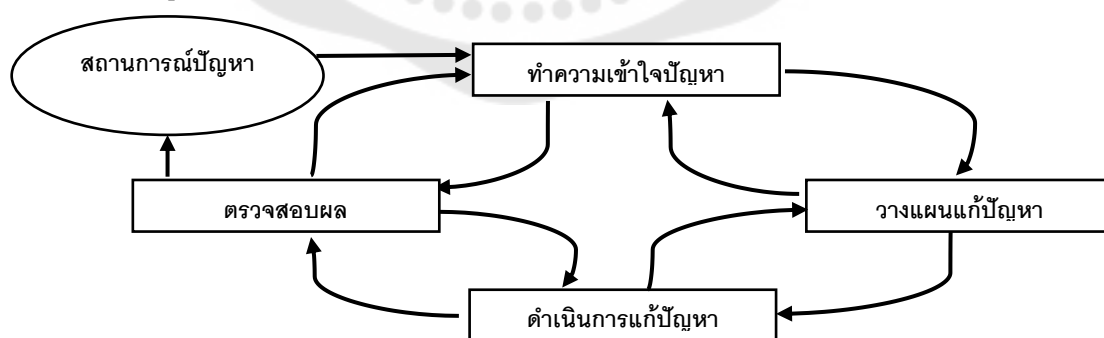
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหาคือการให้นักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ โดยระบุคำถาม สิ่งที่ต้องค้นหา ข้อมูลสำคัญ และเงื่อนไขของปัญหา นักเรียนควรพิจารณาปัญหาในหลายมุมมอง เพื่อให้มองเห็นภาพรวมและเนื้อหาที่สำคัญ การใช้แผนภาพหรือเครื่องมือช่วยเชื่อมโยงข้อมูลสามารถเพิ่มความเข้าใจในปัญหาได้มากขึ้น

ขั้นที่ 2 ช้วางแผนแก้ปัญห ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะกำหนดแนวทางในการแก้ปัญห ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ทักษะ และความรู้พื้นฐานที่มีอยู่ การวางแผนแก้ปัญหที่ดีจะช่วยให้ นักเรียนสามารถแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างเป็นระบบ

ขั้นที่ 3 ช้ดำเนินการตามแผน นักเรียนเริ่มแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ในขั้นตอนก่อนหน้า โดยเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหอย่างละเอียดและชัดเจน รวมถึงอธิบายวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญห นักเรียนต้องตรวจสอบว่าได้ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้หรือไม่ เพื่อให้กระบวนการแก้ปัญหสมบูรณ์

ขั้นที่ 4 ช้ตรวจสอบผล ขั้นตอนสุดท้าย นักเรียนคิดย้อนกลับเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและสมเหตุสมผลของคำตอบ รวมถึงประเมินกลยุทธ์ที่ใช้ว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ การตรวจสอบนี้ช่วยให้นักเรียนมั่นใจในคำตอบ และสามารถเรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

วิลสัน และคณะ (Wilson et al., 1993, p.60) ได้พัฒนากรอบแนวคิดการแก้ปัญหของโพลยาในรูปแบบความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัวสามารถเวียนไปมาได้ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กระบวนการแก้ปัญหที่เป็นพลวัต ตามแนวคิดของวิลสันและคณะ

ที่มา : Wilson; Fernandez; & Hadeway. (1993). Mathematical Problem Solving. p.61.

จากกระบวนการแก้ปัญหาในภาพประกอบ 2 จะสามารถกล่าวได้ว่า เมื่อเจอกับสถานการณ์ของปัญหาที่นักเรียนจะทำตามขั้นของโพลยาคือขั้นทำความเข้าใจปัญหาก่อนแล้ววางแผนแก้ปัญหาพร้อมทั้งกำหนดกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา แล้วดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนการแก้ปัญหาที่วางไว้ จนถึงตรวจสอบความสมเหตุสมผลและความถูกต้องของคำตอบที่ได้ แต่ถ้าหากขั้นตอนใดมีปัญหาจากลูกศรในภาพประกอบจะพบว่านักเรียนสามารถย้อนกลับไปแก้ไขขั้นตอนก่อนหน้าเพื่อให้คำตอบสมเหตุสมผลและถูกต้อง

นอกจากนี้ ชาร์ล เลสเตอร์ และโอดาฟเฟอร์ (Charles et al., 1987) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจข้อความของปัญหา
2. ทำความเข้าใจเงื่อนไขของปัญหา
3. เลือกหรือหาข้อมูลที่สำคัญมาแก้ปัญหา
4. ระบุปัญหาย่อยและเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
5. ดำเนินการแก้ปัญหา
6. ตอบคำถามในรูปแบบที่ปัญหาต้องการ
7. พิจารณาความสมเหตุสมผลและความถูกต้องของคำตอบ

ครูลิค และ รูดนิค (Krulik & Rudnick, 1987, p.4-5) ได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการอ่านและคิด ในขั้นนี้ นักเรียนจะวิเคราะห์ปัญหา ตรวจสอบ และประเมินข้อเท็จจริง โดยเชื่อมโยงข้อมูลทุกส่วนของปัญหาเพื่อสร้างความเข้าใจในสถานการณ์
2. ขั้นการสำรวจและวางแผน นักเรียนจะวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง แยกข้อมูลสำคัญออกจากข้อมูลที่ไม่จำเป็น จากนั้นจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เช่น รูปภาพ ตาราง หรือแบบจำลอง เพื่อวางแผนหาคำตอบอย่างมีระบบ
3. ขั้นคัดเลือกกลยุทธ์ ขั้นตอนนี้ถือเป็นขั้นที่มีความซับซ้อนที่สุด นักเรียนต้องเลือกกลยุทธ์หรือแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ซึ่งกลยุทธ์นี้จะเป็นตัวกำหนดทิศทางในการหาคำตอบ
4. ขั้นหาคำตอบ นักเรียนจะใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับลักษณะของปัญหาเพื่อหาคำตอบ โดยอาจใช้วิธีการประมาณค่า หรือเครื่องมือคำนวณตามความเหมาะสม

5. ขั้นการสะท้อนกลับและการขยายผล เป็นขั้นตอนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบว่าตรงตามเงื่อนไขของปัญหาหรือไม่ รวมถึงพิจารณาว่าคำตอบมีความถูกต้องหรือไม่ และสามารถขยายผลไปสู่กรณีอื่น ๆ หรือเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมได้ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาการศึกษาผู้วิจัยได้ให้ความหมายว่า แนวคิดของโพลยาและกระบวนการที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ด้านการทำความเข้าใจปัญหา (2) ด้านการวางแผนแก้ปัญหา (3) ด้านการดำเนินการตามแผน และ (4) ด้านการตรวจสอบผล

1.6 กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ข้อมูลดังนี้

ครูลิค และ รูดนิค (Krulik & Rudnick, 1982, p.43) กล่าวว่า กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีหลากหลายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับปัญหา กลยุทธ์หนึ่งอาจจะเหมาะสมกับปัญหาหนึ่งแต่ไม่เหมาะสมกับอีกปัญหา นอกจากนั้นบางปัญหาจำเป็นต้องใช้หลายกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และเสนอแนะกลวิธีในการแก้ปัญหาไว้ 8 ประการดังต่อไปนี้

1. การจำแนกแบบรูป (Pattern Recognition) การระบุแบบแผนหรือความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในข้อมูลหรือปัญหา ซึ่งช่วยให้เข้าใจโครงสร้างของปัญหาและคาดการณ์ผลลัพธ์ได้

2. การทำย้อนกลับ (Working Backwards) เริ่มจากคำตอบหรือผลลัพธ์สุดท้ายแล้วเดินย้อนกลับไปยังต้นทางของปัญหา

3. การเดาและตรวจสอบ (Guess and Test) การเสนอคำตอบหรือแนวทางหนึ่งแล้วทดสอบเพื่อดูว่าคำตอบนั้นถูกต้องหรือไม่ หากไม่ถูกต้องก็ปรับคำตอบใหม่และตรวจสอบซ้ำ

4. การสร้างสถานการณ์จำลองหรือทดลอง (Simulation or Experimentation) การสร้างสถานการณ์หรือแบบจำลองเพื่อศึกษาปัญหาและทดสอบวิธีการแก้ไข

5. การย่อความ (Reduction) การทำให้ปัญหาซับซ้อนลดลงโดยแยกองค์ประกอบหรือแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายกว่า

6. การแจกแจงรายการ (Exhaustive Listing) การพิจารณาความเป็นไปได้ทุกประการในลักษณะครบถ้วนจนพบคำตอบที่เหมาะสม

7. การใช้ตรรกศาสตร์เชิงอนุมาน (Logical Deduction) ใช้ตรรกะเพื่อสรุปคำตอบโดยอาศัยข้อเท็จจริงและข้อมูลที่มีอยู่

8. การแสดงความหมายข้อมูล (Representing Data) โดยใช้ กราฟ, สมการ, นิพจน์เชิงพีชคณิต, ตาราง, แผนภูมิ, ไดอะแกรม

แฮทฟิลด์ (Hatfield, Edwards, Bitter, & Morrow, 1993, p.50-60) ได้เสนอกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. กลยุทธ์หาแบบรูป (Look for a Pattern) กลยุทธ์นี้จะพิจารณาแบบรูปของส่วนแรกใน ลำดับ ของจำนวนหรือข้อมูลที่ให้มาก่อนแล้วจึงค้นหาไปอีก

2. กลยุทธ์วิเคราะห์ให้เป็นปัญหาย่อย ๆ (Identify a Sub Goal) ในการวางแผนแก้ปัญหบางปัญหา ที่มีคำตอบของปัญหาที่ง่ายกว่าหรือคำตอบของปัญหาที่ใกล้เคียงกันมาก ๆ หรือที่เคย พบมาแล้วอาจกลายเป็นเป้าหมายย่อย ๆ ของเป้าหมายพื้นฐานในการแก้ปัญหานั้นได้

3. กลยุทธ์คิดย้อนหลัง (Work Backward) ปัญหาบางอย่างอาจง่ายขึ้นถ้าเริ่มต้น พิจารณาจากคำตอบหรือผลขั้นสุดท้ายและทำย้อนกลับ

4. กลยุทธ์การสร้างแผนภาพ (Draw a Diagram) การวาดแผนภาพเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหในวิชาเรขาคณิต จะสร้างรูปเพื่อเพิ่มความเข้าใจซึ่งจำเป็นในการแก้ปัญหถึงแม้ว่าปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหาในวิชาเรขาคณิตก็สามารถใช้การวาดรูปในการแก้ปัญหได้ กลยุทธ์นี้มีคุณค่าและ ประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งเป็นวิธีการที่อดเยี่ยมในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล

5. การวาดภาพ กราฟและตาราง (Drawing Pictures , Graphs, and Table) กลยุทธ์นี้ จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพจากปัญหาที่ยุ่งยาก หรือปัญหาที่เป็นนามธรรม การวาดภาพ กราฟ และตาราง เป็นการแสดงข้อมูลเชิงจำนวนให้นักเรียนได้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ไม่ปรากฏ โดยทันทีในการแก้ปัญหจะใช้กลยุทธ์สร้างตาราง เพื่อ

5.1 แจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด

5.2 แจงกรณีบางกรณีที่เป็นและเพียงพอ

5.3 หาความสัมพันธ์ของข้อมูลตั้งแต่ 2 ข้อมูลขึ้นไป

5.4 หานัยทั่วไปของความสัมพันธ์

6. กลยุทธ์เดาและตรวจสอบ (Guess and Check) ในขั้นแรกจะเดาคำตอบและใช้เหตุผลดูความเป็นไปได้ เพื่อตรวจสอบคำตอบ ถ้าการเดาครั้งนี้ไม่ถูกต้อง ขั้นต่อไปคือการเรียนรู้เกี่ยวกับความเป็นไปได้ของคำตอบให้ละเอียดขึ้นแล้วใช้การเดาต่อไป

7. ตรวจสอบว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ (Insufficient Information) บางครั้งข้อมูลที่ให้มาไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ และขาดบางส่วนไป

8. การตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก (Elimination of Extraneous Data) ปัญหาบางปัญหาที่มีข้อมูลไม่สำคัญ นักเรียนต้องตัดข้อมูลส่วนที่ไม่สำคัญออกเพื่อที่จะให้ข้อมูลนั้นแคลงแทนที่จะพยายามใช้ข้อมูลทั้งหมดโดยไม่มีประโยชน์

9. การพัฒนาสูตรและเขียนสมการ (Developing Formula and Writing Equation) สูตร ที่สร้างขึ้นจะใช้ประโยชน์โดยการแทนจำนวนลงในสูตรเพื่อนำไปสู่คำตอบ

10. เขียนแผนภูมิสายงาน (Flowcharting) การเขียนแผนภูมิสายงานจะช่วยให้เห็นถึงกระบวนการของการแก้ปัญหา ซึ่งแผนภูมิสายงานหรือผังงานเป็นเค้าโครงที่แสดงรายละเอียดของ ขั้นตอน ที่ต้องดำเนินงานตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ต้องการก่อนแก้ปัญหา

11. การพิจารณากรณีที่ง่ายกว่าหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย ๆ (Simplifying the problem) เป็นการพิจารณาสถานการณ์ที่ยุงยากในการแก้ปัญหาโดยเริ่มพิจารณาจากกรณีง่าย ๆ ของปัญหานั้นก่อน แล้วนำความคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหาที่กำหนดให้

12. การแจงกรณีเป็นไปได้ (Account for all possibilities) กลยุทธ์นี้นักเรียนจะใช้ ก่อนที่จะทราบคำตอบ นักเรียนอาจจะแจงความเป็นไปได้ทั้งหมด โดยนำมาสร้างตารางหรือเขียนเป็นรายการเหมาะสมสำหรับปัญหาที่มีจำนวนความเป็นไปได้ไม่มากนัก

13. เปลี่ยนมุมมองของปัญหา (Change your point of view) ปัญหาบางปัญหา ต้องการเปลี่ยนความคิดหรือหยุดความคิดนั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น.11-12) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาจะต้องมีความรู้พื้นฐานและความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหานั้น ๆ นักเรียนควรเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหอย่างเหมาะสม และสามารถเลือกกลยุทธ์มาใช้ได้ทันที โดยมีกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เห็นกันบ่อย ๆ ดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและหาความเชื่อมโยงของสถานการณ์ที่เป็นระบบหรือเป็นแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ แล้วคาดเดาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา ตัวอย่างเช่น การแก้ปัญหของคาร์ล ฟรีดริช เกาส์

2. การสร้างตาราง เป็นการนำข้อมูลของสถานการณ์ปัญหาใส่ในตารางที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยในการวิเคราะห์หาความเกี่ยวข้อง นำไปสู่การค้นหาแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่น ๆ

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์ปัญหาด้วยภาพ กล่าวคือภาพจะช่วยอธิบายสถานการณ์ปัญหาให้ง่ายขึ้น

4. การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการนำข้อมูลมาจัดระบบแบ่งเป็นกรณี ๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด

5. การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องใช้ประสบการณ์เดิม ในการสร้างข้อความคาดการณ์ ซึ่งการคาดการณ์นี้จะใกล้คำตอบที่เราต้องการหรือไม่ขึ้นอยู่กับข้อความคาดการณ์มีเหตุมีผลมากแค่ไหน

6. การทำงานแบบย้อนหลัง เป็นการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่จะพิจารณาจากคำตอบ ย้อนกลับไปหาเหตุผลของคำตอบนั้น

7. การเขียนสมการ เป็นการแสดงการเชื่อมโยงในรูปแบบของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และแก้ปัญหาของสถานการณ์นั้น ๆ

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนวิธีการคิดที่แตกต่างจากประสบการณ์ที่เคยเจอ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดความคิดวนอยู่กับประสบการณ์เดิม ๆ และทำให้แก้ปัญหาได้ง่ายกว่าเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแยกสถานการณ์ปัญหาย่อย ๆ เพื่อแบ่งคิดสถานการณ์ปัญหาทำให้สถานการณ์ปัญหาไม่ซับซ้อน

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายสถานการณ์ปัญหาคำด้วยข้อความที่สมเหตุสมผลโดยใช้หลักทางตรรกศาสตร์ ร่วมกับการคาดเดา และตรวจสอบหรือเขียนแผนภาพ

11. การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นวิธีที่ต้องรู้ข้อมูลผลลัพธ์ของคำตอบแต่ไม่รู้เหตุผลของคำตอบนั้นจึงใช้วิธีการให้ผลลัพธ์เป็นเท็จเพื่อหาข้อขัดแย้งกับข้อมูลที่มี

จากการศึกษาผู้วิจัยได้เลือกกลยุทธ์ของ สสวท. ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การสร้างตาราง การเขียนภาพหรือแผนภาพ การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด

1.7 การวัดและประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดและประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ข้อมูลดังนี้

ชาร์ล เลสเตอร์และโอดาฟเฟอร์ (Charles et al., 1987, p.15-61) ได้กล่าวถึงวิธีการประเมินแบ่งได้เป็น 4 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 การสังเกตและการถาม

การสังเกตและการถามคำถามในขณะที่ผู้สอนให้ปัญหากับนักเรียนได้แก้ปัญหาสามารถให้ข้อมูลสนับสนุนในการดำเนินการ ทักษะคติและความเชื่อของนักเรียน ผู้สอน

จะสามารถเก็บข้อมูลโดยการเดินดูและสังเกตระหว่างที่นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาหรือสามารถสอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคล สิ่งที่สำคัญคือผู้สอนต้องเก็บรวบรวมข้อมูลการกระทำของนักเรียนในสิ่งที่ผู้สอนต้องการจะวัดโดยทันที เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลมีดังนี้ (1) แบบบันทึกความคิดเห็น (comment card) (2) แบบตรวจสอบรายการ (checklist) และ (3) มาตรการประเมิน (rating scale) ซึ่งแสดงดังภาพต่อไปนี้ตามลำดับ

<p>แบบบันทึกผลการสังเกตการแก้ปัญหา</p> <p>ชื่อ - สกุล ชูพรรณซ์ วันที่</p> <p>ผลการสังเกต ระบุวิธีการหาแบบรูปและเข้าใจว่าเมื่อใดควรใช้การหาแบบรูปในการแก้ปัญหา รวมถึงตระหนักว่าการใช้ตารางเป็นเครื่องมือช่วยสามารถทำให้กระบวนการ</p>
--

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบบันทึกผลการสังเกตการแก้ปัญหา

ที่ ม า : Charles, Randall; Lester, Frank; & O'Daffer, Pharse. (1987). How to Evaluate Progress in Problem solving. p.15

แบบตรวจสอบรายการ	
ชื่อ – สกุล	วันที่.....
1.	ชอบเผชิญและแก้ไขปัญหา
2.	ทำงานร่วมกับผู้อื่นในทีม
3.	แสดงความคิดเห็นระหว่างการแก้ปัญหา
4.	มุ่งมั่นค้นหาแบบแผนเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา
5.	ตั้งใจพยายามทำความเข้าใจปัญหา
6.	ใช้ข้อมูลที่โจทย์ระบุมาแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม
7.	คิดค้นกลยุทธ์ที่หลากหลายเพื่อแก้ปัญหา
8.	มีความยืดหยุ่น เลือกวิธีอื่นเมื่อแนวทางเดิมใช้ไม่ได้ผล
9.	ตรวจสอบคำตอบเพื่อความถูกต้อง
10.	อธิบายหรือวิเคราะห์คำตอบได้อย่างชัดเจน

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบตรวจสอบรายการ

ที่ ม ๑ : Charles, Randall; Lester, Frank; & O'Daffer, Pharse. (1987) . How to Evaluate Progress in Problem solving. p.16.

มาตรการประเมินการสังเกตการแก้ปัญหา			
ชื่อ - สกุล.....	วันที่.....		
	บ่อย	บางครั้ง	ไม่เคย
1. เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม	.....	.....	.....
2. ใช้กลยุทธ์ที่เลือกไว้ใน การแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง	.....	.....	.....
3. ปรับเปลี่ยนกลยุทธ์เมื่อวิธีเดิมไม่สามารถหาคำตอบได้	.....	.....	.....
4. จัดการปัญหาอย่างมีระบบ เช่น แยกโจทย์เป็นข้อ ระบุข้อมูลสำคัญ วางแผนและตรวจสอบคำตอบ	.....	.....	.....
5. มีความตั้งใจและกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา	.....	.....	.....
6. แสดงความมั่นใจในตนเองขณะทำงาน	.....	.....	.....
7. มีความพยายามในการหาคำตอบและไม่ละทิ้งปัญหา	.....	.....	.....

ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างมาตรการประเมินการสังเกตการแก้ปัญหา

ที่ ม า : Charles, Randall; Lester, Frank; & O'Daffer, Pharse. (1987) . How to Evaluate Progress in Problem solving. p.17.

วิธีที่ 2 การประเมินตนเองของนักเรียน

การประเมินตนเองเป็นกระบวนการที่นักเรียนประเมินพฤติกรรมและผลการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งวิธีนี้จะได้ผลดีหากนักเรียนสามารถแสดงความรู้สึกที่เหมาะสมและปราศจากความลำเอียงหรืออคติในการประเมินตนเอง การประเมินตนเองสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ดังนี้ (1) การให้นักเรียนเขียนแบบรายงานต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (2) แบบประเมินผลการรายงาน

1. การให้นักเรียนเขียนแบบรายงานต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในรูปแบบนี้ นักเรียนจะต้องประเมินตนเองทันทีหลังจากแก้ปัญหาเสร็จ โดยเขียนอธิบายเกี่ยวกับแนวคิด ประสบการณ์ หรือกลยุทธ์ที่ใช้ขณะเผชิญกับปัญหา ตัวอย่างคำถามที่ช่วยกระตุ้นการสะท้อนความคิดเห็น ได้แก่ คุณเข้าใจโจทย์ปัญหามากน้อยเพียงใด, ขั้นตอนที่คุณใช้แก้ปัญหามี

อะไรบ้าง, ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบขณะทำงานคืออะไร, คุณแก้ไขปัญหานั้นได้อย่างไร, คุณพอใจกับคำตอบของคุณหรือไม่, หากแก้ปัญหามาอีกที คุณจะทำอะไรในวิธีการของคุณ

ประเด็นคำถามของแบบรายงาน

ให้นักเรียนใช้คำถามต่อไปนี้เพื่อเป็นแนวทางในการอธิบายความคิดของนักเรียนในขณะที่แก้ปัญหา

1. นักเรียนเห็นโจทย์ปัญหาเป็นครั้งแรก นักเรียนเริ่มต้นทำอะไร
2. นักเรียนได้นำยุทธวิธีหรือวิธีการใดมาใช้แก้ปัญหา
3. นักเรียนพบว่าวิธีการแรกไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนลองใช้วิธีการอื่นหรือไม่
4. นักเรียนสามารถหาคำตอบของปัญหาได้หรือไม่ นักเรียนรู้สึกอย่างไร
5. นักเรียนได้ตรวจสอบคำตอบที่ได้มาหรือไม่ นักเรียนมั่นใจในความถูกต้องของคำตอบมากน้อยเพียงใด
6. นักเรียนรู้สึกอย่างไรกับกระบวนการแก้ปัญหาในครั้งนี้

ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างคำถามเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนเขียนสะท้อนความคิดเห็นต่อกาแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ที่มา : Charles, Randall; Lester, Frank; & O'Daffer, Pharse. (1987). How to Evaluate Progress in Problem solving. p.19.

2. แบบประเมินผลการรายงาน รูปแบบนี้เน้นการให้นักเรียนกรอกแบบฟอร์มหรือเครื่องมือประเมิน เช่น แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) หรือแบบสอบถาม เพื่อสะท้อนพฤติกรรมและผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา โดยมีแบบประเมินตัวอย่างดังรูปภาพต่อไปนี้

แบบประเมินผลการรายงานเจตคติ

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ (เครื่องหมายถูก) ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของตนเอง และทำเครื่องหมาย X (เครื่องหมายผิด) ในช่องที่ไม่ตรงกับความคิดเห็นของตนเอง ขณะกำลังแก้ปัญหา

..... 1. ฉันตั้งใจทำข้อสอบให้เสร็จทุกข้อ โดยไม่คำนึงว่าคำตอบจะถูกหรือผิด

..... 2. ฉันพยายามแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

..... 3. ฉันมีความตั้งใจที่จะพยายามแก้ปัญหาให้ได้เกือบทุกข้อ

..... 4. หากฉันไม่สามารถหาคำตอบได้ ฉันจะหยุดแก้ปัญหาข้อนั้น

..... 5. ฉันสนุกกับการแก้ปัญหาที่ยากและท้าทาย

..... 6. ฉันคิดว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของฉันยังดีกว่าคนอื่น

..... 7. ฉันสามารถแก้ปัญหาที่คนอื่นแก้ได้

..... 8. ฉันจะไม่หยุดพยายามจนกว่าจะหาคำตอบได้

..... 9. ฉันมีความมั่นใจว่าฉันสามารถแก้ปัญหาได้เกือบทุกข้อ

..... 10. ฉันพร้อมทุ่มเทเวลาในการแก้ปัญหาอย่างเต็มที่

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างแบบประเมินผลการรายงานเจตคติ

ที่มา : Charles, Randall; Lester, Frank; & O'Daffer, Pharse. (1987). How to Evaluate Progress in Problem solving. p.21.

แบบประเมินผลกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนพิจารณากลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และตรวจสอบข้อที่ตรงกับ
การปฏิบัติของตนเอง

- 1. ในขณะที่แก้ปัญหา ฉันไม่ได้คิดถึงการใช้กลยุทธ์ได้เลย
- 2. ฉันมีความคิดถึงการใช้กลยุทธ์บางอย่าง แต่ไม่ได้ลงมือใช้จริง
- 3. ฉันเพียงแค่มองดูรายการกลยุทธ์ แต่ไม่ได้เลือกมาใช้
- 4. ฉันเลือกกลยุทธ์จากรายการและนำมาใช้แก้ปัญหา
- 5. ฉันคิดกลยุทธ์แก้ปัญหาด้วยตนเอง และทดลองนำมาใช้
- 6. ฉันเลือกใช้กลยุทธ์อย่างน้อย 1 วิธี และกลยุทธ์นั้นช่วยฉันหาคำตอบได้
- 7. ฉันพยายามใช้กลยุทธ์ต่อไปในการแก้ปัญหา
-การคาดเดาและตรวจสอบ การแบ่งปัญหาออกเป็น
ส่วนย่อย
-การสร้างตาราง การคิดแบบย้อนกลับ
-การวาดภาพหรือแผนภาพ การค้นหาแบบแผนหรือรูปแบบ
-การจัดข้อมูลให้เป็นระบบระเบียบ การเขียนสมการ
-กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาคืออื่น ๆ (ระบุ).....

ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างแบบประเมินกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ที่ ม ๑ : Charles, Randall; Lester, Frank; & O'Daffer, Pharse. (1987). How to Evaluate Progress in Problem solving. p.23.

วิธีที่ 3 การประเมินแบบรูบรีค

เป็นการประเมินที่สามารถดูได้จากชิ้นงาน หรือพฤติกรรมที่แสดงออกมาเป็นรูปธรรม โดยกำหนดรายละเอียดของคะแนนอย่างชัดเจน โดยองค์ประกอบการประเมินมี 2 แบบ

1. การประเมินแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) การประเมินรูปแบบนี้เป็นการกำหนดเกณฑ์ที่ชัดเจนสำหรับการให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา โดยเปรียบเทียบเกณฑ์เหล่านี้กับการปฏิบัติจริงของนักเรียนในระหว่างการแก้ปัญหา การกำหนดช่วงคะแนนในแต่ละขั้นตอนช่วยให้นักเรียนและครูสามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มองเห็นทั้งจุดเด่นที่ควรพัฒนาเพิ่มเติม และจุดด้อยที่ต้องปรับปรุง ตัวอย่างดังตาราง 1

ตาราง 1 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบวิเคราะห์

ขั้นตอนที่	คะแนน	ลักษณะที่ปรากฏในงานเขียนของนักเรียน
พิจารณา		
ขั้นการทำ	0	นักเรียนไม่สามารถเข้าใจโจทย์ได้เลย
ความเข้าใจ	1	นักเรียนเข้าใจโจทย์บางส่วน แต่ยังไม่ครบถ้วน
ปัญหา	2	นักเรียนเข้าใจโจทย์ได้อย่างถูกต้องทั้งหมด
ขั้นวางแผน	0	นักเรียนไม่ได้วางแผน หรือแผนที่คิดขึ้นมาไม่เหมาะสม
แก้ปัญหา	1	แผนบางส่วนที่นักเรียนใช้สามารถแก้ปัญหาได้บางจุด
	2	นักเรียนวางแผนได้อย่างเหมาะสมและสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
ขั้นได้คำตอบ	0	ไม่มีคำตอบ หรือคำตอบที่ได้มาผิด เนื่องจากแผนการที่ใช้ไม่เหมาะสม
	1	คำตอบมีความผิดพลาดในขั้นตอนคำนวณ หรือคำตอบถูกต้องแต่ยังขาดรายละเอียดบางส่วน
	2	คำตอบถูกต้องครบถ้วน พร้อมระบุหน่วยหรือข้อมูลที่จำเป็นอย่างชัดเจน

ที่มา : Charles, Randall; Lester, Frank; & O'Daffer, Pharse. (1987). How to Evaluate Progress in Problem solving. p.25.

2. การประเมินแบบองค์รวม (Focused holistic scoring) เป็นการให้คะแนนโดยพิจารณางานของนักเรียนในภาพรวมทั้งหมด โดยไม่แบ่งเกณฑ์การประเมินออกเป็นด้านย่อย ๆ ลักษณะสำคัญของการประเมินนี้คือการกำหนดระดับคะแนนที่สะท้อนถึงคุณภาพของชิ้นงานหรือพฤติกรรมในภาพรวม พร้อมระบุรายละเอียดที่แสดงถึงลักษณะของงานในแต่ละระดับ การประเมินแบบองค์รวมเหมาะสมสำหรับการประเมินผลที่มีลักษณะพิสัยกว้างหรือเมื่อต้องการสรุปผลการเรียนรู้ของนักเรียนในลักษณะรวม ๆ เช่น การตัดสินคุณภาพงานเขียน หรือการสรุปผลการทำโครงการ โดยมุ่งเน้นที่ภาพรวมของกระบวนการและผลลัพธ์ ตัวอย่างการให้คะแนนแบบองค์รวมดังตาราง 2

ตาราง 2 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบองค์รวม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม	
คะแนน	เงื่อนไข
0	- ไม่มีการเขียนหรือลงมือแก้ปัญหาใด ๆ
	- คัดลอกโจทย์มาเขียนใหม่ แต่ไม่มีการแสดงวิธีคิดหรือร่องรอยการแก้ปัญหา
	- ระบุเพียงคำตอบ ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด โดยไม่มีวิธีทำสนับสนุน
1	- แสดงวิธีหาคำตอบที่สะท้อนความเข้าใจในปัญหา แต่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาผิด
	- เลือกใช้กลยุทธ์ที่ไม่เหมาะสม และไม่มีการปรับเปลี่ยนไปใช้วิธีอื่น
	- แสดงความพยายามในการแยกโจทย์เป็นปัญหาย่อย ๆ แต่ไม่สามารถแก้ไขได้
2	- เลือกใช้กลยุทธ์ที่ไม่เหมาะสม และไม่สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ แต่มีร่องรอยที่แสดงว่าทำความเข้าใจโจทย์ได้ถูกต้อง
	- ใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสม แต่เกิดข้อผิดพลาดระหว่างการดำเนินการ เช่น คำนวณผิด จนได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง
	- หาคำตอบของปัญหาย่อยที่กำหนดได้ แต่ไม่สามารถดำเนินการต่อจนสำเร็จ
	- หาคำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่มีการเขียนวิธีทำสนับสนุนคำตอบ

ตาราง 2 (ต่อ)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม	
คะแนน	เงื่อนไข
3	- นักเรียนเลือกใช้กลยุทธ์ที่สามารถนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องได้ แต่มีความเข้าใจ โจทย์เพียงบางส่วน หรือมองข้ามเงื่อนไขบางประการในสถานการณ์ปัญหา
	- นักเรียนเลือกกลยุทธ์ได้เหมาะสม แต่เกิดข้อผิดพลาดในผลลัพธ์ (1) คำตอบผิดโดยไม่สามารถระบุสาเหตุได้ (2) คำตอบผิดเนื่องจากข้อผิดพลาดในการคำนวณ (3) ไม่สามารถระบุคำตอบ หรือคำตอบไม่ปรากฏ
4	- นักเรียนใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาถูกต้อง แต่มีข้อบกพร่องเล็กน้อย เช่น การ ดำเนินการไม่ครบถ้วน หรือข้อผิดพลาดในกระบวนการคิด ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อความ เข้าใจปัญหาโดยรวม
	- นักเรียนเลือกกลยุทธ์ได้ถูกต้อง และดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบที่ถูกต้อง ครบถ้วน

ที่ ม า : Charles, Randall; Lester, Frank; & O'Daffer, Pharse. (1987). How to Evaluate Progress in Problem solving. p.30.

วิธีที่ 4 การใช้แบบทดสอบ

แบบทดสอบนี้ได้รับความนิยมอย่างมาก โดยส่วนมากใช้ในการวัดทักษะการแก้ปัญหา และให้ผลลัพธ์แปรผันตรงกับความสามารถของนักเรียน โดยแบบทดสอบมี 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-choice test) ประกอบด้วยคำถามที่มีตัวเลือกมากกว่า 1 ตัวเลือกซึ่งคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว อย่างไรก็ตามแบบทดสอบชนิดนี้ไม่เหมาะสมกับการวัดทักษะที่ใช้ความคิดขั้นสูง ซึ่งนักเรียนมีการมีส่วนร่วมข้อสอบได้

2. แบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ (Completion test) แบบทดสอบที่มีข้อความแล้วให้นักเรียนเขียนคำตอบตอบในรูปแบบเชิงตัวเลขหรือวลีหรือสัญลักษณ์ที่คิดว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

จากที่ได้ศึกษาผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบทดสอบให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) ที่ปรับจากชาร์ล เลสเตอร์และโอดาฟเฟอร์ (Charles, Lester, & O'Daffer, 1987, p.35) ได้แก่ คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ซึ่งคิดเป็น ร้อยละ 100 ของคะแนนเต็ม ในการศึกษาพฤติกรรมรวมในการแก้ปัญหาของนักเรียนและใช้การประเมินแบบวิเคราะห์ เพื่อประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ

1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ข้อมูลดังนี้
 ปิยะนาถ เหมวิเศษ (2551, น.4) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการใช้กลยุทธ์ที่หลากหลายนั้น เป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 งานวิจัยในครั้งนี้ได้ออกแบบการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้กลยุทธ์ที่หลากหลายในการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมทักษะความเข้าใจ การเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม และการค้นหาคำตอบอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นการสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการประเมินที่ครอบคลุมทั้งความสามารถ พฤติกรรม และมุมมองของนักเรียนต่อการเรียนวิชานี้ในการศึกษาครั้งนี้ มีการใช้เครื่องมือหลากหลายเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียน เช่น แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหา การสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อทำความเข้าใจพฤติกรรม และแบบสอบถามที่ช่วยสะท้อนเจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบดังกล่าว มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่น่าพึงพอใจ โดยมากกว่าร้อยละ 60 ของกลุ่มนักเรียนทั้งหมดมีคะแนนเกินร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ ยังพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองสามารถพัฒนาพฤติกรรมที่สำคัญต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยนักเรียนสามารถทำความเข้าใจโจทย์ได้ดีขึ้น เลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสม และสามารถอธิบายคำตอบได้อย่างชัดเจน แม้ว่าบางกรณีอาจพบข้อผิดพลาดในกระบวนการ เช่น การคำนวณที่ไม่ถูกต้อง แต่ภาพรวมสะท้อนถึงการพัฒนาทักษะเชิงกระบวนการที่มีความก้าวหน้า การจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ไม่เพียงช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น แต่ยังช่วยสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ นักเรียนแสดงความสนใจและความตั้งใจในการเรียนมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำกลยุทธ์ไปปรับใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ การวิจัยนี้

จึงชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้กลยุทธ์ที่หลากหลาย และแนะนำว่าควรนำแนวทางนี้ไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ รวมถึงควรมีการติดตามผลในระยะยาว เพื่อประเมินความยั่งยืนของความสามารถและพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจากกระบวนการนี้

ชญาภา ใจโปร่ง (2554, น.1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการใช้กลยุทธ์หลากหลายในการแก้ปัญหาเรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ช่วยพัฒนาความสามารถและพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาเกินร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม และมีพฤติกรรมที่ดีขึ้นใน 3 ด้านหลักดังนี้ (1) ด้านการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนใช้เวลาอ่านและวิเคราะห์โจทย์มากขึ้น มีการขีดเขียนหรืออภิปรายแนวคิดก่อนลงมือแก้ปัญหา (2) ด้านการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถเลือกและประยุกต์ใช้กลยุทธ์ได้หลากหลาย เช่น การกำหนดตัวแปรและสร้างสมการและ (3) ด้านการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องพร้อมทั้งมีคำอธิบายที่ชัดเจน นักเรียนเขียนขั้นตอนแก้ปัญหาได้ชัดเจนและตอบคำถามได้ถูกต้องเพิ่มขึ้น

วิไลวรรณ สุวนิชกุล และมนตรี ทองมูล (2562, น.1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดโพลยา (Polya's Problem-Solving) ซึ่งเน้นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ 4 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความเข้าใจกับปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการทบทวนผลลัพธ์ พบว่ากิจกรรมดังกล่าวช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนสามารถวิเคราะห์และจัดการกับปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น รวมถึงมีความกระตือรือร้นและความมั่นใจในการเรียนรู้มากขึ้น ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัย คือ การใช้แนวคิดโพลยาในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบและการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้กับการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนในบริบทอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กฤษฎา วรพิน (2562, น.1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมุ่งเน้นวิเคราะห์ปัญหาที่นักเรียนเผชิญในกระบวนการแก้โจทย์ พบว่าปัญหาสำคัญของนักเรียนประกอบด้วย การขาดความเข้าใจในเนื้อหา โจทย์ ไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลในโจทย์กับวิธีการแก้ปัญหาได้ และการใช้วิธีการคำนวณที่ผิดพลาด อีกทั้งยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความกังวลและขาดความมั่นใจในการแก้โจทย์ปัญหา ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้โดยรวม ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยงานวิจัยนี้ช่วยให้ครูและผู้สอน

เข้าใจปัญหาที่แท้จริงของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยแก้ไขปัญหาลงมือ เช่น การเสริมสร้างความเข้าใจในโจทย์และการฝึกการคิดเชิงวิเคราะห์ที่ชัดเจนมากขึ้น

บาสริและคณะ (Basri, Purwanto, & As'ari, 2019, p.1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมต้นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ ระบุองค์ประกอบของการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนในการวิเคราะห์ ประเมิน อนุมาน คำอธิบาย และทักษะย่อยในการควบคุมตนเอง เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาด้วยแนวทางเชิงคุณภาพ ข้อมูลถูกเก็บรวบรวมโดยการทดสอบและการสัมภาษณ์ การหาค่าสามเหลี่ยมที่ทำได้โดยการเปรียบเทียบระหว่างการทดสอบกับการสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับต่ำ

เมอร์ยานซ์ วิเสเจียน และคณะ (Siagian, Saragih, & Sinaga, 2019, p.1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่เน้นรูปแบบการเรียนรู้ตามปัญหาเพื่อปรับปรุงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ที่เน้นรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา การปรับปรุงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ หนังสือนักเรียน ใบงานของนักเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถแก้ปัญหาของนักเรียนผลการวิจัยพบว่าสื่อการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้ตามปัญหาเป็นไปตามเกณฑ์ที่มีประสิทธิผลและปรับปรุงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนระดับ ดี

2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด สามารถแบ่งหัวข้อที่ได้ศึกษาไว้ดังนี้

2.1 ที่มาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับที่มาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ได้ข้อมูลดังนี้

ในปี ค.ศ. 2000 โนดะ (Nohda, 2000, p.1) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิดไว้ในที่ประชุมทางวิชาการด้านคณิตศาสตร์ศึกษาระดับนานาชาติ Conference of the

International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME) เรื่อง “Teaching by Open Approach Method in Japanese Mathematics Classroom” และได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดว่าเป็นวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ค้นหาความรู้และลงมือปฏิบัติจนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแสวงหาความรู้ ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้และเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้หลาย ๆ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และมีความหลากหลาย

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และสุลัดดา ลอยฟ้า (2547, น.30-32) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเปิดมุ่งเน้นให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์โดยตระหนักถึงศักยภาพของตนเอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเองในกระบวนการเรียนรู้ วิธีการนี้ช่วยขยายคุณภาพทั้งในเชิงกระบวนการและผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดมีบทบาทสำคัญในการเข้าใจแนวคิดของนักเรียน เพื่อยกระดับความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ลึกซึ้งขึ้น โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายแนวคิดกับเพื่อนร่วมชั้น หรือได้รับคำแนะนำจากครู นอกจากนี้ ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนจัดการความรู้ด้วยตนเองเพื่อขยายความเข้าใจและกิจกรรมในเชิงคณิตศาสตร์เป้าหมายของการเรียนรู้แบบเปิด คือการเปิดมุมมองเชิงบวกของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ มากกว่าการมุ่งเน้นเพียงการเรียนรู้เนื้อหาให้ครบถ้วน วิธีการนี้ช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจ และการจัดการตนเองของนักเรียนในระยะยาว

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดยึดหลักการ 3 ประการ ดังนี้

1. นักเรียนมีความเกี่ยวข้องกับความเป็นอิสระในการดำเนินกิจกรรมของตนเอง ซึ่งหมายความว่าเราควรตระหนักถึงคุณค่าของกิจกรรมของนักเรียน โดยหลีกเลี่ยงการแทรกแซงที่ไม่จำเป็น

2. นักเรียนมีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะวิวัฒนาการและบูรณาการ เนื่องจากเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความซับซ้อนและมีระบบและเชิงทฤษฎี ดังนั้นความรู้ที่มีความสำคัญมากจะยิ่งส่งผลให้เกิดความรู้เชิงอุปมา ซึ่งมีความโดดเด่นและลักษณะทั่วไปมากยิ่งขึ้น อุปมาเปรียบเสมือนความรู้สำคัญที่สามารถเปิดโอกาสไปสู่การเข้าใจโลกในมุมมองที่กว้างขึ้น ในขณะที่เดียวกัน ความรู้พื้นฐานที่มีความสำคัญจะได้รับการสะท้อนซ้ำในเส้นทางวิวัฒนาการของความรู้ทางคณิตศาสตร์ การได้มีโอกาสพิจารณาในมิติหลากหลายเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานนี้ จะช่วยกระตุ้นการก้าวสู่โลกของความรู้ที่กว้างขึ้น

3. นักเรียนมีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจของครูในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ ครูมักพบเจอแนวคิดที่ไม่คาดคิดจากนักเรียน ซึ่งบทบาทสำคัญของครูคือการสนับสนุนให้แนวคิดเหล่านั้นมีบทบาทในชั้นเรียนอย่างเต็มที่ และพยายามทำให้เพื่อนนักเรียนคนอื่นสามารถเข้าใจแนวทางที่แปลกใหม่ดังกล่าวได้

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีความสำคัญ ดังนี้ การจัดการเรียนรู้แบบเปิดมุ่งเน้นเปิดโอกาสใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จำเป็นต้องสร้างกิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีคิดทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรม การแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกเปิดออกมาอย่างชัดเจน

2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ได้ข้อมูลดังนี้

โนดะ (Nohda, 1986, p.120-124) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดมุ่งเน้นเปิดโอกาสใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จำเป็นต้องสร้างกิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีคิดทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรม การแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกเปิดออกมาอย่างชัดเจน ผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดมีความเป็นไปได้ที่นักเรียนจะเกิดการพัฒนาสูงขึ้นเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาและเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่ใช้กิจกรรมที่เชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์และนักเรียน โดยให้นักเรียนได้ใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จำเป็นต้องสร้างกิจกรรมที่เชื่อมโยงระหว่างวิธีคิดทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรม การแก้ปัญหานักเรียนได้อย่างชัดเจน” ซึ่งสอดคล้องกับ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และสุลัดดา ลอยฟ้า (2547, น.30) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดว่าเป็น “กระบวนการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ให้มีลักษณะที่เป็นปัญหาแบบเปิดกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด”

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าวิธีการแบบเปิด หมายถึง วิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ค้นหาความรู้และลงมือปฏิบัติจนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยวิธีการแบบเปิดจะนำปัญหาปลายเปิดมาใช้ในการจัดการเรียนรู้

2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ได้ข้อมูลดังนี้

โนดะ (Nohda, 2000, p.41-42) ได้เสนอขั้นตอนการนำปัญหาปลายเปิดมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดว่ามี 3 ขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดปัญหา เป็นกระบวนการที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้นักเรียนได้เผชิญหน้า โดยที่ผู้สอนไม่ได้แนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้ แต่เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง รูปแบบของปัญหามักอยู่ในบริบทที่กำหนด เช่น สถานการณ์จำลอง หรือการเล่นเกม ซึ่งลักษณะของปัญหาเหล่านี้ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันทีที่กระบวนการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้สอน เช่น ต้องการให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การวิเคราะห์เชิงลึก หรือการทำงานร่วมกัน ครูสามารถกำหนดสถานการณ์ที่ชัดเจน และตั้งคำถามปลายเปิดชนิดที่สอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้ เช่น ปัญหาที่เน้นการค้นหาแนวทางที่หลากหลาย การทดสอบสมมติฐาน หรือการพัฒนาวิธีการใหม่ ๆ เพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งชนิดของปัญหาปลายเปิดมี 3 ชนิด คือ (1) กระบวนการเปิด คือ มีวิธีการแก้ปัญหาที่ต้องหลากหลายทาง (2) ผลลัพธ์เปิด คือ มีคำตอบถูกหลายคำตอบ และ (3) แนวทางการพัฒนาเปิด คือ สามารถที่จะพัฒนาไปเป็นปัญหารูปแบบใหม่ได้หลากหลายโดยการเปลี่ยนเงื่อนไขหรือคุณลักษณะ หรือวิธีคิดที่ครูต้องการให้นักเรียนนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่มีวิธี และปัญหาที่ครูต้องการให้นักเรียนสร้างขึ้นจากปัญหาเดิมเป็นประเภทใด

2. แก้ปัญหา เป็นกระบวนการค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อแก้ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละคนเสนอวิธีการแก้ปัญหาตามความคิดของตนเอง ซึ่งอาจแตกต่างกันไปตามความรู้และประสบการณ์ส่วนบุคคล ครูมีบทบาทในการส่งเสริมให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและวิเคราะห์ความเชื่อมโยงของแต่ละแนวทาง เพื่อนำไปผสมรวมเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่สมบูรณ์และครอบคลุมยิ่งขึ้น

3. ขยายปัญหา เป็นกระบวนการต่อยอดไปยังขั้นตอนใหม่ โดยใช้ปัญหาเดิมเป็นพื้นฐานและนำผลการพิจารณาในขั้นตอนการแก้ปัญหามาปรับปรุงหรือพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาเพิ่มเติม เพื่อสร้างแนวทางใหม่ที่ครอบคลุมและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (Inprasitha, 2010, p.4-5) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) ผู้สอนจะนำเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาและระบุคุณสมบัติความสัมพันธ์ กฎ หรือวิธีการที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น อย่างไรก็ตาม ในช่วงเริ่มต้น นักเรียนบางคนอาจไม่เข้าใจคำถาม เนื่องจากยังไม่คุ้นเคยกับแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ "คุณสมบัติ" หรือ

“ความสัมพันธ์” ในบริบทของคณิตศาสตร์ การไม่เข้าใจนี้อาจทำให้นักเรียนไม่ทราบว่าจำเป็นต้องตอบหรือปฏิบัติอย่างไร เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหาและแนวทางการแก้ไข ผู้สอนควรอธิบายความหมายของคำเหล่านี้ให้ชัดเจน และใช้ตัวอย่างที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยให้นักเรียนเห็นภาพชัดขึ้น การปรับคำถามให้ง่ายและตรงไปตรงมา รวมถึงการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่คล้ายคลึง อาจช่วยให้นักเรียนคุ้นเคยกับการวิเคราะห์ปัญหาปลายเปิดและสามารถตอบคำถามได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นครูอาจใช้แนวทางต่อไปนี้

- สนับสนุนให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาเดียวกันผ่านการนำเสนอทางจอโปรเจคเตอร์หรือเขียนลงบนกระดานเพื่อสร้างความชัดเจนและกระตุ้นความสนใจ

- เพิ่มเติมข้อมูลทั่วไปเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ได้ดีขึ้น เช่น การแนะนำตัวอย่างที่หลากหลายหรือการแสดงข้อมูลในรูปแบบที่จับต้องได้มากกว่าที่ระบุไว้ในปัญหา

- จัดเตรียมตัวอย่างที่เปิดกว้าง ไม่จำกัดรูปแบบความคิด เพื่อให้นักเรียนมีอิสระในการวิเคราะห์ปัญหาและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง

- สร้างสื่อรูปธรรมที่เป็นตัวอย่างให้เห็นภาพชัดเจนและใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Students' self learning) วิธีการแบบปลายเปิดให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน โดยครูต้องระมัดระวังไม่กำหนดข้อเสนอแนะในลักษณะเดียวกันสำหรับนักเรียนทุกคน แต่ควรปรับคำแนะนำให้เหมาะสมกับความคิดเห็นและความต้องการเฉพาะบุคคล การเรียนรู้ในรูปแบบนี้คล้ายกับการจัดการเรียนรู้ทั่วไป ซึ่งประกอบด้วยการทำงานรายบุคคล การอภิปรายในกลุ่ม และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งชั้นอย่างไรก็ตาม จุดเด่นของวิธีการนี้คือการกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ หรือแนวคิดใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ซึ่งมักจะปรากฏในระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียน การสนทนาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเปิดมุมมองและนำไปสู่การค้นพบแนวทางใหม่ ๆ ที่สร้างสรรค์สิ่งสำคัญในขั้นตอนนี้คือการเคลื่อนย้ายกระบวนการเรียนรู้จากการทำงานรายบุคคลไปสู่การเรียนรู้แบบกลุ่ม ซึ่งช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกัน การแบ่งปันไอเดีย และการพัฒนาความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นผ่านกระบวนการคิดร่วมกันและแลกเปลี่ยนมุมมองในกลุ่มเรียน

ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ (Whole class discussion and comparison) ในขั้นตอนนี้ การอภิปรายทั้งชั้นเรียนมุ่งเน้นการแลกเปลี่ยนและเปรียบเทียบแนวทางแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนหรือกลุ่มนำเสนอ การเขียนบันทึกแนวทางแก้ปัญหาใน สมุด

บันทึก หรือ ใบกิจกรรม เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนสะท้อนความคิดและครูสามารถรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ได้ข้อมูลที่รวบรวมจะช่วยให้ครูวิเคราะห์การเรียนรู้ของนักเรียน แยกนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจโจทย์ และให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อกระตุ้นให้พวกเขาพัฒนาวิธีคิดและแก้ปัญหา ครูควรเดินสำรวจการทำงาน of นักเรียนเพื่อดูรายละเอียดกระบวนการคิด พร้อมให้คำแนะนำระหว่างการทำงานหากมีเวลาเพียงพอ ควรให้นักเรียนทำงานจนเสร็จสมบูรณ์ เพื่อทบทวนกระบวนการของตนเองและเตรียมตัวสำหรับการอภิปราย การเปรียบเทียบวิธีแก้ปัญหาในชั้นเรียนช่วยให้นักเรียนเรียนรู้จากกันและกัน และพัฒนาความเข้าใจปัญหาได้ในหลากหลายมุมมอง ซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้เชิงคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Summarization through connecting students' mathematical ideas emerged in the classroom) ครูควรให้นักเรียนหรือตัวแทนกลุ่มเขียนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองบนกระดาน และรวบรวมวิธีการทั้งหมด แม้ว่าจะมีความซ้ำซ้อน เพื่อให้ให้นักเรียนได้ยืนยันหรือปรับปรุงแนวทางของตนเองร่วมกับเพื่อนในชั้น สำหรับวิธีที่ยังไม่ถูกต้อง ครูควรใช้มุมมองเชิงบวกและกระตุ้นการแก้ไขผ่านคำแนะนำจากเพื่อนร่วมชั้น เมื่อมีแนวทางหลากหลาย ครูควรมุ่งเน้นที่ประเด็นสำคัญและนำไปสู่ข้อสรุป พร้อมทั้งจัดลำดับและผสมผสานวิธีการต่าง ๆ อย่างเหมาะสม ก่อนสรุปการเรียนรู้ในคาบนั้นและกระตุ้นให้นักเรียนเตรียมตัวสำหรับคาบถัดไป การจัดการแบบนี้ช่วยส่งเสริมความเข้าใจและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนวิธีการแบบเปิด โดยปรับจากไมตรี อินทรประสิทธิ์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) เป็นขั้นตอนที่ครูแสดงปัญหาปลายเปิดพร้อมทั้งนำสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือรูปภาพมาให้นักเรียนใช้จำลองสถานการณ์หรือทำความเข้าใจปัญหา

2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Students' self learning) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเชื่อมโยงสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือรูปภาพกับความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

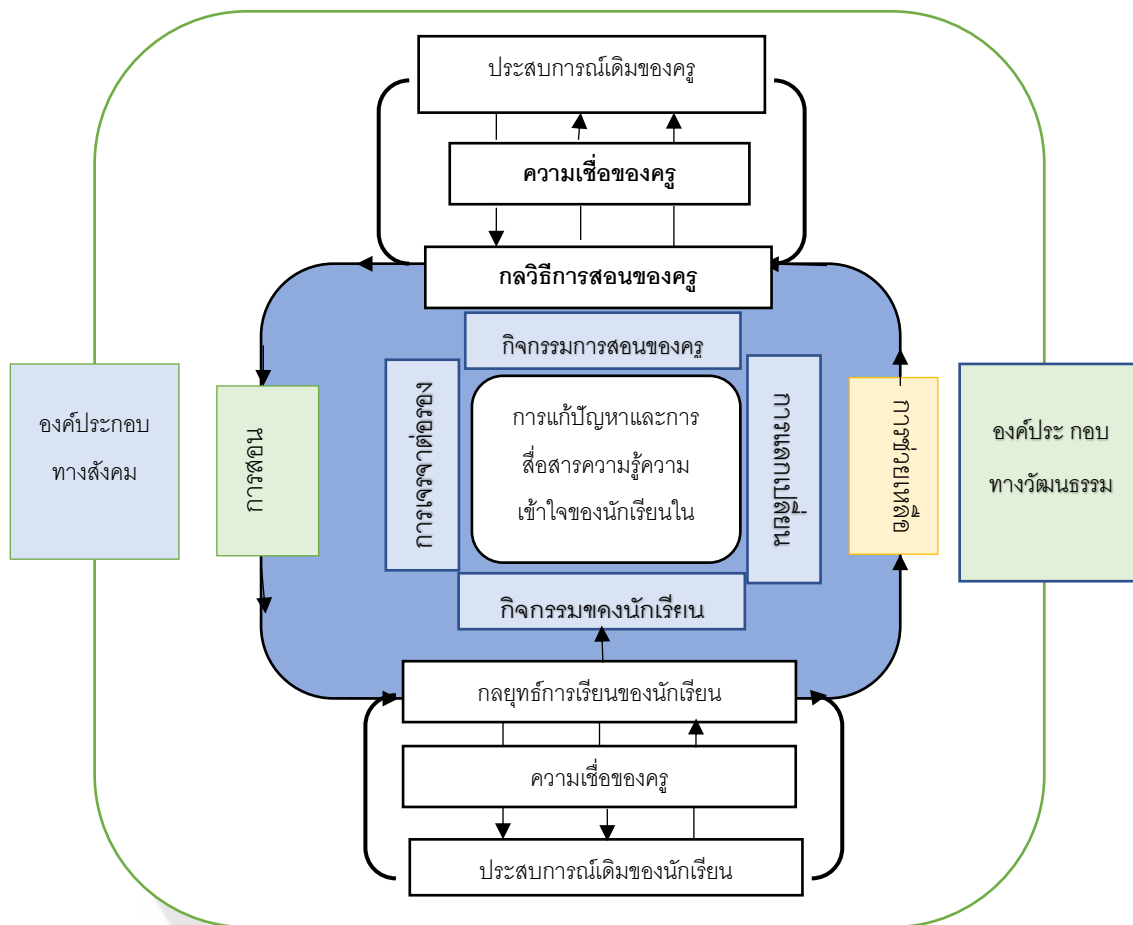
3) การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ (Whole class discussion and comparison) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มหรือของตนเองโดยนักเรียนคนอื่นหรือครูอาจซักถาม เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาในชั้นเรียน

4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Summarization through connecting students' mathematical ideas emerged in the classroom) เป็นขั้นตอนที่ครูรวบรวมแนวคิดทั้งหมดที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อสรุปความรู้และวิธีการในการแก้ปัญหา

2.4 สถานการณ์การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับสถานการณ์การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ได้ข้อมูลดังนี้

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดดำเนินไปอย่างไร ภาพประกอบ 9 แสดงให้เห็นถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในญี่ปุ่น (Nohda & Shimizu, 1989, p.13) ถูกสร้างขึ้นจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของแฮร์บาร์ต แผนภาพนี้สะท้อนลักษณะหลายประการของห้องเรียนในญี่ปุ่นที่นำสถานการณ์ปัญหามาเป็นตัวกลางในการแนะนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญแก่นักเรียน นักเรียนร่วมมือกันเผชิญความท้าทายของสถานการณ์ปัญหาเพื่อค้นหาแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมในห้องเรียนทั่วไป การสร้างกระบวนการเรียนรู้ทำให้เกิดผลสำเร็จสำหรับนักเรียนชั้นสูงที่มีความสามารถและความเชื่อที่หลากหลายถือเป็นเรื่องยาก อย่างไรก็ตาม ห้องเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดมีเป้าหมายเพื่อเตรียมนักเรียนให้เผชิญหน้ากับสถานการณ์ท้าทาย โดยใช้ปัญหาแบบเปิดที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ทั้งในด้านความสามารถและความสนใจ พร้อมทั้งสนับสนุนการพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนอกจากนี้ วิธีการดังกล่าวยังมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจวิธีการแก้ปัญหาและสร้างปัญหาใหม่ได้ด้วยตัวเอง ผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย นักเรียนจึงไม่ได้เพียงเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ แต่ยังสามารถพัฒนาทักษะพื้นฐานที่สำคัญต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น วิธีการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ความเชื่อ และความรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง (Meta-knowledge) ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจว่า "มนุษย์เรียนรู้ได้อย่างไร"



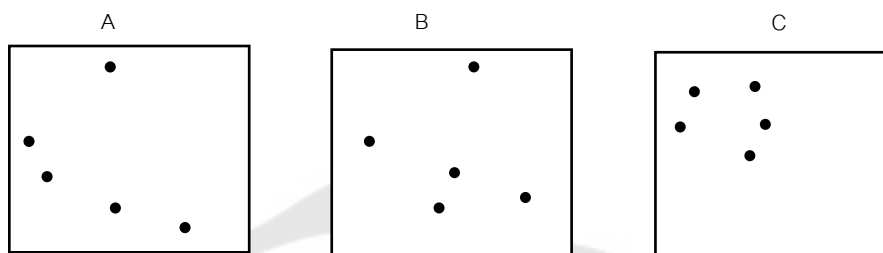
ภาพประกอบ 9 แสดงลักษณะที่สำคัญที่เกิดขึ้นในห้องเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด

ที่มา Nohda & Shimizu, 1989. A cross-cultural study on mathematical problem solving in US and Japan. p.13.

ตัวอย่างต่อไปนี้แสดงให้เห็นถึงสถานการณ์การจัดการเรียนรู้ของอาจารย์ที่สี่โตะซึ่งเป็นครุคณิตศาสตร์แห่งหนึ่งในกรุงโตเกียว ได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (อายุ 11-12 ปี) ด้วยวิธีการแบบเปิดโดยใช้ปัญหาเรื่องก้อนหิน ครูจะพยายามแสดงให้เห็นถึงสถานการณ์การจัดการเรียนรู้ที่ดำเนินไปตามโมเดลสถานการณ์ที่นำเสนอไปก่อนหน้านี้อย่างไร

สถานการณ์ A เป็นการสร้างสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ปัญหาก้อนหินโดยอยู่ในรูปสถานการณ์เกมโดยนำเสนอปัญหาดังนี้

ครู: “เราจะมาพิจารณาการเล่นเกโยนก่อนหินบนกระดาน แล้วเปรียบเทียบว่าของใครกระจายอย่างไร ผู้ชนะในเกมนี้คือผู้ที่โยนได้กระจายมากที่สุด ให้นักเรียนพิจารณาการโยนก่อนหินของคน 3 คน คือ A B และ C จากแผนภาพการกระจายนี้เพื่อจะหาวิธีการตัดสินว่าใครคือผู้ชนะ (ครูให้นักเรียนดูรูปแผนภาพการกระจาย)”



ภาพประกอบ 10 แสดงร่องรอยการปาหิน 5 ก้อนของนักเรียนทั้ง 3 คน

ที่ มา Nohda & Shimizu, 1989. A cross-cultural study on mathematical problem solving in US and Japan. p.13.

ก่อนที่จะมีการพิจารณาหาวิธีการตัดสินว่าใครเป็นผู้ชนะ อาจารย์ทสึโบตะได้ให้นักเรียนได้ลอง เล่นเกมการโยนก่อนหินจริง ๆ บนโต๊ะของตัวเอง เมื่อเวลาผ่านไปพอสมควร อาจารย์ทสึโบตะได้ให้นักเรียนหลายคนนำเสนอแผนภาพการโยนก่อนหินของตนบนกระดานดำ จากการพิจารณาการนำเสนอของเพื่อน ๆ นักเรียนบางคนได้เริ่มตระหนักว่าการกระจายของก่อนหินมีความหลากหลายมาก อาจารย์ทสึโบตะจึงได้ให้นักเรียนหาวิธีการที่จะตัดสินว่าแผนภาพการโยนก่อนหินแผนภาพใดแสดงว่ามีการกระจายมากที่สุด พร้อมทั้งหาเหตุผลเพื่อนำมาชี้แจงให้เพื่อน ๆ ในห้องเชื่อว่าเป็นการตัดสินใจที่สมเหตุสมผล นักเรียนหลายคนยกมือและนำเสนอแนวคิดของตน นักเรียนหลายคนได้ใช้ความรู้ความสามารถที่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เช่น การใช้เรื่องความยาวและพื้นที่ การอภิปรายในห้องเรียนทำให้ค่อย ๆ ยกกระดับขึ้นไปจนเห็นความแตกต่างของแนวทางต่าง ๆ ที่นักเรียนนำเสนอประกอบการตัดสินใจ

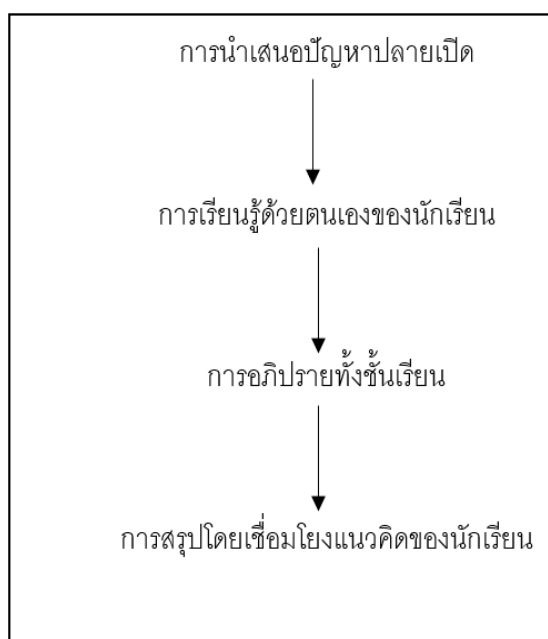
การนำเสนอปัญหาในลักษณะนี้ถือเป็นเรื่องปกติในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในห้องเรียนของญี่ปุ่น ในกรณีของอาจารย์ทสึโบตะ เขาได้พยายามเน้นถึงความจำเป็นของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ความยาวและพื้นที่ซึ่งนักเรียนใช้เองโดยธรรมชาติ จากนั้นจึงค่อย ๆ เสนอแนวคิดสำคัญของปัญหาโดยให้คำถามกับนักเรียนว่า “เป็นไปได้หรือไม่ที่เราจะใช้จำนวนมาช่วยในการตัดสินดีขึ้น”

สถานการณ์ B "การสืบเสาะแนวคิดต่าง ๆ จากปัญหาที่กำหนดให้" ช่วงนี้เป็นช่วงที่นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดที่หลากหลายในการใช้จำนวน นักเรียนบางส่วนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในแนวคิดต่าง ๆ อย่างเอาใจจริงเอาใจ นักเรียนบางคนพยายามหาตัวอย่างด้านหรือพยายามชี้ให้เห็นว่าแนวคิดบางอย่างไม่สามารถใช้ได้กับบางกรณี จากการอภิปรายกันอย่างหนักหน่วง นักเรียนสามารถบูรณาการแนวคิดในการตอบที่หลากหลายให้เป็นแนวทางคำตอบที่เป็นระดับสูงขึ้นได้

สถานการณ์ C "การสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ก้าวหน้ากว่าเดิม" หลังจากที่ได้มีการนำเสนอจบแล้ว อาจารย์ทสี่โบะตะให้นักเรียนมองย้อนไปที่สถานการณ์เดิมหรือที่ปัญหาค้นกำเนิดและหาวิธีตัดสินว่าผู้ใดชนะโดยการใช้แนวทางที่นักเรียนบางคนเสนอขึ้นมา ปรากฏว่านักเรียนชอบวิธีการที่ง่าย ๆ เช่น การใช้เรื่องพื้นที่ในการเปรียบเทียบ พวกเขาวัดพื้นที่ของการกระจายของก้อนหินและตัดสินใจว่าใครเป็นผู้ชนะแต่ในระหว่างนั้นนักเรียนบางคนพบว่าในบางกรณีการหาพื้นที่ไม่ใช่เหตุผลที่ดีในการเปรียบเทียบการกระจาย ในการสรุปทเรียนครูและนักเรียนต่างก็ยอมรับว่าการหาพื้นที่จำเป็นที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนหรือทบทวนและไตร่ตรองครูได้สรุปทเรียนวันนั้นโดยการกล่าวว่า "วันนี้ เราได้เรียนรู้และเปรียบเทียบสิ่งของที่มีลักษณะค่อนข้างคลุมเครือ" โดยสรุปจะเห็นว่าชั้นเรียนของอาจารย์ทสี่โบะตะได้ฉายภาพให้เห็นถึงความเป็นไปได้เกี่ยวกับศักยภาพของนักเรียนในประเด็นต่อไปนี้ (1) กำหนดหรือสร้างปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ (2) สร้างหรือ ค้นหาแนวคิดการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง (3) ยอมรับได้ว่าแนวคิดการแก้ปัญหาามีหลากหลาย และ (4) สำรองตรวจสอบแนวทางคำตอบ รวมทั้งวินิจฉัยหรือปฏิเสธแนวทางคำตอบที่แตกต่างอย่างรอบคอบ สามารถกล่าวได้ว่า วิธีการแบบเปิดสามารถทำให้เราสร้างและพัฒนากิจกรรมคณิตศาสตร์ที่สำคัญมากให้เกิดขึ้นได้ในชั้นเรียน

คณิตศาสตร์สำหรับบริบทไทยนำแนวคิดวิธีการแบบเปิดมาใช้โดยปรับใช้ในชั้นเรียน โดยในช่วงแรกของการนำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ นั้น จะเกี่ยวกับการสร้างปัญหาปลายเปิด ซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย (Non-routine problems) โดยอาศัยความหมายของการเปิดสามารถจำแนกปัญหาปลายเปิดออกได้เป็น 3 ชนิด คือ (1) กระบวนการเปิด (Process is open) (2) ผลลัพธ์เปิด (End product are open) และ (3) แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด (Ways to develop are open) และในปี 2010 วิธีการแบบเปิดได้พัฒนาจากปัญหาปลายเปิดเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ (Teaching approach) ซึ่งเป็นวิธีการแบบเปิดที่ทำให้เกิดขึ้นเรียนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา (Problem solving classroom) โดยมีลำดับขั้นการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้น คือ (1) ชี้นำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) (2) ชั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของ

นักเรียน (Students' self learning) (3) ชั้นอภิปรายทั้งชั้นเรียนและเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียน (Whole class discussion and comparison) และ (4) ชั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน (Summarize through connection students' mathematical ideas emerged in the classroom) ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 แสดงแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

ที่ ม ๑ Inprasitha, M. (2010). One feature of adaptive lesson study in Thailand- Designing learning unit. p.50.

2.5 การประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียน ได้ข้อมูลดังนี้

โนดะ (Nohda, 2000, p.10) ได้เสนอการประเมินกิจกรรมของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการแบบเปิดว่า เป็นสิ่งที่มีคุณค่าที่จะกล่าวถึง เพราะว่า จุดประสงค์ของวิธีการแบบเปิดไม่ใช่เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังส่งเสริมแนวทางในการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

การประเมินแนวทางของคำตอบของนักเรียน สามารถพิจารณาได้จากเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. Fluency จำนวนของคำตอบหรือแนวคิดที่นักเรียนสร้างขึ้นมีมากน้อยเพียงใด แสดงถึงความคล่องตัวในการคิดและการแก้ปัญหา
2. Flexibility ความหลากหลายของแนวคิดที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา มีความแตกต่างและยืดหยุ่นในการคิดทางคณิตศาสตร์เพียงใด
3. Originality ระดับของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์หรือความเป็นต้นแบบของแนวทางแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอ
4. Elegance ความชัดเจน เรียบง่าย และเป็นระเบียบของการนำเสนอแนวทางแก้ปัญหา หรือการอธิบายวิธีการของนักเรียน

สาลินี เรื่อง จั๊ย (2554, น.57-62) มีการวิเคราะห์วิธีการตอบคำถามโจทย์ปัญหา ปลายเปิดในบริบทของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โดยสรุปดังนี้

1. แนวทางการประเมินคำตอบ

การประเมินคำตอบของนักเรียนเน้นที่กระบวนการแก้ปัญหามากกว่าคำตอบ ที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว วิธีการนี้ช่วยให้นักเรียนได้แสดงวิธีคิดและเหตุผลในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์

2. เกณฑ์การวิเคราะห์คำตอบ

- ความคิดริเริ่ม (Originality): นักเรียนต้องสามารถคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่แปลกใหม่และแตกต่างจากผู้อื่น
- ความยืดหยุ่น (Flexibility): การเลือกใช้วิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหา
- ความคล่องแคล่ว (Fluency): การหาคำตอบได้รวดเร็วและต่อเนื่อง

3. การสะท้อนผลลัพธ์

นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนคำตอบและแนวคิดกับเพื่อนร่วมชั้น เพื่อสร้างความเข้าใจในวิธีการแก้โจทย์ที่แตกต่างกัน การอภิปรายนี้ช่วยส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการเรียนรู้ร่วมกัน

จากการศึกษาผู้วิจัยสามารถสรุปการประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียน ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการประเมินแนวทางของคำตอบของนักเรียน สามารถพิจารณาได้จากเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. Fluency จำนวนของแนวคิดหรือคำตอบที่นักเรียนสามารถสร้างขึ้นเพื่อตอบ โจทย์หรือแก้ปัญหามีมากน้อยเพียงใด ซึ่งสะท้อนถึงความคล่องแคล่วในการคิดและการแก้ปัญหา
2. Flexibility ระดับของความหลากหลายหรือความแตกต่างในแนวคิดที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งแสดงถึงความยืดหยุ่นและความสามารถในการมองปัญหาในหลายมุมมอง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ได้ข้อมูลดังนี้
 สาลินี เรืองจ้อย (2554, น.4) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบแผนการวิจัยเป็นแบบ One-Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ การทดสอบค่าสถิติ t-test for dependent samples ผลการศึกษพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิรัชยุพา คงภักดี (2561, น.12) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยวิธีแบบเปิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาพฤติกรรมเชิงลึก งานวิจัยเป็นแบบ one-group pretest - posttest design โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน และ แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน (1) มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ.05 และ (2) แสดงพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอน 4 ขั้นตอนดังนี้ (1) ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด นักเรียนใช้เวลาในการอ่านปัญหาและร่วมอภิปรายปัญหามากขึ้น (2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน นักเรียนอธิบายปัญหา ระบุตัวแปรสำคัญ มีการวางแผนก่อน สามารถอธิบายวิธีแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน และตรวจสอบคำตอบมากขึ้น (3) ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบ นักเรียนอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่น และ (4) ขั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนในชั้นเรียน นักเรียนตอบคำถามที่ครูได้ถามไว้ในใบกิจกรรมและมีการเชื่อมโยงคำตอบของข้อคำถามไปสู่ข้อสรุปมากขึ้น

อริษา คำโหมด และสิทธิพล อัจฉินทร์ (2562, น.1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya) ผลวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 36.24

และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 23 คน คิดเป็นร้อยละ 79.31 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จรรยา สุนทรหาญ (2563, น.1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการแบบเปิด และมีเครื่องมือในการวิจัย ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด มากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีระดับนัยสำคัญ .05

3. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิด CPA สามารถแบ่งหัวข้อที่ได้ศึกษาไว้ดังนี้

3.1 ที่มาและความสำคัญของ CPA

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับที่มาและความสำคัญของ CPA ได้ข้อมูล ดังนี้

บรูเนอร์และเคนนี (Bruner & Kenney, 1965, p.50-59) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เริ่มต้นด้วยประสบการณ์โดยใช้รูปธรรมในการถ่ายทอดความรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ได้อ่าน เพื่อทำให้เกิดความเชื่อมโยงทางความรู้

กระทรวงศึกษาธิการประเทศสิงคโปร์ (Ministry of Education 2012 อ้างถึงใน เพชรชนก จันทรหอม 2562, น.17) ได้กล่าวไว้ว่า ในการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ในประเทศสิงคโปร์ แนวคิด enactive-iconic-symbolic ของ Bruner มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA โดยแนวคิด CPA เป็นยุทธวิธีของการเรียนรู้ที่สำคัญ ที่กระทรวงศึกษาธิการของประเทศสิงคโปร์ให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง และได้ให้หลักสูตรนี้ในปี 2013 ที่กล่าวว่า แนวคิดนี้เป็นเรื่องของการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพอย่างยิ่งสำหรับการจัดการเรียนรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นประถมและมัธยมต้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เป็นกิจกรรมการเรียนรู้แนวคิดและทักษะทางคณิตศาสตร์ ทำให้พวกเขาสามารถนำความรู้ที่ไปประยุกต์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน สร้างความรู้และความเข้าใจจากรูปธรรมหน้าที่ของครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกคอยแนะนำให้นักเรียนเข้าใจจากรูปธรรมสู่นามธรรม

เพชรชนก จันทรหอม (2562, น.17) ได้กล่าวว่า CPA เป็นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาตอนต้น

ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรม ซึ่งเรียนรู้จากสิ่งของที่เป็นรูปธรรม จากนั้น เรียนรู้ผ่านภาพแทน และจบลงด้วยการแก้ปัญหาโดยใช้สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม โดยนักเรียนจะได้สำรวจพร้อมทั้งเรียนรู้และใช้ความรู้กับบริบทในชีวิตประจำวันหรือทรัพยากรอื่น ๆ ได้เหมาะสม

จากการศึกษาผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า CPA เป็นแนวคิดของประเทศสิงคโปร์ที่ได้รับการปรับปรุงแนวคิดมาจากสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น โดยที่กิจกรรมดังกล่าวเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนพิจารณาคณิตศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น นำไปสู่การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปของนามธรรม

3.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิด CPA ได้ข้อมูล ดังนี้

ฮง และคณะ (Hoong, Kin, & Pien, 2015, p.13) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ โดยมีลำดับการเรียนรู้ที่เริ่มจาก สิ่งที่จับต้องได้ (Concrete) เช่น วัสดุหรือวัตถุจริง ๆ ไปสู่ การใช้ภาพหรือสัญลักษณ์ (Pictorial) เพื่อเชื่อมโยงแนวคิด และท้ายที่สุดคือ การเข้าใจในระดับนามธรรม (Abstract) ซึ่งใช้ตัวเลข สัญลักษณ์ หรือสมการคณิตศาสตร์การใช้ลำดับนี้ช่วยลดความซับซ้อนของการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนค่อย ๆ สร้างความเข้าใจผ่านการปฏิบัติจริง ก่อนขยับไปสู่การเชื่อมโยงกับแนวคิดเชิงนามธรรม ส่งเสริมให้นักเรียนมีความมั่นใจในกระบวนการเรียนรู้ และสามารถเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและยั่งยืน

เพชรชนก จันทร์หอม (2562, น.17) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยเริ่มต้นจากการได้รับประสบการณ์ตรงผ่านการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนอย่างเป็นระบบ จากนั้นจึงแปลประสบการณ์ดังกล่าวเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ และพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงสัญลักษณ์เหล่านั้นได้อย่างสอดคล้องและต่อเนื่องกัน”

เฮาท์ เฮย และ ลี (Hui, Hoe, & Lee, 2017, p.3) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นรูปแบบการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนบรรลุความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในเชิงลึก โดยเริ่มจากการเรียนรู้ในรูปแบบที่เป็นรูปธรรม ครูสามารถจัดกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดผ่านสิ่งที่จับต้องได้ (รูปธรรม) แล้วค่อย ๆ พัฒนาไปสู่การแสดงแนวคิดด้วยรูปภาพหรือสัญลักษณ์ (เชิงภาพ) และสุดท้ายเชื่อมโยงสู่การเข้าใจในระดับนามธรรมได้อย่างสมบูรณ์

เคิร์นเนียวาน (Kurniawan, 2020, p.3) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “เป็นการเรียนรู้แนวทางที่ได้รับการฝึกฝนในสิงคโปร์ ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA มุ่งเน้นพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์และความมั่นใจโดยไม่ต้องใช้การท่องจำ ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้จะผ่านจากรูปธรรมเชื่อมโยงสู่นามธรรม ทำให้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์น่าสนใจมากขึ้นตามเงื่อนไขและความพร้อมของนักเรียน วิธีปฏิบัติในการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ยังสามารถได้รับการพัฒนาในสถานที่อื่น ๆ”

จากการศึกษาผู้วิจัยสามารถให้ความหมายสำหรับงานวิจัยนี้ว่า การจัดกิจกรรมโดยใช้แนวคิด CPA หมายถึง การจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เน้นกิจกรรมที่ใช้วัตถุเป็นรูปธรรมแทนสัญลักษณ์ต่าง ๆ และนำไปสู่นามธรรมที่เชื่อมโยงระหว่างสัญลักษณ์และรูปธรรม

3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA ได้ข้อมูลดังนี้

ฟลอเรส (Flores, 2010) ได้กล่าวว่า มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. มีการใช้วัตถุเชิงประติมากรรมเพื่อนำความรู้ความเข้าใจเชิงแนวคิด
2. ระดับรูปธรรมกระบวนการเรียนรู้มีการอธิบายดังนี้

นักเรียนแสดงที่ให้เห็นเกี่ยวกับ กระบวนการที่ฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ การปรับสิ่งของมาใช้ในการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมในกระบวนการและทักษะ

เฮาท์ เฮย และ ลี (Hui et al., 2017, p.4-5) กล่าวว่า มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA ไว้ 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. แนะนำการขยายความ

ครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับวัตถุที่เป็นรูปธรรม ที่มีความสัมพันธ์กับวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุเป็นรูปธรรมให้นักเรียนเข้าใจ

2. สร้างความคุ้นเคย

ครูให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม และนำเสนอตัวอย่างที่จับต้องได้เพื่อสร้างความคุ้นเคยและความเข้าใจ และให้นักเรียนได้ศึกษาตัวอย่างเหล่านั้น

3. จำแนกความรู้

ครูกระตุ้นด้วยการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดเชื่อมโยงเกี่ยวกับ ตัวอย่างวัตถุที่เป็นรูปธรรมกับตัวอย่างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน และเปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ ความเชื่อมโยง โจทย์ที่นักเรียนทำกับตัวอย่างอื่น ๆ ที่ได้สอนไป

4. แนวคิดรูปธรรม

ครูให้นักเรียนได้เชื่อมโยงวัตถุที่เป็นรูปธรรมแปลงเป็นสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม

ภุทธิ (Putri, 2019, p.6) ได้กล่าวว่า เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่คำนึงถึงลำดับของ สามขั้นตอนของการเรียนรู้เป็นวงจรลำดับขั้นที่เริ่มต้นด้วยการใช้วัตถุ (Concrete) ในการทำ จากนั้นสร้างเป็นภาพ Pictorial และในขั้นสุดท้ายของนักเรียนในรูปแบบนามธรรม (Abstract) เมื่อผ่านขั้นตอนการเรียนรู้ทั้งสามนี้ นักเรียนคาดว่าจะเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน และถูกต้อง

เคิร์นเนียวาน (Kurniawan, 2020, p.2) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA มี 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. แนะนำหรืออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้
2. การเชื่อมต่อกับรูปแบบกับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
3. การเชื่อมต่อกับนามธรรมสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์กับนามธรรมเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนในการจัดการเรียนจาก Heru Kurniawan มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA มี 3 ขั้นตอน ได้แก่

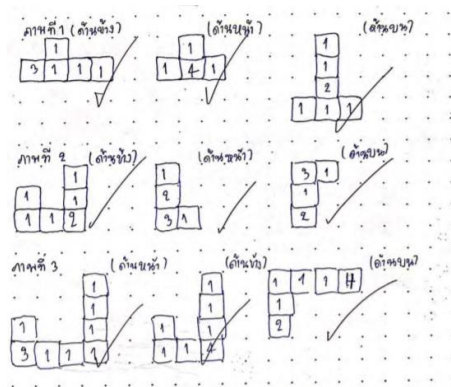
1. แนะนำหรืออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้
2. การเชื่อมต่อกับรูปแบบกับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
3. การเชื่อมต่อกับนามธรรมสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์กับนามธรรมเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.4 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA ได้ข้อมูลดังนี้

เพชรชนก จันทร์หอม (2562, น.81) ได้ยกตัวอย่าง กิจกรรมก่อสร้างรูปเรขาคณิต ซึ่งอธิบาย c เพิ่มเติมเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA เรื่องรูปเรขาคณิต จากกิจกรรม อธิบายว่า ให้เขียนภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่

ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ตามบัตรที่กำหนดให้ พร้อมตัวเลขแสดงจำนวนลูกบาศก์โดยใช้กระดาษจุดจากภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์

ที่มา: เพชรชนก จันทรหอม 2019. การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA. น.81.

ฮง และคณะ (Hoong et al., 2015, p.13) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เรื่อง การแยกตัวประกอบ โดยมีวิธีการคือ การเชื่อมต่อนระหว่างรูปธรรมกับการแยกตัวประกอบในพีชคณิตนามธรรม โดยใช้ความคล้ายคลึงทางเรขาคณิตของการแยกตัวประกอบ ในการหาความยาว ความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สำหรับการเริ่มต้นโดยใช้บัตรพีชคณิต (Algecards) ซึ่งบัตรพีชคณิตจะมีลักษณะรูปสี่เหลี่ยม แต่มีความแตกต่างของรูปสี่เหลี่ยมตรงที่มี x^2 , x และ 1 อยู่บนบัตรเพื่อให้เกิดการเชื่อมต่อที่ชัดเจนระหว่างรูปธรรมและสัญลักษณ์ สำหรับวัตถุประสงค์ของการใช้บัตรพีชคณิต คือ การช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงส่วนสำคัญที่เป็นรูปธรรมของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้เป็นอย่างดี และทำให้สามารถแยกตัวประกอบซึ่งเป็นนามธรรมออกได้ดังภาพ

Factorise	Algecards Diagram	Rectangle Diagram						
$x^2 + 3x + 2$ $= (x + 1)(x + 2)$	<table border="1"> <tr> <td>x^2</td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	x^2	x	x	x	1	1	
x^2	x	x						
x	1	1						

ภาพประกอบ 13 การเชื่อมโยงบัตรพีชคณิต (AlgeCards) กับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและการแยกตัวประกอบ

ที่มา: Hong, kin, & Plen 2015. Concrete-Pictorial-Abstract: Surveying its origins and charting its future. P.4.

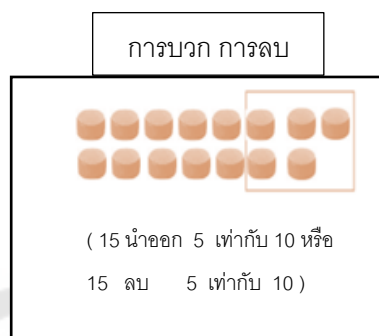
จากภาพประกอบ 12 เป็นตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA ทำให้นักเรียนเห็นถึงมโนทัศน์ที่ถูกต้องโดยมีรูปเรขาคณิตให้นักเรียนได้มองแล้วนักเรียนได้ลงมือวาดภาพของมุมมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน ของรูปนั้น ๆ

รัศมี ศิริกัมพลา (2563, น.5-7) กล่าวว่า การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้และมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการให้ความหมายด้วยการแนะนำ (C: Concrete)

สำหรับขั้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของการสัมผัสและเรียนรู้จากของจริง (C: Concrete) ควรเริ่มด้วยการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ผ่านวัตถุที่สัมผัสได้ในที่นี้ผู้วิจัยใช้ฝาชวดน้ำร่วมกับการเล่นเพื่อทำความเข้าใจความหมายเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ การหาร ซึ่งจะทำให้กิจกรรมน่าสนใจยิ่งขึ้น รวมถึงการใช้กิจกรรมจำลองปัญหาผ่านประสบการณ์จริงจะช่วยให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน เพราะฝาชวดน้ำเป็นวัสดุที่สามารถแสดงการนำเข้า นำออก แบ่งออกหรือนับเพิ่มครั้งละเท่ากัน จะช่วยเพิ่มความเข้าใจและอธิบายความหมายการบวก การลบ การคูณ การหาร ได้ง่ายและชัดเจนมากขึ้น ตัวอย่างเช่น “ให้นักเรียนใช้ฝาชวดน้ำแทนปัญหาประกอบกิจกรรมการเล่นบทบาทสมมติเพื่อตอบคำถาม ตัวอย่างโจทย์ปัญหา เช่น หนูน้อยหมวกแดงมีแอปเปิล 15 ผล พบว่า เน้า 5 ผลต้องนำออก แล้วให้นักเรียน

ช่วยกันนับแอปเปิลว่าเหลือเท่าไร (10 ผล) จำนวนแอปเปิลมากขึ้นหรือน้อยลง (น้อยลง) ใช้วิธีการใดหาคำตอบ (มี 15 นำออก 5 เหลือ 10/การลบ)” ทำให้นักเรียนเข้าใจความหมายได้ดังภาพประกอบ 13 และ 14

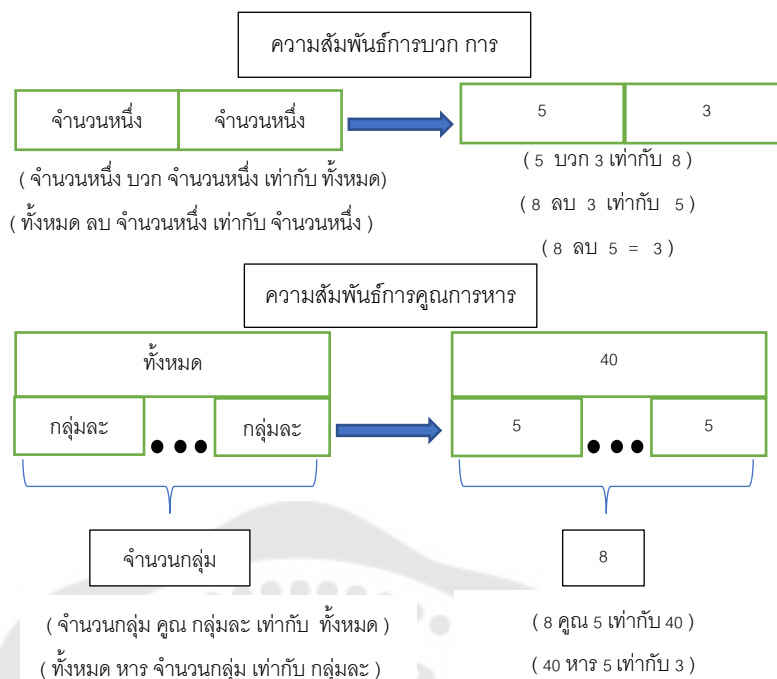


ภาพประกอบ 14 การใช้ฝาขวดน้ำแก้ปัญหาการบวกลบ

ที่มา: รัชมี ศิริกัมพลา 2563:การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์. น. 5-7.

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความคุ้นเคยผ่านการสำรวจ (C : Concrete)

ขั้นตอนนี้เป็นส่วนหนึ่งของการจับต้องและเรียนรู้จากของจริง (C: Concrete) และเป็นขั้นตอนสำคัญในการสร้างมโนทัศน์ สำหรับขั้นนี้ต้องเริ่มจากการให้นักเรียนเชื่อมโยงความเข้าใจในขั้นที่ 1 ร่วมกับการใช้ฝาขวดน้ำเพื่อให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับการดำเนินการของจำนวน โดยมอบหมายให้นักเรียนหาคำตอบของสมการที่กำหนดให้โดยการใช้น้ำฝาขวดน้ำแสดงให้เห็นถึงการนำเข้า นำออก แบ่งออกหรือนับเพิ่มครั้งละเท่ากัน ซึ่งสมการที่กำหนดให้กับคำตอบจะมีความสัมพันธ์กัน เช่น “5 บวก 3 เท่ากับ 8 , 8 ลบ 5 เท่ากับ 3, 8 ลบ 3 เท่ากับ 5” แล้วใช้การแนะนำให้นักเรียนลองสังเกตเกี่ยวกับการดำเนินการเพื่อให้นักเรียนพบความเกี่ยวข้องกันของการบวกกับการลบ การคูณกับการหาร แล้วให้นักเรียนอธิบายความหมายและลำดับของวิธีการดำเนินการ เช่น “การบวก หน้าเครื่องหมายบวกคือจำนวนหนึ่ง หลังเครื่องหมายบวกคือจำนวนหนึ่ง การลบ หน้าเครื่องหมายลบคือจำนวนทั้งหมดที่มีหลังเครื่องหมายลบคือจำนวนหนึ่ง” ดังภาพประกอบ 15 เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของลำดับของการดำเนินการได้ ซึ่งการเข้าใจความหมายในขั้นนี้จะเป็นเครื่องมือเพื่อนำไปใช้ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพในขั้นตอนต่อไป



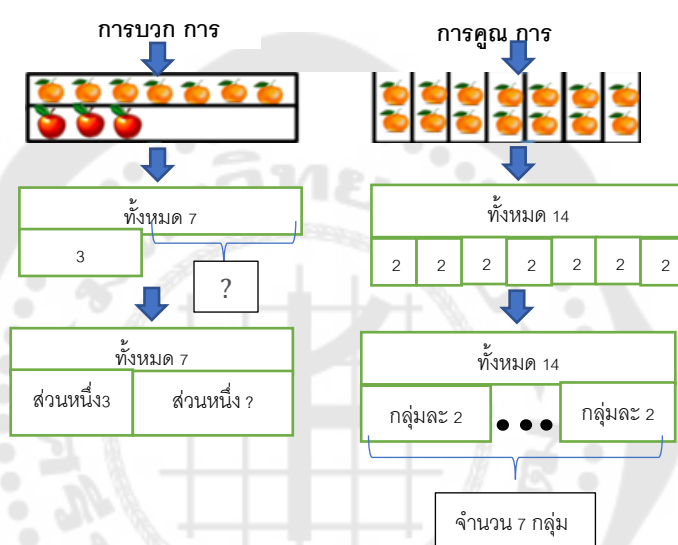
ภาพประกอบ 15 ความสัมพันธ์และลำดับของการดำเนินการ การบวก การลบ การคูณ และการหาร

ที่มา: วัศมี ศิริกัมพลา 2563:การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์. น. 5-7.

ขั้นที่ 3 ขั้นการจำแนกองค์ความรู้ (P: Pictorial)

ขั้นตอนนี้เป็นการเปลี่ยนเป็นรูปภาพ (P: Pictorial) โดยให้นักเรียนเริ่มด้วยการหาความเกี่ยวข้องกันในการใช้ภาพจำลองปัญหาเกี่ยวกับวัตถุ แล้วให้นักเรียนเขียนภาพจำลองปัญหาให้เข้าใจง่ายขึ้น โดยการวาดภาพเหมือนแทนวัตถุ เช่น วาดรูปแอปเปิ้ลแทนแอปเปิ้ลของจริง แล้ว วาดภาพจำลองแทนภาพเหมือน เช่น ภาพแท่งสี่เหลี่ยมหรือวงกลมแทนภาพแอปเปิ้ล หลังจากนั้นวาดภาพแสดงความสัมพันธ์ ของปัญหา เพื่อให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้สร้างความเข้าใจจากรูปธรรมค่อย ๆ ลดความเหมือนจริงสู่การใช้ภาพจำลอง ได้โดยขั้นตอนนี้ควรเน้นเกี่ยวกับการใช้ความหมาย ลำดับของการดำเนินการ และความสัมพันธ์ของการบวก การลบ การคูณ การหาร เช่น “ผลไม้ทั้งหมด 21 แบ่งออก 7 กลุ่ม เท่ากับ กลุ่มละ 3 หรือ 21 หาร 7 เท่ากับ 3 (15 นำออก 5 เท่ากับ 10 หรือ 15 ลบ 5 เท่ากับ 10 หนูน้อยหมวกแดงมีแอปเปิ้ล 15 ผล จัดใส่ตะกร้าเพื่อไปเยี่ยมคุณยายแต่ พบว่าเน่า 5 ผล จึงเอาออก ลบ นับแอปเปิ้ลในตะกร้าช่วยกันมีเท่าไร (10 ผล) ลบ จำนวนแอปเปิ้ลมากขึ้นหรือน้อยลง (น้อยลง) ลบ ใช้วิธีการใดหาคำตอบ

(มี 15 เาออก 5 เหลือ 10) ลบ (15 เาออก 5 เหลือ 10) (หรือ 15 ลบ 5 เหลือ 10) ทั้งหมดจำนวนหนึ่ง 8 5 3 . . . ทั้งหมด กลุ่มละ กลุ่มละ 8 . . . 40” ซึ่งภาพจำลองต้องระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้ครบถ้วนสมบูรณ์จะช่วยให้แก่นักเรียนมองปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเมื่อนักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจจนสามารถสร้างภาพจำลองปัญหาได้ถูกต้อง แล้วควรควรให้นักเรียนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์จากภาพเพื่อ เป็นการพัฒนาความสามารถในการมองภาพเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดังภาพประกอบ 16

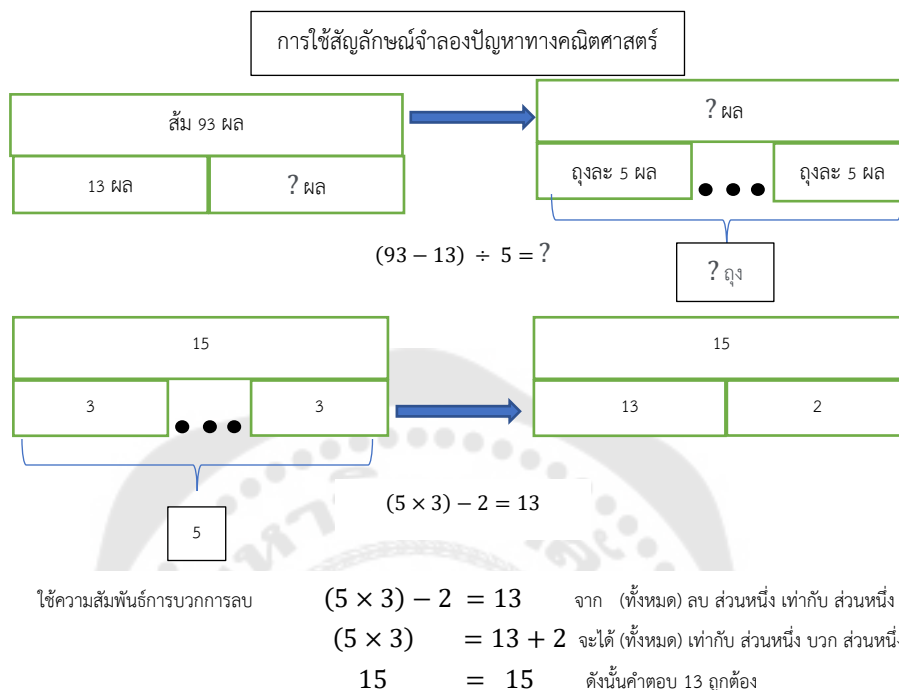


ภาพประกอบ 16 การเชื่อมโยงความรู้ภาพจำลองความคิดสู่ภาพความสัมพันธ์

ที่มา: รัตมี ศิริกัมพลา 2563:การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์. น.5-7.

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างความเข้าใจหลักการของรูปธรรม (A: Abstract)

ขั้นตอนนี้เป็นการเปลี่ยนเป็นสัญลักษณ์เพื่อจดจำ (A: Abstract) เน้นให้นักเรียนเปลี่ยนความหมายของภาพจำลองปัญหาเป็นสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ดังภาพประกอบ 16 โดยใช้ความสัมพันธ์และลำดับของการดำเนินการ ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสัญลักษณ์เพื่อเป็นการพัฒนาความสามารถในการดูสัญลักษณ์เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดังภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 17 การใช้สัญลักษณ์ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

ที่มา: รัตมี ศิริกัมพลา 2563:การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์. น. 5-7.

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA ได้ข้อมูลดังนี้

ริชาร์ด และคณะ (Salingay & Tan, 2018, p.1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของแนวคิด CPA เกี่ยวกับทัศนคติของนักเรียน โดยมีความมุ่งหมายเพื่ออธิบายทัศนคติของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิด CPA เทียบกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิด CPA กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนทดสอบหลังเรียน ค่าสถิติที่ใช้สำหรับทัศนคติคือ Fennema-Sherman Mathematics Attitude Test ใช้สถิติเชิงพรรณนา และ ANCOVA สำหรับการวิเคราะห์พบว่าทัศนคติของนักเรียนหลังเรียนดีกว่า ก่อนเรียน ระดับประสิทธิภาพของทั้งสองกลุ่มในแบบทดสอบก่อนเรียนต่ำกว่าระดับเกณฑ์

ที่ตั้งไว้ ในการทดสอบหลังเรียนนักเรียนในกลุ่มเรียนปกติ อยู่ในระดับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และนักเรียนในกลุ่มที่ใช้แนวคิด CPA อยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และการทดสอบหลังเรียนคะแนนเฉลี่ยนักเรียนกลุ่มแนวคิด CPA นั้นสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มปกติ อย่างมีนัยสำคัญ

พูวอร์ด (Purwad, 2018, p.2) ได้ศึกษาว่า แนวคิด CPA มีผลดีต่อแนวคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจ (MCU) ของนักเรียน การนำคณิตศาสตร์ไปใช้ (MR) ในเรื่องเศษส่วน และอธิบายว่าแนวคิด CPA สามารถแก้ปัญหาด้าน ความเข้าใจของนักเรียนในการนำไปใช้ เรื่องเศษส่วน งานวิจัยนี้ใช้วิธีผสมวิธี มีจำนวนนักเรียน 66 คนเข้าร่วมในกลุ่มควบคุม การวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มทดลองใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA แล้วทดสอบย่อยในระหว่างจัดกิจกรรมทั้งหมด 8 ครั้ง การวิจัยเชิงคุณภาพ สมาชิกของกลุ่มทดลองได้รับเลือกโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ มาสัมภาษณ์เชิงลึก การสังเกตโดยใช้แบบฟอร์ม เกี่ยวกับพฤติกรรม การตอบสนองของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA กิจกรรมการแลกเปลี่ยนความรู้ในกลุ่ม การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้การทดสอบ MANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ .05 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การจัดเตรียมข้อมูล (2) การนำเสนอข้อมูลและ (3) การตรวจสอบข้อมูล

เพชรชนก จันทรหอม (2562, น.1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยแนวคิด CPA ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ใช้กระบวนการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (mixed methodology) มีการทดสอบหลังเรียนซึ่งข้อมูลเชิงคุณภาพได้จาก ใบกิจกรรมในระหว่างการจัดการเรียนรู้ และแบบสัมภาษณ์ประกอบกับภาพตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) มากที่สุด ของเนื้อหาทั้ง 3 เรื่อง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้

ภูทริ (Putri, 2019, p.2) ได้ศึกษาว่า แนวคิด CPA สามารถพัฒนาความสามารถเกี่ยวกับการพิจารณารูปสามมิติของนักเรียน การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถเกี่ยวกับการพิจารณารูปสามมิติของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่เรียนรู้ด้วยแนวคิด CPA และการเรียนรู้แบบปกติ โดยแบ่งระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นระดับสูงปานกลางและต่ำ (MPA) งานวิจัยนี้ใช้กลวิธีกึ่งทดลองโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของวิชาคณิตศาสตร์ในหัวข้อเรขาคณิต 3 มิติของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 131 คน การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการโดยแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด CPA เป็นกลุ่มทดลองและนักเรียนที่ได้เรียนรู้แบบปกติเป็นกลุ่มควบคุม การวิเคราะห์เชิงพรรณนา

และผลการวิเคราะห์เชิงอนุมานพบว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยแนวคิด CPA มีความสามารถเกี่ยวกับการพิจารณาอุปสามมิติเพิ่มมากขึ้น ซึ่งดีกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ

ภูทริ (Putri, 2020, p.2) ได้ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการใช้แนวคิด CPA ในการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนและ เป็นความสำเร็จในด้านการจัดการเรียนรู้ของครู การวิจัยนี้ดำเนินการโดยใช้การทดสอบกึ่งทดลองโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง งานวิจัยนี้ดำเนินการโดยใช้กลุ่มการศึกษาสองกลุ่มโดยใช้การเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มการเรียนการจัดการเรียนรู้แบบปกติเป็นกลุ่มควบคุม ผลการศึกษาพบว่าการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มการเรียนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญ

รัศมี ศิริกัมพลา (2563, น.1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเพื่อศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบฝึก และแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วจะถูกนำมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถแปลความหมายของภาพจำลองสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ผลการวิจัยจากแบบฝึกระหว่างเรียนและแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มีความสอดคล้องกัน คือ นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ถูกต้องสมบูรณ์

เคิร์นเนียวาน (Kurniawan, 2020, p.1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ทำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA นั้นดีกว่าประสิทธิภาพการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ทำการจัดการเรียนรู้วิธีการปกติ และศึกษาเกี่ยวกับแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ทำการจัดกิจกรรมด้วยแนวคิด CPA ดีกว่าแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียนที่จัดการจัดการเรียนรู้วิธีการทั่วไป การศึกษาครั้งนี้มีจำนวนนักเรียนดังนี้ นักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 91 คนและนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 96 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบบันทึกการสังเกตของนักเรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนรู้และแบบทดสอบ การคูณ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 20 ข้อและแบบทดสอบแสดงวิธีทำ 5 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ t-test ในการพิจารณาประสิทธิภาพการแก้ปัญหาและ t-test ในการพิจารณาความแตกต่างของแนวคิด CPA กับแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า (1) ประสิทธิภาพของนักเรียนที่ทำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ดีกว่าประสิทธิภาพการแก้ปัญหาในนักเรียนที่ทำการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบปกติ และ

(2) แรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ทำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ดีกว่าแรงจูงใจในการเรียนรู้ในนักเรียนที่ทำการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบปกติ ผลการวิจัยยังแสดงให้เห็นว่าแนวคิด CPA สามารถสนับสนุนให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

สุรยานี (Suryani, 2021, p.1) ได้ศึกษาว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเรื่องการบวกเศษส่วนโดยใช้วิธี CPA และปัญหาที่ไม่คุ้นเคย โดยประยุกต์กระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์กับแนวทาง CPA นี้คาดว่าจะสามารถพัฒนาความสามารถของนักเรียนได้ และครูในชั้นเรียนก็สามารถนำไปใช้ได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และ (2) การปรับปรุงวิธีการเรียนรู้จากรูปธรรมไปสู่นามธรรมเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

ณัฐวุฒิ ไชติวิญญู (2564, น.1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด พบว่า (1) นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและทำคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนส่วนใหญ่แสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา เช่น การขีดเขียนร่องรอยเพื่อทำความเข้าใจโจทย์ วาดแผนภาพ และเชื่อมโยงแผนภาพไปสู่การเขียนสมการในชั้นวางแผน สามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง และ (3) นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด

อังคณา ทิพยรุ่งโรจน์ และลิลลา อุดุลยศาสน์ (2566, น.1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA และแนวคิด Model-Eliciting Activities เรื่อง ทศนิยม เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลวิจัยพบว่า คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัยในครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ซึ่งผู้วิจัยนำข้อมูลที่เกิดรวบรวมได้มาวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณผู้วิจัยใช้การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียน สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพผู้วิจัยใช้การประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน พิจารณาจากการแสดงออกทางวาจาและร่องรอยการเขียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายของการศึกษา โดยมีแบบสังเกตพฤติกรรม กล้องวิดีโอที่ช่วยบันทึกรายละเอียดของพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดกรอบแนวคิดของการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการจัดการเรียนรู้และการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

1.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอินทร์บุรี ตำบลอินทร์บุรี อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ทั้งหมด 8 ห้องเรียน จำนวน 240 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอินทร์บุรี ตำบลอินทร์บุรี อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียน 32 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จากนั้นใช้คะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 มาใช้ในการจำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง กลุ่มอ่อน หลังจากนั้นจะเลือกนักเรียนเป้าหมายมา 4 คน

จากนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถเก่ง จำนวน 1 คน กลุ่มปานกลาง จำนวน 2 คน กลุ่มอ่อน จำนวน 1 คน สำหรับศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเชิงลึก โดยนักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนที่กล้าแสดงออก กล้าพูดเพื่อที่ผู้วิจัยได้ข้อมูลที่เป็นพฤติกรรมเชิงลึก

2. กำหนดกรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ร่วมกับแนวคิด CPA

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA

2.2 ขอบเขตของการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน แผนละ 1 คาบ คาบละ 100 นาที ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหาที่เป็นปัญหาปลายเปิด ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับ แนวคิด CPA ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด (2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (3) ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบ และ (4) ขั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหตามกระบวนการของโพลยา ให้นักเรียนแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องลงมือแก้ปัญหาผ่านกิจกรรมกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนคนละความสามารถจำนวน 4 คน กล่าวคือ มีนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน โดยเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 4 คน เพื่อศึกษาพฤติกรรมเชิงลึก ซึ่งเป็นนักเรียนที่กล้าแสดงออก กล้าพูดเพื่อที่ผู้วิจัยได้ข้อมูลในการแก้ปัญหา

2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้วางแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนตามการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับ แนวคิด CPA ซึ่งในแต่ละคาบจะนำเสนอปัญหา แล้วให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาย่างอิสระ จากนั้นครูจะเป็นผู้สัมภาษณ์นักเรียนเพื่อให้นักเรียนอธิบาย

แนวคิดในการแก้ปัญหาออกมา การจัดการเรียนรู้จะเปิดกว้างตามพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 แผน ผู้วิจัยแบ่งการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 3 ช่วง แต่ละช่วงรายละเอียดดังนี้

ตาราง 3 การจัดการเรียนรู้ในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ช่วงที่	คาบเรียน	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้
ช่วงที่ 1	1	- การบวกจำนวนเต็ม	- นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่มผ่านสถานการณ์ปัญหา "การเลือกเส้นทาง" ง่าย - ร่วมกันรวบรวมและสรุปวิธีการแก้ปัญหา พร้อมวิธีการที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา
	2	- การลบจำนวนเต็ม	- นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่มผ่านสถานการณ์ "ปัญหาที่จอดรถในโรงพยาบาล" ปัญหาง่าย - ร่วมกันรวบรวมและสรุปวิธีการแก้ปัญหา พร้อมวิธีการที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา
	3	- การคูณ การหารจำนวนเต็ม	- นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่มผ่านสถานการณ์ปัญหา "การกำจัดวัชพืช" ง่าย - ร่วมกันรวบรวมและสรุปวิธีการแก้ปัญหา พร้อมวิธีการที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา

ตาราง 3 (ต่อ)

ช่วงที่	คาบเรียน	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้
	4	- โจทย์ปัญหาหระคน	- เก็บข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนลงมือแก้ปัญหารายบุคคลผ่าน สถานการณ์ "การรดน้ำในแปลงเกษตร" ปัญหาอย่างง่าย - ร่วมกันรวบรวมและสรุปวิธีการแก้ปัญหา พร้อมวิธีการที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา
ช่วงที่ 2	5	- สมบัติการบวก จำนวนเต็ม	- นักเรียนลงมือแก้ปัญหากลุ่มผ่าน สถานการณ์ปัญหา "ค่ารถโดยสารกับราคา น้ำมัน" ที่ซับซ้อนกว่าช่วงที่ 1 - ร่วมกันรวบรวมและสรุปวิธีการแก้ปัญหา พร้อมวิธีการที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา
	6	- สมบัติการคูณ จำนวนเต็ม	- นักเรียนลงมือแก้ปัญหากลุ่มผ่าน สถานการณ์ปัญหา "การขยายพันธ์ปลา กับอาหารแต่ละชนิด" ที่ซับซ้อนกว่าช่วงที่ 1 - ร่วมกันรวบรวมและสรุปวิธีการแก้ปัญหา พร้อมวิธีการที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา
	7	- สมบัติการบวกและ การคูณจำนวนเต็ม (1)	- นักเรียนลงมือแก้ปัญหากลุ่มผ่าน สถานการณ์ปัญหา "การเพิ่มของราคา น้ำมันกับพลาสติก" - ร่วมกันรวบรวมและสรุปวิธีการแก้ปัญหา พร้อมวิธีการที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา
	8	- สมบัติการบวกและ การคูณจำนวนเต็ม (2)	- เก็บข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนลงมือแก้ปัญหารายบุคคลผ่าน สถานการณ์ "การแบ่งรายได้เสริม" - ร่วมกันรวบรวมและสรุปวิธีการแก้ปัญหา พร้อมวิธีการที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา

ตาราง 3 (ต่อ)

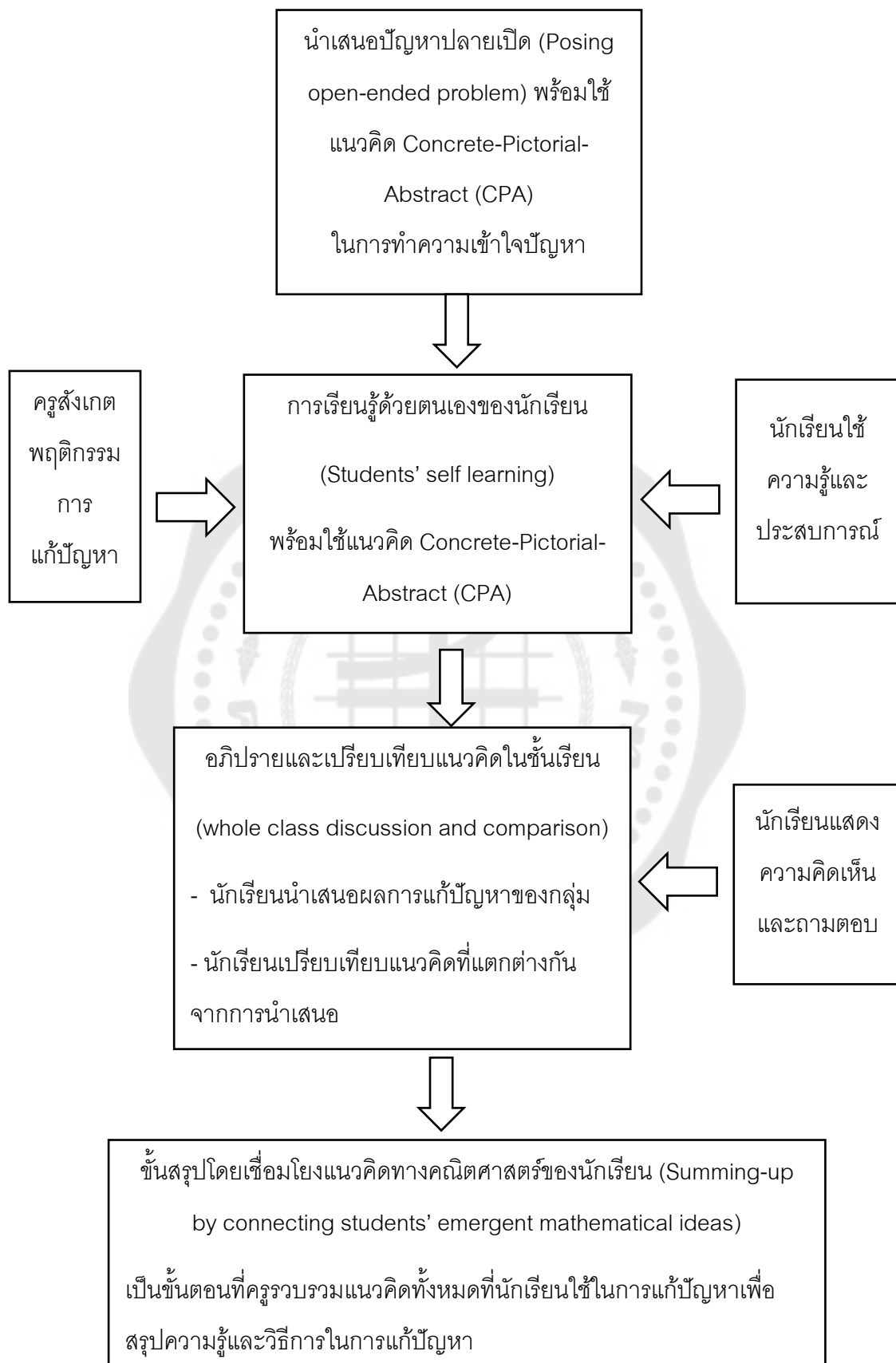
ช่วงที่	คาบเรียน	เนื้อหา	กิจกรรมการเรียนรู้
ช่วงที่ 3	9	- ความหมายของ เลขยกกำลัง	- นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่มผ่าน สถานการณ์ปัญหา ” การเพิ่มจำนวน ของแห่นาง ” - ร่วมกันรวบรวมและสรุปวิธีการแก้ปัญหา พร้อมวิธีการที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา
	10	- การคูณและการ หารเลขยกกำลัง (1)	- นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่มผ่าน สถานการณ์ปัญหา ” การเพิ่มและลด จำนวนของฝุ่น pm 2.5 ” - ร่วมกันรวบรวมและสรุปวิธีการแก้ปัญหา พร้อมวิธีการที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา
	11	- การคูณและการ หารเลขยกกำลัง (2)	- นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่มผ่าน สถานการณ์ปัญหา ” การเพิ่มและลด จำนวนของผักตบชวา ” - ร่วมกันรวบรวมและสรุปวิธีการแก้ปัญหา พร้อมวิธีการที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา
	12	- การคูณและการ หารเลขยกกำลัง (3)	- เก็บข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนลงมือแก้ปัญหารายบุคคลผ่าน สถานการณ์ ” การเพิ่มจำนวนของ จุลินทรีย์ ” - ร่วมกันรวบรวมและสรุปวิธีการแก้ปัญหา พร้อมวิธีการที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา

ช่วง 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4) มุ่งเน้นให้นักเรียนคุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA และแนะนำให้นักเรียนรู้จักปัญหาตามกระบวนการของโพลยา ที่นำเสนอช่วงที่ 1 นี้จะเป็นปัญหาที่ง่ายไม่ซับซ้อน เน้นการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมในการจำลองสถานการณ์หรือทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา มีการเชื่อมโยงสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือรูปภาพกับความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบครูจะถามย่อย ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ทราบว่าปัญหาใดที่ควรดำเนินแก้ปัญหาก่อนแก้ปัญหาลึกที่ต้องการ

ช่วงที่ 2 (คาบที่ 5 – 8) เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการของโพลยา ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหาและลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาให้ถูกต้อง และมีการเชื่อมโยงสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือรูปภาพกับความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยการนำเสนอในช่วงที่ 2 นี้จะเป็นปัญหาที่ยากและมีความซับซ้อนมากขึ้น

ช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 9 – 12) เป็นการเสริมสร้างให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการของโพลยา ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA มากขึ้น มีการเชื่อมโยงสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือรูปภาพกับความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ให้นักเรียนอธิบายการแก้ปัญหาตามขั้นตอนด้วยตนเอง โดยการนำเสนอในช่วงที่ 3 นี้จะเพิ่มความยากและความซับซ้อนมากขึ้นจากช่วงที่ 2

โดยในแต่ละคาบเรียน มีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียนตามขั้นตอนดังภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดในแต่ละคาบเรียน

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA และเครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการของโพลยา

3.1 เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA

เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA คือแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยดำเนินการแต่ละแผนใช้เวลา 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้ และรายละเอียดของสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560)

2. ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. รวบรวมปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการที่มีเนื้อหาไม่เกินระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบหรือสามารถแก้ปัญหาได้หลายหลายวิธี จากนั้นแสดงกระบวนการแก้ปัญหา พร้อมคำอธิบายอย่างละเอียดจากปัญหาที่รวบรวมมา

4. กำหนดจุดประสงค์และขอบเขตของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน

5. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้และการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในแต่ละคาบเรียน

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

7. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของกรรมการควบคุมปริญญาโท

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อพิจารณา ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความชัดเจนของ แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 4.64

9. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

10. นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่อง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอินทร์บุรี จำนวน 30 คน และปรับปรุงเรื่องภาษา ปัญหาที่ใช้ ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม และการสังเกต พฤติกรรมในแต่ละแผนให้มีความเหมาะสมเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

11. นำแผนการจัดการเรียนรู้ปรับปรุงหลังจากนำไปทดลองกับกลุ่มนำร่อง

12. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มทดลองซึ่งเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอินทร์บุรี จำนวน 32 คน

3.2 เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผล

ในงานวิจัยครั้งนี้ เครื่องมือสำหรับวัดและประเมินผล ประกอบด้วยแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหา คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหา และแบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งแบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบตามโครงสร้างของเนื้อหา โดยประกอบด้วยปัญหาแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ ข้อละ 15 คะแนน รวม 45 คะแนน คิดเป็น ร้อยละ 100 โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยใช้เกณฑ์ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) ตามแนวทางของ โพลยา มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ด้านการทำความเข้าใจปัญหา (3 คะแนน)	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ และข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหา ได้ครบถ้วน 	3 (1+1+1)
<ul style="list-style-type: none"> ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ หรือ ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหา ได้ 2 คำถาม 	2 (1+ 1+ 0) หรือ(1+0+1) หรือ(0+1+1)
<ul style="list-style-type: none"> ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ หรือข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหา ได้ 1 คำถาม 	1 (1+0+0)หรือ (0+0+1)หรือ (0+1+0)
<ul style="list-style-type: none"> ไม่สามารถตอบคำถามได้หรือไม่เขียนคำตอบ 	0
2. ด้านการวางแผนแก้ปัญหา (2 คะแนน)	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการหาและเขียนแผนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไข ได้ถูกต้อง ครบถ้วน 	2 (1+1)
<ul style="list-style-type: none"> ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการหาหรือเขียนแผนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไข ได้ถูกต้อง เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง 	1 (1+ 0) หรือ (0+1)
<ul style="list-style-type: none"> ไม่สามารถตอบคำถามได้หรือไม่เขียนคำตอบ 	0
3. ด้านการดำเนินการตามแผน (7 คะแนน)	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วน พร้อมอธิบายแนวคิด ได้ถูกต้อง ชัดเจน 	7 (4+3)
<ul style="list-style-type: none"> แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วน พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน 	6 (4+2)
<ul style="list-style-type: none"> แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์บางส่วน พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน 	6 (3+3)
<ul style="list-style-type: none"> แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วน พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้บางส่วน 	5 (4+1)

ตาราง 4 (ต่อ)

3. ด้านการดำเนินการตามแผน (7 คะแนน)	คะแนน
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์บางส่วน พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน	5 (3+2)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์บางส่วน พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้บางส่วน	4 (3+1)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วน แต่ไม่อธิบายแนวคิด	4 4+0
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์บางส่วน แต่ไม่อธิบายแนวคิด	3 (3+0)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไม่ได้ แต่อธิบายแนวคิด ได้ถูกต้อง ชัดเจน	3 (0+3)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไม่ได้ แต่อธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน	2 (0+2)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไม่ได้ แต่อธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้บางส่วน	1 (0+1)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไม่ได้ และไม่อธิบายแนวคิด	0
4. ด้านการตรวจสอบผล (3 คะแนน)	คะแนน
• มีการตรวจสอบคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	2
• มีการตรวจสอบคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน	1
• มีการตรวจสอบคำตอบของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่ตรวจสอบคำตอบ	0
• มีการสรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง	1
• ไม่มีการสรุปคำตอบ/สรุปคำตอบแต่ไม่ครบถ้วนและถูกต้อง	0

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เนื้อหาและผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

2. กำหนดจุดมุ่งหมายและขอบเขตของแบบทดสอบวัดความสามารถของการแก้ปัญหา

3. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

4. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้รับการตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของกรรมการควบคุมปริญญาโท

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ (Index of Objective Congruence (IOC)) ซึ่งกำหนดระดับการให้คะแนนสำหรับแต่ละข้อคำถามในแบบทดสอบ ดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง ใช้ได้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่

คะแนน -1 หมายถึง ใช้ไม่ได้

นอกจากนี้ พิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถาม และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

7. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาหาค่า IOC และคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยได้ค่า IOC เท่ากับ 1

8. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอินทร์บุรี จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นกลุ่มนำร่อง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่สร้างไว้

9. นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้จากการทดลองนักเรียนกลุ่มนำร่องมาวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.54 – 0.76 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.37 – 0.44 แล้วคัดแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามาจำนวน 3 ข้อที่นำไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริง

10. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่นโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าเท่ากับ 0.96

11. จัดทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ฉบับสมบูรณ์ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหา เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้บันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ซึ่งเป็นแบบตรวจสอบรายการที่ได้ปรับปรุงมาจากอัทซท์ และอมอร์โทมัส (Artzt & Armour-Thomas, 1992, p.147-148) ในแต่ละคาบผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 คน เป็นผู้บันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบสังเกตพฤติกรรม มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและขอบเขตของแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหา
2. สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหา โดยเลือกใช้แบบตรวจสอบรายการ ที่ดัดแปลงจากแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหากจากอัทซท์ และอมอร์โทมัส (Artzt & Armour-Thomas, 1992, p.147-148)

3. นำแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

4. ปรับปรุงแก้ไขแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาตามข้อเสนอแนะของกรรมการควบคุมปริญญาโท

5. นำแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาที่สร้างเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความชัดเจนของข้อความ โดยใช้ดัชนีความ

สอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) ซึ่งกำหนดระดับการให้คะแนนสำหรับแต่ละข้อความดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง ใช้ได้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่

คะแนน -1 หมายถึง ใช้ไม่ได้

6. นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาหาค่า IOC และคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ค่า IOC เท่ากับ 1

7. นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอินทร์บุรี จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นกลุ่มนำร่อง

8. นำผลการสังเกตที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มนำร่องมาวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลและแนวทางในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

9. ปรับแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาให้เหมาะสม เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.2.3 แบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหา

แบบสัมภาษณ์พฤติกรรมการแก้ปัญหาเป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหานักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังจบแต่ละคาบเรียน มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและขอบเขตของแบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหา
2. สร้างแบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหา
3. นำแบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหาที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข
4. ปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหตามข้อเสนอแนะของกรรมการควบคุมปริญญาโท

5. นำแบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหาที่สร้างเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความชัดเจนของข้อความ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) ซึ่งกำหนดระดับการให้คะแนนสำหรับแต่ละข้อความดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง ใช้ได้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่

คะแนน -1 หมายถึง ใช้ไม่ได้

6. นำแบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหาหาค่า IOC และคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ค่า IOC เท่ากับ 1

7. นำแบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหาไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอินทร์บุรี จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นกลุ่มนำร่อง

8. นำผลการสัมภาษณ์ที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มนำร่องมาวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลและแนวทางในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

9. ปรับแบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหาให้เหมาะสม เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. การดำเนินการจัดการเรียนรู้และการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการจัดการเรียนรู้และการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น

4.1 แบบแผนการวิจัย 4.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Posttest-Only Design ซึ่งแบบแผนของการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วทำการทดสอบหลังการทดลอง แล้วพิจารณาผลการทดลอง

$X \rightarrow O$

กลุ่มทดลอง

O แทน ค่าของตัวแปรตามที่วัดหลังจากได้รับสิ่งทดลองหรือได้รับการกระทำ

X แทน สิ่งทดลอง การจัดการกระทำ

4.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองทั้งหมด 13 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที โดยแบ่งเป็น เวลาในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA จำนวน 12

คาบเรียน และเวลาในการทดสอบหลังเรียน จำนวน 1 คาบเรียน ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนและผู้สังเกตการณ์ โดยมีครูคณิตศาสตร์เป็นผู้ช่วยสังเกตการณ์ อีก 2 คน ช่วยบันทึกพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขณะลงมือแก้ปัญหา โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหา และใช้กล้องวิดีโอประกอบเพื่อบันทึกรายละเอียดพฤติกรรมที่เกิดขึ้นขณะลงมือแก้ปัญหา

2. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียน จำนวน 1 คาบเรียน แล้วบันทึกคะแนนที่ได้เป็นคะแนนหลังเรียน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถและพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ที่ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA และ 5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ที่ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ที่ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA มีขั้นตอนดังนี้

1. นำคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ทดสอบสมมติฐานที่ว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ด้วยการทดสอบสถิติ t (t-test)

3. นำใบแสดงร่องรอยการเขียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหา ผลการสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย กล้อง

วิธีโอทีช่วยบันทึกรายละเอียดของพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์ มาวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา
2. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ
3. การทดสอบสมมติฐานการวิจัย คือ การทดสอบสถิติ t (t-test)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ (1) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA และ (2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA โดยผู้วิจัยเลือกนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ

ตอนที่ 2 พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ

ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ

1.1 ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ

ในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA โดยใช้เครื่องมือวิจัยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ได้ผลวิจัยดังตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสถิติเชิงพรรณนาของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตเทียบกับคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ	32	45	32.16	71.46	6.94

จากตาราง 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของความสามารถในการแก้ปัญหา เท่ากับ 32.16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.46 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.94

1.2 การทดสอบสมมติฐานการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ

ผู้วิจัยต้องการทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า “นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ผ่านเกณฑ์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการอย่างน้อยร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด” จึงนำผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการของนักเรียน ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ มาทดสอบสมมติฐานการวิจัย ประกอบไปด้วย การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ 2 ชนิด ได้แก่ (1) การทดสอบภาวะปรกติ (Normality Test) และ (2) การทดสอบสัดส่วนของประชากรด้วย สถิติ t (t-test)

1.2.1 การทดสอบภาวะปรกติ (Normality Test)

ผู้วิจัยทำการทดสอบภาวะปรกติของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ เพื่อตรวจสอบว่าสามารถใช้การทดสอบด้วยสถิติ t (t-test) ได้หรือไม่

ตาราง 6 ผลการทดสอบภาวะปรกติ (Normality Test) ของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ

	Test of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig	Statistic	Df	Sig
SCORE	.149	32	.067*	.947	32	.107

*ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตาราง 6 การทดสอบภาวะปรกติของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้การทดสอบของ Kolmogorov-Smirnov ดังข้อมูลในตาราง มีค่า sig = .067 > .05 แสดงว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA จากข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวิจัยซึ่งวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเรื่องจำนวนและการดำเนินการ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงเป็นปกติ (Normal distribution) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้นข้อมูลดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมสำหรับการใช้ สถิติ t (t-test) ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับประชากร ทั้งนี้ การแจกแจงปกติของข้อมูล ช่วยยืนยันความถูกต้องของการใช้สถิตินี้ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์จากการวิจัย

1.2.2 การทดสอบสัดส่วนของประชากรด้วย สถิติ t (t-test)

ผู้วิจัยได้ว่าการทดสอบสัดส่วนของประชากรว่ามีจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ จึงใช้การทดสอบสัดส่วนของประชากรด้วยสถิติ t (t-test) ผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัยดังแสดงในตาราง

ตาราง 7 ผลการทดสอบสมมติฐานของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ

จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (คน)	จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ (คน)	ร้อยละนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ (คน)	T-Score	ค่าวิกฤติ
32	25	78.12	4.195	1.696*

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 มีนักเรียนร้อยละ 78.12 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ เมื่อคะแนนของแบบวัดความสามารถผ่านการทดสอบภาวะปรกติ (Normality Test) แล้วจึงทำการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ t (t-test) พบว่าค่า T-Score = 4.195 > 1.696 ซึ่งเป็นค่าวิกฤติ สรุปได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 (รายละเอียดการคำนวณ แสดงอยู่ในภาคผนวก ข)

ตอนที่ 2 พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ

การศึกษาพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ผู้วิจัยได้ข้อมูลจาก (1) การสัมภาษณ์เกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังทำกิจกรรมของนักเรียนเป้าหมาย (2) การแสดงร่องรอยการเขียนจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งกลุ่มเป้าหมายและทั้งชั้นเรียน และ (3) การสังเกตลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้การบันทึกวิดีโอ และแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ เพื่อช่วยในการบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

ซึ่งนักเรียนเป้าหมาย (Target student) ได้มาจากการจำแนกนักเรียนกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ด้วยอัตราส่วน 1:2:1 โดยใช้คะแนนสอบเข้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รายวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์การจำแนก จากนั้นสุ่มนักเรียนกลุ่มสูงจำนวน 1 คน นักเรียนกลุ่มปานกลาง จำนวน 2 คน และนักเรียนกลุ่มอ่อน จำนวน 1 คน เพื่อเป็นนักเรียนเป้าหมาย (Target student) สำหรับศึกษาข้อมูลพฤติกรรมและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเชิงลึก จำนวน 4 คน ได้แก่ พุทธช้อน บานเย็น ตะวัน และจันทรา (นามสมมติ) จากการสังเกตการณ์ของผู้วิจัย สอบถามครูผู้รับผิดชอบรายวิชานี้ พบว่านักเรียนเป้าหมายทั้ง 4 คน มีทักษะในการสื่อสารสามารถพูดคุยและสื่อสารกับผู้อื่นได้ โดยแต่ละคนมีลักษณะ ดังนี้

พุทธช้อน เป็นนักเรียนกลุ่มอ่อน พูดคุยกับเพื่อนเก่ง เมื่อไม่เข้าใจที่ครูสอน พุทธช้อนจะขอความช่วยเหลือจากเพื่อน โดยพุทธช้อนมีคะแนนคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความรู้ทางคณิตศาสตร์แต่มักจะบวกลบ คูณ หารผิด เพราะไม่มีการทบทวนคำตอบของตัวเอง

บานเย็น เป็นนักเรียนกลุ่มปานกลาง เป็นคนอารมณ์ดี พูดเก่ง เมื่อทำโจทย์ปัญหาไม่ได้ บานเย็นจะพยายามทำด้วยตนเองก่อน แต่หากไม่ได้จริง ๆ จะถามครูหรือเพื่อน อยู่เสมอ

ตะวัน เป็นนักเรียนกลุ่มปานกลาง พูดน้อย เวลามีปัญหาโจทย์ปัญหาตะวันจะพยายามแก้ไขก่อน แต่ถ้าเพื่อนเห็นว่าตะวันแก้ไขไม่ได้เพื่อนในกลุ่มมักจะเข้ามาช่วยเสมอ

จันทรา เป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง จันทราเป็นเด็กช่างถามและช่างคิด มีความกระตือรือร้นในการเรียน มีน้ำใจ หากพบว่าเพื่อนติดปัญหาหรือทำโจทย์ปัญหาไม่ได้ก็จะเข้าไปอธิบายให้เพื่อนฟังอยู่เสมอ แต่บางครั้งหากจันทราทำโจทย์ปัญหาไม่ได้ก็จะขอคำแนะนำจากครู

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการศึกษแบ่งออกเป็น 3 ช่วง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) **ช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4)** มุ่งเน้นให้นักเรียนคุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA และแนะนำให้นักเรียนรู้จักปัญหาตามกระบวนการของโพลยา ที่นำเสนอช่วงที่ 1 นี้จะเป็นปัญหาที่ง่ายไม่ซับซ้อน เน้นการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมในการจำลองสถานการณ์หรือทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา มีการเชื่อมโยงสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือรูปภาพกับความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นการอธิบายและเปรียบเทียบครูจะถามย่อย ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ทราบว่าปัญหาใดที่ควรดำเนินแก้ปัญหาก่อนแก้ปัญหาลักที่ต้องการ

(1.1) **ช่วงที่ 1.1 (คาบเรียนที่ 1)** เพื่อดูว่านักเรียนมีพฤติกรรมเริ่มต้นในการแก้ปัญหาอย่างไรเมื่อเรียนรู้ผ่านวัตถุที่จับต้องได้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA โดยครูจะดูร่องรอยงานเขียนแต่ละกลุ่ม และสังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ว่ามีพฤติกรรมในการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร หากงานเขียนไม่ชัดเจนจะสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

(1.2) **ช่วงที่ 1.2 (คาบเรียนที่ 4)** เพื่อดูพฤติกรรมในการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ของทั้งชั้นเรียนและกลุ่มเป้าหมาย โดยครูจะดูร่องรอยงานของทั้งชั้นเรียนและกลุ่มเป้าหมาย และสังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ว่ามีพฤติกรรมในการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร หากงานเขียนไม่ชัดเจนจะสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ช่วงที่ 2 (คาบที่ 5 - 8) เป็นการฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ตามกระบวนการของโพลยา ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหาและลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาให้ถูกต้อง และมีการเชื่อมโยงสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือรูปภาพกับความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยการนำเสนอในช่วงที่ 2 นี้จะเป็นปัญหาที่ยากและมีความซับซ้อนมากขึ้น

(2.1) **ช่วงที่ 2.1 (คาบเรียนที่ 5)** เพื่อดูพฤติกรรมในการแก้ปัญหาเมื่อปัญหามีความยากกว่าช่วงที่ 1 และไม่ใช้วัตถุที่จับต้องได้ช่วยในการแก้ปัญหา ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA โดยครูจะดูร่องรอยงานเขียนแต่ละกลุ่ม และสังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ว่ามีพฤติกรรมในการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร หากงานเขียนไม่ชัดเจนจะสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

(2.2) **ช่วงที่ 2.2 (คาบเรียนที่ 8)** เพื่อดูพฤติกรรมในการแก้ปัญหาเมื่อเพิ่มปัญหาให้ยากยิ่งขึ้นเป็นรายบุคคลโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ของทั้งชั้นเรียนและกลุ่มเป้าหมาย โดยครูจะดูร่องรอยงานเขียนของทั้งชั้นเรียนและกลุ่มเป้าหมาย และสังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ว่ามีพฤติกรรมในการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร หากงานเขียนไม่ชัดเจนจะสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 9 - 12) เป็นการเสริมสร้างให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ตามกระบวนการของโพลยา ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA มากขึ้น มีการเชื่อมโยงสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือรูปภาพกับความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ให้นักเรียนอธิบาย

การแก้ปัญหาตามขั้นตอนด้วยตนเอง โดยการนำเสนอในช่วงที่ 3 จะเพิ่มความยากและความซับซ้อนมากขึ้นจากช่วงที่ 2

(3.1) ช่วงที่ 3.1 (คาบเรียนที่ 9) เพื่อดูพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาเมื่อปัญหาที่มีความยากกว่าช่วงที่ 2 ซึ่งจะเพิ่มเงื่อนไขและลดบทบาทของแผนภาพลง ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA โดยครูจะดูร่องรอยงานเขียนแต่ละกลุ่ม และสังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ว่ามีพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร หากงานเขียนไม่ชัดเจนจะสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

(3.2) ช่วงที่ 3.3 (คาบเรียนที่ 12) เพื่อดูพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาเมื่อเพิ่มปัญหาให้ยากยิ่งขึ้นเป็นรายบุคคลโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ของทั้งชั้นเรียนและกลุ่มเป้าหมาย โดยครูจะดูร่องรอยงานของทั้งชั้นเรียนและกลุ่มเป้าหมาย และสังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ว่ามีพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร หากงานเขียนไม่ชัดเจนจะสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในหัวข้อจำนวนและการดำเนินการ โดยพิจารณาในแต่ละช่วงของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ร่องรอยการทำงานของนักเรียนทั้งชั้น และการสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายอย่างละเอียด เพื่อให้เข้าใจถึงกระบวนการคิดและแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างลึกซึ้งและครอบคลุม ด้วยวิธีสังเกตพฤติกรรมตามกรอบแนวคิดของอาร์ทซ์และอามัวร์-ทอมัส ที่มี 4 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการทำความเข้าใจปัญหา (2) ด้านการวางแผนแก้ปัญหา (3) ด้านการดำเนินการตามแผน และ (4) ด้านการตรวจสอบผล ผลการวิจัยจึงจำแนกตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ทั้ง 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.1. ด้านการทำความเข้าใจปัญหา

พิจารณาจากการแสดงออกของนักเรียน ในการระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการหาสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ เงื่อนไขสำคัญของปัญหาและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของข้อมูล ขณะลงมือแก้ปัญหาผลการศึกษจำแนกตามช่วงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ส่วน เป็นดังนี้

ส่วนที่ 1 การแสดงร่องรอยการขีดเขียนลงไปในโจทย์

ในช่วงที่ 1.1 คาบเรียนที่ 1 เมื่อครูมอบสถานการณ์ที่ 1 “การเลือกเส้นทาง” ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนเลือกเส้นทางในการเดินทางจากบ้านไปอำเภอพรหมบุรีและมีเวลาจำกัด จากสถานการณ์พบว่า นักเรียนทั้ง 6 กลุ่ม จะทำความเข้าใจปัญหาด้วยวิธีการอ่าน

สถานการณ์เพียงอย่างเดียวโดยใช้เวลาประมาณ 1 นาที ถึงแม้ว่าสถานการณ์ค่อนข้างยาวที่มีเงื่อนไขที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจ แต่นักเรียนอ่านข้อมูลผ่าน ๆ โดยจับประเด็นสำคัญไม่ได้และไม่แสดงการขีดเขียนใด ๆ ที่เกี่ยวข้องลงไปในสถานการณ์เลย ดังภาพประกอบ 19 ขณะที่นักเรียนลงมือทำต้องกลับมาอ่านโจทย์ใหม่หลายรอบ เมื่อครูถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน พบว่า ไม่มีนักเรียนคนใดตอบคำถามเลย จากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจะอ่านสถานการณ์เพียงอย่างเดียวโดยใช้เวลา 1 นาที 10 วินาที และไม่แสดงการขีดเขียนใด ๆ ลงไปในสถานการณ์ ดังภาพประกอบ 20 เช่นกัน โดยนักเรียนจะอ่านผ่าน ๆ ทั้ง 4 คน ไม่แสดงพฤติกรรมในการทำ ความเข้าใจโจทย์เลย ครูจึงทำการสัมภาษณ์ว่าทำไมนักเรียนอ่านสถานการณ์ไม่ละเอียดและไม่มี การขีดเขียน จันทราตอบว่า หนูไม่รู้สถานการณ์ที่นำมาให้อ่านคืออะไร

โดยจากกลุ่มเป้าหมายเมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์เสร็จแล้วนักเรียนจะถามกันในกลุ่มว่า

บานเย็น : ครูเขาเอาอะไรมาให้เราอ่าน

พุทธช้อน : ไม่เห็นจะเข้าใจเลย

ตะวัน : ใช้สถานการณ์ยาวมาก

จันทรา : เรา รู้แค่ว่าเราต้องออกจากบ้านเพื่อไปอำเภอพรหมบุรี

ครู : นักเรียนลองอ่านสถานการณ์และลองใช้แบบจำลองจำลอง

สถานการณ์ว่าเรากำลังจะออกเดินทางจากบ้านไปอำเภอพรหมบุรีดูนะ

เมื่อถึงขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนตัวแทนนักเรียนที่มีคำตอบและวิธีการที่แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยน วิธีการและคำตอบที่แตกต่าง แต่ไม่มีกลุ่มไหนเลยที่ขีดเขียนข้อมูลลงในข้อคำถาม ครูจึงชี้แจงว่านักเรียนสามารถขีดข้อความสำคัญได้ เช่น สถานการณ์ถามว่าอะไรเงื่อนไขสำคัญอยู่ตรงไหน

ใบกิจกรรมที่ 1 สถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง”

จังหวัดสิงห์บุรีประกอบด้วย 6 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภออินทร์บุรี อำเภอท่าช้าง อำเภอบางระจัน อำเภอพรหมบุรี และอำเภอกำแพงแสน โดยการเดินทางไปมาระหว่างอำเภอในปัจจุบันมีความสะดวกสบายและมีเส้นทางมากมายให้เลือก ถ้านักเรียนต้องเดินทางจากอำเภออินทร์บุรีไปอำเภอพรหมบุรี โดยมีเวลาจำกัดทำให้นักเรียนต้องวางแผนในการเดินทางเพื่อให้ทันตามเวลาที่กำหนด ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

นักเรียนขับรถออกจากบ้านไปทำธุระที่อำเภอพรหมบุรี โดยมีเส้นทางให้เลือกดังนี้ จากบ้านไปอำเภออินทร์บุรี มี 3 เส้นทาง ใช้เวลาดังนี้

ระยะเวลาจากบ้านไปอำเภออินทร์บุรี	ระยะเวลาจากอำเภออินทร์ไปอำเภอเมือง	ระยะเวลาจากอำเภอเมืองไปอำเภอพรหมบุรี
เส้นทาง ก ใช้เวลา 25 นาที	เส้นทาง ง ใช้เวลา 35 นาที	เส้นทาง ข ใช้เวลา 20 นาที
เส้นทาง ข ใช้เวลา 20 นาที	เส้นทาง จ ใช้เวลา 15 นาที	เส้นทาง ข ใช้เวลา 15 นาที
เส้นทาง ค ใช้เวลา 15 นาที	เส้นทาง ฉ ใช้เวลา 20 นาที	

นักเรียนควรเลือกเส้นทางใดที่ใช้เวลาไม่เกิน 60 นาที

โดยให้ พิวเจอร์บอร์ตรูปลีเหลี่ยม แทน เมืองต่างๆ

ตลอด แทน เส้นทาง

ป้ายกำหนดเวลา แทน เวลาในการเดินทางของเส้นทางต่างๆ

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 19 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มทั่วไป

ใบกิจกรรมที่ 1 สถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง”

จังหวัดสิงห์บุรีประกอบด้วย 6 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภออินทร์บุรี อำเภอท่าช้าง อำเภอบางระจัน อำเภอพรหมบุรี และอำเภอกำแพงแสน โดยการเดินทางไปมาระหว่างอำเภอในปัจจุบันมีความสะดวกสบายและมีเส้นทางมากมายให้เลือก ถ้านักเรียนต้องเดินทางจากอำเภออินทร์บุรีไปอำเภอพรหมบุรี โดยมีเวลาจำกัดทำให้นักเรียนต้องวางแผนในการเดินทางเพื่อให้ทันตามเวลาที่กำหนด ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

นักเรียนขับรถออกจากบ้านไปทำธุระที่อำเภอพรหมบุรี โดยมีเส้นทางให้เลือกดังนี้ จากบ้านไปอำเภออินทร์บุรี มี 3 เส้นทาง ใช้เวลาดังนี้

ระยะเวลาจากบ้านไปอำเภออินทร์บุรี	ระยะเวลาจากอำเภออินทร์ไปอำเภอเมือง	ระยะเวลาจากอำเภอเมืองไปอำเภอพรหมบุรี
เส้นทาง ก ใช้เวลา 25 นาที	เส้นทาง ง ใช้เวลา 35 นาที	เส้นทาง ข ใช้เวลา 20 นาที
เส้นทาง ข ใช้เวลา 20 นาที	เส้นทาง จ ใช้เวลา 15 นาที	เส้นทาง ข ใช้เวลา 15 นาที
เส้นทาง ค ใช้เวลา 15 นาที	เส้นทาง ฉ ใช้เวลา 20 นาที	

นักเรียนควรเลือกเส้นทางใดที่ใช้เวลาไม่เกิน 60 นาที

โดยให้ พิวเจอร์บอร์ตรูปลีเหลี่ยม แทน เมืองต่างๆ

ตลอด แทน เส้นทาง

ป้ายกำหนดเวลา แทน เวลาในการเดินทางของเส้นทางต่างๆ

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 20 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มเป้าหมาย

ในช่วงที่ 1.2 คาบเรียนที่ 4 เมื่อครูมอบสถานการณ์ที่ 4 “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนมีน้ำจำนวนจำกัดเพื่อรดน้ำในแปลงเกษตร จากสถานการณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ จะทำความเข้าใจปัญหาด้วยวิธีการอ่านสถานการณ์และขีดเขียนส่วนสำคัญของปัญหา มีบางคนขีดเขียนข้อความที่ไม่ใช่ส่วนสำคัญ มีบางคนขีดเขียนแต่ส่วนสำคัญไม่ครบ และมีบางคนที่ไม่ขีดเขียนใด ๆ เลยลงไป สถานการณ์ โดยใช้เวลาอ่านสถานการณ์ประมาณ 2 - 3 นาที เมื่อครูตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีการตอบปัญหาในข้อความที่สำคัญได้ คำถามบางข้อไม่มีนักเรียนตอบเลย และนักเรียนบางคนยังอ่านข้อมูลผ่าน ๆ โดยจับประเด็นสำคัญไม่ได้ทำให้เวลาตอบคำถามจึงทำการมาอ่านสถานการณ์ซ้ำอีกหลายรอบ ส่วนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ทั้ง 4 คน อ่านสถานการณ์โดยใช้เวลาประมาณ 2 - 3 นาที และทั้ง 4 คน มีการขีดเขียนข้อความสำคัญลงไป สถานการณ์ ดังภาพประกอบ 21 - 24 แต่นักเรียน บานเย็นและพุทธรักษา ขีดเขียนข้อความที่ไม่สำคัญ เมื่อตอบคำถามทำให้นักเรียนทั้ง 2 คน มาอ่านสถานการณ์ซ้ำอีกรอบ และบานเย็น พุทธรักษา ไม่ยอมตอบคำถามครูเมื่อครูถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจทั้งชั้นเรียน ครูจึงทำการสัมภาษณ์ บานเย็นและพุทธรักษา ว่าทำไมนักเรียนถึงขีดเขียนข้อความที่ไม่สำคัญนั้นมา บานเย็นตอบว่า ก็หนูไม่รู้ข้อความที่ขีดนั้นไม่สำคัญ พุทธรักษาตอบว่า หนูก็ไม่รู้เหมือนกันคะว่าข้อความนี้ไม่สำคัญ

ใบกิจกรรมที่ 4 สถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร”

ณ โรงเรียนแห่งหนึ่ง มีการทำแปลงเกษตรซึ่งเป็นการหารายได้เสริมระหว่างเรียนให้นักเรียน โดยการหารายได้เสริมของนักเรียนเป็นไปตามนโยบายของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสิงห์บุรี อ่างทอง ในหัวข้อ 3 วิ ประกอบด้วย วิชาการ วิชาชีพและวิชาชีพชีวิต การทำแปลงเกษตรเป็นส่วนหนึ่งของวิชาชีพที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักประกอบอาชีพเลี้ยงตัวเองได้ ซึ่งในแปลงเกษตรได้ปลูกผักหลายชนิด ได้แก่ ผักชี ผักคะน้า ผักบุ้ง พริก และ กวางตุ้ง อาหารหลักของผักเหล่านี้คือ น้ำ แต่ละวันนักเรียนต้องทำการรดน้ำผักในแปลงเกษตร แต่ที่ผ่านมานักเรียนมารดน้ำผักที่แปลงเกษตรบ่อยเกินไป ทำให้น้ำในถังเก็บน้ำของโรงเรียนไม่พอสำหรับการรดน้ำใน 1 สัปดาห์ ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

โดยการรดน้ำนักเรียนสามารถปรับระดับการรดน้ำได้ 5 ระดับ ดังข้อมูลในตารางต่อไปนี้

ระดับ	ประมาณ (ลิตร/นาที่)
1	5
2	6
3	7
4	8
5	9

ในแต่ละวันแปลงเกษตรต้องการน้ำไม่น้อยกว่า 100 ลิตร ถ้าถังเก็บน้ำมีน้ำ 900 ลิตร และมีเวลารดน้ำไม่เกินวันละ 15 นาที ต้องใช้ปริมาณน้ำกี่ลิตรเมื่อผ่านไป 1 สัปดาห์
จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 21 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของ พุทธรักษา

ใบกิจกรรมที่ 4 สถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร”

ณ โรงเรียนแห่งหนึ่ง มีการทำแปลงเกษตรซึ่งเป็นการหารายได้เสริมระหว่างเรียนให้กับนักเรียน โดยการหารายได้เสริมของนักเรียนเป็นไปตามนโยบายของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสิงห์บุรี อ่างทอง ในหัวข้อ 3 วิ ประกอบด้วย วิชาการ วิชาชีพและวิชาชีพชีวิต การทำแปลงเกษตรเป็นส่วนหนึ่งของ วิชาชีพที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักประกอบอาชีพเลี้ยงตัวเองได้ ซึ่งในแปลงเกษตรได้ปลูกผักหลายชนิด ได้แก่ ผักชี ผักคะน้า ผักบุ้ง พริก และ กวางตุ้ง อาหารหลักของผักเหล่านี้คือ น้ำ แต่ละวันนักเรียนต้องทำการรดน้ำผักในแปลงเกษตร แต่ที่ผ่านมานักเรียนมารดน้ำผักที่แปลงเกษตรบ่อยเกินไป ทำให้น้ำในถังเก็บน้ำของโรงเรียนไม่พอสำหรับการรดน้ำใน 1 สัปดาห์ ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

โดยการรดน้ำนักเรียนสามารถปรับระดับการรดน้ำได้ 5 ระดับ ดังข้อมูลในตารางต่อไปนี้

ระดับ	ประมาณ (ลิตร/นาที่)
1	5
2	6
3	7
4	8
5	9

ในแต่ละวันแปลงเกษตรต้องการน้ำไม่น้อยกว่า 100 ลิตร ถ้าถังเก็บน้ำมีน้ำ 900 ลิตร และมีเวลารดน้ำไม่เกินวันละ 15 นาที ต้องใช้ปริมาณน้ำกี่ลิตรเมื่อผ่านไป 1 สัปดาห์

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 22 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของ
ปานเย็น

ใบกิจกรรมที่ 4 สถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร”

ณ โรงเรียนแห่งหนึ่ง มีการทำแปลงเกษตรซึ่งเป็นการหารายได้เสริมระหว่างเรียนให้กับนักเรียน โดยการหารายได้เสริมของนักเรียนเป็นไปตามนโยบายของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสิงห์บุรี อ่างทอง ในหัวข้อ 3 วิ ประกอบด้วย วิชาการ วิชาชีพและวิชาชีพชีวิต การทำแปลงเกษตรเป็นส่วนหนึ่งของ วิชาชีพที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักประกอบอาชีพเลี้ยงตัวเองได้ ซึ่งในแปลงเกษตรได้ปลูกผักหลายชนิด ได้แก่ ผักชี ผักคะน้า ผักบุ้ง พริก และ กวางตุ้ง อาหารหลักของผักเหล่านี้คือ น้ำ แต่ละวันนักเรียนต้องทำการรดน้ำผักในแปลงเกษตร แต่ที่ผ่านมานักเรียนมารดน้ำผักที่แปลงเกษตรบ่อยเกินไป ทำให้น้ำในถังเก็บน้ำของโรงเรียนไม่พอสำหรับการรดน้ำใน 1 สัปดาห์ ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

โดยการรดน้ำนักเรียนสามารถปรับระดับการรดน้ำได้ 5 ระดับ ดังข้อมูลในตารางต่อไปนี้

ระดับ	ประมาณ (ลิตร/นาที่)
1	5
2	6
3	7
4	8
5	9

ในแต่ละวันแปลงเกษตรต้องการน้ำไม่น้อยกว่า 100 ลิตร ถ้าถังเก็บน้ำมีน้ำ 900 ลิตร และมีเวลารดน้ำไม่เกินวันละ 15 นาที ต้องใช้ปริมาณน้ำกี่ลิตรเมื่อผ่านไป 1 สัปดาห์

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 23 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของ
ตะวัน

ใบกิจกรรมที่ 4 สถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร”

ณ โรงเรียนแห่งหนึ่ง มีการทำแปลงเกษตรซึ่งเป็นการหารายได้เสริมระหว่างเรียนให้กับนักเรียน โดยการหารายได้เสริมของนักเรียนเป็นไปตามนโยบายของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสิงห์บุรี อ่างทอง ในหัวข้อ 3 วิ ประกอบด้วย วิชาการ วิชาชีพและวิชาชีพ การทำแปลงเกษตรเป็นส่วนหนึ่งของ วิชาชีพที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักประกอบอาชีพเลี้ยงตัวเองได้ ซึ่งในแปลงเกษตรได้ปลูกผักหลายชนิด ได้แก่ ผักชี ผักคะน้า ผักบุ้ง พริก และ กวางตุ้ง อาหารหลักของผักเหล่านี้คือ น้ำ แต่ละวันนักเรียนต้องทำการรดน้ำผักใน แปลงเกษตร แต่ที่ผ่านมานักเรียนมารดน้ำผักที่แปลงเกษตรบ่อยเกินไป ทำให้ในถังเก็บน้ำของโรงเรียนไม่ พอสำหรับการรดน้ำใน 1 สัปดาห์ ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

โดยการรดน้ำนักเรียนสามารถปรับระดับการรดน้ำได้ 5 ระดับ ดังข้อมูลในตารางต่อไปนี้

ระดับ	ประมาณ (ลิตร/นาที่)
1	5
2	6
3	7 ✓
4	8 ✓
5	9 ✓

ในแต่ละวันแปลงเกษตรต้องการน้ำไม่น้อยกว่า 100 ลิตร ถ้าถังเก็บน้ำมีน้ำ 900 ลิตร และมีเวลารด น้ำไม่เกินวันละ 15 นาที ต้องใช้ปริมาณน้ำกี่ลิตรเมื่อผ่านไป 1 สัปดาห์

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 24 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของ
จันทร์ภา

ในช่วงที่ 2.1 คาบเรียนที่ 5 เมื่อครูมอบสถานการณ์ที่ 5 “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน” พบว่า นักเรียนทั้ง 6 กลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงจากช่วง 1.1 จะทำความเข้าใจปัญหาด้วยวิธีการอ่านสถานการณ์โดยใช้เวลาประมาณ 3 นาที และมีการขีดเขียนข้อความสำคัญ แต่ก็มีนักเรียนบางกลุ่มขีดเขียนข้อความสำคัญไม่ครบ ดังภาพประกอบ 25 เมื่อมีการถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถาม แต่มีนักเรียนบางคนไม่ได้ตอบคำถามที่ครูถามและไม่ตั้งใจฟังทำให้มีนักเรียนต้องอ่านโจทย์ซ้ำอีกรอบ ส่วนนักเรียนกลุ่มเป้าหมายอ่านสถานการณ์โดยใช้เวลา 3 นาที 10 วินาที และมีการขีดเขียนลงไปในสถานการณ์ แต่ขีดเขียนไม่ครบ ดังภาพประกอบ 26 ครูจึงสอบถามว่าทำไมถึงไม่ขีดข้อความในย่อหน้าที่ 2 เพราะเป็นข้อความที่บอกว่ารถประจำทางนั่งได้กี่คน และรับได้ไม่เกินจุดละกี่คน ซึ่ง จันทร์ภาตอบว่า หนูรู้ว่าย่อหน้านี้สำคัญ แต่สถานการณ์ก่อน ๆ ที่หนูเคยทำ ไม่เคยขีดย่อหน้านี้เลยคะ หนูเลยไม่ขีด และนักเรียน 3 คนมีการพูดคุยเกี่ยวกับสถานการณ์ แต่บานเย็นไม่ยอมพูดคุย ครูจึงนำมาสัมภาษณ์ บานเย็นบอกว่า หนูไม่รู้ว่าพูดอะไรเลยคะเพราะสิ่งที่เพื่อนพูดหนูก็เข้าใจคะ

โดยจากกลุ่มเป้าหมายเมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์เสร็จแล้วนักเรียนจะถามกันในกลุ่มว่า

จันทรา : สถานการณ์ข้อนี้ ถามว่า ต้องรับผู้โดยสารแต่ละจุดกี่คน และ
ได้เงินทั้งหมดกี่บาท

ตะวัน : เราต้องได้กำไรอย่างน้อย 800 บาท แต่น่าจะหลังจากหักค่าน้ำมัน 500 บาทนะ

พุทธช้อน : แสดงว่าเราต้องได้เงินอย่างน้อย 1,300 บาท

จันทรา : รถมันรับได้ไม่เกิน 13 คนนะ และแต่ละจุดก็มีจำนวนคนที่รับ
ได้ว่าไม่เกินกี่คน

เมื่อถึงขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนตัวแทนนักเรียนที่มีคำตอบและวิธีการที่
แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยน วิธีการและคำตอบที่แตกต่าง ซึ่งขั้นตอนนี้นักเรียนจะเห็นถึงความ
แตกต่างในการขีดเขียน บางกลุ่มขีดข้อความที่ไม่สำคัญมา บางกลุ่มขีดข้อความที่สำคัญมาไม่
ครบ ทำให้ขั้นตอนนี้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนวิธีการขีดเขียนลงไปในสถานการณ์ และครูได้ให้
ข้อเสนอแนะไปกับนักเรียน

ใบกิจกรรมที่ 5 สถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน”

ค่าโดยสารรถตู้จากสิงห์บุรีไปกรุงเทพมีการขึ้นราคาเนื่องจากราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้นทำให้รายได้ของ
ผู้ประกอบการลดลง ผู้ประกอบการอยากขึ้นราคาค่าโดยสารแต่ไม่สามารถทำได้เพราะการขึ้นค่าโดยสารต้อง
ผ่านการยินยอมจากกรมขนส่งทางบก ซึ่งรถตู้สิงห์บุรีไปกรุงเทพจะมีจุดแวะรับ 3 จุด คือ บขส.สิงห์บุรี, ปีมหงส์
เขาวงกต และหน้าวัดอัมพวัน แต่ปัญหาคือผู้ประกอบการวิ่งแล้วได้กำไรน้อยและบางครั้งไม่พอต้นทุน
ทำให้ต้องมีการวางแผนการรับผู้โดยสารในแต่ละจุด ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

รถตู้โดยสารสิงห์บุรีไปกรุงเทพตามกฎหมายสามารถมีที่นั่งได้ไม่เกิน 13 ที่นั่ง กำลังวิ่งไปสู่จุดหมาย
แห่งหนึ่งซึ่งระหว่างทางมีจุดรับผู้โดยสาร 3 จุด โดยจุดเริ่มต้นจะมีผู้โดยสารตั้งแต่ 8 ถึง 10 คน และต้องแวะ
รับผู้โดยสารทุกจุดจุดละไม่เกิน 2 คน ซึ่งมีค่าบริการ ดังข้อมูลในตารางต่อไปนี้

จุดที่	ค่าบริการ (บาท)
1 เริ่มต้น	120
2	110
3	100

ซึ่งรถโดยสารคันนี้ต้องเติมน้ำมันดีเซล 500 บาทจึงจะวิ่งถึงจุดหมาย ซึ่งในการวิ่งรถโดยสารแต่ละครั้ง
เขาต้องได้กำไรอย่างน้อย 800 บาท จึงจะคุ้มทุน จงหาว่าต้องรับผู้โดยสารแต่ละจุดละกี่คน และได้เงินทั้งหมด
กี่บาท

ภาพประกอบ 25 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน”
ของกลุ่มทั่วไป

ใบกิจกรรมที่ 5 สถานการณ์ปัญหา “คาร์ลโดยสารกับราคาน้ำมัน”

ค่าโดยสารรถตู้จากสิงห์บุรีไปกรุงเทพฯมีการขึ้นราคาเนื่องจากราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้นทำให้รายได้ของผู้ประกอบการลดลง ผู้ประกอบการอยากขึ้นราคาค่าโดยสารแต่ไม่สามารถทำได้เพราะการขึ้นค่าโดยสารต้องผ่านการยินยอมจากกรมขนส่งทางบก ซึ่งรถตู้สิงห์บุรีไปกรุงเทพฯจะมีจุดแวะรับ 3 จุด คือ บขส.สิงห์บุรี, ปีมหงส์เขาวลิตร และหน้าวัดอัมพวัน แต่ปัญหาคือผู้ประกอบการวิ่งแล้วได้กำไรน้อยและบางครั้งไม่พอต้นทุน ทำให้ต้องมีการวางแผนการรับผู้โดยสารในแต่ละจุด ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

รถตู้โดยสารสิงห์บุรีไปกรุงเทพฯตามกฎหมายสามารถมีที่นั่งได้ไม่เกิน 13 ที่นั่ง กำลังวิ่งไปสู่จุดหมายแห่งหนึ่งซึ่งระหว่างทางมีจุดรับผู้โดยสาร 3 จุด โดยจุดเริ่มต้นจะมีผู้โดยสารตั้งแต่ 8 ถึง 10 คน และต้องแวะรับผู้โดยสารทุกจุดจุดละไม่เกิน 2 คน ซึ่งมีค่าบริการ ดังข้อมูลในตารางต่อไปนี้

จุดที่	ค่าบริการ (บาท)
1 เริ่มต้น	120
2	110
3	100

ซึ่งรถโดยสารคันนี้ต้องเติมน้ำมันดีเซล 500 บาทจึงจะวิ่งถึงจุดหมาย ซึ่งในการวิ่งรถโดยสารแต่ละครั้งเขาต้องได้กำไรอย่างน้อย 800 บาท จึงจะคุ้มทุน จงหาว่าต้องรับผู้โดยสารแต่ละจุดละกี่คน และได้เงินทั้งหมดกี่บาท

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 26 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “คาร์ลโดยสารกับราคาน้ำมัน” ของกลุ่มเป้าหมาย

ในช่วงที่ 2.2 คาบเรียนที่ 8 เมื่อครูมอบสถานการณ์ที่ 8 “การแบ่งรายได้เสริม” ซึ่งให้นักเรียนแบ่งกลุ่มหารายได้ในการทำงานทั้ง 4 อาชีพ และมีรายได้ขั้นต่ำให้กับนักเรียนเพื่อเลือกทำงานแต่ละอาชีพ จากสถานการณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ จะทำความเข้าใจปัญหาด้วยวิธีการอ่านสถานการณ์โดยใช้เวลาอ่านสถานการณ์ประมาณ 3 – 4 นาที และนักเรียนมีการขีดเขียนข้อความสำคัญ แต่ก็มีส่วนที่ขีดข้อความสำคัญไม่ถูกหรือขีดไม่ครบ เมื่อครูตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีการตอบคำถามได้ บางคนตอบคำถามได้เป็นบางข้อ และก็มีนักเรียนที่ไม่ตอบคำถามเลย ส่วนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย อ่านสถานการณ์โดยใช้เวลาประมาณ 3 นาที 30 วินาที และทั้ง 4 คน มีการขีดเขียนข้อความสำคัญลงไป ในสถานการณ์ ดังภาพประกอบ 27 - 30 แต่นักเรียน พุทธิซ้อน ขีดเขียนข้อความที่สำคัญไม่ครบคือไม่ได้ขีดว่าสถานการณ์ต้องการอะไร ครูจึงทำการสัมภาษณ์ นักเรียนตอบว่า หนูลืมขีดแค่แต่หนูรู้ นะคะว่าตรงนี้เป็นคำถาม และบ้านเย็นไม่ยอมตอบคำถามครูเมื่อครูถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจทั้งชั้นเรียน

ใบกิจกรรมที่ 8 สถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม”

โรงเรียนแห่งหนึ่งได้รับงบประมาณสำหรับใช้มาจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนหารายได้ระหว่างเรียน โดยการหารายได้เสริมของนักเรียนเป็นไปตามนโยบายของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง ในหัวข้อ 3 วิ ประกอบด้วย วิชาการ วิชาชีพและวิชาชีพชีวิต กิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนหารายได้ระหว่างเรียนเป็นส่วนหนึ่งของวิชาชีพที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักประกอบอาชีพเลี้ยงตัวเองได้ ซึ่งกิจกรรมที่โรงเรียนแห่งนี้จัดขึ้น ได้แก่ กิจกรรมล้างรถ กิจกรรมร้านกาแฟ กิจกรรมการเกษตร และกิจกรรมดนตรี แต่ปัญหาคือกิจกรรมที่จัดได้เงินที่แตกต่างกันทำให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันในการหารายได้ ทำให้นักเรียนต้องวางแผนในการทำกิจกรรม ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

นักเรียน 60 คน หารายได้เสริมจากกิจกรรม ดังตารางดังนี้

กลุ่ม กิจกรรมที่จัด	รายได้ต่อวัน	จำนวนนักเรียนในการร่วมกิจกรรม
กลุ่มที่ 1 ล้างรถ	600	20
กลุ่มที่ 2 ร้านกาแฟ	500	10
กลุ่มที่ 3 การเกษตร	700	20
กลุ่มที่ 4 ดนตรี	400	10

โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องเปลี่ยนกิจกรรมทุกๆ 5 วัน และต้องทำงานกับกลุ่มเดิม และนักเรียนต้องมีรายได้เฉลี่ย 10 วันไม่น้อยกว่า 300 บาท/คน นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รายได้คนละเท่าไร จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 27 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของ
พุทธชัยอน

ใบกิจกรรมที่ 8 สถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม”

โรงเรียนแห่งหนึ่งได้รับงบประมาณสำหรับใช้มาจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนหารายได้ระหว่างเรียน โดยการหารายได้เสริมของนักเรียนเป็นไปตามนโยบายของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง ในหัวข้อ 3 วิ ประกอบด้วย วิชาการ วิชาชีพและวิชาชีพชีวิต กิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนหารายได้ระหว่างเรียนเป็นส่วนหนึ่งของวิชาชีพที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักประกอบอาชีพเลี้ยงตัวเองได้ ซึ่งกิจกรรมที่โรงเรียนแห่งนี้จัดขึ้น ได้แก่ กิจกรรมล้างรถ กิจกรรมร้านกาแฟ กิจกรรมการเกษตร และกิจกรรมดนตรี แต่ปัญหาคือกิจกรรมที่จัดได้เงินที่แตกต่างกันทำให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันในการหารายได้ ทำให้นักเรียนต้องวางแผนในการทำกิจกรรม ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

นักเรียน 60 คน หารายได้เสริมจากกิจกรรม ดังตารางดังนี้

กลุ่ม กิจกรรมที่จัด	รายได้ต่อวัน	จำนวนนักเรียนในการร่วมกิจกรรม
กลุ่มที่ 1 ล้างรถ	600	20
กลุ่มที่ 2 ร้านกาแฟ	500	10
กลุ่มที่ 3 การเกษตร	700	20
กลุ่มที่ 4 ดนตรี	400	10

โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องเปลี่ยนกิจกรรมทุกๆ 5 วัน และต้องทำงานกับกลุ่มเดิม และนักเรียนต้องมีรายได้เฉลี่ย 10 วันไม่น้อยกว่า 300 บาท/คน นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รายได้คนละเท่าไร จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 28 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของ
ปานเย็น

ใบกิจกรรมที่ 8 สถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม”

โรงเรียนแห่งหนึ่งได้รับงบประมาณสำหรับใช้มาจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนหารายได้ระหว่างเรียน โดยการหารายได้เสริมของนักเรียนเป็นไปตามนโยบายของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง ในหัวข้อ 3 วิ ประกอบด้วย วิชาการ วิชาชีพและวิชาชีพชีวิต กิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนหารายได้ระหว่างเรียนเป็นส่วนหนึ่งของวิชาชีพที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักประกอบอาชีพเลี้ยงตัวเองได้ ซึ่งกิจกรรมที่โรงเรียนแห่งนี้จัดขึ้น ได้แก่ กิจกรรมล้างรถ กิจกรรมร้านกาแฟ กิจกรรมการเกษตร และกิจกรรมดนตรี แต่ปัญหาคือกิจกรรมที่จัดได้เงินที่แตกต่างกันทำให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันในการหารายได้ ทำให้นักเรียนต้องวางแผนในการทำกิจกรรม ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

นักเรียน 60 คน หารายได้เสริมจากกิจกรรม ดังตารางดังนี้

กลุ่ม กิจกรรมที่จัด	รายได้ต่อวัน	จำนวนนักเรียนในการร่วมกิจกรรม
กลุ่มที่ 1 ล้างรถ	600	20
กลุ่มที่ 2 ร้านกาแฟ	500	10
กลุ่มที่ 3 การเกษตร	700	20
กลุ่มที่ 4 ดนตรี	400	10

โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องเปลี่ยนกิจกรรมทุกๆ 5 วัน และต้องทำงานกับกลุ่มเดิม และนักเรียนต้องมีรายได้เฉลี่ย 10 วันไม่น้อยกว่า 300 บาท/คน นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รายได้คนละเท่าไร

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 29 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของตะวัน

ใบกิจกรรมที่ 8 สถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม”

โรงเรียนแห่งหนึ่งได้รับงบประมาณสำหรับใช้มาจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนหารายได้ระหว่างเรียน โดยการหารายได้เสริมของนักเรียนเป็นไปตามนโยบายของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง ในหัวข้อ 3 วิ ประกอบด้วย วิชาการ วิชาชีพและวิชาชีพชีวิต กิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนหารายได้ระหว่างเรียนเป็นส่วนหนึ่งของวิชาชีพที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักประกอบอาชีพเลี้ยงตัวเองได้ ซึ่งกิจกรรมที่โรงเรียนแห่งนี้จัดขึ้น ได้แก่ กิจกรรมล้างรถ กิจกรรมร้านกาแฟ กิจกรรมการเกษตร และกิจกรรมดนตรี แต่ปัญหาคือกิจกรรมที่จัดได้เงินที่แตกต่างกันทำให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันในการหารายได้ ทำให้นักเรียนต้องวางแผนในการทำกิจกรรม ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

นักเรียน 60 คน หารายได้เสริมจากกิจกรรม ดังตารางดังนี้

กลุ่ม กิจกรรมที่จัด	รายได้ต่อวัน	จำนวนนักเรียนในการร่วมกิจกรรม
กลุ่มที่ 1 ล้างรถ	600	20
กลุ่มที่ 2 ร้านกาแฟ	500	10
กลุ่มที่ 3 การเกษตร	700	20
กลุ่มที่ 4 ดนตรี	400	10

โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องเปลี่ยนกิจกรรมทุกๆ 5 วัน และต้องทำงานกับกลุ่มเดิม และนักเรียนต้องมีรายได้เฉลี่ย 10 วันไม่น้อยกว่า 300 บาท/คน นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รายได้คนละเท่าไร

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 30 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของจันทร์ภา

ในช่วงที่ 3.1 คาบเรียนที่ 9 เมื่อครูมอบสถานการณ์ที่ 9 “การเพิ่มจำนวนของ แหนแดง” ซึ่งเหนแดงนั้นเป็นประโยชน์ต่อการปลูกข้าวและต้องเลือกพันธ์เหนแดงที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าว จากสถานการณ์พบว่า นักเรียนทั้ง 6 กลุ่ม ได้ทำความเข้าใจปัญหาด้วยวิธีการอ่าน สถานการณ์ประมาณ 3 – 4 นาที โดยมีการแสดงรอยขีด แต่บางกลุ่มแสดงรอยขีดไม่ครบ ดังภาพประกอบ 31 โดยมีนักเรียนบางกลุ่มถามครูถึงเงื่อนไขที่นักเรียนยังไม่เข้าใจก่อนที่ครูจะตั้งคำถามตรวจสอบความเข้าใจ เพราะในช่วงนี้เงื่อนไขที่เพิ่มขึ้นทำให้นักเรียนสับสน แล้วครูจึงตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของสถานการณ์ โดยนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย อ่านสถานการณ์ โดยใช้เวลา 4 นาที และมีการแสดงการขีดเขียนลงไปในสถานการณ์ได้ครบถ้วน ดังภาพประกอบ 32 และทั้ง 4 คนมีพฤติกรรมกรพุดคุยเกี่ยวกับสถานการณ์ทุกคน

โดยจากกลุ่มเป้าหมายเมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์เสร็จแล้วนักเรียนจะถามกันในกลุ่มว่า

พุทธช้อน : รู้สึกว่าเงื่อนไขมันเยอะขึ้นนะ อย่างข้อนี้คือเมื่อผ่านไป 10 วัน เชื้อจะขยายพันธ์เป็น 2 เท่า แล้วเขาต้องการเชื้ออย่างน้อย 8 ตัว

ตะวัน : แสดงว่าเราต้องเลือกอาหารที่เหมาะสมกับการเพาะเชื้อ

จันทร์ : เรื่องนี้เพิ่มมาเป็นเท่าตัว น่าจะต้องใช้เรื่องเลขยกกำลัง แล้วดูว่าอาหารชนิดไหนเหมาะสม

บานเย็น : เลขยกกำลังหรือ ไม่ได้บวกลบคูณหารแบบที่ผ่าน ๆ มาอะสิ

จันทร์ : ครูเขาคงเปลี่ยนเนื้อหาแหละแต่เรื่องนี้เราเรียนไปแล้วนะ

เมื่อถึงขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนตัวแทนนักเรียนที่มีคำตอบและวิธีการที่แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยน วิธีการและคำตอบที่แตกต่าง แต่ไม่มีกลุ่มมาแลกเปลี่ยนวิธีการขีดเขียนลงไปในสถานการณ์ ส่วนใหญ่นักเรียนขีดเขียนลงในสถานการณ์ได้ถูกต้อง

ใบกิจกรรมที่ 9 สถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มจำนวนของหนวดง”

ในชุมชนแห่งหนึ่ง ประชาชนส่วนใหญ่มีอาชีพหลักเป็นชาวนา ซึ่งชาวนาส่วนใหญ่จะใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตในนาข้าว ที่ผ่านมามีชาวปลูกมีราคาถูก แต่ปุ๋ยมีราคาสูงขึ้น ทำให้ชาวนาขายข้าวเปลือกไม่คุ้มกับต้นทุนที่ลงทุนไป การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นทางเลือกใหม่สำหรับชาวนาเพื่อลดต้นทุน หนวดงเป็นพืชชนิดหนึ่งที่สามารถเลี้ยงในนาข้าว ซึ่งเมื่อสุบน้ำในนาข้าวออกไปหนวดงเหล่านี้จะกลายเป็นปุ๋ยให้กับต้นข้าว นอกจากนี้หนวดงยังช่วยรักษาน้ำให้สะอาดทำให้ผลผลิตดี แต่ปัญหาผลผลิตน้อย หนวดงมี 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ไมโครฟีลา อะซอลลา และพินาด้า โดยแต่ละสายพันธุ์สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวเปลือกได้แตกต่างกัน ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

ในการทำนา 1 ไร่ จำนวนหนวดงแต่ละสายพันธุ์ทุก ๆ 100 กิโลกรัม จะเพิ่มผลผลิตข้าวเปลือกแตกต่างกันดังตาราง

สายพันธุ์หนวดง	หนวดงทุก ๆ 100 กิโลกรัม จะให้ผลผลิตข้าวเปลือกเพิ่ม (กิโลกรัม)
A	7
B	6
C	5

มีหนวดงเริ่มต้นจำนวน 5 กิโลกรัม และจะขยายพันธุ์เพิ่มขึ้น 5 เท่าทุก ๆ สัปดาห์ของหนวดง โดยมีเวลาขยายพันธุ์ 4 สัปดาห์ ถ้าต้องการผลผลิตของข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 160 กิโลกรัม ต้องใช้หนวดงสายพันธุ์ใดบ้าง

ภาพประกอบ 31 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของหนวดง” ของกลุ่มทั่วไป

ใบกิจกรรมที่ 9 สถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มจำนวนของหนวดง”

ในชุมชนแห่งหนึ่ง ประชาชนส่วนใหญ่มีอาชีพหลักเป็นชาวนา ซึ่งชาวนาส่วนใหญ่จะใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตในนาข้าว ที่ผ่านมามีชาวปลูกมีราคาถูก แต่ปุ๋ยมีราคาสูงขึ้น ทำให้ชาวนาขายข้าวเปลือกไม่คุ้มกับต้นทุนที่ลงทุนไป การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นทางเลือกใหม่สำหรับชาวนาเพื่อลดต้นทุน หนวดงเป็นพืชชนิดหนึ่งที่สามารถเลี้ยงในนาข้าว ซึ่งเมื่อสุบน้ำในนาข้าวออกไปหนวดงเหล่านี้จะกลายเป็นปุ๋ยให้กับต้นข้าว นอกจากนี้หนวดงยังช่วยรักษาน้ำให้สะอาดทำให้ผลผลิตดี แต่ปัญหาผลผลิตน้อย หนวดงมี 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ไมโครฟีลา อะซอลลา และพินาด้า โดยแต่ละสายพันธุ์สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวเปลือกได้แตกต่างกัน ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

ในการทำนา 1 ไร่ จำนวนหนวดงแต่ละสายพันธุ์ทุก ๆ 100 กิโลกรัม จะเพิ่มผลผลิตข้าวเปลือกแตกต่างกันดังตาราง

สายพันธุ์หนวดง	หนวดงทุก ๆ 100 กิโลกรัม จะให้ผลผลิตข้าวเปลือกเพิ่ม (กิโลกรัม)
A	7
B	6
C	5

มีหนวดงเริ่มต้นจำนวน 5 กิโลกรัม และจะขยายพันธุ์เพิ่มขึ้น 5 เท่าทุก ๆ สัปดาห์ของหนวดง โดยมีเวลาขยายพันธุ์ 4 สัปดาห์ ถ้าต้องการผลผลิตของข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 160 กิโลกรัม ต้องใช้หนวดงสายพันธุ์ใดบ้าง

ภาพประกอบ 32 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของหนวดง” ของกลุ่มเป้าหมาย

ในช่วงที่ 3.2 คาบเรียนที่ 12 เมื่อครูมอบสถานการณ์ที่ 12 “การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์” ซึ่งการเพิ่มของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ และต้องเลือกสารอาหารที่สามารถเพิ่มเชื้อจุลินทรีย์ให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่มีประโยชน์ จากสถานการณ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ได้ทำความเข้าใจปัญหาด้วยวิธีการอ่านสถานการณ์และขีดเขียนส่วนสำคัญของปัญหา มีบางคนขีดเขียนส่วนสำคัญของสถานการณ์ไม่ครบ โดยใช้เวลาอ่านสถานการณ์ประมาณ 4 - 5 นาที เมื่อครูตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีการตอบปัญหาในข้อความที่สำคัญได้บางคน แต่นักเรียนบางคนก็ตอบคำถามได้เป็นบางข้อ ส่วนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย อ่านสถานการณ์โดยใช้เวลาประมาณ 4 นาที และทั้ง 4 คน มีการขีดเขียนข้อความสำคัญลงในสถานการณ์ได้ครบและถูกต้อง ดังภาพประกอบ 33 - 36

ใบกิจกรรมที่ 12 สถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์”

จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย จะคอยรักษาลำไส้ใหญ่ ซึ่งมีส่วนประกอบของกรดแลคติกที่ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อที่มีโอกาสจะก่อโรคเข้าสู่ร่างกายตามช่องทางต่าง ๆ เสริมสร้างการทำงานของระบบลำไส้ ช่วยให้การขับถ่ายดีขึ้น อุจจาระไม่ตกร้าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของวิตามินมากมาย เช่น วิตามินซีที่ช่วยป้องกันโรค กระตุ้นการไหลเวียนของโลหิตที่ทำให้ผิวพรรณสดใส เป็นต้น โดยการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์นั้น อาหารเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของ เชื้อจุลินทรีย์เพราะอาหารเป็นแหล่งพลังงาน และเป็นแหล่งแร่ธาตุให้เชื้อจุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างหรือซ่อมแซมส่วนที่สึกหลอ โดยอาหารของจุลินทรีย์แบ่งเป็น 5 ชนิด คือ General purpose media ,Selective media ,Enrichment media ,Differential media และ Selective/differential media ทำให้การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ควรมีการเลือกอาหารที่เหมาะสม ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

ในการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ที่จำนวน 1 ตัว มีการเลือกอาหารที่เหมาะสมกับเชื้อดังตาราง

อาหาร	อัตราการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์
A	ทุกๆ 5 วัน
B	ทุกๆ 4 วัน
C	ทุกๆ 3 วัน
D	ทุกๆ 2 วัน
E	ทุกๆ 1 วัน

ซึ่งหากผ่านไป 10 วัน การขยายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์จะเป็น 2 เท่า ถ้าต้องการจำนวนจุลินทรีย์อย่างน้อย 8 ตัว ต้องใช้อาหารชนิดใดในการเพิ่มเชื้อจุลินทรีย์

พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 33 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของพุทธชื่อน

ใบกิจกรรมที่ 12 สถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์”

จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย จะคอยรักษาลำไส้ใหญ่ ซึ่งมีส่วนประกอบของกรดแลคติกที่ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อที่มีโอกาสจะก่อโรคเข้าสู่ร่างกายตามช่องทางต่าง ๆ เสริมสร้างการทำงานของระบบลำไส้ ช่วยให้การขับถ่ายดีขึ้น อุจจาระไม่คั่งค้าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของวิตามินมากมาย เช่น วิตามินซีที่ช่วยป้องกันโรค กระตุ้นการไหลเวียนของโลหิตที่ทำให้ผิวพรรณสดใส เป็นต้น โดยการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์นั้น อาหารเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของ เชื้อจุลินทรีย์เพราะอาหารเป็นแหล่งพลังงาน และเป็นแหล่งแร่ธาตุให้เชื้อจุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างหรือซ่อมแซมส่วนที่สึกหลอ โดยอาหารของจุลินทรีย์แบ่งเป็น 5 ชนิด คือ General purpose media ,Selective media ,Enrichment media ,Differential media และ Selective/differential media ทำให้การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ควรมีการเลือกอาหารที่เหมาะสม ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

ในการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ที่จำนวน 1 ตัว มีการเลือกอาหารที่เหมาะสมกับเชื้อดังตาราง

อาหาร	อัตราการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์
A	ทุกๆ 5 วัน
B	ทุกๆ 4 วัน
C	ทุกๆ 3 วัน
D	ทุกๆ 2 วัน
E	ทุกๆ 1 วัน

ซึ่งหากผ่านไป 10 วัน การขยายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์จะเป็น 2 เท่า ถ้าต้องการจำนวนจุลินทรีย์อย่างน้อย 8 ตัว ต้องใช้อาหารชนิดใดในการเพิ่มเชื้อจุลินทรีย์

พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 34 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของปานเย็น

ใบกิจกรรมที่ 12 สถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์”

จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย จะคอยรักษาลำไส้ใหญ่ ซึ่งมีส่วนประกอบของกรดแลคติกที่ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อที่มีโอกาสจะก่อโรคเข้าสู่ร่างกายตามช่องทางต่าง ๆ เสริมสร้างการทำงานของระบบลำไส้ ช่วยให้การขับถ่ายดีขึ้น อุจจาระไม่คั่งค้าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของวิตามินมากมาย เช่น วิตามินซีที่ช่วยป้องกันโรค กระตุ้นการไหลเวียนของโลหิตที่ทำให้ผิวพรรณสดใส เป็นต้น โดยการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์นั้น อาหารเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของ เชื้อจุลินทรีย์เพราะอาหารเป็นแหล่งพลังงาน และเป็นแหล่งแร่ธาตุให้เชื้อจุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างหรือซ่อมแซมส่วนที่สึกหลอ โดยอาหารของจุลินทรีย์แบ่งเป็น 5 ชนิด คือ General purpose media ,Selective media ,Enrichment media ,Differential media และ Selective/differential media ทำให้การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ควรมีการเลือกอาหารที่เหมาะสม ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

ในการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ที่จำนวน 1 ตัว มีการเลือกอาหารที่เหมาะสมกับเชื้อดังตาราง

อาหาร	อัตราการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์
A	ทุกๆ 5 วัน
B	ทุกๆ 4 วัน
C	ทุกๆ 3 วัน
D	ทุกๆ 2 วัน
E	ทุกๆ 1 วัน

ซึ่งหากผ่านไป 10 วัน การขยายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์จะเป็น 2 เท่า ถ้าต้องการจำนวนจุลินทรีย์อย่างน้อย 8 ตัว ต้องใช้อาหารชนิดใดในการเพิ่มเชื้อจุลินทรีย์

พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 35 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของตะวัน

ใบกิจกรรมที่ 12 สถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์”

จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย จะคอยรักษาลำไส้ใหญ่ ซึ่งมีส่วนประกอบของกรดแลคติกที่ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อที่มีโอกาสจะก่อโรคเข้าสู่ร่างกายตามช่องทางต่าง ๆ เสริมสร้างการทำงานระบบลำไส้ ช่วยให้การขับถ่ายดีขึ้น อูจาระไม่ตกค้าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของวิตามินมากมาย เช่น วิตามินซีที่ช่วยป้องกันโรค กระตุ้นการไหลเวียนของโลหิตที่ทำให้ผิวพรรณสดใส เป็นต้น โดยการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์นั้น อาหารเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของ เชื้อจุลินทรีย์เพราะอาหารเป็นแหล่งพลังงาน และเป็นแหล่งแร่ธาตุให้เชื้อจุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างหรือซ่อมแซมส่วนที่สึกหลอ โดยอาหารของจุลินทรีย์แบ่งเป็น 5 ชนิด คือ General purpose media ,Selective media ,Enrichment media ,Differential media และ Selective/differential media ทำให้การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ควรมีการเลือกอาหารที่เหมาะสม ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

ในการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ที่ตีจำนวน 1 ตัว มีการเลือกอาหารที่เหมาะสมกับเชื้อมีดังตาราง

อาหาร	อัตราการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์
A	ทุกๆ 5 วัน
B	ทุกๆ 4 วัน
C	ทุกๆ 3 วัน ✓
D	ทุกๆ 2 วัน ✓
E	ทุกๆ 1 วัน

ซึ่งหากผ่านไป 10 วัน การขยายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์จะเป็น 2 เท่า ถ้าต้องการจำนวนจุลินทรีย์อย่างน้อย 8 ตัว ต้องใช้อาหารชนิดใดในการเพิ่มเชื้อจุลินทรีย์

พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

ภาพประกอบ 36 แสดงร่องรอยการขีดเขียนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์”
ของจันทรา

จากการศึกษาพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับจำนวนและการดำเนินการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ร่องรอยการขีดเขียนในสถานการณ์ปัญหา สามารถสรุปความก้าวหน้าของพฤติกรรมในการแสดงร่องรอยการขีดเขียนของนักเรียนในแต่ละกลุ่มในคาบต้นของแต่ละช่วง ดังตาราง 8

ตาราง 8 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการขีดเขียนของนักเรียนแต่ละกลุ่มในคาบต้นของแต่ละช่วง

พฤติกรรม กลุ่มที่	คาบที่ 1	คาบที่ 5	คาบที่ 8
1	ไม่มีร่องรอยการขีดเขียนใด ๆ เลย	มีร่องรอยการขีดเขียนในส่วนที่สำคัญครบ แต่มีการขีดในส่วนที่ไม่สำคัญด้วย	มีร่องรอยการขีดเขียนในส่วนที่สำคัญครบ
2	ไม่มีร่องรอยการขีดเขียนใด ๆ เลย	มีร่องรอยการขีดเขียนในส่วนที่สำคัญแต่มีการขีดในส่วนที่ไม่สำคัญไม่ครบ	มีร่องรอยการขีดเขียนในส่วนที่สำคัญครบ
3	ไม่มีร่องรอยการขีดเขียนใด ๆ เลย	มีร่องรอยการขีดเขียนในส่วนที่สำคัญครบแต่มีการขีดในส่วนที่ไม่สำคัญไม่ครบ	มีร่องรอยการขีดเขียนในส่วนที่สำคัญครบ
4	ไม่มีร่องรอยการขีดเขียนใด ๆ เลย	มีร่องรอยการขีดเขียนในส่วนที่สำคัญไม่ครบและมีรอยขีดที่ขีดในส่วนที่ไม่สำคัญด้วย	มีร่องรอยการขีดเขียนในส่วนที่สำคัญครบ
5	ไม่มีร่องรอยการขีดเขียนใด ๆ เลย	มีร่องรอยการขีดเขียนในส่วนที่สำคัญครบ	มีร่องรอยการขีดเขียนในส่วนที่สำคัญครบ
6 กลุ่มเป้าหมาย	ไม่มีร่องรอยการขีดเขียนใด ๆ เลย	มีร่องรอยการขีดเขียนในส่วนที่สำคัญแต่ขีดไม่ครบ	มีร่องรอยการขีดเขียนในส่วนที่สำคัญครบ

การแสดงร่องรอยการขีดเขียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในคาบปลายของแต่ละช่วง ดังตาราง 9 ดังนี้

ตาราง 9 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการขีดเขียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในคาบปลายของแต่ละช่วง

พฤติกรรมนักเรียนเป้าหมาย	คาบที่ 4	คาบที่ 8	คาบที่ 12
พุทธช้อน	มีร่องรอยการขีดเขียนในส่วนที่สำคัญครบ แต่ขีดไม่ครบและขีดในส่วนที่ไม่สำคัญด้วย	มีร่องรอยการขีดเขียนส่วนที่สำคัญมาแต่ขีดไม่ครบ	มีร่องรอยการขีดเขียนส่วนที่สำคัญได้ครบ
บานเย็น	มีร่องรอยการขีดเขียนครบแต่ขีดในส่วนที่ไม่สำคัญด้วย	มีร่องรอยการขีดเขียนส่วนที่สำคัญได้ครบ	มีร่องรอยการขีดเขียนส่วนที่สำคัญได้ครบ
ตะวัน	มีร่องรอยการขีดเขียนส่วนที่สำคัญได้ครบ	มีร่องรอยการขีดเขียนส่วนที่สำคัญได้ครบ	มีร่องรอยการขีดเขียนส่วนที่สำคัญได้ครบ
จันทร์	มีร่องรอยการขีดเขียนส่วนที่สำคัญได้ครบ	มีร่องรอยการขีดเขียนส่วนที่สำคัญได้ครบ	มีร่องรอยการขีดเขียนส่วนที่สำคัญได้ครบ

ส่วนที่ 2 แสดงการทำความเข้าใจปัญหา

ในช่วงที่ 1.1 จากนักเรียนทั้งหมด 6 กลุ่มพบว่านักเรียนจำนวน 2 กลุ่มตอบคำถามข้อที่ 1 สิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง นักเรียนจำนวน 1 กลุ่มตอบคำถามข้อที่ 2 เงื่อนไขสำคัญได้ถูกต้อง และนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม ตอบคำถามข้อที่ 3 เงื่อนไขไว้ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง จากกลุ่มเป้าหมาย สามารถตอบคำถามข้อที่ 1 ได้ แต่ไม่สามารถตอบคำถามข้อที่ 2 และ 3 ได้ดังภาพประกอบ 37 จากการสังเกตพฤติกรรมได้ว่าทั้ง 4 คน ไม่สามารถตอบคำถามได้ ดังภาพประกอบ 38 ช่วงที่นักเรียนตอบนักเรียนย้อนกลับไปอ่านโจทย์ซ้ำอีกหลายรอบ ครูจึงต้องคำถามเพื่อเสริมความเข้าใจ แต่สังเกตได้ว่า พุทธช้อนไม่ตั้งใจฟัง แล้วเมื่อไปดูบทสนทนา กลุ่มเป้าหมายได้ข้อความดังต่อไปนี้

ตะวัน : ข้อที่ 1 โจทย์ถามคืออะไรไม่เห็นเข้าใจเลย

บานเย็น : เราไม่เข้าใจสักข้อเลยอะ

พุทธช้อน : เราก็เหมือนกันไม่เคยเจอคำถามแบบนี้เลย

จันทรา : เรารู้ข้อ 1 ถามว่าโจทย์ต้องการหาอะไร เราว่าดูตรงที่เป็น

ประโยคคำถามใหม่ อยู่ตรงบรรทัดที่ต่อจากตาราง

ตะวัน : งั้นข้อ 1 เราก็ต้องตอบว่า นักเรียนควรเลือกเส้นทางใดที่ใช้เวลาไม่เกิน 60 นาที

บานเย็น : แล้วข้อ 2 ละ

จันทรา : ไม่รู้เหมือนกัน

ครู : นักเรียนอ่านโจทย์ดี ๆ ว่าเขาให้อะไรมาลองดูแบบจำลองสิว่ากำหนดมาให้คืออะไร

จันทรา : อ้อ น่าจะเวลาในการเดินเส้นทางต่าง ๆ แล้วเวลารวมกันไม่เกิน 60 นาที

บานเย็น : งั้นเราต้องเลือกให้เส้นทางที่ไวที่สุดด้วยสิ จากภาพประกอบ 38 ครูสงสัยว่าทำไมนักเรียนถึงตอบปัญหาข้อที่ 3 มีคำว่า “เกี่ยวกับระยะทางใกล้และไวที่สุด” เพราะสถานการณ์ไม่ได้กำหนดมาให้ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ครู : ทำไมนักเรียนถึงตอบว่าให้ใกล้ที่สุดและไวที่สุด

จันทรา : หนูคิดเอาเองค่ะ ว่าอาจจะต้องเลือกเส้นทางที่ใกล้และไวที่สุด

ครู : นักเรียนจะคิดเอาเองไม่ได้เพราะสิ่งที่นักเรียนเขียนมาโจทย์ไม่ได้กำหนดมาให้

เมื่อถึงขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนตัวแทนนักเรียนที่มีคำตอบและวิธีการที่แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยน วิธีการและคำตอบที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มได้มาแลกเปลี่ยนและซักถามข้อสงสัย เช่น

นักเรียนกลุ่มรับฟัง : ข้อที่ 1 ไปเอาคำตอบมากจากตรงไหน

นักเรียนกลุ่มนำเสนอ : ลองดูโจทย์นะมันจะเป็นประโยคคำถาม อย่างโจทย์ข้อนี้จะอยู่ใต้ตาราง

นักเรียนกลุ่มรับฟัง : ทำไมข้อที่ 2 และ 3 ใช้เรื่องระยะทางเข้ามาเกี่ยว เราอ่านโจทย์แล้วไม่เห็น

นักเรียนกลุ่มนำเสนอ : อันนี้เราคิดเอาเองว่าการเดินทางไปไหนต้องมีระยะทางและเราจะเลือกระยะทางที่ใกล้ที่สุด

ครู : นักเรียนตอบข้อที่ 1 มาถูกต้องแล้วนะจากที่ฟังนำเสนอ แต่ข้อที่ 2 และ 3 เราจะคิดเอาเองไม่ได้เพราะโจทย์เราไม่ได้กำหนดระยะทางมาให้และไม่ได้ถามเกี่ยวกับระยะทางที่ใกล้ที่สุดและไวที่สุดด้วยนะ เราลองอ่านโจทย์ซ้ำ ๆ ค่อย ๆ ดูเงื่อนไขที่สำคัญและคำถามว่าโจทย์ถามว่าอะไร

<p>ข้อคำถาม</p> <p>ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>การเลือกเส้นทาง ใกล้เร็ว ไม่เสียเงิน 60 นาที</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>หนักไม่ไหวใช้เส้นทาง สิ่งจูงจูงคน คนจูง สิ่งต่างๆ ได้เงิน 10 บาท ไม่ทำให้การเงิน การเงินได้หลาย ๆ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>ถนน สิ่ง เงิน ได้หลาย ๆ สิ่ง เงิน สิ่ง</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

ภาพประกอบ 37 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มทั่วไป

<p>ข้อความ</p> <p>ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>ไปทำธุระที่อำเภอพรหมบุรี โดยใช้เวลาไม่เกิน 60 นาที</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>มี 8 เส้นทาง ห้ามใช้เวลาเกิน 60 นาที เวลาในการเดินทาง</p> <p>เส้นทาง เส้นทาง ให้เส้นทางให้ใกล้เคาะไว้ที่สุด</p> <p>เส้นทาง เส้นทาง ระยะทางจากบ้านไปอำเภออินทร์บุรี ระยะทางจากอำเภอ</p> <p>เคาะเคาะ เคาะเคาะ ระยะทางจากอำเภออินทร์บุรีไปอำเภอเมือง มอวไปอำเภอพรหมบุรี</p> <p>เคาะเคาะ เคาะเคาะ ระยะทางจากอำเภออินทร์บุรีไปอำเภอเมือง มอวไปอำเภอพรหมบุรี</p> <p>3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>ห้ามใช้เวลาเกิน 60 นาที ใช้เส้นทางให้ใกล้เคาะไว้ที่สุด</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

ภาพประกอบ 38 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มเป้าหมาย

ในช่วงที่ 1.2 จากนักเรียนทั้งหมด พบว่านักเรียนจำนวน 10 คน ตอบคำถามข้อที่ 1 เกี่ยวกับระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการไม่ได้ มี 22 คน ตอบคำถามข้อที่ 1 ถูก และนักเรียนจำนวน 12 คน ตอบคำถามข้อที่ 2 สิ่งที่เป็นปัญหากำหนดมาให้ ไม่ครบถ้วน นักเรียนจำนวน 20 คน ตอบคำถามข้อที่ 2 ได้ถูกต้อง และพบว่านักเรียนจำนวน 15 คน ตอบคำถามข้อที่ 3 เงื่อนไขสำคัญที่ไว้ตรวจคำตอบ ไม่ถูกต้อง จำนวน 17 คน ตอบคำถามข้อที่ 3 ได้ถูกต้อง ช่วง จากกลุ่มเป้าหมายสามารถตอบคำถามข้อที่ 1 ได้ 2 คน ข้อที่ 2 ได้ 2 คน และตอบข้อที่ 3 ได้ 3 คน ดังภาพประกอบ 39 - 42 โดยหากดูจากงานเขียนแล้ว พุทธช้อนและบานเย็นยังไม่เข้าใจ คำถามในข้อที่ 1 พุทธช้อนและบานเย็นตอบคำถามข้อที่ 2 ไม่ครบ และตะวันตอบคำถามข้อที่ 3 ไม่ครบ ครูจึงทำการสัมภาษณ์นักเรียนทั้ง 3 คน โดยเริ่มสัมภาษณ์จากพุทธช้อน ว่าทำไมถึงนำปัญหาของสถานการณ์มาตอบในข้อที่ 1 พุทธช้อนตอบว่า นี่กว่าสิ่งที่หนูตอบคือคำถามคะ ข้อที่ 2 นี่นักเรียนตอบถูกแล้วนะแต่ยังตอบไม่ครบเราทำไมไม่นำตารางมาตอบด้วย พุทธช้อนตอบ หนูคิดว่าเอาแค่เงื่อนไขมาคะและไม่คิดว่าตารางเป็นเงื่อนไข

สัมภาษณ์บานเย็น ทำไมนักเรียนถึงตอบข้อที่ 1 เป็นการหารายได้หละข้อที่ 1 สถานการณ์ต้องการหาอะไรไม่ใช่หรือ บานเย็นตอบว่า ก็ปัญหาคือต้องการที่จะหารายได้จากกร

ปลูกผักคะ ขี้ที่ 2 ทำไมเราเขียนเงื่อนไขแค่ตารางอย่างเดียวล่ะ ไม่เขียนเงื่อนไขอื่น ๆ ด้วย
 บานเย็นตอบว่า หนูคิดว่าเงื่อนไขมีแค่ตาราง และเงื่อนไขสำคัญนำไปตอบข้อที่ 3 ค่ะ

สัมภาษณ์ตะวัน ทำไมข้อที่ 3 เราตอบเงื่อนไขสำคัญมาไม่ครบ ตะวันตอบ ก็ข้อที่
 3 หนูนึกว่าน้ำในถังมี 900 ลิตร เป็นเงื่อนไขสำคัญเพียงเงื่อนไขเดียว

จะสังเกตได้ว่าทั้ง 4 คน ไม่สามารถตอบคำถามได้ ครูจึงต้องคำถามเพื่อเสริม
 ความเข้าใจ แต่สังเกตได้ว่าพุทธช้อนไม่ตั้งใจฟัง แล้วเมื่อไปดูบทสนทนากลุ่มเป้าหมายได้ข้อความ


ข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่คุณต้องการแก้ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 น้ำในถัง เก็บน้ำของโรงเขียนไม้พอสั่งรับ การรดน้ำ 1 สัปดาห์

2. สิ่งที่คุณต้องการปัญหาคำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 ต้องการน้ำไม่เกินกว่า 100 ลิตร ที่ถังเก็บน้ำมีน้ำ 100 ลิตร และมีเวลารดน้ำ
 ไม่เกินวันละ 15 นาที ต้องได้ปริมาณน้ำ 1 ลิตร เพื่อรดน้ำ 1 สัปดาห์

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 น้ำไม่เกินกว่า 100 ลิตร มีถังเก็บน้ำ 100 ลิตร ที่องวดของถัง 100 ลิตร
 ไร่ และไม่รดน้ำเกิน 15 นาที



ภาพประกอบ 39 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำใน
 แปลงเกษตร” ของพุทธช้อน

ข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

หาหารทั้งสี่ตัวหารของ 100

.....

.....

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

หาจำนวนที่เป็นจำนวนเฉพาะ

.....


.....

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

หารี่ตัวหารของ 100 คือ 1, 2, 4, 5, 10, 20, 25, 50, 100 และตัวหารที่เป็นจำนวนเฉพาะคือ 2, 5

.....

.....



ภาพประกอบ 40 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของบ้านเย็น

ข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

รดน้ำต้นไม้ในแปลงเกษตร 1 ไร่ และใช้เงิน 100 บาท

.....

.....

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

รดน้ำต้นไม้ในแปลงเกษตร 1 ไร่ และใช้เงิน 100 บาท

ต้นไม้ต้นละ 100 บาท และต้นไม้ต้นละ 15 บาท

รดน้ำต้นไม้ในแปลงเกษตร 1 ไร่ และใช้เงิน 100 บาท

.....


.....

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

รดน้ำต้นไม้ในแปลงเกษตร 1 ไร่ และใช้เงิน 100 บาท

.....

.....



ภาพประกอบ 41 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของตะวัน


ข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 ต้องใช้เงินมาซื้อผักกาดขาว 1 กิโลกรัม และใช้เงินไปซื้อผักกาดขาว 1 กิโลกรัม

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 เงิน 100 บาท, ต้องใช้เงินไปซื้อผักกาดขาว 100 บาท และใช้เงินไปซื้อผักกาดขาว 100 บาท, ผักกาดขาว 1.5 กิโลกรัม, ผักกาดขาว 1.5 กิโลกรัม และผักกาดขาว 1.5 กิโลกรัม และผักกาดขาว 1.5 กิโลกรัม

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 ต้องใช้เงินไปซื้อผักกาดขาว 100 บาท, ผักกาดขาว 1.5 กิโลกรัม และผักกาดขาว 1.5 กิโลกรัม



ภาพประกอบ 42 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของจันทรา

ในช่วงที่ 2.1 จากนักเรียนทั้งหมด 6 กลุ่มพบว่านักเรียนจำนวน 6 กลุ่ม ตอบคำถามข้อที่ 1 สิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง นักเรียนจำนวน 4 กลุ่มตอบคำถามข้อที่ 2 เงื่อนไขสำคัญได้ถูกต้อง และนักเรียนจำนวน 4 กลุ่ม ตอบคำถามข้อที่ 3 เงื่อนไขไว้ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง ดังภาพประกอบ 43 จากกลุ่มเป้าหมาย สามารถตอบคำถามข้อที่ 1, 2 และ 3 ได้ถูกต้อง ดังภาพประกอบ 44 จะสังเกตได้ว่าทั้ง 4 คน ช่วยกันออกความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่สถานการณ์ต้องการหา เงื่อนไข และเงื่อนไขสำคัญด้วย แล้วเมื่อไปดูบทสนทนากลุ่มเป้าหมายได้ข้อความดังต่อไปนี้

บานเย็น : จุดสังเกตเงื่อนไขง่ายเหมือนกันเนอะ อย่างข้อนี้ก็ตาราง กับได้ตาราง

ตะวัน : ใช่ ๆ อย่างข้อนี้สิ่งที่โจทย์ให้มาก็มี ราคาแต่ละจุด จำนวนคนที่นั่งได้แต่ละจุด แล้วก็จำนวนกำไรที่เขาต้องการได้

บานเย็น : ส่วนคำถามก็ขึ้นจุดละก็คน ได้เงินก็บาท

พุทธช้อน : เราว่าเราพอจะสังเกตได้แหละแต่ตอนทำกิจกรรมเดี่ยวเราง ๆ ว่าโจทย์ต้องการอะไร

จันทรา : จั๊นข้อที่ 1 ก็ตอบไปเลยว่ำนั่งได้จุดละกี่คน ได้เงินกี่บาท ข้อที่ 2 ก็ตาราง

ตะวัน : ข้อ 2 เราก็เขียนไปว่า ตารางด้านบน กับเงื่อนไขที่ นั่งได้ไม่เกินจุดละกี่คน แต่ถ้าเราดูนะเหมือนเขาต้องเติมน้ำมัน 500 บาท แล้วได้กำไรอย่างน้อย 800 บาท

จันทรา : แสดงว่าเราต้องได้เงินอย่างน้อย 1,300 บาทเลยนะ

พุทธช้อน : ถ้าเป็นงานเดี่ยวเราคงเอา 800 มาเป็นเงินที่ต้องการได้จะไม่ได้นี้ถึง 1,300 บาทเลย

เมื่อถึงขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนตัวแทนนักเรียนที่มีคำตอบและวิธีการที่แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยน วิธีการและคำตอบที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มได้มาแลกเปลี่ยนและซักถามข้อสงสัย นักเรียนแต่ละคนได้แลกเปลี่ยนความคิดในการตอบเพราะมีเพื่อนบางกลุ่มที่ตอบคำถามผิดและไม่ครบถ้วน โดยเฉพาะกลุ่มที่ยังตอบคำถามผิดออกมาอภิปรายว่าทำไมถึงตอบแบบนี้

เช่น เมื่อกลุ่มที่ผิคนำเสนอ

กลุ่มรับฟัง : ตั้งคำถามว่าทำไมถึงตอบเงื่อนไขมาแบบนี้ เราว่าเงื่อนไขน่าจะเป็นตารางและสิ่งที่อยู่ใต้ตารางมากกว่านะ

กลุ่มนำเสนอ : เราไม่ค่อยเข้าใจคำถามข้อที่ 2 เลย เลยตอบมา

ครู : คำถามข้อที่ 2 นั้นเอาไว้เป็นเงื่อนไขในการแก้โจทย์ปัญหา อย่างที่เราบอกก็จะมีราคา แต่ละจุดขึ้นได้เท่าไร และต้องได้กำไรอย่างน้อยเท่าไร ส่วนข้อที่ 3 เราสามารถเรานำกำไรที่เป็นข้อกำหนดมาตรวจสอบได้

ข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 มีต้นทุนโดยสวัสดิการและต้นทุนโดยผู้มีเงิน 500 บาท. สิ่งที่จะวัดคือกำไรรวมภายใต้
 การตัดสินใจของแต่ละคนและผลกำไรที่แท้จริงของทั้ง 2 คน. สิ่งที่จะต้องรู้คือ
 ผลกำไรของแต่ละคนและผลกำไรรวม

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

จุดที่	ค่าจรรยาบรรณ (บาท)	งบกำไรที่ได้ถ้าไม่คำนึงถึงข้อจำกัด
1. เริ่ม ต้น	120	กำไร 100 บาท
2	110	กำไร 100 บาท
3	100	กำไร 100 บาท

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 งบกำไรที่ได้ถ้าไม่คำนึงถึงข้อจำกัด 500 บาท. งบกำไรที่ได้ถ้าไม่คำนึงถึงข้อจำกัด 500 บาท
 สิ่งที่จะต้องรู้คือ ผลกำไรของแต่ละคนและผลกำไรรวม

ภาพประกอบ 43 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “คาร์ถโดยสาร
กับราคาน้ำมัน” ของกลุ่มทั่วไป

ข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 ต้องเขียนออกมาให้ชัดเจนและถูกต้อง และได้อธิบายข้อดีข้อเสีย

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 ต้นทุนค่าโดยสาร 100 บาท. ต้นทุนค่าโดยสาร 100 บาท. ต้นทุนค่าโดยสาร 100 บาท

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 ต้นทุนค่าโดยสาร 100 บาท. ต้นทุนค่าโดยสาร 100 บาท. ต้นทุนค่าโดยสาร 100 บาท

ภาพประกอบ 44 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “คาร์ถโดยสาร
กับราคาน้ำมัน” ของกลุ่มเป้าหมาย

ในช่วงที่ 2.2 จากนักเรียนทั้งหมด พบว่า ในคำถามข้อที่ 1 มีนักเรียนจำนวน 5 คน ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการผิด มี 27 คน ตอบคำถามข้อที่ 1 ถูก ในคำถามข้อที่ 2 นักเรียนจำนวน 8 คน ตอบคำถามข้อที่ 2 สิ่งที่เป็นปัญหากำหนดมาให้ ไม่ครบถ้วน นักเรียนจำนวน 24 คน ตอบคำถามข้อที่ 2 ได้ถูกต้อง ในคำถามข้อที่ 3 นักเรียนจำนวน 10 คน ตอบคำถามข้อที่ 3 เงื่อนไขสำคัญที่ไว้ตรวจคำตอบ ไม่ถูกต้อง นักเรียนจำนวน 22 คน ตอบคำถามข้อที่ 3 ถูกต้อง จากกลุ่มเป้าหมาย สามารถตอบคำถามข้อที่ 1 ข้อที่ 2 และข้อที่ 3 ได้ ดังภาพประกอบ 45 - 48 แต่พุทธช้อน ตอบข้อที่ 2 มาไม่ครบ ครูจึงสัมภาษณ์ว่าทำไมนักเรียนถึงตอบมาแค่นี้ พุทธช้อนตอบว่า หนูก็ว่าจะนำมาตอบ แต่คิดว่าเอาไว้ตอบในข้อที่ 3 หนูเลยไม่เขียนไป และจากการสังเกตได้ว่า ทั้ง 4 คน จันทรา ตะวัน บานเย็น จะตอบคำถามจากที่ขีดเส้นใต้ได้ทันที ขณะที่ พุทธช้อน ต้องกลับไปอ่านโจทย์อีกรอบเพื่อที่จะนำส่วนสำคัญของโจทย์มาตอบคำถาม

<p>ข้อคำถาม</p> <p>ชั้นที่ 1: ชั้นการทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>1. สิ่งที่ต้องการแก้ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>นักเรียนต้องรู้รายได้เฉลี่ย 10 วัน ไม่น้อยกว่า 300 บาท/คน นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รายได้ละเท่าไร</p> <p>.....</p> <p>2. สิ่งที่ต้องการปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>ต้องการอ่านเวลา</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>ต้องการหารายได้กลุ่มเฉลี่ย และรายได้เฉลี่ย 10 วัน ไม่น้อยกว่า 300 บาท/คน ภาพใน 10 วัน</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

ภาพประกอบ 45 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของพุทธช้อน

ข้อคำถาม
ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 งบรายเดือนที่ผู้ได้รายได้แต่ละคนได้

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

คู่สมรส	รายได้ต่อสัปดาห์	จำนวนสมาชิกในครอบครัว	ค่าใช้จ่าย
คู่ 1 สักก	600	20	
คู่ 2 พันทิพย์	500	10	
คู่ 3 วันทอง	700	80	
คู่ 4	400	10	

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 โดยนักวิจัยแต่ละคนต้องไปส่งเงินกิจกรรมทุกวัน 5 วัน และต้องจ่ายค่าเช่าบ้าน 10 บาท
 ไปรษณีย์ 300 บาท/สัปดาห์

ภาพประกอบ 46 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของบานเย็น

ข้อคำถาม
ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 งบรายเดือนที่แต่ละคนได้รายได้แต่ละคนได้

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 นักวิจัยแต่ละคนต้องไปส่งเงินกิจกรรมทุกวัน 5 วัน รายได้เฉลี่ย 10 บาท ไปรษณีย์ 300 บาท และค่าเช่าบ้าน

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 รายได้เฉลี่ย 10 บาท ไปรษณีย์ 300 บาท

ภาพประกอบ 47 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของตะวัน

ข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่ต้องการแก้ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 หนักเกิน ต้องรีไซเคิลได้ เติมน้ำ 10 วัน ไร่โดยยก 200 บาท/คน หนักเกิน ๒๒๗
 คน กลุ่ม ได้ ๒๒๗ คน ๒๒๗ ไร่

2. สิ่งที่ต้องการแก้ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 ไร่ ๒๒๗ ไร่ ๒๒๗ คน หนักเกิน ๒๒๗ คน ต้อง รีไซเคิลได้ เติมน้ำ 10 วัน
 ๒๒๗ ไร่ ๒๒๗ คน หนักเกิน ๒๒๗ คน หนักเกิน ๒๒๗ คน หนักเกิน ๒๒๗ คน
 ไร่โดยยก 200 บาท/คน

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สมควรนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)
 หนักเกิน ต้อง รีไซเคิลได้ เติมน้ำ 10 วัน ไร่โดยยก 200 บาท/คน หนักเกิน ๒๒๗
 คน ต้อง รีไซเคิลได้ เติมน้ำ 10 วัน ไร่โดยยก 200 บาท/คน

ภาพประกอบ 48 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้
เสริม” ของจันทรา

ในช่วงที่ 3.1 จากนักเรียนทั้งหมด 6 กลุ่มพบว่านักเรียนจำนวน 6 กลุ่ม
 ตอบคำถามข้อที่ 1 สิ่งที่ต้องการหาได้ถูกต้อง นักเรียนจำนวน 6 กลุ่มตอบคำถามข้อที่ 2
 เงื่อนไขสำคัญได้ถูกต้อง และนักเรียนจำนวน 4 กลุ่ม ตอบคำถามข้อที่ 3 เงื่อนไขไว้ตรวจสอบ
 คำตอบได้ถูกต้อง ดังภาพประกอบ 49 จากกลุ่มเป้าหมาย สามารถตอบคำถามข้อที่ 1 และ 2 ได้
 แต่ไม่สามารถตอบคำถามข้อที่ 3 ได้ ดังภาพประกอบ 50 ครูทำการสัมภาษณ์ว่าทำไมถึงตอบมา
 แค่อายุพันธ์ของแห่นแดง จันทราตอบว่า หนูก็รู้สึกแปลก ๆ นะคะเพราะข้อที่ผ่าน ๆ มาเงื่อนไข
 สำคัญจะเป็นตัวเลขที่ไว้ตรวจสอบคำตอบได้ เพราะเพื่อนในกลุ่มก็เถียงกันข้อนี้ว่าตอบอะไรกันแน่
 กลุ่มหนูก็เลยตอบกันแบบนี้ แล้วจะสังเกตได้ว่าทั้ง 4 คน มีการถกเถียงในโจทย์ข้อที่ 3
 ดังบทสนทนากลุ่มเป้าหมายได้ข้อความดังต่อไปนี้

จันทรา : อันนี้เราก็เขียนไปตามโจทย์เลยและกันนะ ข้อที่ 1 เราก็ตอบไป
 ว่าต้องใช้แห่นแดงสายพันธ์ใด ส่วนข้อที่ 2 ก็ตาราง กับ ได้ตารางมาเขียนตอบเลยนะ ส่วนข้อที่ 3
 เขาต้องการผลผลิตข้าวเพิ่มอย่างน้อย 160 กิโลกรัม

บานเย็น : แปะนะข้อที่ 3 เราว่าชื่อสถานการณ์เป็นแห่นแดง แต่ทำไมเรา
 ตอบข้าวอะมันแปลก ๆ

ตะวัน : เราว่า แบบจันทราน่าจะถูกนะเอาไว้ตรวจสอบคำตอบด้วย

<p>ข้อคำถาม</p> <p>ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>ค่าคงที่ของอนุกรมเรขาคณิตและ ๒๕๐ จุลินทรีย์</p> <p>2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>จำนวนจุลินทรีย์ 1 ตัว ซึ่งใช้เวลาของครึ่งชีวิต จะขยายพันธุ์ จากภาวะไป 10 วัน จะขยายพันธุ์ได้ ๕ เท่า และได้เวลาของครึ่งชีวิตคือ ๕ วันหรือ ๖ ชั่วโมง</p> <p>3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>ต้องมีการคูณหรือหารของ ๕ ตัว</p>

ภาพประกอบ 51 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของ
จำนวนจุลินทรีย์” ของพุทธชัย

<p>ข้อคำถาม</p> <p>ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>ต้องรู้ค่าของ x และ y ในสมการ</p> <p>2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>สมการ 1) $x + y = 10$ และ $x - y = 2$ การคูณหรือลบสมการ จะได้ $2x = 8$ หรือ $x = 4$ แทนค่าลงในสมการข้อ 1 ได้ $y = 6$ ดังนั้นคำตอบคือ $x = 4$ และ $y = 6$</p> <p>3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)</p> <p>ต้องมีการคูณหรือหารของ ๕ ตัว</p>
--

ภาพประกอบ 52 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของ
จำนวนจุลินทรีย์” ของบานเย็น

ข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

ต้องการใช้จำนวนจลินทรีย์

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

จำนวน	อัตราเงินยืมที่ผู้ลงทุนจะได้รับในแต่ละปี	เงินที่เริ่มต้น 1 ล้าน
A	ทุก 5 วัน	แยกฝากไป 10 วัน
B	ทุก 4 วัน	ถอนจากบัญชีเงินฝาก
C	ทุก 3 วัน	จะเพิ่มเงิน 2.6 ล้าน
D	ทุก 2 วัน	กำลังมองหาหุ้นที่พร้อม
E	ทุก 1 วัน	อย่างน้อย 8 ล้าน

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

ต้องมองด้านดอกเบี้ยที่น้อยกว่าคือ 6% ถึง

ภาพประกอบ 53 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจลินทรีย์” ของตะวัน

ข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

ต้องใช้จำนวนจลินทรีย์

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

ทุนเดิม: จลินทรีย์มีจำนวน 1 ล้าน ได้เงินกำไร 7% ต่อปี ตามยอดเงินต้นเดิม
 ซึ่งฝากไป 10 วัน มองหาเงินในของซื้อ จลินทรีย์มีเงินเพิ่ม 9 บาท ถ้าต้องการจำนวน
 จลินทรีย์มีอย่างน้อย 4 ล้าน

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

ต้องการซื้อจลินทรีย์อย่างน้อย 9 ล้าน

ภาพประกอบ 54 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจลินทรีย์” ของจันทรา

จากการศึกษาพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับจำนวนและการดำเนินการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 1 - 3 สามารถสรุปความก้าวหน้าของพฤติกรรมในการแสดงร่องรอยการขีดเขียนของนักเรียนในแต่ละกลุ่มในคาบต้นของแต่ละช่วง ดังตาราง 10

ตาราง 10 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 1 - 3 ของนักเรียนแต่ละกลุ่มในคาบต้นของแต่ละช่วง

พฤติกรรมกลุ่มที่	คาบที่ 1	คาบที่ 5	คาบที่ 9
1	-นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ -นักเรียนไม่สามารถเขียนเงื่อนไขสำคัญได้ -นักเรียนไม่สามารถเขียนเงื่อนไขที่ไว้ตรวจสอบคำตอบได้	-นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ -นักเรียนไม่สามารถเขียนเงื่อนไขสำคัญได้ -นักเรียนไม่สามารถเขียนเงื่อนไขที่ไว้ตรวจสอบคำตอบได้	-สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ -สามารถเขียนเงื่อนไขสำคัญได้ -ไม่สามารถเขียนเงื่อนไขที่ไว้ตรวจสอบคำตอบได้
2	-นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ -นักเรียนไม่สามารถเขียนเงื่อนไขสำคัญได้ -นักเรียนไม่สามารถเขียนเงื่อนไขที่ไว้ตรวจสอบคำตอบได้	-นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ -นักเรียนไม่สามารถเขียนเงื่อนไขสำคัญได้ -นักเรียนสามารถเขียนเงื่อนไขที่ไว้ตรวจสอบคำตอบได้	-นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ -นักเรียนสามารถเขียนเงื่อนไขสำคัญได้ -นักเรียนสามารถเขียนเงื่อนไขที่ไว้ตรวจสอบคำตอบได้

ตาราง 10 (ต่อ)

พฤติกรรม กลุ่มที่	คาบที่ 1	คาบที่ 5	คาบที่ 9
6 กลุ่ม เป้าหมาย	-นักเรียนสามารถเขียนสิ่ง ที่โจทย์ต้องการหาได้ -นักเรียนไม่สามารถเขียน เงื่อนไขสำคัญได้ -นักเรียนไม่สามารถเขียน เงื่อนไขที่ไว้ตรวจคำตอบ ได้	-นักเรียนสามารถเขียน สิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ -นักเรียนสามารถเขียน เงื่อนไขสำคัญได้ -นักเรียนสามารถเขียน เงื่อนไขที่ไว้ตรวจคำตอบ ได้	-นักเรียนสามารถ เขียนสิ่งที่โจทย์ ต้องการหาได้ -นักเรียนสามารถ เขียนเงื่อนไขสำคัญได้ -นักเรียนไม่สามารถ เขียนเงื่อนไขที่ไว้ตรวจ คำตอบได้

การแสดงร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 1 – 3 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในคาบ
ปลายของแต่ละช่วง ดังตาราง 11 ดังนี้

ตาราง 11 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 1 – 3 ของกลุ่มเป้าหมายในคาบปลาย
ของแต่ละช่วง

พฤติกรรม นักเรียน เป้าหมาย	คาบที่ 4	คาบที่ 8	คาบที่ 12
พุทธช้อน	-นักเรียนไม่สามารถเขียน สิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ -นักเรียนสามารถเขียน เงื่อนไขสำคัญได้ -นักเรียนไม่สามารถเขียน เงื่อนไขที่ไว้ตรวจคำตอบ ได้	-นักเรียนสามารถเขียน สิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ -นักเรียนสามารถเขียน เงื่อนไขสำคัญได้แต่ไม่ ครบ -นักเรียนสามารถเขียน เงื่อนไขที่ไว้ตรวจคำตอบ ได้	-นักเรียนสามารถ เขียนสิ่งที่โจทย์ ต้องการหาได้ -นักเรียนสามารถ เขียนเงื่อนไขสำคัญได้ -นักเรียนสามารถ เขียนเงื่อนไขที่ไว้ตรวจ คำตอบได้

2.2 ด้านการวางแผนแก้ปัญหา

พิจารณาจากการแสดงออกของนักเรียนในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการและเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนด ผลการศึกษาจำแนกตามช่วงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นดังนี้

ในช่วงที่ 1.1 พิจารณาภาพรวมของนักเรียนทุกกลุ่มพบว่านักเรียนจำนวน 6 กลุ่ม ที่สามารถเขียนรูปภาพที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้จากแบบจำลอง และมี 3 กลุ่มที่สามารถบอกความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่มีนักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม ไม่สามารถบอกความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ ดังภาพประกอบ 55 โดยเมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนเป้าหมายกลุ่มนี้ สามารถเขียนรูปภาพและบอกความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ และมีการเขียนอธิบายด้วยว่าสถานการณ์ต้องการอะไร ยกตัวอย่างร่องรอยการทำงาน ดังภาพประกอบ 56 จากการสังเกตพฤติกรรมจะเห็นได้ชัดว่า แรก ๆ นักเรียนไม่เข้าใจคำถามและไม่รู้จะวาดภาพแสดงการวางแผนอย่างไร หากนักเรียนไม่มีแบบจำลองนักเรียนจะวาดไม่ได้ ครูจึงกระตุ้นให้นักเรียนใช้แบบจำลอง และทำให้นักเรียนเริ่มวาดภาพตามแบบจำลอง แล้วรู้ว่าความรู้ที่ใช้แก้สถานการณ์การนั้นจะรู้ได้จากแบบจำลอง ดังบทสนทนาในกลุ่ม

พุทธช้อน : แล้วเราจะวาดภาพกันอย่างไรล่ะ

ตะวัน : ครูเขาให้แบบจำลองมาเราลองวาดตามแบบจำลองใหม่

บานเย็น : ลองเอาแบบจำลองมาวางกัน อันนี้บ้านเราจะเริ่มเดินทางจากบ้าน ไปสู่อำเภออินทร์บุรี ต่อก็อำเภอเมือง และอำเภอพรหมบุรี

จันทร์ : เราเดินทางได้ไม่เกิน 60 นาที จันทน์จากบ้านไปอินทร์บุรี เราใช้เส้น ๓ ใช้เวลา 15 นาที ไปเมือง เราใช้เส้น ๑ ใช้เวลา 20 นาที และไปพรหมบุรี เราใช้เส้น ๒ ใช้เวลา 15 นาที ใช้เวลาไป 50 นาที

พุทธช้อน : พอดีแบบจำลองมองง่ายขึ้นเยอะเลย แล้วเราก็เอาแบบจำลองไปวาดภาพเลยนะ

จันทร์ : เดี่ยวเราวาดให้

บานเย็น : แล้วข้อที่ 5 ใช้ความรู้เรื่องอะไรอะ

ตะวัน : ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ใหม่ ลองถามครูใหม่

เมื่อถามครูเสร็จ

จันทรา : ครูบอกความรู้เรื่องอะไรเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหา เราทำอะไรกันถึงได้ 50 นาที แสดงว่าเราใช้ความรู้เรื่องการบวกอะดิ

เมื่อครูผู้สอนเกิดข้อสงสัยดังที่กล่าวมาครูได้สัมภาษณ์ไว้ดังนี้

บทสัมภาษณ์

ครู : นักเรียนตอบข้อที่ 5 ทำไมนักเรียนถึงบอกเหตุผลมาด้วย

ตะวัน : ครูคะหนูคิดว่าใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวกแล้วหนูคิดว่าโจทย์ ต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมด้วยคะ

ครู : นักเรียนที่ทำมาดีแล้วนะแต่คำถามเขาจะถามว่าใช้ความรู้เรื่องอะไรไม่ได้ถามเกี่ยวกับเหตุผลว่าใช้เพราะอะไร

เมื่อถึงขั้นการอธิบายทั้งชั้นเรียนตัวแทนนักเรียนที่มีคำตอบและวิธีการที่แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยน วิธีการและคำตอบที่แตกต่าง โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มได้มาแลกเปลี่ยน และซักถามข้อสงสัย

เช่น **กลุ่มรับฟัง :** รูปดูคล้าย ๆ กลุ่มเรานะ แต่ข้อที่ 5 เราใช้ความรู้การบวก เหมือนกันแต่ทำไมเราต้องบอกเหตุผล

กลุ่มนำเสนอ : ที่เราบอกเหตุผลไว้เพื่อนจะได้เข้าใจเวลาอ่านว่าทำไมถึง ใช้การบวก

ครู : ครูขอเสริมข้อที่ 4 นะ ข้อที่ 4 เราต้องเขียนเงื่อนไขสำคัญ ลงไปด้วยนะเพราะเป็นเงื่อนไขที่เอาไว้ตรวจสอบคำตอบว่าเราทำถูกหรือไม่ ส่วนข้อที่ 5 ครูว่าเป็นแนวคิดที่ดีเลยในการอธิบายเหตุผล แต่เราต้องดูด้วยนะว่าคำถามข้อที่ 5 ถามว่าอะไร เราจะไม่ตอบเกินกว่าคำถามที่ถามนะนักเรียน

บอกเงื่อนไขลงไปในรูปแบบ และพุทธช้อนแสดงวิธีการหาคำตอบลงไปในความรู้อย่างชัดเจน ใช้ยกตัวอย่างร่องรอยการทำงาน ดังภาพประกอบ 57 - 60 มีรายละเอียดงานเขียนดังนี้

พุทธช้อน วาดภาพแต่ไม่ชัดเจนเพราะไม่ได้อธิบายรายละเอียดของเงื่อนไขลงไปในรูปแบบ และมีการแสดงวิธีการหาคำตอบลงไปข้อ 5 ด้วย

บานเย็น วาดภาพได้เข้าใจและชัดเจนมีการอธิบายรายละเอียดของเงื่อนไข

ตะวัน วาดภาพได้เข้าใจและชัดเจนมีการอธิบายรายละเอียดของเงื่อนไข

จันทร์ วาดภาพได้เข้าใจและชัดเจนมีการอธิบายรายละเอียดของเงื่อนไข

จากการสังเกตพฤติกรรมจะเห็นได้ชัดว่า นักเรียนพยายามที่จะวางแผนในการแก้ปัญหา แต่พุทธช้อนไม่สามารถวางแผนได้ถูกต้องเพราะไม่มีรายละเอียดของเงื่อนไข ดังภาพประกอบ 57 ครูได้สัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

บทสัมภาษณ์

ครู : ทำไมพุทธช้อนวาดแค่ภาพแต่ไม่เขียนอธิบายมาด้วย

พุทธช้อน : หนูไม่รู้ว่าต้องเขียนอธิบายอะไรค่ะ

ครู : เราก็เขียนอธิบายเงื่อนไขที่กำหนดมาให้ด้วยนะ

ครู : แล้วทำไมถึงคิดเลขมาในข้อที่ 5 เลย

พุทธช้อน : หนูงงค่ะว่าความรู้ที่ใช้ต้องอธิบายด้วยไหมว่าใช้อย่างไร

ชั้นที่ 2: ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

ใช้ความรู้ในบทคูณ $15 \times 3 = 7$ ของใบไม้ ไม่ให้ข้อกว่า 100 รส

ภาพประกอบ 57 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของพุทธช้อน

ชั้นที่ 2: ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

- คัดน้ำแข็ง 10 นาที / 10 ลิตร
 - ถักกวนทั้งหมด หนึ่ง ชั่วโมง แล้ว จ. / 10 ลิตร

5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

ใช้ทฤษฎี

ภาพประกอบ 58 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของบ้านเย็น

ชั้นที่ 2: ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

8 ลิตร ตาก 1 นาที วันละ 15 นาที วันละ
 $840 - 900 = 60$ ลิตร

5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

ใช้สูตร

ภาพประกอบ 59 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของตะวัน

ชั้นที่ 2: ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

สำหรับที่ได้รับได้

รถได้ใช้ไม่เกิน 15 นาที

5 ไร่ตึบ

ไถ่น้ำมัน

กว่า 100 ลิตร

ถังน้ำสี

900 ลิตร

5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

ท.อ.อ.อ.

ภาพประกอบ 60 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของจันทร์ธา

ในช่วงที่ 2.1 พิจารณาภาพรวมของนักเรียนทุกกลุ่มพบว่านักเรียนจำนวน 4 กลุ่ม ที่สามารถเขียนรูปภาพที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อที่ 4 ได้ และมีนักเรียนจำนวน 4 กลุ่ม ที่สามารถบอกความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ดังภาพประกอบ 61 โดยเมื่อพิจารณา ร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนเป้าหมายกลุ่มนี้ สามารถเขียนรูปภาพได้ แต่ไม่ได้บอกเงื่อนไขไปในรูป และบอกความรู้ทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ นักเรียนมีการเขียนวางแผนโดยการคำนวณไว้ดังภาพประกอบ 62 จากการสังเกตพฤติกรรมจะ เห็นได้ชัดว่าเมื่อนักเรียนค่อย ๆ ชินกับการวางแผนแต่เมื่อไม่มีแบบจำลองแล้วนักเรียนบอกเงื่อนไข มาไม่ครบหากนักเรียนไม่มีแบบจำลองนักเรียนวาดได้ ซึ่งนักเรียนมีการสนทนาเกี่ยวกับการวางแผนไว้ดังนี้

ตะวัน : ครูเขาไม่ได้ให้แบบจำลองมาแต่เราก็อัดไม่ยากนะเพราะ การขึ้นรถโดยสารเราก็เห็นได้ทั่ว ๆ ไป

จันทร์ธา : เดี่ยวเราวาดเองนะ ความรู้ที่ใช้ก็การคูณกับการบวกนะอะ

ตะวัน : ใช่ ๆ การคูณเราจะไว้ใช้ตอนแต่ละจุดขึ้นกี่คนก็นำจำนวนคนไป คูณราคาแต่ละจุด และก็นำราคาที่ได้มาบวกกัน

พุทธช้อน : อย่างจุดที่ 1 รับได้ 8 ถึง 10 คน จุดที่ 2 และ 3 รับได้ไม่เกิน 2 คน

จันทร์ธา : งั้นเรารับจุด 1 10 คน จุด 2 2 คน จุด 3 1 คน เพราะงั้นเรารับได้ ไม่เกิน 13 คน

บานเย็น : เราว่าคำตอบนี้ก็ได้นะ จุด 1 9 คน จุด 2 2 คน จุด 3 2 คนเรา
คำนวณดูแล้วกำไรมากกว่า 800 นะ

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นครูได้สัมภาษณ์ดังนี้

บทสัมภาษณ์

ครู : ทำไมนักเรียนไม่ได้เขียนเงื่อนไขสำคัญมาในการวางแผนด้วยนะ

จันทรา : หนูรู้อยู่แล้วค่ะว่ากำไรที่ได้อย่างน้อย 800 บาทเลยไม่ได้เขียนมา
ด้วย

เมื่อถึงขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนตัวแทนนักเรียนที่มีคำตอบและวิธีการที่
แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยน วิธีการและคำตอบที่แตกต่าง โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มได้มาแลกเปลี่ยน
และซักถามข้อสงสัย

เช่น **กลุ่มรับฟัง :** ทำไมไม่บอกเงื่อนไขลงไปในรูปแบบด้วย

กลุ่มนำเสนอ : กลุ่มเราลืมเขียนนะแต่เรารู้กันอยู่เนาะว่ากำไรอย่างน้อย
800 บาท เป็นเงื่อนไขนะ


4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

เราตัวรถ
ได้กำไร
อจ่ารถห้องข
800 บาท

จุด 1
100

จุด 2
220

จุด 3
10
6 ตั้ 1,200



5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

การคูณ การลบ

ภาพประกอบ 61 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “คาร์ตโดยสารกับ
ราคาน้ำมัน” ของกลุ่มเป้าหมาย

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

การคูณ, การบวก

.....

.....

.....

ภาพประกอบ 62 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน” ของกลุ่มทั่วไป

ในช่วงที่ 2.2 พิจารณาภาพรวมของนักเรียนทุกคนพบว่านักเรียนจำนวน 20 คนสามารถเขียนรูปภาพที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อที่ 4 ได้ และมีนักเรียนจำนวน 25 คนสามารถบอกความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยเมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนเป้าหมายกลุ่มนี้ สามารถเขียนรูปภาพและบอกความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ และมีการเขียนอธิบายด้วยว่าสถานการณ์ต้องการอะไร แต่จันทราบานเย็นไม่บอกเงื่อนไขลงไปในรูปแบบที่วางแผน และตะวันกับพุทธซ้อนบอกความรู้ที่ใช้ไม่ครบทั้งที่วิธีทำสามารถทำได้ถูกต้อง ยกตัวอย่างร่องรอยการทำงาน ดังภาพประกอบ 63 - 66 มีรายละเอียดงานเขียนดังนี้

พุทธซ้อน วาดภาพมาแค่กาแฟและดนตรี ซึ่งวาดมาไม่ครบ

บานเย็น วาดภาพวางแผนครบแต่ไม่เขียนอธิบายเงื่อนไข

ตะวัน วาดภาพมาแค่ล้างรถและเกษตร ซึ่งวาดมาไม่ครบและไม่อธิบายเงื่อนไข

จันทรา วาดภาพแต่ไม่ชัดเจนเพราะไม่ได้อธิบายรายละเอียดของเงื่อนไขลงไปในรูปแบบและบอกความรู้ที่ต้องใช้ได้ครบถ้วน

จากปัญหาของแต่ละคนที่กล่าวมาข้างต้นครูได้สัมภาษณ์ดังนี้

บทสัมภาษณ์

ครู : ทำไมนักเรียนแต่ละคนวาดภาพและไม่เขียนอธิบายกันเลย

พุทธซ้อน : หนูว่ามันเยอะครูหนูเลยเขียนอธิบายแค่กาแฟกับดนตรี

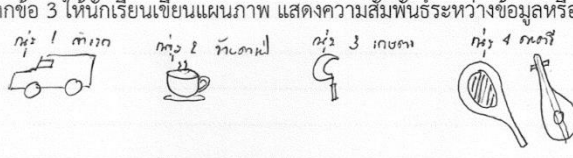
บานเย็น : หนูแค่ยกตัวอย่างแค่ล้างรถกับการเกษตรคะ และหนูก็งั้น
คำถามว่าให้หาทั้ง 4 กลุ่มหรือแค่ยกตัวอย่าง

ตะวัน : หนูรู้คะแต่ไม่รู้จะเขียนอธิบายอย่างไรดี แต่หนูรู้และทำได้นะคะ

จันทรา : หนูเหมือนตะวันเลยคือไม่รู้จะเขียนอธิบายอย่างไร

ชั้นที่ 2: ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)



5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

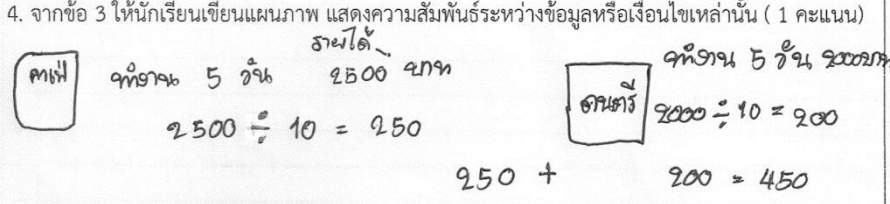
.....

.....

ภาพประกอบ 63 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของพุทธชื่อน

ชั้นที่ 2: ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)



5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....


.....

ภาพประกอบ 64 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของบานเย็น

ชั้นที่ 2: ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

5 วิถีแรก สี่ทางรถ 5 วิถีง่าย การบอกข่าว



5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

การบอกการวาง

.....


.....

.....

ภาพประกอบ 65 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของตะวัน

ชั้นที่ 2: ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)



5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ คือ บวก ลบ คูณ หาร

.....

.....

.....

ภาพประกอบ 66 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของจันทร์หา

ในช่วงที่ 3.1 พิจารณาภาพรวมของนักเรียนทุกกลุ่มพบว่านักเรียนจำนวน 6 กลุ่มที่สามารถเขียนรูปภาพที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อที่ 4 ได้ และมี 6 กลุ่มที่สามารถบอกความรู้ที่ ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ดังภาพประกอบ 67 โดยเมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนเป้าหมายกลุ่มนี้ สามารถเขียนรูปภาพและบอกความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ ยกตัวอย่างร่องรอยการทำงาน

ดังภาพประกอบ 68 จากการสังเกตพฤติกรรมพบว่า นักเรียนมีการคุยกันในการวางแผนเกี่ยวกับเงื่อนไขและสิ่งที่ต้องการหา ดังบทสนทนาในกลุ่ม

พุทธช้อน : ข้อนี้เราว่ายากนะ เราอ่านเรายัง งงๆ อยู่เลย

จันทรา : เดี่ยวเราอธิบายเอง ง่าย ๆ คือแทนแดงสามารถช่วยเพิ่มปริมาณข้าวได้ใช่ไหม เราก็ใส่แทนแดงลงไปในนาข้าว ซึ่งแทนแดงจะขยายพันธ์ 5 เท่าทุก ๆ สัปดาห์ ถ้ามีเวลาขยายพันธ์ 4 สัปดาห์เราก็จะได้ 5 กำลัง 5 เพราะเริ่มต้นมี 5 กิโลกรัม

พุทธช้อน : ข้อ ๆ แสดงว่าความรู้ที่ใช่ก็เป็นเลขยกกำลังอะสิ

จันทรา : ยังไม่หมดนะ และมีสายพันธ์แทนแดงอีก หากเราใช้สายพันธ์ B ใช่ไหมเราก็จะได้ข้าวเพิ่มแทนแดงทุก ๆ 100 กิโลกรัมจะได้ข้าวเพิ่ม 6 กิโลกรัม

บานเย็น : แสดงว่าพอเราได้ปริมาณแทนแดงแล้วเราก็นำมาหาร 100 แล้วไปคูณ 6

ตะวัน : แล้วอย่าลืมนะสายพันธ์ที่เราเลือกใช้ต้องได้ข้าวเพิ่มอย่างน้อย 160 กิโลกรัม

จันทรา : และข้อนี้เราลองคิดแล้วได้ 2 คำตอบคือสายพันธ์ b กับสายพันธ์ c

พุทธช้อน : ข้อนี้ซับซ้อนมากใช้ทั้งเลขยกกำลัง การคูณและการหารเลยอะ

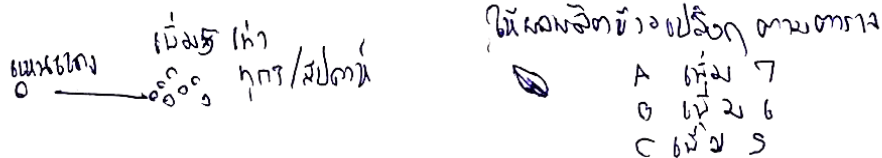
เมื่อถึงขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนตัวแทนนักเรียนที่มีคำตอบและวิธีการที่แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยน วิธีการและคำตอบที่แตกต่าง โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มได้มาแลกเปลี่ยนและซักถามข้อสงสัย

เช่น **กลุ่มรับฟัง :** ทำไมตรงข้อที่ 5 ถึงเขียนเป็นเลขยกกำลังกับการหาร

กลุ่มนำเสนอ : ที่เขียนเป็นเลขยกกำลังกับการหารด้วยเพราะใช้ความรู้ 2 เรื่องนี้มาช่วยกัน

ชั้นที่ 2: ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)



5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

การคูณ การลบ

ภาพประกอบ 67 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของ
แหวนแดง” ของกลุ่มทั่วไป

ชั้นที่ 2: ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)



5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

ใช้ความรู้ด้านเลขยกกำลัง

ภาพประกอบ 68 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของ
แหวนแดง” ของกลุ่มเป้าหมาย

ในช่วงที่ 3.2 พิจารณาภาพรวมของนักเรียนทุกคนพบว่านักเรียนจำนวน 27 คน สามารถเขียนรูปภาพที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในข้อที่ 4 ได้ และมีนักเรียน 29 คน ที่สามารถบอกความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง โดยเมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนเป้าหมายกลุ่มนี้ สามารถเขียนรูปภาพและบอกความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดได้ และมีการเขียนอธิบายด้วยว่าสถานการณ์ต้องการอะไร

แต่พุทธชื่อนกับตะวันเขียนแค่คำอธิบายว่าใช้ยาชนิดไหน ยกตัวอย่างร่องรอยการทำงาน
ดังภาพประกอบ 69 - 72 มีรายละเอียดงานเขียนดังนี้

พุทธชื่อน ไม่มีการวาดภาพแต่แค่บอกว่าจะใช้สารไหน

บานเย็น วาดภาพได้เข้าใจและชัดเจนมีการอธิบายรายละเอียดของเงื่อนไข

ตะวัน ไม่มีการวาดภาพแต่แค่บอกว่าจะใช้สารไหน

จันทร์ภา วาดภาพได้เข้าใจและชัดเจนมีการอธิบายรายละเอียดของ

เงื่อนไข

จากพฤติกรรมดังกล่าวครูได้สัมภาษณ์ดังนี้

บทสัมภาษณ์

ครู : ทำไมพุทธชื่อนกับตะวันถึงไม่เขียนอธิบายเงื่อนไขหรือวาดรูป

วางแผนมา

พุทธชื่อน : หนูเขียนแค่ชนิดยามาค่ะแต่หนูรู้ว่าจะใช้ยาชนิด c มี
ประสิทธิภาพเท่าไรหรือต้องมีจุลินทรีย์เพิ่มเท่าไรถึงจะเพียงพอ แต่หนูวาดออกมาเป็นภาพไม่ถูก

ตะวัน : หนูวางแผนได้แต่ที่หนูไม่เขียนมาเพราะหนูรู้ว่าจะ
เงื่อนไขที่กำหนดมามีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2: ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

ใช้ยาชนิด c

5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

เลขยกกำลัง

ภาพประกอบ 69 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของ
จำนวนจุลินทรีย์” ของพุทธชื่อน

ชั้นที่ 2: ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

เลขยกกำลัง

ภาพประกอบ 70 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของ
จำนวนจุลินทรีย์” ของบานเย็น

ชั้นที่ 2: ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

ใช้ชาชนิด C, D, E

5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

เลขยกกำลัง

ภาพประกอบ 71 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของ
จำนวนจุลินทรีย์” ของตะวัน

ชั้นที่ 2: ชั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

ใช้หมายเลข C, D → ข้อ D ละวงกลมสีหนึ่ง ๑ เท่าทุก ๑ วัน
↓
จุดสี C ละวงกลมสีหนึ่ง ๒ เท่าทุก ๒ วัน
ซึ่งใช้เวลาไป 10 วัน ข้อ D พอจุดสีหนึ่ง ๕ เท่าแรก ๖ ข้อ

5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

เลขยกกำลัง

ภาพประกอบ 72 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการวางแผนสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของจันทรา

จากการศึกษาพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับจำนวนและการดำเนินการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 4 - 5 สามารถสรุปความก้าวหน้าของพฤติกรรมในการแสดงร่องรอยการขีดเขียนของนักเรียนในแต่ละกลุ่มในคาบต้นของแต่ละช่วงดังตาราง 12

ตาราง 12 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 4 - 5 ของนักเรียนแต่ละกลุ่มในคาบต้นของแต่ละช่วง

พฤติกรรมกลุ่มที่	คาบที่ 1	คาบที่ 5	คาบที่ 9
1	- นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนไม่สามารถบอกความรู้ที่นำไปใช้แก้ปัญหาได้	- นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอกความรู้ที่นำไปใช้แก้ปัญหาได้	- นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนไม่สามารถบอกความรู้ที่นำไปใช้แก้ปัญหาได้

ตาราง 12 (ต่อ)

พฤติกรรม กลุ่มที่	คาบที่ 1	คาบที่ 5	คาบที่ 9
6 กลุ่มเป้าหมาย	- นักเรียนสามารถเขียน แผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอก ความรู้ที่นำไปใช้ได้	- นักเรียนไม่สามารถ เขียนแผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอก ความรู้ที่นำไปใช้ได้	- นักเรียนสามารถ เขียนแผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอก ความรู้ที่นำไปใช้ได้

การแสดงร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 4 - 5 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในคาบ
ปลายของแต่ละช่วง ดังตาราง 13 ดังนี้

ตาราง 13 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 4 – 5 ของกลุ่มเป้าหมายในคาบปลาย
ของแต่ละช่วง

พฤติกรรม นักเรียน เป้าหมาย	คาบที่ 4	คาบที่ 8	คาบที่ 12
พุทธชื่อน	- นักเรียนไม่สามารถ เขียนแผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอก ความรู้ที่นำไปใช้ แก้ปัญหาได้	- นักเรียนไม่สามารถ เขียนแผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนไม่สามารถ บอกความรู้ที่นำไปใช้ แก้ปัญหาได้	- นักเรียนไม่สามารถ เขียนแผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอก ความรู้ที่นำไปใช้ แก้ปัญหาได้

ตาราง 13 (ต่อ)

พฤติกรรม นักเรียน เป้าหมาย	คาบที่ 4	คาบที่ 8	คาบที่ 12
จันทร์	- นักเรียนสามารถเขียน แผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอก ความรู้ที่นำไปใช้ แก้ปัญหาได้	- นักเรียนสามารถ เขียนแผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอก ความรู้ที่นำไปใช้ แก้ปัญหาได้	- นักเรียนสามารถ เขียนแผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอก ความรู้ที่นำไปใช้ แก้ปัญหาได้
บ้านเย็น	- นักเรียนสามารถเขียน แผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอก ความรู้ที่นำไปใช้ แก้ปัญหาได้	- นักเรียนไม่สามารถ เขียนแผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอก ความรู้ที่นำไปใช้ แก้ปัญหาได้	- นักเรียนสามารถ เขียนแผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอก ความรู้ที่นำไปใช้ แก้ปัญหาได้
ตะวัน	- นักเรียนสามารถเขียน แผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอก ความรู้ที่นำไปใช้ แก้ปัญหาได้	- นักเรียนสามารถ เขียนแผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอก ความรู้ที่นำไปใช้ แก้ปัญหาได้	- นักเรียนไม่สามารถ เขียนแผนภาพแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขได้ - นักเรียนสามารถบอก ความรู้ที่นำไปใช้ แก้ปัญหาได้

2.3 ด้านการดำเนินการตามแผน

พิจารณาจากการแสดงออกของนักเรียนในการแสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหา โดยเชื่อมโยงสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือรูปภาพกับความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบของปัญหา ผลการศึกษาจำแนกตามช่วงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นดังนี้

ในช่วงที่ 1.1 พบว่ามีนักเรียนจำนวน 4 กลุ่ม สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาได้ถูกต้อง โดยนักเรียนได้คำตอบทั้ง 4 กลุ่มได้ 1 คำตอบ ซึ่งมีวิธีการแบ่งปัญหาย่อย ๆ 3 กลุ่ม และวาดรูป 1 กลุ่ม โดยมีจำนวนนักเรียนที่เขียนอธิบายแนวคิด 5 กลุ่ม ยกตัวอย่างดังภาพประกอบ 73

โดยเมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมาย สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาได้ถูกต้อง โดยใช้วิธีการแบ่งปัญหาย่อย ๆ และได้เพียง 1 คำตอบ ยกตัวอย่างร่องรอยการทำงาน ดังภาพประกอบ 74

หากพิจารณาจากการสังเกตพบว่า นักเรียนทั้งกลุ่มพยายามช่วยกันแก้ปัญหาจากแบบจำลอง โดยนักเรียนนำแบบจำลองมาเขียนอธิบายโดยการแบ่งปัญหาย่อย ๆ แล้วจึงนำตัวเลขทั้งหมดมาตั้งบวกกัน ซึ่งพุทธช้อนไม่ค่อยมีบทบาทในการแก้ปัญหา เพียงแต่พุทธช้อนจะนำแบบจำลองมาเรียงตามเพื่อนบอก และนักเรียนจะใช้แบบจำลองเป็นต้นแบบในการแสดงวิธีทำเป็นหลัก ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ตะวัน : เราเลือกเส้นทางตามแบบจำลองเลยเนอะ

จันทร์ : อ้อ ๆ มันมีหลายวิธีเลยนะเราเขียนวิธีไหนดี

บานเย็น : ก็เอาวิธีตามที่เรารู้ไว้ในแบบจำลองแหละเพราะเป็นวิธีที่ไว

ที่สุด

จากพฤติกรรมดังกล่าวครูได้สัมภาษณ์ดังนี้

บทสัมภาษณ์

ครู : ทำไมนักเรียนถึงมีคำตอบหรือวิธีการเพียงวิธีเดียว

จันทร์ : หนูคิดว่าให้ทำแค่วิธีเดียวที่ไวที่สุด

เมื่อถึงขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนตัวแทนนักเรียนที่มีคำตอบและวิธีการที่แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยน วิธีการและคำตอบที่แตกต่าง โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มได้มาแลกเปลี่ยนและซักถามข้อสงสัย

เช่น **กลุ่มรับฟัง :** ทำไมข้อนี้ได้คำตอบ 50 นาที ไม่เหมือนกลุ่มเรา

กลุ่มนำเสนอ : เราก็เลือกมาที่ไวที่สุดและสั้นที่สุดแหละ

ครู : สำหรับข้อนี้มาหลายคำตอบนะนักเรียน ไม่เกี่ยวกับสั้นที่สุดหรือไวที่สุด เราจะตอบอะไรก็ได้ที่เวลาไม่เกินที่โจทย์กำหนดไว้ และนอกจากมีหลายคำตอบแล้ว เห็นเพื่อนบางกลุ่มวาดรูปมา อันนี้ก็ถูกนะนักเรียน เรามีวิธีการแก้ปัญหาให้เลือกทำอีกหลายวิธีด้วย

ขั้นที่ 3: ขั้นการดำเนินการตามแผน
 6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

การ ใช้ เดิน เส้นทางที่ใช้ สั้น น. ค. ๗
 20 นาที + 15 นาที + 15 นาที = 50 นาที ใช้ได้ เวลา 50 นาที

ภาพประกอบ 73 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มทั่วไป

ขั้นที่ 3: ขั้นการดำเนินการตามแผน
 6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

เดิน ๗ ใช้เวลา 15 นาที, เดิน ๑ ใช้เวลา 20 นาที, เดิน ๗ ใช้เวลา 15 นาที หักพวกนี้

เดิน ๗ ใช้เวลา	15 นาที
เดิน ๑ ใช้เวลา	20 + นาที
เดิน ๗ ใช้เวลา	15 นาที
๗ ใช้เวลา	50 นาที

ตอบ ใช้เวลา 50 นาที

ภาพประกอบ 74 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มเป้าหมาย

ในช่วงที่ 1.2 พบว่ามีนักเรียนจำนวน 18 คน สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบและอธิบายได้ถูกต้อง โดยนักเรียนได้คำตอบ 2 คำตอบ 5 คน และ 1 คำตอบ 13 คน ซึ่งมีวิธีการแบ่งปัญหาย่อย ๆ ทั้ง 15 คน และใช้ตาราง 3 ตน โดยทั้ง 18 คน มีเพียง 7 คนเท่านั้นที่อธิบายรายละเอียดได้ครบถ้วน และนักเรียนอีก 11 คนจะแสดงวิธีทำโดยอธิบายในการค้นหาคำตอบไม่ครบหรือไม่ได้อธิบายการหาคำตอบเลย แต่นักเรียนอีก 14 คน แสดงวิธีการค้นหาคำตอบแต่คำตอบผิดหรือแสดงวิธีการผิด โดยทั้ง 14 คน แบ่งเป็น แสดงวิธีการถูกต้องแต่คำตอบที่ได้มาผิด 8 คน แสดงวิธีทำไม่ครบโดยหาแค่จำนวนน้ำที่ใช้ 1 วัน 5 คน และอีก 1 คน ค้นหาคำตอบไม่ได้เลย ยกตัวอย่างดังภาพประกอบ 75 - 78

โดยเมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมาย สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังมีนักเรียนบางคน อธิบายรายละเอียดไม่ครบหรือไม่อธิบายเลย โดยใช้วิธีการแบ่งปัญหาย่อย ๆ ทั้ง 4 คน และ ได้ 1 คำตอบ 3 คน ได้ 2 คำตอบ 1 คน ยกตัวอย่างร่องรอยการทำงาน ดังภาพประกอบ 75 - 78 และมีพฤติกรรมเขียนดังต่อไปนี้

พุทธช้อน จะพยายามแสดงวิธีการค้นหาคำตอบมาซึ่งได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่พุทธช้อนไม่ได้เขียนอธิบายว่าแต่ละวันรดน้ำระดับไหน และครบ 1 สัปดาห์ใช้น้ำไปเท่าไร

บานเย็น จะใช้วิธีการ แบ่งปัญหาย่อย ๆ ซึ่งการอธิบายยังอธิบายไม่ครบ เช่น ผ่านไป 7 วัน ใช้น้ำไปเท่าไร ยังไม่ได้เขียนอธิบาย แต่บานเย็นจะได้คำตอบออกมา

ตะวัน จะคิดวิธีคล้าย ๆ บานเย็น และมีปัญหาในการเขียนคล้าย ๆ กัน แต่ตะวันยังเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ผิด แต่ได้คำตอบออกมา

จันทร์ จะคิดคำตอบได้ 2 คำตอบ โดยคำตอบที่ 1 จันทร์จะอธิบายเข้าใจ และละเอียดกว่า 3 คนที่ผ่านมา แต่ในคำตอบที่ 2 จะไม่ได้อธิบายอะไร เพราะจันทร์ได้ให้คำตอบว่า คำตอบที่ 1 อธิบายไว้แล้ว

หากพิจารณาจากการสังเกตพบว่า นักเรียนทั้ง 4 คนพยายามแก้ปัญหา โดยพุทธช้อน บานเย็น และตะวัน มีการย้อนกลับไปอ่านสถานการณ์อีก พุทธช้อนไม่สารทอธิบายรายละเอียดได้ แต่ บานเย็น ตะวัน จันทร์ อธิบายรายละเอียดได้

ชั้นที่ 3: ชั้นการดำเนินการตามแผน

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

$$\begin{array}{r} 15 \times 7 = 105 \\ 105 \div 7 = 15 \end{array}$$

ตอบ 7.35 ลิตร

ภาพประกอบ 75 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของพุทธช้อน

ชั้นที่ 3: ชั้นการดำเนินการตามแผน

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

ถ้าใบไม้ต้นละ 900 ลิตร อัตรารดแปลงผักละ 15 นาที ใช้ถังน้ำ 100 ลิตร
และใช้ถังน้ำใบละ 900 ลิตร อัตรารดต่อ 4 ชั่วโมง 8 ต่อแถว
รดน้ำละ 15 นาที $8 \times 15 = 120$ นาที $120 \times 7 = 840$ นาที
ใช้ถังน้ำ 900 ลิตร จำนวนต่อต่อแถวรด 1 สัปดาห์

ภาพประกอบ 76 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของบานเย็น

ชั้นที่ 3: ชั้นการดำเนินการตามแผน

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

ถ้าใบไม้ต้นละ 900 ลิตร อัตรารดแปลงผัก 15 นาที ใช้ถังน้ำ 100 ลิตร
และใช้ถังน้ำใบละ 900 ลิตร อัตรารดต่อ 4 ชั่วโมง 8 ต่อแถว
รดน้ำละ 15 นาที $8 \times 15 = 120$ นาที $120 \times 7 = 840$ นาที
ใช้ถังน้ำ 900 ลิตร จำนวนต่อต่อแถวรด 1 สัปดาห์

ภาพประกอบ 77 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของตะวัน

ขั้นที่ 3: ขั้นการดำเนินการตามแผน

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

$$\begin{aligned} \text{น้ำส้ม 3 ลิตร} &= 7 \text{ ลิตร / นาที} = 15 \\ &= 105 \text{ ลิตร} \\ &= 105 \text{ ลิตร / วัน} \\ \text{น้ำส้ม 7 ลิตร} &= 105 \times 7 = 735 \text{ ลิตร / สัปดาห์} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำส้ม 4 ลิตร} &= 4 \text{ ลิตร / นาที} = 15 \times 4 \\ &= 120 \text{ ลิตร / วัน} \\ &= 120 \times 7 \\ &= 840 \text{ ลิตร / สัปดาห์} \end{aligned}$$

ภาพประกอบ 78 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของจันทร์

ในช่วงที่ 2.1 พบว่ามีนักเรียนจำนวน 6 กลุ่ม สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาได้ถูกต้อง โดยนักเรียนได้คำตอบ 1 คำตอบ มี 4 กลุ่ม และได้คำตอบ 2 คำตอบ 2 กลุ่ม ซึ่งมีวิธีการแบ่งปัญหาย่อย ๆ 6 กลุ่ม และอีก 2 กลุ่มจะแสดงวิธีทำโดยไม่อธิบายแนวคิดในการค้นหาคำตอบเลย ยกตัวอย่างดังภาพประกอบ 79

โดยเมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงาน of นักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมาย สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาได้ถูกต้อง โดยใช้วิธีการแบ่งปัญหาย่อย ๆ และได้เพียง 2 คำตอบ ยกตัวอย่างร่องรอยการทำงาน ดังภาพประกอบ 80

หากพิจารณาจากการสังเกตพบว่า นักเรียนทั้งกลุ่มช่วยกันแก้ปัญหาโดยที่นักเรียนได้ 2 คำตอบเป็นการช่วยเหลือระหว่างบ้านเย็นกับจันทร์ส่วนตะวันกับพุทซ้อนจะเป็นคนคอยดูในบางช่วง โดยตะวันจะคิดคำตอบที่ 1 ได้ และจันทร์จะคิดคำตอบที่ 1 ได้ ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ตะวัน : ข้อนี้เราก็เราผู้โดยสารเป็นจุดจุดแรกรับ 10 คน เป็นเงิน 1200 บาท จุด 2 รับ 2 คน เป็นเงิน 220 บาท จุด 3 รับ 1 คน เป็นเงิน 100 บาท รวมก็ 1520 บาท ลบทุน 500 บาทก็ได้กำไรมากกว่า 800 บาท

จันทร์ : เราได้อีกคำตอบจุดแรกก็รับ 9 คน จุด 2 ก็รับ 2 คน จุด 3 รับ 2 คน เราคำนวณแล้วได้กำไรมากกว่า 800 บาท

พุทซ้อน : แสดงว่าข้อนี้มี 2 คำตอบ

บานเย็น : มันมีอีกหลายคำตอบอยู่นะแต่ดูแล้วเวลาไม่ทันเอาแค่นี้ก็พอ

จันทร์ภา : เเท่านี้ก็ได้อะแนนเต็มแล้ว

ตะวัน : ไข่ ๆ เวลาไม่พอด้วย

เมื่อถึงขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนตัวแทนนักเรียนที่มีคำตอบและวิธีการที่แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยน วิธีการและคำตอบที่แตกต่าง โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มได้มาแลกเปลี่ยนและซักถามข้อสงสัย

เช่น กลุ่มรับฟัง : กลุ่มเราได้คำตอบไม่เหมือนเลย แล้วทำไมกลุ่มนี้ถึงได้ 2 คำตอบ

กลุ่มนำเสนอ : 2 คำตอบที่ได้มาเราก็ได้มาจากรับคนแต่ละจุดแล้วรวมเราได้กำไรมากกว่า 800 ทั้ง 2 จุดนะ

ขั้นที่ 3: ขั้นการดำเนินการตามแผน		
6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)		
จุดที่ 1	$120 \times 10 = 1200$	บาท
จุดที่ 2	$110 \times 2 = 220$	บาท
จุดที่ 3	$100 \times 1 = 100$	บาท
ทั้งหมด	$1200 + 220 + 100 = 1520$	บาท
ค่าต้นทุนทั้งหมด	500	
กำไร	$1520 - 500 = 1020$	
ได้กำไร 1020 บาทกว่า 400		
ค่าของยี่ห้อ 2	จุดไม่จริง	$120 \times 9 = 1090$ บาท
จุดที่ 2	$110 \times 2 = 220$	บาท
จุดที่ 3	$100 \times 2 = 200$	บาท
ทั้งหมด	$1090 + 220 + 200 = 1510$	บาท
กำไรทั้งหมด	500	
กำไร	$1510 - 500 = 1010$	บาท
ได้กำไร 1010 บาทกว่า 300		

ภาพประกอบ 79 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “กำไรโดยสารกับราคาน้ำมัน” ของกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นที่ 3: ขั้นการดำเนินการตามแผน

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

$$\left. \begin{array}{l} \text{จุด 1} \text{ รั้ว } 10 = 1,200 \text{ บาท} \\ \text{จุด 2} \text{ รั้ว } 2 = 220 \text{ บาท} \\ \text{จุด 3} \text{ รั้ว } 1 = 100 \text{ บาท} \end{array} \right\} = 1,540$$

แผนจะตั้งได้ทั้ง 3 ไร่ ไร่ละ 500 บาท

จึงจะคุ้ม

เงินที่จ. จะได้อีก
ไร่ละจะได้

ภาพประกอบ 80 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน” ของกลุ่มทั่วไป

ในช่วงที่ 2.2 พบว่ามีนักเรียนจำนวน 22 คน สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบและอธิบายได้ถูกต้อง โดยนักเรียนได้มากกว่า 1 คำตอบ 12 คน และ 1 คำตอบ 10 คน ซึ่งมีวิธีการแบ่งปัญหาย่อย ๆ 15 คน และใช้ตาราง 7 คน โดยนักเรียนจำนวน 17 คน อธิบายรายละเอียดได้ครบถ้วน ยกตัวอย่างดังภาพประกอบ 81 - 84

โดยเมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงาน of นักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมาย สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังมีนักเรียนบางคน อธิบายรายละเอียดไม่ครบหรือไม่อธิบายเลย โดยใช้วิธีการแบ่งปัญหาย่อย ๆ ทั้ง 4 คน ได้ 1 คำตอบ 2 คน คำตอบใส่มาไม่ครบ 2 คน ยกตัวอย่างร่องรอยการทำงาน ดังภาพประกอบ 81 - 84 และมีพฤติกรรมการเขียนดังต่อไปนี้

พุทธช้อน จะพยายามแสดงวิธีการค้นหาคำตอบมาซึ่งได้คำตอบที่ได้ได้เพียง 2 กลุ่มไม่ตรงตามคำถามที่ต้องการทั้ง 4 กลุ่ม

บานเย็น จะพยายามแสดงวิธีการค้นหาคำตอบมาซึ่งได้คำตอบที่ได้ได้เพียง 2 กลุ่มไม่ตรงตามคำถามที่ต้องการทั้ง 4 กลุ่ม

ตะวัน สามารถแสดงวิธีทำและอธิบายได้ถูกต้องและได้ 1 คำตอบ

จันทร์ สามารถแสดงวิธีทำและอธิบายได้ถูกต้องและได้ 1 คำตอบ

จากพฤติกรรมดังกล่าวครูได้สัมภาษณ์ดังนี้

ครู : ทำไมถึงทำแค่ 2 กลุ่ม เขาให้หาทั้ง 2 กลุ่มเลยนะ

พุทธช้อน : มันเยอะครูหนูรู้ว่าอีก 2 กลุ่มจะคิดคล้าย ๆ กับกลุ่มแรก แต่หนูง ๆ ว่าเงื่อนไขที่ต้องมาลบกันจะต้องลบกันอย่างไร

บานเย็น : หนูงงคล้าย ๆ กัน แต่หนูก็เข้าใจผิดด้วยคิดว่าเขาให้หากกลุ่ม
เดียวหนูเลยตอบ 2 กลุ่มคิดว่าจะถูก

ชั้นที่ 3: ชั้นการดำเนินการตามแผน
6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

5. รั้งแรก ได้เลือกกลุ่ม 1 ล้างรถ ราชได้ 5 รั้งแรก 3,000 บาท
5. รั้งแรก ได้เลือกวง 5. ภาชนะ ราชได้ 5 รั้งแรก 3,500 บาท
รั้งจะได้ที่เหลือ 32.5 บาทต่อ 1.0 รั้ง รั้งของที่เหลือ 20 บาท 20.0 บาท

ภาพประกอบ 81 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การ
แบ่งรายได้เสริม” ของพุทธช้อน

ชั้นที่ 3: ชั้นการดำเนินการตามแผน
6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

กลุ่มกิจการเสริม ส่วน 1 ค้างรถ รั้ง ส่วน 3. ภาชนะ

5 รั้งแรก กลุ่ม 1 ราชได้รั้งรั้ง 600 ÷ 80 = 30 บาท/รั้ง
= 30 บาท ราชได้ 600 บาท 30 บาท × 5 = 150 บาท

5 รั้งแรก เปลี่ยนเป็น ส่วน 3 ราชได้รั้งรั้ง 700 บาท ÷ 80
= 35 บาท/รั้ง = 30 บาท ราชได้ 700 บาท

35 บาท × 5 = 175 บาท

รวม 10 รั้งได้ 150 + 175 = 325 บาท/รั้ง

ภาพประกอบ 82 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การ
แบ่งรายได้เสริม” ของบานเย็น

ขั้นที่ 3: ขั้นการดำเนินการตามแผน

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

กลุ่มที่ 1	ข้าวรถ	600 บาท	20 คน
กลุ่มที่ 2	ร้านกาแฟ	500 บาท	10 คน
กลุ่มที่ 3	ทรากยตาร	700 บาท	20 คน
กลุ่มที่ 4	ดนตรี	400 บาท	10 คน

กลุ่ม 1 $600 \times \frac{1}{5}$ บาท

$$\begin{array}{r} 10 \overline{) 3000} \\ \underline{3000} \\ 0 \end{array}$$

กลุ่ม 3 $700 \times \frac{1}{5}$ บาท

$$\begin{array}{r} 20 \overline{) 3500} \\ \underline{3500} \\ 0 \end{array}$$

กลุ่ม 2 $500 \times \frac{1}{5}$ บาท

$$\begin{array}{r} 10 \overline{) 2500} \\ \underline{2500} \\ 0 \end{array}$$

กลุ่ม 4 $400 \times \frac{1}{5}$ บาท

$$\begin{array}{r} 10 \overline{) 2000} \\ \underline{2000} \\ 0 \end{array}$$

กลุ่ม 1 $100 \times \frac{1}{5}$ บาท

$$\begin{array}{r} 20 \overline{) 3500} \\ \underline{3500} \\ 0 \end{array}$$

กลุ่ม 3 $600 \times \frac{1}{5}$ บาท

$$\begin{array}{r} 20 \overline{) 3000} \\ \underline{3000} \\ 0 \end{array}$$

กลุ่ม 2 $400 \times \frac{1}{5}$ บาท

$$\begin{array}{r} 10 \overline{) 2000} \\ \underline{2000} \\ 0 \end{array}$$

กลุ่ม 4 $500 \times \frac{1}{5}$ บาท

$$\begin{array}{r} 10 \overline{) 2500} \\ \underline{2500} \\ 0 \end{array}$$

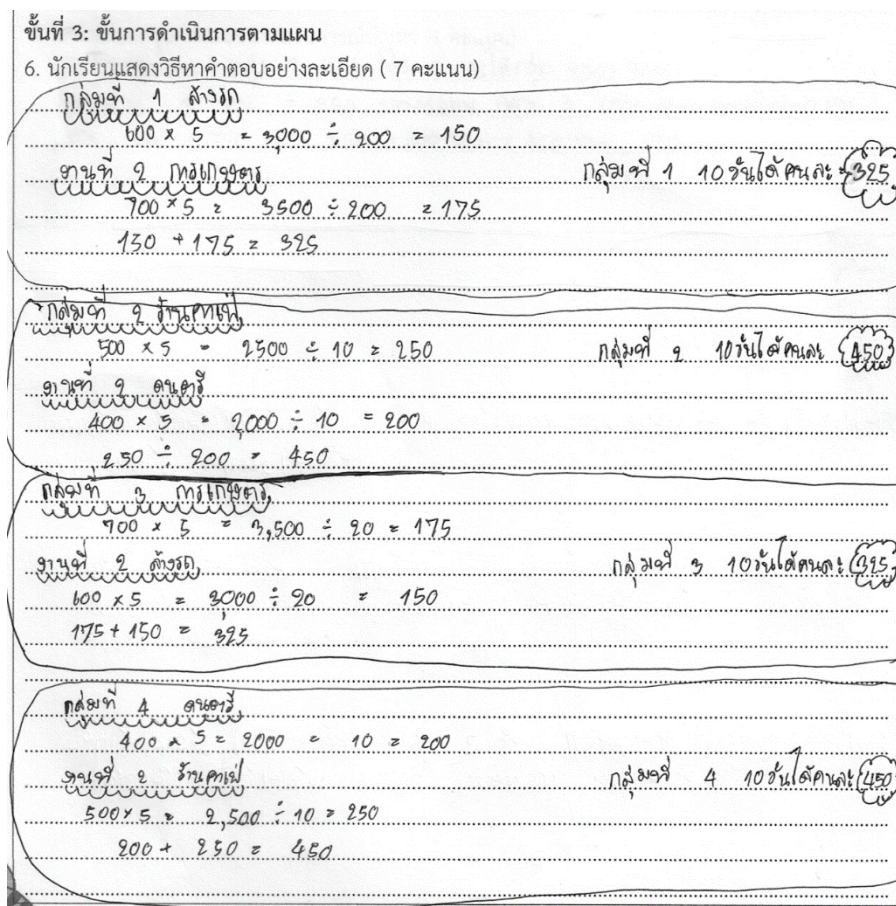
กลุ่มที่ 1 $3,000 + 3,500 = 6,500 \div 20 = 325 \rightarrow$ คนละ 325 บาท

กลุ่มที่ 2 $2,000 + 2,500 = 4,500 \div 10 = 450 \rightarrow$ คนละ 450 บาท

กลุ่มที่ 3 $3,500 + 3,000 = 6,500 \div 20 = 325 \rightarrow$ คนละ 325 บาท

กลุ่มที่ 4 $2,500 + 2,000 = 4,500 \div 10 = 450 \rightarrow$ คนละ 450 บาท

ภาพประกอบ 83 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของตะวัน



ภาพประกอบ 84 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การแบ่งรายได้เสริม” ของจันทรา

ในช่วงที่ 3.1 พบว่านักเรียนจำนวน 6 กลุ่ม สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาได้ถูกต้อง โดยนักเรียนได้คำตอบ 1 คำตอบ จำนวน 2 กลุ่ม ได้คำตอบ 2 คำตอบ จำนวน 4 กลุ่ม ซึ่งมีวิธีการแบ่งปัญหาย่อย ๆ 6 กลุ่ม และทั้ง 6 กลุ่มจะแสดงวิธีทำโดยอธิบายแนวคิดในการค้นหาคำตอบ ยกตัวอย่างดังภาพประกอบ 85

โดยเมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมาย สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาได้ถูกต้อง โดยใช้วิธีการแบ่งปัญหาย่อย ๆ และได้ 2 คำตอบ แต่นักเรียนจำนวนให้ดูว่ายาก C ไม่สามารถใช้ได้ ยกตัวอย่างร่องรอยการทำงาน ดังภาพประกอบ 86

หากพิจารณาจากการสังเกตพบว่า นักเรียนทั้งกลุ่มพยายามช่วยกันแก้ปัญหา โดยนักเรียนเขียนอธิบายโดยการแบ่งปัญหาย่อย ๆ แล้วโดยนักเรียนแสดงให้เห็นว่าคำตอบของยา C ทำไม่ถึงไม่ใช่คำตอบ ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ขั้นที่ 3: ขั้นการดำเนินการตามแผน

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

ค่าเพิ่มหรือแถมของ 100% ของ 9 ข้อ. หลังจากไปซื้อขนม (ไม่ได้อะไร)

A	7
B	6
C	5

$$C = 5^5 = 3,125 \div 100 \rightarrow \text{แทนค่าของค่าเพิ่ม (7\%)} \text{ ได้}$$

$$= 31.25 \times 5$$

$$= 156.25$$

$$B = 6^5 = 7,776 \div 100 \rightarrow \text{แทนค่าของค่าเพิ่ม (7\%)} \text{ ได้}$$

$$= 77.76 \times 6$$

$$= 466.56$$

$$A = 7^5 = 16,807 \div 100 \rightarrow \text{แทนค่าของค่าเพิ่ม (7\%)} \text{ ได้}$$

$$= 168.07 \times 7$$

$$= 1,176.49$$

ภาพประกอบ 86 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มของแหวนแดง” ของกลุ่มเป้าหมาย

ในช่วงที่ 3.2 พบว่ามีนักเรียนจำนวน 26 คน สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบและอธิบายได้ถูกต้อง โดยนักเรียนได้มากกว่า 1 คำตอบ 16 คน และ 1 คำตอบ 10 คน ซึ่งมีวิธีการแบ่งปัญหาย่อย ๆ ทั้ง 18 คน และใช้ตาราง 8 คน โดยนักเรียนจำนวน 20 คนที่อธิบายรายละเอียดได้ครบถ้วน ยกตัวอย่างดังภาพประกอบ 87 - 90

โดยเมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมาย สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาได้ถูกต้องโดยใช้การแบ่งปัญหาย่อย ๆ 2 คน ใช้ตาราง 2 คน และได้ 1 คำตอบ 2 คน ได้ 2 คำตอบ 1 คน ได้ 3 คำตอบ 1 คน ยกตัวอย่างร่องรอยการทำงาน ดังภาพประกอบ 87 - 90 และมีพฤติกรรมการเขียนดังต่อไปนี้

พุทธช้อน สามารถแสดงวิธีการหาและอธิบายโดยใช้ตารางได้ 1 คำตอบ

บานเย็น สามารถแสดงวิธีการหาและอธิบายโดยใช้แบ่งปัญหาย่อย ๆ ได้

1 คำตอบ

ตะวัน สามารถแสดงวิธีการหาและอธิบายโดยใช้แบ่งปัญหาย่อย ๆ ได้

3 คำตอบ

จันทร์หา สามารถแสดงวิธีการหาและอธิบายโดยใช้ตารางได้ 2 คำตอบ

ชั้นที่ 3: ชั้นการดำเนินการตามแผน
6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

จุดเริ่มต้น	อนุกรม	ผ่านไป 3 วัน	ผ่านไป 6 วัน	ผ่านไป 9 วัน	10 วัน
1	C	2	$2^2=4$	$2^3=8$	8

ภาพประกอบ 87 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา
“การเพิ่มของจำนวนจูลินทรีย์” ของพุทธช้อน

ชั้นที่ 3: ชั้นการดำเนินการตามแผน
6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

กำหนดให้จุดเริ่มต้น 1 คัน 9 ชั่วโมง 0.5 คัน

ผ่านไป 10 คัน	→	ผ่านไป 5 คัน	ใช้ 10 ชั่วโมง	ใช้ 1 คัน
		ผ่านไป 6 คัน	ใช้ 10 ชั่วโมง	ใช้ 1 คัน
		ผ่านไป 7 คัน	ใช้ 10 ชั่วโมง	ใช้ 1 คัน
ผ่านไป 10 คัน		ใช้ 10 ชั่วโมง	ใช้ 1 คัน	

ภาพประกอบ 88 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา
“การเพิ่มของจำนวนจูลินทรีย์” ของบานเย็น

ชั้นที่ 3: ชั้นการดำเนินการตามแผน

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

ใช้ยาชนิด C	เริ่มต้น จุลินทรีย์ 1 ตัว
ขนาดยา 6 วัน	ผ่านไป 3 วัน มี 2 ตัว
ทุก ๆ 3 วัน	ผ่านไป 6 วัน มี $2^2 = 4$ ตัว
	ผ่านไป 9 วัน มี $2^3 = 8$ ตัว
	ผ่านไป 10 วัน มี 8 ตัว

ใช้ยาชนิด D	เริ่มต้น จุลินทรีย์ 1 ตัว
ขนาดยา 2 วัน	ผ่านไป 2 วัน มี 2 ตัว
ทุก ๆ 2 วัน	ผ่านไป 4 วัน มี 2^2 ตัว = 4 ตัว
	ผ่านไป 6 วัน มี $2^3 = 8$ ตัว
	ผ่านไป 8 วัน มี $2^4 = 16$ ตัว
	ผ่านไป 10 วัน มี $2^5 = 32$ ตัว

ภาพประกอบ 89 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา
“การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของตะวัน

ชั้นที่ 3: ชั้นการดำเนินการตามแผน

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

จุลินทรีย์	ยา	อัตราทดแทนจำนวนเงิน 2 เท่า	จนถึงผ่าน 10 วัน
1	C	ทุก ๆ 3 วัน	$2^3 = 8$ ตัว
1	D	ทุก ๆ 2 วัน	$2^5 = 32$ ตัว

ภาพประกอบ 90 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการดำเนินการตามแผนของสถานการณ์ปัญหา
“การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของจันทร์หา

จากการศึกษาพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับจำนวนและการดำเนินการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์หรือร่อยการตอบคำถามข้อที่ 6 สามารถสรุปความก้าวหน้าของพฤติกรรมในการการเขียนแสดงคำตอบในชั้นของนักเรียนในแต่ละกลุ่มในคาบต้นของแต่ละช่วง ดังตาราง 14

ตาราง 14 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 6 ของนักเรียนแต่ละกลุ่มในคาบต้น
ของแต่ละช่วง

พฤติกรรม กลุ่มที่	คาบที่ 1	คาบที่ 5	คาบที่ 9
1	-นักเรียนไม่สามารถแสดง วิธีการหาคำตอบของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ -นักเรียนแสดงการอธิบาย แนวคิดได้	-นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 1 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ -นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิด	-นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 1 คำตอบ โดยใช้วิธี แบ่งปัญหาย่อย ๆ -นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิด
2	-นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 1 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ -นักเรียนแสดงการอธิบาย แนวคิด	-นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 1 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ -นักเรียนไม่แสดงการ อธิบายแนวคิดได้	-นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 1 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ -นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิด
3	-นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 1 คำตอบ โดยใช้วิธีการ วาดรูป -นักเรียนแสดงการอธิบาย แนวคิดได้	-นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 1 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ -นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้	-นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 2 คำตอบ โดยใช้วิธี แบ่งปัญหาย่อย ๆ -นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิด

ตาราง 14 (ต่อ)

พฤติกรรม กลุ่มที่	คาบที่ 1	คาบที่ 5	คาบที่ 9
4	- นักเรียนไม่สามารถแสดง วิธีการหาคำตอบของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ -นักเรียนแสดงการอธิบาย แนวคิดได้	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 1 คำตอบ โดยใช้วิธีการ แบ่งปัญหาย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 2 คำตอบ โดยใช้วิธี แบ่งปัญหาย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิด
5	- นักเรียนไม่สามารถแสดง วิธีการหาคำตอบของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ -นักเรียนไม่แสดงการ อธิบายแนวคิดได้	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 2 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 2 คำตอบ โดยใช้วิธี แบ่งปัญหาย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิด
6 กลุ่มเป้าหมาย	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 1 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 2 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 2 คำตอบ โดยใช้วิธี แบ่งปัญหาย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้

การแสดงร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 6 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในคาบ
ปลายของแต่ละช่วง ดังตาราง 15 ดังนี้

ตาราง 15 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 6 ของกลุ่มเป้าหมายในคาบปลายของ
แต่ละช่วง

พฤติกรรม นักเรียน เป้าหมาย	คาบที่ 4	คาบที่ 8	คาบที่ 12
พุทธซ้อน	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 1 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ - นักเรียนไม่แสดงการ อธิบายแนวคิด	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ แต่ เขียนคำตอบมาไม่ครบ โดยใช้วิธีแบ่งปัญหา ย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้	- นักเรียนสามารถ แสดงวิธีการหา คำตอบได้ 1 คำตอบ โดยใช้วิธีการแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้
บานเย็น	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 1 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้แต่ไม่ ชัดเจน	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ แต่ เขียนคำตอบมาไม่ครบ โดยใช้วิธีแบ่งปัญหา ย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้	- นักเรียนสามารถ แสดงวิธีการหา คำตอบได้ 1 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่งปัญหา ย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้

ตาราง 15 (ต่อ)

พฤติกรรม นักเรียน เป้าหมาย	คาบที่ 4	คาบที่ 8	คาบที่ 12
ตะวัน	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 1 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้แต่ไม่ ชัดเจน	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 4 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้	- นักเรียนสามารถ แสดงวิธีการหา คำตอบได้ 2 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่งปัญหา ย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้
จันทร์	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 2 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิด	- นักเรียนสามารถแสดง วิธีการหาคำตอบได้ 4 คำตอบ โดยใช้วิธีแบ่ง ปัญหาย่อย ๆ - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้	- นักเรียนสามารถ แสดงวิธีการหา คำตอบได้ 2 คำตอบ โดยใช้ตาราง - นักเรียนแสดงการ อธิบายแนวคิดได้

2.4 ด้านการตรวจสอบผล

พิจารณาจากการแสดงออกของนักเรียนการตรวจสอบคำตอบของปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนด ผลการศึกษาจำแนกตามช่วงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นดังนี้

ในช่วงที่ 1.1 พบว่านักเรียนจำนวน 6 กลุ่ม ไม่สามารถตรวจสอบ ความถูกต้องของคำตอบได้อย่างถูกต้อง เพราะมีการกำหนดเงื่อนไขสำคัญในด้านทำความเข้าใจปัญหาไม่ได้ และนักเรียนจำนวน 3 กลุ่มสามารถสรุปคำตอบได้ แต่นักเรียนอีก 3 กลุ่มไม่สามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง ยกตัวอย่างดังภาพประกอบ 91

โดยเมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้รู้ว่าคำตอบของกลุ่มถูกแต่ไม่สามารถที่จะตรวจสอบคำตอบได้อย่างถูกต้อง และมีการสรุปคำตอบได้แต่ไม่ถูกต้องเพราะ สถานการณ์ต้องการแค่ว่าเลือกเส้นทางไหนในการเดินทางกลุ่มนี้ตอบเกี่ยวกับ เส้นทางที่สั้นที่สุดและไวที่สุดซึ่งไม่ใช่สิ่งที่ต้องการของปัญหา ดังภาพประกอบ 92

หากพิจารณาจากการสังเกตพบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมที่รู้ว่าคำตอบของตัวเอง ถูกเพราะไม่เกิน 60 นาที แต่นักเรียนเขียนวิธีตรวจสอบคำตอบผิด และในการสรุปคำตอบนักเรียน มีพฤติกรรมที่คิดนอกประเด็น มีการพูดคุยตอบคำถามในการสรุปคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ดังบทสนทนา

พุทธชัย : ให้เราตรวจสอบคำตอบมันตรวจสอบอย่างไร

ตะวัน : เห็นครูพูดว่าให้ดูเงื่อนไขให้ดี ๆ

จันทรา : ใช่ ๆ เราใช้เวลาไม่เกิน 60 นาทีนะก็คงถูกแหละ

จากพฤติกรรมดังกล่าวครูได้สัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

บทสัมภาษณ์

ครู : ทำไมข้อที่ 7 เราถึงไม่เอาคำตอบมาเทียบกับเงื่อนไขให้ เห็นชัดเจนไปเลยหล่ะ

จันทรา : ก็หนูคิดว่ามันถูกอยู่แล้วนี่คะ เลยไม่ได้ใส่คำตอบไปตรง ตรวจคำตอบด้วย

เมื่อถึงขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนตัวแทนนักเรียนที่มีคำตอบและวิธีการที่แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยน วิธีการและคำตอบที่แตกต่าง โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มได้มาแลกเปลี่ยน และซักถามข้อสงสัย

เช่น กลุ่มรับฟัง : ข้อที่ 7 ได้มาจากไหนกลุ่มเราตอบไม่ได้

กลุ่มนำเสนอ : ต้องดูข้อที่ 3 นะเงื่อนไขสำคัญจะเอามาตรวจว่าเราทำถูกไหม ข้อนี้ก็ใช้เวลาไม่เกิน 60 นาที

กลุ่มรับฟัง : ข้อที่ 8 ทำไมต้องใกล้ที่สุดและไวที่สุด

กลุ่มนำเสนอ : ข้อนี้เราคิดเอาเองเหมือนข้อ 3 เลย

ครู : ข้อที่ 7 กลุ่มนี้ทำเกือบถูกนะเพราะมีเงื่อนไขสำคัญเวลาไม่เกิน 60 นาที แต่นักเรียนต้องเขียนมาด้วยว่าเลือกเส้นทางไหนและใช้เวลาไปกี่นาทีเกินเวลาที่กำหนดไหม ส่วนข้อที่ 8 เราตอบให้ตรงกับคำถามนะข้อนี้เขาถามว่านักเรียนเลือกเส้นทางใด เราก็นำเส้นทางที่เลือกไว้มาตอบได้เลย

ชั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของปัญหา (2 คะแนน)
ถูก เพราะ ใช้เวลาไม่เกิน 60 นาที

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหา (1 คะแนน)
ในกรณีเลือกเส้นทางที่ 1 ใช้เวลา 90 นาที ที่น้อยกว่าใน คำของรถ ล้อ ได้คำตอบ
ว่า ทาง 1 ใช้เส้นทาง 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

ภาพประกอบ 91 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มทั่วไป

ชั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของปัญหา (2 คะแนน)
ถูก เพราะ ใช้เวลาไม่เกิน 60 นาที

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหา (1 คะแนน)
เส้น 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

ภาพประกอบ 92 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจคำตอบของสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ของกลุ่มเป้าหมาย

ในช่วงที่ 1.2 พิจารณาภาพรวมของนักเรียนทั้งชั้นเรียน พบว่ามีนักเรียน 17 คน เขียนตรวจสอบคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่มีนักเรียน 15 คน ไม่สามารถเขียนตรวจสอบคำตอบได้ โดยส่วนใหญ่เกิดจากคำตอบผิด บางส่วนนักเรียนจะใช้เงื่อนไขในการตรวจสอบผิด บางส่วนเขียนตรวจสอบคำตอบมาผิดประเด็น นักเรียนจำนวน 18 คนสามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ นักเรียนจำนวน 14 คนไม่สามารถสรุปคำตอบได้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ที่สรุปไม่ได้มาจากคำตอบที่ผิด ยกตัวอย่างดังภาพประกอบ 93 - 96

เมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนเป้าหมาย
ดังภาพประกอบ 93 – 96 และมีนักเรียนแต่ละคนมีพฤติกรรมดังนี้

พุทธช้อน ตรวจสอบคำตอบผิดประเด็น

บานเย็น นำวิธีการหาคำตอบมาใช้ในการตรวจสอบคำตอบด้วย

ตะวัน แสดงการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง

จันทร์ แสดงการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง

ซึ่งได้สัมภาษณ์ พุทธช้อนปรากฏว่าพุทธช้อนรู้ว่าปริมาณน้ำที่ใช้ไม่เกินแต่เขา
เขียนอธิบายไม่ถูก และบานเย็นบอกว่าที่เขียนอธิบายและแสดงวิธีทำไปด้วยเพราะอยากเพิ่ม
ความเข้าใจในการตรวจสอบ

<p>ขั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล</p> <p>7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (2 คะแนน)</p> <p>ได้ตั้งในภากรรตน้ำเพียงพอสำหรับตั้งภากรและไม่เกินปริมาณที่สั่งอยู่</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)</p> <p>ใช้ภากรตแปรผลัก 7-35 ลิตร</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--

ภาพประกอบ 93 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำใน
แปลงเกษตร” ของพุทธช้อน

ชั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (2 คะแนน)

มวลของส้ม 4 กิโลกรัม 1 ลิตรต่อส้มคือ 5 ลิตร $\times 15 = 120$ ลิตร

10 ลิตร $\times 7$ ลิตร = 70 ลิตร $120 + 70 = 190$ ลิตร ซึ่งไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)

ใช้ส้ม 4 กิโลกรัม 5 ลิตรต่อส้มคือ 1 ลิตร ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด

ภาพประกอบ 94 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของบ้านเย็น

ชั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (2 คะแนน)

ใช้ส้ม 7 กิโลกรัม 15 ลิตร ใช้ไป 105 ลิตรต่อ 1 ลิตร

735 ลิตร ต่อส้ม 1 กิโลกรัม ใช้ส้ม 165 กิโลกรัม

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)

ใช้ส้ม 1 กิโลกรัม $3 = 7$ ลิตร/หน่อ $= 15 \times 7 = 105$ ลิตร / 15 หน่อ

105×7 ลิตร = 735 ลิตร ใช้ส้ม 165 กิโลกรัม

ภาพประกอบ 95 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของตะวัน

ชั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (2 คะแนน)

ทรงกลมระดับ 4 คือ 8 ลิตร ส่วนน้ำก็ 8 ลิตร $\times 15 = 120$ ลิตร
 8 ลิตร 7 วัน วันละ 120 ลิตร $120 \times 7 = 840$ ลิตร ซึ่งไม่เกิน
 ปริมาณน้ำที่กำหนด

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)

โซ่หนังระดับ 4 โซ่หนังที่ 840 ลิตร ต่อ 1 ลิตรต่อ 15 ลิตร
 ปริมาณน้ำที่กำหนด

ภาพประกอบ 96 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบของสถานการณ์ปัญหา “การรดน้ำในแปลงเกษตร” ของจันทร์ธา

ในช่วงที่ 2.1 พบว่านักเรียนจำนวน 4 กลุ่ม สามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนจำนวน 5 กลุ่มสามารถสรุปคำตอบได้ ยกตัวอย่างดังภาพประกอบ 97

โดยเมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้รู้ว่าคำตอบของกลุ่มถูกและสามารถที่จะตรวจสอบคำตอบได้อย่างถูกต้อง มีการสรุปคำตอบได้ แต่ตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบมาแค่ 1 คำตอบทั้ง ๆ ที่กลุ่มนี้ตอบ 2 คำตอบ ครูจึงสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มนี้ จันทร์ธาตอบว่าหนูนึกว่าให้เขียนแค่คำตอบเดียวหนูเลยตอบมาแค่คำตอบเดียวแต่หนูรู้ว่าอีกคำตอบหนูตอบถูก ดังภาพประกอบ 98

หากพิจารณาจากการสังเกตพบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมที่รู้ว่าคำตอบของตัวเองถูกต้องที่ได้กำไรมากกว่า 800 บาท ดังบทสนทนา

จันทร์ธา : เราตรวจสอบคำตอบโดยใช้เงื่อนไขข้อ 3 เนอะ

ตะวัน : ใช้ข้อนี้กำหนดว่าต้องได้กำไรอย่างน้อย 800 บาท ซึ่งก็

คือเราหักทุนไปแล้ว 500 บาท

พุทธช้อน : ใช่ ๆ เพราะมันทั้ง 2 คำตอบที่เราตอบถูกแล้ว

จันทร์ธา : ันเราเขียนไปสักข้อและกันว่าถูกเพราะอะไร

เมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนเป้าหมายสามารถตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบได้ 2 คน ดังภาพประกอบ 99 -102 และมีนักเรียนแต่ละคนมีพฤติกรรมดังนี้

พุทธซ้อน ตรวจสอบคำตอบไม่ได้และตอบผิดประเด็น และ นักเรียนสรุปคำตอบแต่คำตอบที่นักเรียนสรุปยังหาคำตอบไม่ครบ

บานเย็น เขียนตรวจสอบคำตอบตรงประเด็นตามเงื่อนไขแต่คำตอบที่ได้ยังไม่ครบ

ตะวัน แสดงการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง

จันทร์ แสดงการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง
จากพฤติกรรมดังกล่าวครูได้สัมภาษณ์ดังนี้
บทสัมภาษณ์

ครู : ทำไมเราตรวจสอบคำตอบผิด

พุทธซ้อน : หนูหลงประเด็นคะครูหนูไม่ได้คำตอบหนูเลยเขียนมาเป็นคำถาม

บานเย็น : หนูรู้ว่าต้องใช้เงื่อนไขไหนหนูคิดว่าหนูถูก แต่คำตอบที่ได้มาฉันไม่ครบเลยผิดเลย

<p>ขั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล</p> <p>7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (2 คะแนน)</p> <p>นักเรียนบานเย็นและกลุ่มได้ภาพและเท่าไร</p>
<p>8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)</p> <p>ตะวันแรก ได้กลุ่ม 1 ล้านบาท ภาษีได้ 5 ร้อยแรก 3,000 บาท</p> <p>จันทร์ ได้กลุ่ม 3. การเกษตร ภาษีได้ 5 ร้อยแรก 3,500 บาท</p> <p>สีจะ ได้คนละ 325 บาทต่อ 10 16. อัน 10 บาท คนทั้งหมท 20 คน</p>

ภาพประกอบ 99 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา
“การแบ่งรายได้เสริม” ของพุทธซ้อน

ชั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (2 คะแนน)
 วางได้เฉลี่ยไม่พบค่า 300 น. ต่อคน ในเวลา 10 วัน ทุกๆ 5 วัน คือเขียนวิธีการ

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)
 กลุ่มโรงเรียนศรีวิชัย หมู่ 1 ตำบล หมู่ 3 ตำบล
 5. สหกรณ์ หมู่ 1 วางได้เฉลี่ย 600 บาท ÷ 20 = 30 บาท/คน 10 คน วางได้เฉลี่ย 600 บาท × 30 = 180 บาท/คน
 5. สหกรณ์ หมู่ 2 วางได้เฉลี่ย 100 บาท ÷ 20 = 5 บาท/คน 20 คน วางได้ 700 บาท
 35 × 5 = 175 บาท/คน วาง 10 วัน ได้ 180 + 175 = 355 บาท/คน

ภาพประกอบ 100 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา
 “การแบ่งรายได้เสริม” ของบ้านเย็น

ชั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (2 คะแนน)
 กลุ่มโรงเรียนศรีวิชัย หมู่ 1 ตำบล หมู่ 3 ตำบล

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)
 นักเรียนแต่ละคนได้รายได้เสริมจากโรงเรียนแต่ละคนได้เงินจ้ะจำ จำนวนมาก
 แต่ละคนได้เงิน เงินมากกว่า 500 บาท 80 คน

ภาพประกอบ 101 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา
 “การแบ่งรายได้เสริม” ของตะวัน

ชั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (2 คะแนน)

ค่าคงตัวบวก 5 วัน = 9500 บาท

9500 บาท 10 คน = 950 บาท

950 บาท 900 บาท = 450 บาท

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)

สรุป จำนวน กลุ่ม 2 และ กลุ่ม 4 จะได้ด้วย 9500 บาท

จำนวนตัว 10 คน = 950 บาทต่อคน กลุ่ม 4 4000 บาท หารด้วย 10 คน

900 บาท = 900 บาท 950 + 900 บาท = 450 บาท 450

ภาพประกอบ 102 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา
“การแบ่งรายได้เสริม” ของจันทรา

ในช่วงที่ 3.1 พบว่านักเรียนจำนวน 6 กลุ่ม สามารถตรวจสอบความถูกต้องของ
คำตอบได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนจำนวน 6 กลุ่มสามารถสรุปคำตอบได้ ยกตัวอย่างดัง
ภาพประกอบ 103

โดยเมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่า ตรวจสอบ
คำตอบได้อย่างถูกต้อง และมีการสรุปคำตอบได้ถูกต้อง และตรวจคำตอบทั้ง 2 คำตอบดัง
ภาพประกอบ 104

หากพิจารณาจากการสังเกตพบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมที่ช่วยกันตรวจสอบ
คำตอบและสรุปคำตอบ ดังบทสนทนา

บานเย็น : เราเอาข้อ 3 มาตรวจคำตอบเลยเนอะ เราตรวจทั้ง 2 คำตอบ
เลยซึ่งได้ข้าวเกิน 160 กิโลกรัม

จันทรา : ใช่ ๆ ก็เขียนไปแต่ละคำตอบว่า ใช้ยานิต B A ได้ข้าวเกิน
160 กิโลกรัม

เมื่อถึงขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนตัวแทนนักเรียนที่มีคำตอบและวิธีการที่
แตกต่างกันมาแลกเปลี่ยน วิธีการและคำตอบที่แตกต่าง โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มได้มาแลกเปลี่ยน
และซักถามข้อสงสัย ไม่มีกลุ่มไหนตั้งคำถามเกี่ยวกับข้อนี้

ชั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (2 คะแนน)
 9. ปริมาตรของรูป B ได้เท่ากับ 160 ลูกบาศก์เมตร ได้ความผิดพลาด
 147.5

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)
 9. ปริมาตรของรูป B

ภาพประกอบ 103 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา
 “การเพิ่มของ آهنแดง” ของกลุ่มทั่วไป

ชั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (2 คะแนน)
 9. ปริมาตรของ آهنแดงเพิ่มขึ้นจาก 9.1 เมตร ได้เท่ากับ 160 ลูกบาศก์เมตร

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)
 9. ปริมาตรของ آهنแดงเพิ่มขึ้นจาก 9.1 เมตร ได้เท่ากับ 160 ลูกบาศก์เมตร

ภาพประกอบ 104 การเขียนแสดงคำตอบในขั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา
 “การเพิ่มของ آهنแดง” ของกลุ่มเป้าหมาย

ในช่วงที่ 3.2 พิจารณาภาพรวมของนักเรียนทั้งชั้นเรียน พบว่ามีนักเรียน 26 คน เขียนตรวจสอบคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่มีนักเรียน 6 คน ไม่สามารถเขียนตรวจสอบคำตอบได้ โดยส่วนใหญ่เกิดจากคำตอบผิด นักเรียนจำนวน 26 คนสามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง ยกตัวอย่างดังภาพประกอบ 105 - 108

เมื่อพิจารณาร่องรอยการทำงานของนักเรียนเป้าหมาย พบว่านักเรียนเป้าหมาย
นักเรียนทั้ง 4 คนตรวจสอบคำตอบและสรุปผลได้ ดังภาพประกอบ 105 – 108 และมีพฤติกรรมแต่
ละคนดังนี้

พุทธช้อน ตรวจสอบคำตอบได้ 1 คำตอบ

บานเย็น ตรวจสอบคำตอบได้ 1 คำตอบ

ตะวัน ตรวจสอบคำตอบได้ 3 คำตอบ

จันทร์ ตรวจสอบคำตอบได้ 2 คำตอบ

ชั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (2 คะแนน)

ได้จำนวนคือ C ได้จุลินทรีย์ ๕ ตัว เป็นไปตามข้อ ๖

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)

ได้จำนวนคือ C

ภาพประกอบ 105 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา
“การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของพุทธช้อน

ชั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (2 คะแนน)

ได้จำนวนคือ C ได้จุลินทรีย์ ๕ ตัว เป็นไปตามข้อ ๖

อันเนื่องมาจากได้ข้อ ๕

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)

ได้จำนวนคือ C

ภาพประกอบ 106 การเขียนแสดงคำตอบในชั้นการตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา
“การเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์” ของบานเย็น

จากการศึกษาพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและ
การดำเนินการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 7 - 8 สามารถสรุป
ความก้าวหน้าของพฤติกรรมในการแสดงร่องรอยการขีดเขียนของนักเรียนในแต่ละกลุ่มในคาบต้น
ของแต่ละช่วง ดังตาราง 16

ตาราง 16 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 7 – 8 ของนักเรียนแต่ละกลุ่มในคาบต้น
ของแต่ละช่วง

พฤติกรรม กลุ่มที่	คาบที่ 1	คาบที่ 5	คาบที่ 9
1	-นักเรียนไม่สามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง
2	-นักเรียนไม่สามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนไม่สามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง
3	-นักเรียนไม่สามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง
4	-นักเรียนไม่สามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง
5	-นักเรียนไม่สามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนไม่สามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง
6 กลุ่มเป้าหมาย	-นักเรียนไม่สามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง

การแสดงร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 7 – 8 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในคาบ
ปลายของแต่ละช่วง ดังตาราง 17 ดังนี้

ตาราง 17 สรุปพฤติกรรมจากร่องรอยการตอบคำถามข้อที่ 7 – 8 ของกลุ่มเป้าหมายในคาบปลาย
ของแต่ละช่วง

พฤติกรรม นักเรียน เป้าหมาย	คาบที่ 4	คาบที่ 8	คาบที่ 12
พุทธซ้อน	-นักเรียนไม่สามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนไม่สามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง
บานเย็น	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนไม่สามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง
ตะวัน	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง
จันทรา	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง	-นักเรียนสามารถ ตรวจสอบคำตอบได้ ถูกต้อง

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอินทร์บุรี ตำบลอินทร์บุรี อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ทั้งหมด 8 ห้องเรียน จำนวน 240 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ได้นักเรียน จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียน 32 คน จากนั้นใช้คะแนนการสอบเข้าของนักเรียนมาใช้ในการจำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง กลุ่มอ่อน หลังจากนั้นจะเลือกนักเรียนเป้าหมายมา 4 คน จากนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถเก่งจำนวน 1 คน กลุ่มปานกลางจำนวน 2 คน กลุ่มอ่อนจำนวน 1 คน สำหรับศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเชิงลึก โดยนักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนที่กล้าแสดงออก กล้าพูดเพื่อที่ผู้วิจัยได้ข้อมูลที่เป็นพฤติกรรมเชิงลึก

2. กำหนดกรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน แผนละ 1 คาบ คาบละ 100 นาที ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ นักเรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหาที่เป็นปัญหาปลายเปิดผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบ และขั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาตามกระบวนการของโพลยา ให้นักเรียนแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่มในคาบต้นของแต่ละช่วงและลงมือแก้ปัญหารายบุคคลในคาบปลายของแต่ละช่วง โดยในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนคละความสามารถจำนวน 4 - 5 คน กล่าวคือ มีนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง 1 คน ปานกลาง 2 - 3 คน และต่ำ 1 คน โดยเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 4 คน เพื่อศึกษาพฤติกรรมเชิงลึก ซึ่งเป็นนักเรียนที่กล้าแสดงออก กล้าพูด เพื่อที่ผู้วิจัยได้ข้อมูลในการแก้ปัญหา

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA และเครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการของโพลยา

3.1 เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA

เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA คือแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยการดำเนินการแต่ละแผนใช้เวลา 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้ และรายละเอียดของสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560)
2. ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. รวบรวมปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการที่มีเนื้อหาไม่เกินระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบหรือสามารถแก้ปัญหาได้หลายหลายวิธี จากนั้นแสดงกระบวนการแก้ปัญหา พร้อมคำอธิบายอย่างละเอียดจากปัญหาที่รวบรวมมา

4. กำหนดจุดประสงค์และขอบเขตของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน

5. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้และการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในแต่ละคาบเรียน

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

7. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของกรรมการควบคุมปริญญาโท

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความชัดเจนของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้ค่าเท่ากับ 4.64

9. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

10. นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่องซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอินทร์บุรี จำนวน 15 คน และปรับปรุงเรื่องภาษา ปัญหาที่ใช้ ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม และการสังเกตพฤติกรรมในแต่ละแผนให้มีความเหมาะสมเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

11. นำแผนการจัดการเรียนรู้ปรับปรุงหลังจากนำไปทดลองกับกลุ่มนำร่อง

12. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มทดลองซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอินทร์บุรี จำนวน 32 คน

4. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหา และ (4) แบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหา เมื่อผู้วิจัยสร้างเครื่องมือวิจัยเสร็จแล้ว ได้เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ได้แก่ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ในข้อความ ระดับความยากง่ายของปัญหา และความเป็นปรนัยของข้อความ คัดเลือกและปรับปรุง

ข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่อง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/8 จำนวน 30 คน

5. เก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการจัดการเรียนรู้และการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น

5.1 แบบแผนการวิจัย และ 5.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Posttest-Only Design ซึ่งแบบแผนของการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วทำการทดสอบหลังการทดลอง แล้วพิจารณาผลการทดลอง

5.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองทั้งหมด 13 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที โดยแบ่งเป็นเวลาในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิด จำนวน 12 คาบเรียน และเวลาในการทดสอบหลังเรียน จำนวน 1 คาบเรียน ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนและผู้สังเกตการณ์ โดยมีครูคณิตศาสตร์เป็นผู้ช่วยสังเกตการณ์อีก 2 คน ช่วยบันทึกพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขณะลงมือแก้ปัญหา โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหา และใช้กล้องวิดีโอประกอบเพื่อบันทึกรายละเอียดพฤติกรรมที่เกิดขึ้นขณะลงมือแก้ปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียน จำนวน 1 คาบเรียน แล้วบันทึกคะแนนที่ได้เป็นคะแนนหลังเรียน

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ที่ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA โดยหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำมาทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า “นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ผ่านเกณฑ์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ มากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด” โดยใช้สถิติการทดสอบสัดส่วนของ ประชากรด้วยสถิติ t

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากร่องรอยการเขียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย การสังเกตพฤติกรรมขณะนักเรียนกลุ่มเป้าหมายร่วมกันแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ และวิดีโอที่บันทึกกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนมาใช้ โดยข้อมูลเหล่านี้ถูกบันทึกและวิเคราะห์ตามแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการและแนวทางที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งสร้างจากกรอบแนวคิดของ อาร์ทซ์และอาร์มัวร์-ทอมัส (Artz & Armour-Thomas, 1992)

สรุปผลและอภิปรายผลวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวิจัย แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ซึ่งสรุปผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด CPA ผ่านเกณฑ์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก แนวคิด CPA เป็นแนวคิดมุ่งเน้นพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์และความมั่นใจโดยไม่ต้องใช้การท่องจำ ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้จะผ่านจากรูปธรรมเชื่อมโยงสู่นามธรรม ทำให้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์น่าสนใจมากยิ่งขึ้นตามเงื่อนไขและความพร้อมของนักเรียน (Kurniawan, 2020, p.1-3) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เป็นรูปธรรมจับต้องได้ไปสู่นามธรรมที่เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการซึ่งนักเรียนใช้แบบจำลองหรือสิ่งที่จับต้องเกี่ยวได้เพื่อช่วยในการทำความเข้าใจปัญหาได้ดียิ่งขึ้นซึ่งในช่วงที่ 1 นักเรียนใช้แบบจำลองที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาส่งผลให้นักเรียนบอกสิ่งที่สถานการณ์ต้องการหา เงื่อนไข เงื่อนไขที่นำไปตรวจสอบคำตอบได้ และมีคะแนนการทำความเข้าใจปัญหาที่สูงขึ้น เมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการทำความเข้าใจปัญหาแล้วนักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้โดยไม่มีวัตถุที่เป็นรูปธรรมดังช่วงที่ 2 และ 3 ที่มีคะแนนที่สูงขึ้นตามลำดับ และในช่วงที่ 1 – 3 นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ดีขึ้นจากการวาดภาพและเชื่อมโยงความรู้ที่ช่วยในการแก้สถานการณ์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการได้ ซึ่งการวาดภาพเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้แก้สถานการณ์ปัญหาได้ดี พบว่าคะแนนในการวางแผนแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ช่วงและนักเรียนสามารถนำรูปภาพที่เป็นการวางแผนมาแก้ปัญหาได้ส่งผลให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการที่เป็นนามธรรมได้ โดยนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีและในช่วงที่ 1 – 3 มีคะแนนในการดำเนินการตามแผนที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ เมื่อนักเรียนกำหนดเงื่อนไขได้ถูกต้องจากแบบจำลองหรือรูปภาพ

ทำให้สามารถนำคำตอบไปตรวจสอบคำตอบได้อย่างถูกต้องและนักเรียนมีคะแนนในการตรวจสอบผลที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับเฮาท์ เฮย และ ลี (Hui et al., 2017, p.1), สุรยานี (Suryani, 2021, p.1) กล่าวว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเรื่องการบวกเศษส่วนโดยใช้วิธี CPA และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐวุฒิ โชติวิญญู (2564, น.1) กล่าวว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ตามแนวคิด CPA ที่ผ่านเกณฑ์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05

ส่วนวิธีการสอนแบบเปิด มุ่งเน้นวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดและให้นักเรียนได้เผชิญด้วยตนเองตามศักยภาพหรือประสบการณ์ของนักเรียน ซึ่งรูปแบบของปัญหาอยู่ในสถานการณ์ที่กำหนด โดยวิธีการแก้ปัญหานั้นจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของครูที่ตั้งใจจะกำหนดปัญหาให้นักเรียนแก้ไข สถานการณ์ที่กำหนดเป็นปัญหาปลายเปิด มีทั้งกระบวนการเปิด คือ มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและผลลัพธ์เปิด คือ มีคำตอบที่หลากหลาย ส่งผลให้นักเรียนแต่ละคนเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเองที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล และครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความเกี่ยวข้องกันของแต่ละวิธีและนำมาบูรณาการเข้าด้วยกัน (Nohda, 2000, p.41-42) และ วิธีการแบบเปิดมีขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด โดยขั้นนี้ครูแสดงปัญหาปลายเปิดพร้อมทั้งนำสื่อที่เป็นวัตถุในช่วงที่ 1 มาให้นักเรียนทำความเข้าใจแบบจำลองสถานการณ์และทำความเข้าใจปัญหา ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจแบบจำลองเพื่อนำไปใช้แก้สถานการณ์ที่กำหนดให้ ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเชื่อมโยงสื่อที่เป็นรูปธรรมหรือรูปภาพกับความรู้และประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนใช้แบบจำลองทำความเข้าใจปัญหา วาดภาพเพื่อวางแผนแก้ปัญหาและเชื่อมโยงสู่ความรู้ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์เพื่อนำไปดำเนินการตามแผนในการแก้สถานการณ์ที่เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และตรวจสอบผลได้จากเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนด ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหากลุ่มหรือของตนเอง โดยนักเรียนคนอื่นหรือครูอาจซักถาม เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาในชั้นเรียน ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาได้ดีขึ้นและมีวิธีการหาคำตอบหรือคำตอบที่หลากหลายสามารถแก้สถานการณ์ได้ดีขึ้น พร้อมทั้งมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ใหม่ ๆ ขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เป็น

ขั้นตอนที่ครูรวบรวมแนวคิดทั้งหมดที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อสรุปความรู้และวิธีการในการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาของโพลยาและวิธีการหาคำตอบหรือคำตอบที่หลากหลายไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไปได้ซึ่งนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ (Inprasitha, 2010, p.4-5) สอดคล้องกับงานวิจัยของวิรัชยุพา คงภักดี (2561, น.12) กล่าวว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอริษา คำโหมด และสิทธิพล อัจฉินทร์ (2562, น.1) กล่าวว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya)

2. พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง พบว่า นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น และสามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีหรือหลากหลายคำตอบ ซึ่งโนดะ (Nohda, 1986, p.120-124) กล่าวว่า ผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดมีความเป็นไปได้ที่นักเรียนจะเกิดการพัฒนาสูงขึ้นเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของพวกเขา จากวิธีการแบบเปิดต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้และเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้หลาย ๆ รูปแบบ โดยนักเรียนมีการแสดงออกในการลงมือแก้ปัญหาด้วยการวิเคราะห์จากงานเขียนในใบกิจกรรม และแบบทดสอบของนักเรียนผลการสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ที่ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยบันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรม และในวิดีโอที่บันทึก ผลการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ซึ่งมีแบบสัมภาษณ์และเครื่องบันทึกเสียงช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล จะปรากฏพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของตามกระบวนการของโพลยา ดังนี้

2.1 ด้านทำความเข้าใจปัญหา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลร่องรอยการทำงานของนักเรียนทั้งชั้นเรียนและวิเคราะห์พฤติกรรมเชิงลึกของกลุ่มเป้าหมาย พบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการทำความเข้าใจปัญหาที่มากขึ้นแล้วพฤติกรรมในการทำความเข้าใจปัญหาจะดีขึ้น โดยในช่วงแรกนักเรียนจะใช้เวลาอ่านโจทย์ไม่นาน นักเรียนบางคนไม่แสดงร่องรอยการขีดเขียนลงไปในโจทย์และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการหา สิ่งที่ปัญหากำหนดให้ เงื่อนไขสำคัญของโจทย์

นักเรียนอ่านปัญหาและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของข้อมูลได้ ในช่วงที่ 2 นักเรียนเริ่มใช้เวลาอ่านโจทย์มากขึ้นแต่ยังมีการแสดงรอยขีดเขียนลงไปในโจทย์ผิดตำแหน่ง นักเรียนมีการแสดงออกเกี่ยวกับการระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการหา สิ่งที่ปัญหากำหนดให้ เงื่อนไขสำคัญของโจทย์ นักเรียนอ่านปัญหาและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของข้อมูล ดีขึ้น ในช่วงที่ 3 นักเรียนใช้เวลาอ่านโจทย์นานขึ้น แสดงรอยขีดเขียนลงไปในโจทย์ได้ถูกต้อง นักเรียนส่วนใหญ่มีการแสดงออกเกี่ยวกับการระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการหา สิ่งที่ปัญหากำหนดให้ เงื่อนไขสำคัญของโจทย์ นักเรียนอ่านปัญหาและความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของข้อมูลได้ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิรัชยุพา คงภักดี (2561, น.12) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดทำให้พฤติกรรมด้านทำความเข้าใจปัญหาพัฒนาขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับวิจัยของณัฐวุฒิ โชติวิญญู (2564, น.166) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ตามแนวคิด CPA ทำให้พฤติกรรมด้านทำความเข้าใจปัญหาพัฒนาขึ้น และยังสอดคล้องกับวิจัยของอริษา คำโหมด และสิทธิพล อัจฉินทร์ (2562, น.1) กล่าวว่า วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya) สามารถพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้

2.2 ด้านวางแผนแก้ปัญหา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลร่องรอยการทำงานของนักเรียนทั้งชั้นเรียนและวิเคราะห์พฤติกรรมเชิงลึกของกลุ่มเป้าหมาย พบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการวางแผนแก้ปัญหามากขึ้นแล้วพฤติกรรมในการวางแผนแก้ปัญหาก็ดีขึ้น ในช่วงแรกนักเรียนส่วนใหญ่มีการแสดงออกในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการหาจากแบบจำลอง แต่ส่วนใหญ่ผิด และมีการเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนดตามแบบจำลองส่วนใหญ่เขียนได้แต่เงื่อนไขที่ใช้ในการวางแผนยังไม่ครบ ช่วงที่ 2 นักเรียนมีการแสดงออกในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการหาที่ดีขึ้น และเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนดที่ดีขึ้น ช่วงที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีการแสดงออกในการระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการหาที่ดีขึ้น และเขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิรัชยุพา คงภักดี (2561, น.12) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดทำให้พฤติกรรมด้านวางแผนแก้ปัญหาคพัฒนาขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับวิจัยของณัฐวุฒิ โชติวิญญู (2564, น.166) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ตามแนวคิด CPA ทำให้พฤติกรรมด้านวางแผนแก้ปัญหาคพัฒนาขึ้น และยังสอดคล้องกับวิจัยของสุรยานี (Suryani, 2021,

p.1) กล่าวว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ CPA สามารถพัฒนาการวางแผนแก้ปัญหาจากรูปธรรมสู่นามธรรมได้

2.3 ด้านดำเนินการตามแผน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลร่องรอยการทำงานของนักเรียนทั้งชั้นเรียนและวิเคราะห์พฤติกรรมเชิงลึกของกลุ่มเป้าหมาย พบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการดำเนินการตามแผนมากขึ้นแล้วพฤติกรรมในการดำเนินการตามแผนจะดีขึ้น ช่วงแรกนักเรียนบางส่วนแสดงออกในการแสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหา โดยเชื่อมโยงสื่อที่เป็นรูปธรรมกับความรู้และประสบการณ์เดิมใช้ในการแก้ปัญหาได้ ช่วงที่ 2 นักเรียนแสดงออกในการแสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหา โดยเชื่อมโยงรูปภาพกับความรู้ในขั้นการวางแผนแก้ปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้มากขึ้น ช่วงที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่แสดงออกในการแสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาได้หลากหลายวิธีและหลากหลายคำตอบมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิรัชยุพา คงภักดี (2561, น.12) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดทำให้พฤติกรรมด้านดำเนินการตามแผนพัฒนาขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับวิจัยณัฐวุฒิ โชติวิญญู (2564, น.166) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ตามแนวคิด CPA มีพฤติกรรมด้านดำเนินการตามแผนพัฒนาขึ้น และยังสอดคล้องกับวิจัยของเคิร์นเนียวาน (Kurniawan, 2020, p.1) กล่าวว่า นักเรียนมีประสิทธิภาพและแรงจูงใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิด cpa ที่ดีกว่าการเรียนปกติ

2.4 ด้านตรวจสอบผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลร่องรอยการทำงานของนักเรียนทั้งชั้นเรียนและวิเคราะห์พฤติกรรมเชิงลึกของกลุ่มเป้าหมาย พบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลมากขึ้นแล้วพฤติกรรมในการตรวจสอบผลจะดีขึ้น ช่วงแรกนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแสดงออกในการตรวจสอบคำตอบของปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ ช่วงที่ 2 นักเรียนสามารถแสดงออกในการตรวจสอบคำตอบของปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้มากขึ้น ช่วงที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงออกในการตรวจสอบคำตอบของปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิรัชยุพา คงภักดี (2561, น.12) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดทำให้พฤติกรรมด้านตรวจสอบผลพัฒนาขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับวิจัยของณัฐวุฒิ โชติวิญญู (2564, น.166) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ตามแนวคิด CPA มีพฤติกรรมด้านตรวจสอบผลพัฒนาขึ้น และยังสอดคล้องกับวิจัยของจรรยา สุนทร

หาญ (2563, น.1) กล่าวว่า วิธีการแบบเปิด ช่วยพัฒนาการตรวจสอบผลที่เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการสอน

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด CPA ครูควรอธิบายเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด และให้นักเรียนตรวจเช็คเครื่องมือให้ครบถ้วน

1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด CPA ครูไม่ควรอธิบายหรือชี้แนะนักเรียนในการตอบคำถาม ครูควรเป็นผู้คอยสนับสนุนในสิ่งที่นักเรียนไม่ได้

1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด CPA ครูควรสังเกตพฤติกรรมนักเรียนว่านักเรียนมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจตรงไหน แล้วครูควรใช้คำถามกระตุ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยในชั้นเรียนโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด CPA ที่เน้นในการพัฒนาความรู้พื้นฐานนักเรียน

2.2 ควรมีการวิจัยโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด CPA ที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 ควรมีการศึกษาผลการวิจัยโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด CPA ด้านอื่นเช่น ด้านการให้เหตุผล ความคิดสร้างสรรค์

บรรณานุกรม

- Artzt, A. F., & Armour-Thomas, E. (1992). Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, 9(2), 137-175.
- Baroody, A. J., & Coslick, R. T. (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8: Helping Children Think Mathematically*. New York: Merrill.
- Basri, H., Purwanto, & As'ari, A. R. (2019). Investigating Critical Thinking Skill Of Junior High School in Solving Mathematical Problem. *International of instruction*, 12(3), 745-758.
- Becker, J. P., & Shigeru, S. (1997). *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics*. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Bitter, G. G., Hatfield, M. M., & Edwards, N. T. (1989). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle school: A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn and Bacon.
- Brehmer, D. (2015). *Problem solving in Mathematics*. Sweden: Vasteras.
- Bruner, J. S., & Kenney, H. J. (1965). Representation and mathematics learning. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 30(1), 50-59.
- Charles, R., & Lester, F. (1982). *Teaching Problem Solving: What Why and How*. United States of America and Canada: Seymour.
- Charles, R., Lester, F., & O'Daffer, P. (1987). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. Reston, Virginia: National Council of Theacher of Mathematics.
- Driver, R. D. (1984). *Why Math?* New York: Springer.
- Flores, M. M. (2010). Using the Concrete–Representational–Abstract Sequence to Teach Subtraction With Regrouping to Students at Risk for Failure. *Remedial and Special Education*, 31(3), 195-207.
- Hatfield, M. M., Edwards, N. T., Bitter, G. G., & Morrow, J. (1993). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle School*. Boston: A Division of Simon & Schuster.
- Hoong, L. Y., Kin, H. W., & Pien, C. L. (2015). Concrete-pictorial-abstract: Surveying its

- origins and charting its future. *The Mathematic Educator*, 16(1), 1-18.
- Hope, J. (1989). Promoting Number Sense in School. *National Council of Teachers of Mathematics*, 36(6), 12-16.
- Hui, C. S., Hoe, L. N., & Lee, K. P. (2017). Teaching and learning with concrete-pictorial-abstract sequence: A proposed model. *The Mathematics Educator*, 17(1), 1-28.
- Inprasitha, M. (2010). One Feature of Adaptive Lesson Study in Thailand: Designing a Learning Unit. *Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 34(1), 47-66.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1982). *Teaching Problem Solving to Preservice Teachers*. Boston: Allyn and Bacon.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1987). *Problem Solving: A Handbook for Teacher*. Boston: Allyn and Bacon.
- Kurniawan, H. (2020). Concrete-Pictorial-Abstract Approach on Student's Motivation and problem Solving performance in Algebra. *Universal Journal of Educational Research*, 8(7), 3204-3212.
- Liljedahl, P., Santos-Trigo, M., Malaspina, U., & Bruder, R. (2016). *Problem Solving in Mathematics Education*. Germany: Hamburg.
- Morris, R. (1992). *Studies in mathematics education*. Paris: Imprimerie des presses Universitaires de France.
- Nohda, N. (1983). *A Study Of "Open-Approach" Strategy in school mathematics teaching*. Tokyo: Touyoukan.
- Nohda, N. (1986). A study of "Open-Approach" method in school mathematics teaching focusing on mathematics teaching solving activities. *Tsukuba Journal of Educational study in Mathematics*, 5, 21.
- Nohda, N. (2000). Teaching by Open-Approach Method in Japanese Mathematics classroom. *In preceeding of the conference of the International Group for the psychology of Mathematics Education (PME) 1st* (p.39-51). Japan.
- Nohda, N., & Shimizu, K. (1989). A cross-cultural study on mathematical problem solving in US and Japan. *Proceeding of annual meeting of Japan for Science Education*

- 13th (p.27-30). Japan: University of Tsukuba.
- Pehkonen, E., Naveri, L., & Laine, A. (2013). On Teaching Problem Solving in School Mathematics. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 3(4), 9-23.
- Polya, G. (1973). *How to solve It* 2nd ed. New Jersey: Princeton university press.
- Purwad, M. A. (2018). The Effect of Concrete-Pictorial-Abstract Strategy toward Students' Mathematical Conceptual Understanding and Mathematical Representation on Fractions. *International Journal of Instruction*, 12(1), 90-111.
- Putri, H. E. (2019). The Effect of Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) Approach on Improving Elementary School Students' Spatial Sense Ability. *Mimbar Sekolah Dasar*, 7(1), 16-29.
- Putri, H. E. (2020). Influence of Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) Approach on the Enhancement of Primary School Students' Mathematical Reasoning Ability. *Mimbar Sekolah Dasar*, 7(1), 119-132.
- Salingay, N. R. R., & Tan, D. A. (2018). Concrete-Pictorial-Abstract Approach On Students' Attitude And Performance In Mathematics. *International Journal of Instruction*, 7(5), 1113-1126.
- Siagian, M., Saragih, S., & Sinaga, B. (2019). Development of Learning Materials Oriented on Problem-Based Learning Model to Improve Students' Mathematical Problem Solving Ability and Metacognition Ability. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(2), 331-340.
- Suryani, N. E. (2021). Increasing Ability To Solve Mathematical Problems Through The Application Of The Concrete Pictorial Abstract Approach. *Workshop Penguatan Kompetensi Guru 2021*, 4(6), 241-246.
- The National Council of Teacher of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematic*. Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- The National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. United States of America: Reston.
- Wilson, J. W., Fernandez, M. L., & Hadeway, N. (1993). *Mathematical Promblem Solving*

(High School Mathematics) (I. R. I. f. t. Classroom Ed.). New York: Macmaillan Publish Company.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กฤษฎา วรพิน. (2562). การศึกษาปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 29(10), 60.

จริยา สุนทรหาญ. (2563). ผลของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 22(3), 38-48.

ชญาภา ใจโปร่ง. (2554). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญาานิพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ชูลิทธิ ชูชาติ. (2561). ตามรอยพระยุคลบาทเรื่องชีวิตวัฒนธรรม. เชียงใหม่: ศูนย์ศึกษาศาสตร์พระราชานเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

ณัฐวุฒิ โชติวิญญู. (2564). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete – Pictorial – Abstract (CPA) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญาานิพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ตะติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ปริญญาานิพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญาานิพนธ์ดุขฎิบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ปิยะนาถ เหมวิเศษ. (2551). การสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการ

แก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญาณีพนธ์มหาบัณฑิต).

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

เพชรชนก จันทร์หอม. (2562). การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
แนวคิด *Concrete-Pictorial-Abstract (C-P-A)* เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญาณีพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร,
พิษณุโลก.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และสุดดดา ลอยฟ้า. (2547). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียน
คณิตศาสตร์ของญี่ปุ่น. วารสารการศึกษาคณิตศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 1(1), 1-15.

รัศมี ศิริกัมพลา. (2563). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ *Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)* ที่
ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี,
3(2), 155-164.

วิรัชยุพา คงภักดี. (2561). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด. (ปริญญาณีพนธ์มหาบัณฑิต).
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

วิไลวรรณ สุวนิชกุล และมนตรี ทองมูล. (2562). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดโพลยา ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารการวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 25(2), 226.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). ทักษะและกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ 3-คิวมีเดีย จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการ
เรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
2551. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). ผลการประเมิน *PISA 2018* การอ่าน
คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี.

สาลีณี เรืองจ้อย. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่องลำดับและอนุกรมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์. (ปริญญาานิพนธ์มหาบัณฑิต).

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2562). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ.2545 ฉบับที่ 3 พ.ศ.2553 และฉบับที่ 4 พ.ศ.2562.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๒๕๗๙.

กรุงเทพฯ: บริษัท พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

อริษา คำไหมด และสิทธิพล อัจฉินทร์. (2562). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya). วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2, 95.

อังคณา ทิพย์รุ่งโรจน์ และลิลลา อุดุลยศาสน์. (2566). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด *Concrete-Pictorial-Abstract* และแนวคิด *Model-Eliciting Activities* เรื่อง ทศนิยม เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (ปริญญาานิพนธ์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, ยะลา.





ภาคผนวก ก
การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

หาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA และ (2) เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการของโพลยา

1) เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA

วิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพเครื่องมือดังนี้

1.1) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้แบบแผนการจัดการเรียนรู้ ดังแบบประเมินต่อไปนี้

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่....เรื่อง.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย \surd ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดซึ่งมี 5 ระดับ พร้อมให้ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อให้ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

5 หมายถึง ท่านเห็นด้วยกับข้อความนั้น มากที่สุด

4 หมายถึง ท่านเห็นด้วยกับข้อความนั้น มาก

3 หมายถึง ท่านเห็นด้วยกับข้อความนั้น ปานกลาง

2 หมายถึง ท่านเห็นด้วยกับข้อความนั้น น้อย

1 หมายถึง ท่านเห็นด้วยกับข้อความนั้น น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน สามารถวัดได้						
2. สถานการณ์ปัญหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
3. สถานการณ์ปัญหาที่ใช้มีความเหมาะสมในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน						
4. ภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหา มีความชัดเจน และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน						
5. สถานการณ์ปัญหา มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้						
6. กิจกรรมการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
7. กิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน						
8. เวลาในการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม						
9. เกณฑ์การวัดและการประเมิน มีความชัดเจน						
คะแนนรวม						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

1.2) คำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนตามแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้และเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยจากแบบประเมินตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไป จากสูตรดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย
 ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนข้อมูล

ตาราง 18 ค่าเฉลี่ยของคะแนนตามแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA

แผน ที่	ค่าเฉลี่ยคะแนนตามแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	รวมเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	4.5	4.6	4.7	13.8	4.6	ใช้ได้
2	4.7	4.6	4.5	13.8	4.6	ใช้ได้
3	4.6	4.7	5	14.3	4.77	ใช้ได้
4	4.5	4.7	4.8	14	4.67	ใช้ได้
5	4.6	4.7	4.8	14.1	4.7	ใช้ได้
6	4.8	4.8	4.8	14.4	4.8	ใช้ได้
7	4.6	4.7	4.8	13.8	4.7	ใช้ได้
8	4.8	4.7	4.6	13.8	4.7	ใช้ได้
9	4.7	4.8	4.8	14.3	4.77	ใช้ได้
10	4.4	4.4	4.2	13	4.33	ใช้ได้
11	4.8	4.9	5	14.7	4.9	ใช้ได้
12	4.8	4.8	4.8	14.7	4.8	ใช้ได้
13	4.3	4.4	4.5	13.2	4.4	ใช้ได้
14	4.9	4.9	5	14.8	4.93	ใช้ได้
15	3.8	3.8	3.7	11.3	3.77	ใช้ได้
16	4.6	4.6	4.6	13.8	4.6	ใช้ได้
17	4.3	4.4	4.5	13.2	4.4	ใช้ได้

ตาราง 18 (ต่อ)

แผน ที่	ค่าเฉลี่ยคะแนนตามแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	รวมเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
18	4.3	4.3	4.2	12.8	4.27	ใช้ได้

จากตารางที่ 18 ได้เลือกแผนการจัดการเรียนรู้มาทั้งหมด 12 แผนจาก 18 แผน คือแผนที่ 1, 2, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 16, 17 มีคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินอยู่ที่ 4.64

2) เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการของโพลยา

2.1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1.1) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ (Index of Objective Congruence (IOC)) ซึ่งกำหนดระดับการให้คะแนนสำหรับแต่ละข้อคำถามในแบบทดสอบ ดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง ใช้ได้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่

คะแนน -1 หมายถึง ใช้ไม่ได้

นอกจากนี้ พิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถาม และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

2.1.2) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาหาค่า IOC และคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็น
ของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 19 ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อที่	ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	รวมเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้

จากตาราง 19 ผู้วิจัยได้เลือกข้อ 4 – 6 เป็นแบบทดสอบหลังเรียน

2.1.3) หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ตาราง 20 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
4	0.76	0.44
5	0.63	0.41
6	0.54	0.37

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบประเภทให้คะแนนเรียงอันดับหรือเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาซึ่งเป็นวิธีของครอนบาค (Cronbach) คำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ α หมายถึง ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (สัมประสิทธิ์แอลฟา)

k หมายถึง จำนวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

S_i^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ

S_t^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.96

2.2) แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.1) นำแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาว่าแบบสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของแต่ละข้อ (Index of Objective Congruence (IOC)) ซึ่งกำหนดระดับการให้คะแนนสำหรับแต่ละข้อคำถาม ดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง ใช้ได้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่

คะแนน -1 หมายถึง ใช้ไม่ได้

นอกจากนี้ พิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถาม และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

2.2.2) นำแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาหาค่า IOC และคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$\text{สูตร IOC} = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 21 ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาของแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	รวมเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้

โดยผู้วิจัยได้เลือกคำถามทั้ง 9 ข้อ มาใช้ในการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน

2.3) แบบสัมภาษณ์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3.1) นำแบบสัมภาษณ์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาว่าแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของแต่ละข้อ (Index of Objective Congruence (IOC)) ซึ่งกำหนดระดับการให้คะแนนสำหรับแต่ละข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์ ดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง ใช้ได้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่

คะแนน -1 หมายถึง ใช้ไม่ได้

นอกจากนี้ พิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถาม และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

2.3.2) นำแบบสัมภาษณ์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาหาค่า IOC และคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$\text{สูตร IOC} = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ ลักษณะพฤติกรรม

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็น
ของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้งหมด
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 22 ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหาของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	รวมเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+3	+1	ใช้ได้

โดยผู้วิจัยได้เลือกคำถามทั้ง 9 ข้อ มาใช้ในการสัมภาษณ์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน



ภาคผนวก ข
การทดสอบสมมติฐานการวิจัย

การทดสอบสมมติฐานของงานวิจัย

สมมติฐาน “นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด”

จากการทดสอบภาวะปกติของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้การทดสอบของ Kolmogorov-Smirnov ผลปรากฏว่า มีค่า $sig = .067 > .05$ แสดงว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด CPA ที่ได้มาจากเครื่องมือวิจัยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงปกติ (Normal distribution) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้นข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ จึงเหมาะสมที่จะใช้สถิติการทดสอบสมมติฐานของประชากรด้วยสถิติ T (T-test)

การทดสอบสมมติฐานของการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้สถิติ T-test แสดงได้ดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตร } T = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ \bar{X} แทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร หรือ เกณฑ์ที่ตั้งขึ้น

S แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

$n-1$ แทน degree of freedom

ตั้งสมมติฐาน $H_0: \mu \leq 60$

$H_1: \mu > 60$

ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม คือ คะแนนเต็ม 45 ผ่านเกณฑ์ต้องมากกว่า 27 คะแนน

$$\bar{x} = 32.16, \mu_0 = 27, s = 6.94, n = 32$$

$$\text{แทนค่า} \quad T = \frac{32.16 - 27}{\frac{6.94}{\sqrt{32}}}$$

$$T = 4.195$$

เนื่องจาก $T_{0.05} = 1.696$ ทำให้ได้ว่า $T > T_{0.05}$ จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 นั่นคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA ผ่านเกณฑ์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05





ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับแนวคิด CPA

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1		
รายวิชา	คณิตศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้	จำนวนเต็ม	
หัวข้อเรื่อง	การแก้ปัญหา “การเลือกเส้นทาง”	
ปีการศึกษา	2566 ภาคเรียนที่ 2	เวลา _100_ นาที

การจัดการเรียนรู้ในคาบเรียนนี้มีจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก คือ เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ตลอดจนได้เริ่มลงมือแก้ปัญหาที่กำหนด ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในคาบเรียนนี้ คือ สถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non routine problem) เป็นปัญหาปลายเปิดเกี่ยวกับการเลือกเส้นทางในการเดินทางเพื่อไม่ให้เกินระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งสถานการณ์ปัญหานี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้เรื่อง การบวกจำนวนเต็ม ในการแก้ปัญหา

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1.1.1 หาผลบวกจำนวนเต็มที่กำหนดให้

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1.2.1 แก้สถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” โดยใช้ความรู้เรื่องการบวกจำนวนเต็มตามแนวคิดของโพลยา

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้ นักเรียน

1.3.1 มีส่วนร่วมในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย

2. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

2.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

3. สาระการเรียนรู้

3.1 แนวคิดเกี่ยวกับปัญหาปลายเปิด การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา และกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์

วิธีแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน (Polya. 1973: 6-18) ดังนี้

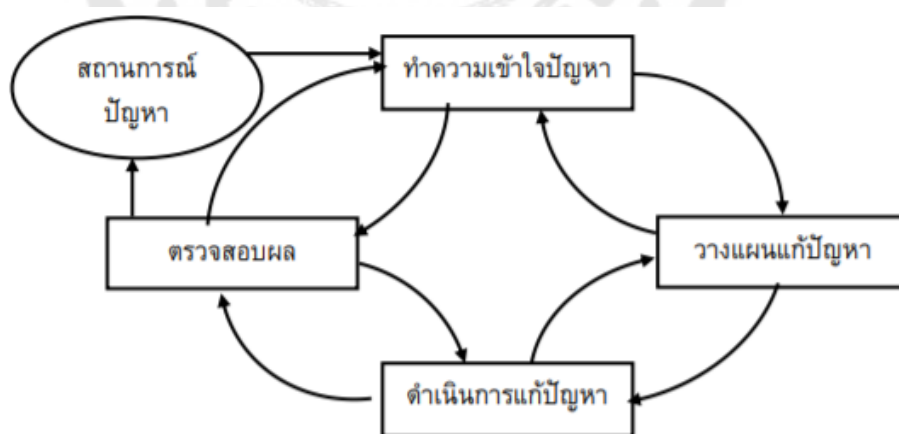
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหาคือการให้นักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ โดยระบุคำถาม สิ่งที่ต้องค้นหา ข้อมูลสำคัญ และเงื่อนไขของปัญหา นักเรียนควรพิจารณาปัญหาในหลายมุมมอง เพื่อให้มองเห็นภาพรวมและเนื้อหาที่สำคัญ การใช้แผนภาพหรือเครื่องมือช่วยเชื่อมโยงข้อมูลสามารถเพิ่มความเข้าใจในปัญหาได้มากขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ทักษะ และความรู้พื้นฐานที่มีอยู่ การวางแผนแก้ปัญหาที่ดีจะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างเป็นระบบ

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน นักเรียนเริ่มแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ในขั้นต้นก่อนหน้า โดยเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาลงละเอียดและชัดเจน รวมถึงอธิบายวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องตรวจสอบว่าได้ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้หรือไม่ เพื่อให้กระบวนการแก้ปัญหาสมบูรณ์

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล ขั้นตอนที่สุดท้าย นักเรียนคิดย้อนกลับเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและสมเหตุสมผลของคำตอบ รวมถึงประเมินกลยุทธ์ที่ใช้ว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ การตรวจสอบนี้ช่วยให้นักเรียนมั่นใจในคำตอบ และสามารถเรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นเพื่อปรับปรุงในอนาคต

วิลสัน และคณะ (Wilson; et al. 1993: 60) ได้พัฒนากรอบแนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยาในรูปแบบความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัวสามารถวนไปมาได้ดังภาพประกอบ



จากกระบวนการแก้ปัญหาในภาพประกอบ เมื่อนักเรียนเจอกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะทำตามขั้นของโพลยาคือขั้นทำความเข้าใจปัญหาก่อนหลังจากนั้นวางแผนแก้ปัญหาพร้อมทั้งกำหนดกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา แล้วดำเนินการแก้ปัญหตามแผนการแก้ปัญหาที่วางไว้ จนถึงตรวจสอบความถูกต้องความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ แต่ถ้าหาก

ขั้นตอนใดมีปัญหาจากลูกศรในภาพประกอบจะพบว่าผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปแก้ไขขั้นตอนก่อนหน้าเพื่อให้ได้คำตอบที่สมเหตุสมผลและถูกต้อง

กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการแก้ปัญหา นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานและความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน เพื่อให้สามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมได้อย่างรวดเร็ว กลยุทธ์ที่พบบ่อยในการแก้ปัญหามีดังนี้

1. การสร้างตาราง นำข้อมูลจากโจทย์ปัญหามาสรุปลงในรูปแบบตารางที่สร้างขึ้น ช่วยให้ง่ายต่อการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์หรือแบบรูป และสามารถนำไปสู่ข้อชี้แนะหรือแนวทางแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้

2. การเขียนภาพหรือแผนภาพ ใช้ภาพหรือแผนภาพเพื่ออธิบายสถานการณ์ปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหา นักเรียนต้องวาดข้อมูลจากปัญหาให้เป็นภาพที่มีความเชื่อมโยงกัน เพื่อเพิ่มความเข้าใจและช่วยในการแก้ปัญหา

3. การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด จัดข้อมูลในปัญหาออกเป็นกรณีต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทั้งหมด และเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา

3.2 แนวคิดเกี่ยวกับสาระจำนวนและพีชคณิต

หลักการบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก

การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก สามารถทำได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง 1 จงหา $4 + 3$

$$4 + 3 = 7$$

ตอบ 7

ตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างที่ 2 หาผลบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวกจากบ้านนักเรียนไปอำเภอพรหมบุรี

จากบ้านนักเรียน ไปอำเภออินทร์บุรี	จากอำเภออินทร์ บุรี ไปอำเภอเมือง	จากอำเภอเมืองไป เมืองพรหมบุรี	วิธีทำ	ผลลัพธ์
เส้นทาง ก ใช้เวลา 25 นาที	เส้นทาง ง ใช้เวลา 35 นาที	เส้นทาง ข ใช้เวลา 20 นาที	$25 + 35 + 20$	80
เส้นทาง ก ใช้เวลา 25 นาที	เส้นทาง ง ใช้เวลา 35 นาที	เส้นทาง ข ใช้เวลา 15 นาที	$25 + 35 + 15$	75
เส้นทาง ก ใช้เวลา 25 นาที	เส้นทาง จ ใช้เวลา 15 นาที	เส้นทาง ข ใช้เวลา 20 นาที	$25 + 15 + 20$	60
เส้นทาง ก ใช้เวลา 25 นาที	เส้นทาง จ ใช้เวลา 15 นาที	เส้นทาง ข ใช้เวลา 15 นาที	$25 + 15 + 15$	55

4. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

4.1 ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับปัญหาปลายเปิด การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา และกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.2 ใบกิจกรรมที่ 1 สถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง”

5. กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ปัญหาการเลือกเส้นทาง

กิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด ช่วงที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วงที่ 3 ขั้นอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน ช่วงที่ 4 ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

5.1 ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด(15 นาที)

5.1.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนตามคะแนนสอบเข้าเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มละ 4 - 5 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่ เก่ง 1 คน ปานกลาง 2 - 3 คน อ่อน 1 คน ทั้งนี้ตลอดระยะเวลาการทดลอง นักเรียนจะต้องอยู่กลุ่มเดิมไม่มีการจัดกลุ่มใหม่ จากนั้นให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มมารับชุดกิจกรรมสถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง” กระดาษพู่กัน และแบบจำลองการเลือกเส้นทาง

5.1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอ่านสถานการณ์ปัญหาพร้อมกัน

5.1.3 ครูให้นักเรียนพิจารณาวัตถุที่แต่ละกลุ่มได้รับและครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้

1) พิวเจอร์บอร์ดรูปสี่เหลี่ยม ใช้แทนอะไร

[นักเรียนควรตอบว่า ใช้ พิวเจอร์บอร์ดรูปสี่เหลี่ยม แทน เมืองต่าง ๆ]

2) หลอด ใช้แทนอะไร

[นักเรียนควรตอบว่า ใช้ หลอด แทน เส้นทาง]

3) ป้ายกำหนดเวลา ใช้แทนอะไร

[นักเรียนควรตอบว่า ใช้ ป้ายกำหนดเวลา แทน เวลาในการเดินทางของเส้นทางต่าง ๆ]

5.1.4 ครูชี้แจงเกี่ยวกับการทำใบกิจกรรมว่านักเรียนสามารถขีดเขียนเพื่อแสดงความเข้าใจปัญหาในสถานการณ์ปัญหา และตอบคำถามลงในกรอบที่กำหนด

5.2 ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง (40 นาที)

5.2.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือแก้ปัญหาตามใบกิจกรรมที่ 1 เพื่อเลือกเส้นทางในการเดินทางจากบ้านนักเรียนไปอำเภอพรหมบุรี ผ่านแบบจำลองการเดินทาง ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด และให้บันทึกคำตอบลงในใบกิจกรรม และกระดาษพู่ฟ

5.2.2 ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มระหว่างทำกิจกรรม ถ้านักเรียนเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยครูอาจใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนรู้หรือไม่ว่าปัญหาดังกล่าวต้องการอะไร
- เงื่อนไขนักเรียนอ่านครบหรือยัง
- ใช้แบบจำลองในการเดินทางเส้นทางที่นักเรียนเลือกเลือกเป็นไปตามเงื่อนไขหรือไม่
- นักเรียนสามารถวาดแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับเงื่อนไขจากแบบจำลองได้หรือไม่
- นักเรียนจะหาเวลาการเดินทางทั้งหมดได้หรือไม่จากแบบจำลอง
- คำตอบที่นักเรียนได้นั้นถูกหรือไม่
- นักเรียนควรตรวจคำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนดมาหรือไม่
- ถ้านักเรียนกลุ่มใดเสร็จแล้ว มีวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ หรือคำตอบอื่น ๆ อีกหรือไม่

5.2.3 เมื่อนักเรียนทำใบกิจกรรมเสร็จแล้วครูตรวจสอบและจัดกลุ่มนักเรียนที่แสดงวิธีทำที่คล้ายกันและคำตอบที่เหมือนกัน เพื่อเตรียมนำเสนอในชั้นถัดไปโดยเลือกกลุ่มนักเรียนที่มีคำตอบและวิธีการที่แตกต่างกันมานำเสนอ

5.3 ชั้นอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน (30 นาที)

5.3.1 ครูชี้แจงการนำเสนอผลงานของนักเรียน โดยให้นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มนำเสนอตั้งคำถามกับเพื่อนที่นำเสนอ และเมื่อกลุ่มนำเสนอเสร็จแล้วครูจะถามคำถามนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มนำเสนอ

5.3.2 ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ได้คัดเลือกออกมานำเสนอผลงาน

5.3.3 ในระหว่างการนำเสนอ นักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มนำเสนอช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการและการคำนวณ

5.3.4 เมื่อนักเรียนกลุ่มที่เลือกนำเสนอเสร็จแล้ว ครูและนักเรียนกลุ่มอื่นสามารถถามคำถามหรือข้อสงสัยกับนักเรียนกลุ่มที่นำเสนอได้

5.3.5 เมื่อนักเรียนกลุ่มที่ถูกเลือกนำเสนอเสร็จทุกกลุ่มแล้ว ครูตั้งคำถามกับนักเรียนเกี่ยวกับการแก้สถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมนี้ ดังนี้

1) นักเรียนลองเปรียบเทียบการชี้วิเคราะห์ปัญหาส่วนไหนบ้างที่นักเรียนต้องขีดเขียน

[นักเรียนควรตอบว่า ปัญหานี้กำหนดอะไรมาบ้าง เงื่อนไขสำคัญคืออะไร ปัญหาถามอะไร]

2) เมื่อนักเรียนชี้วิเคราะห์ปัญหาแล้วสถานการณ์ปัญหาต้องการหาอะไร

[นักเรียนควรตอบว่า ต้องการหาเส้นทางในการเดินทาง]

3) สถานการณ์ปัญหามักกำหนดอะไรมาให้บ้าง

[นักเรียนควรตอบว่า จำนวนเวลาที่ใช้เดินทางในเส้นทางต่าง ๆ]

4) เงื่อนไขสำคัญที่ไว้ตรวจสอบคำตอบคืออะไร

[นักเรียนควรตอบว่า มีเวลาในการเดินทางไม่เกิน 60 นาที]

5) กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เพื่อนของนักเรียนนำเสนอมีอะไรบ้าง

[นักเรียนควรตอบว่า การใช้ตาราง การแบ่งเป็นปัญหาย่อย และการใช้แผนภาพ]

6) นักเรียนลองเปรียบเทียบแนวคิดของกลุ่มอื่นกับกลุ่มตัวเองว่าแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า วิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกัน และในการเลือกเส้นทางในการเดินทางที่แตกต่างกัน ภายใต้เงื่อนไขใช้เวลาเดินทางไม่เกิน 60 นาที]

7) นักเรียนใช้เงื่อนไขใดในการตรวจคำตอบ

[นักเรียนควรตอบว่า ใช้เวลาเดินทางไม่เกิน 60 นาที]

8) นักเรียนยกตัวอย่างคำตอบที่ไม่ถูกต้อง พร้อมให้เหตุผลว่าทำไมจึงไม่ถูกต้อง

[นักเรียนควรตอบว่า เช่น จากบ้านนักเรียนไปอำเภอพรหมบุรี โดยผ่านเส้น ก, ง และ ช รวมเวลาทั้งหมด 75 นาที ซึ่งเวลาเกินตามเงื่อนไขที่บอกว่านักเรียนมีเวลาในการเดินทางไม่เกิน 60 นาที]

9) นักเรียนมีวิธีการอื่นอีกหรือไม่

[นักเรียนควรตอบว่า มีนักเรียนตอบวิธีอื่นนอกจากที่นำเสนอไป]

5.4 ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (15 นาที)

5.4.1 จากการทำกิจกรรมที่ผ่านมาครูตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนดังนี้

1) นักเรียนใช้ความรู้เรื่องอะไรในการแก้ปัญหา

[นักเรียนควรตอบว่า การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก]

2) นักเรียนใช้กลยุทธ์อะไรบ้างในการหาคำตอบ

[นักเรียนควรตอบว่า 3 วิธีการ ประกอบด้วย ใช้การแก้ปัญหาโดยใช้ตาราง แบ่งเป็นปัญหาย่อย และใช้แผนภาพ]

3) กระบวนการแก้ปัญหามีที่ขั้นตอนอะไรบ้างจะระบุมา

[นักเรียนควรตอบว่า ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ช้ันวางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล]

4) ในขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนทำอะไรบ้างในขั้นนี้

[นักเรียนควรตอบว่า ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการหา ตลอดจนความเข้าใจในเงื่อนไขสำคัญของปัญหา]

5) ในขั้นที่ 2 ช้ันวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนทำอะไรบ้างในขั้นนี้

[นักเรียนควรตอบว่า ต้องระบุข้อมูลหรือเงื่อนไข ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการหาและเขียนแผนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไข]

6) ในขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน นักเรียนทำอะไรบ้างในขั้นนี้

[นักเรียนควรตอบว่า ลงมือแก้ไขสถานการณ์ปัญหาตามแผนในขั้นที่ 2 โดยต้องเขียนวิธีการแก้ปัญหาย่างละเอียดและอธิบายให้ชัดเจน]

7) ในขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล นักเรียนทำอะไรบ้างในขั้นนี้

[นักเรียนควรตอบว่า ต้องคิดย้อนจากคำตอบเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้องความสมเหตุสมผลของคำตอบ]

5.4.2 ครูแจกใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมในคาบเรียนนี้

6. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	เกณฑ์การประเมิน
<p>ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์: เพื่อให้นักเรียนสามารถ 1. หาผลบวกจำนวนเต็มจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้</p>	<p>วิธีวัดผล : พิจารณาความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม เรื่อง “การเลือกเส้นทาง”</p> <p>เครื่องมือวัดผล : ใบกิจกรรม เรื่อง “การเลือกเส้นทาง”</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน : ในแต่ละข้อคำถาม</p> <ul style="list-style-type: none"> • ถ้า นักเรียน ตอบได้ถูกต้องจะได้ คะแนน 1 คะแนน • ถ้า นักเรียน ตอบไม่ถูกต้องจะได้ คะแนน 0 คะแนน <p>เกณฑ์การประเมินผล : ถ้า นักเรียน ได้คะแนน 1 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>
<p>ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถ 1. แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนตามกระบวนการของโพลยาได้</p>	<p>วิธีวัดผล : พิจารณาความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม เรื่อง “การเลือกเส้นทาง”</p> <p>เครื่องมือวัดผล : ใบกิจกรรม เรื่อง “การเลือกเส้นทาง”</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน : ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกแบบวิเคราะห์ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 15 คะแนนดังตารางแนบ</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล : ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 9 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	เกณฑ์การประเมิน
<p>ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์: <u>เพื่อให้นักเรียนสามารถ</u></p> <p>1. มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่มอบหมาย</p>	<p>วิธีวัดผล :</p> <p>พิจารณาพฤติกรรมหรือการแสดงออกของนักเรียน ขณะตอบคำถามหรือทำงานที่มอบหมาย โดยมีครูเป็นผู้สังเกตแล้วบันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เครื่องมือวัดผล :</p> <p>แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <p>ในแต่ละข้อของแบบสังเกตพฤติกรรม</p> <ul style="list-style-type: none"> • ถ้า นักเรียน แสดงออกให้เห็นอย่างเด่นชัดจะได้คะแนน 2 คะแนน • ถ้า นักเรียน แสดงออกให้เห็น <p><u>เพียงเล็กน้อยจะได้</u></p> <p>คะแนน 1 คะแนน</p> <ul style="list-style-type: none"> • ถ้า นักเรียน <u>ไม่แสดงออกเลยจะได้</u> <p>คะแนน 0 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล :</p> <p>ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 2 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

**ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับปัญหาปลายเปิด การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์
กระบวนการแก้ปัญห และกลยุทธ์ในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์**

ปัญหาปลายเปิด หมายถึง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการที่นักเรียนเผชิญอยู่ที่ต้องการคำตอบและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที โดยที่ผู้สอนนำเสนอให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงเพื่อแสดงคำตอบหรือวิธีการอย่างหลากหลาย โดยที่ผู้สอนไม่ได้แนะวิธีการแก้ปัญหให้กับผู้เรียน

การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่นักเรียนต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญห กลยุทธ์ที่เหมาะสม และประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อค้นหาแนวทางหรือคำตอบที่หลากหลายและสร้างสรรค์ การประยุกต์ความรู้เหล่านี้ช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาอย่างรอบด้าน ใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหที่เหมาะสม เช่น การค้นหาแบบรูป การสร้างตาราง หรือการแปลงข้อมูลเป็นแผนภาพ รวมถึงการพัฒนาวิธีการใหม่ ๆ ที่ตอบโจทย์สถานการณ์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการแก้ปัญหปัญห 4 ขั้นตอน (Polya, 1973: 6-18) ดังนี้

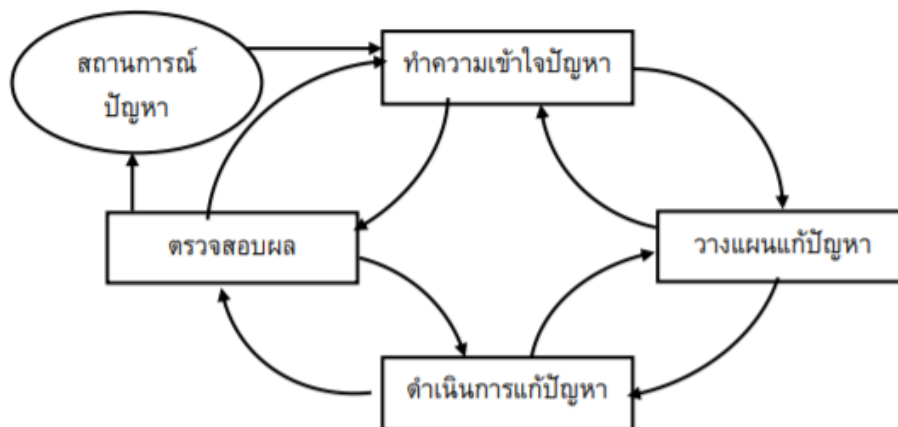
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหคือการให้นักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ โดยระบุคำถาม สิ่งที่ต้องค้นหา ข้อมูลสำคัญ และเงื่อนไขของปัญห นักเรียนควรพิจารณาปัญหาในหลายมุมมอง เพื่อให้มองเห็นภาพรวมและเนื้อหาที่สำคัญ การใช้แผนภาพหรือเครื่องมือช่วยเชื่อมโยงข้อมูลสามารถเพิ่มความเข้าใจในปัญหาได้มากขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญห ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะกำหนดแนวทางในการแก้ปัญห ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ทักษะ และความรู้พื้นฐานที่มีอยู่ การวางแผนแก้ปัญหที่ดีจะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างเป็นระบบ

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน นักเรียนเริ่มแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ในขั้นตอนนี้ก่อนหน้า โดยเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหอย่างละเอียดและชัดเจน รวมถึงอธิบายวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญห นักเรียนต้องตรวจสอบว่าได้ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้หรือไม่ เพื่อให้กระบวนการแก้ปัญหสมบูรณ์

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล ขั้นตอนสุดท้าย นักเรียนคิดย้อนกลับเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและสมเหตุสมผลของคำตอบ รวมถึงประเมินกลยุทธ์ที่ใช้ว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ การตรวจสอบนี้ช่วยให้นักเรียนมั่นใจในคำตอบ และสามารถเรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นเพื่อปรับปรุงในอนาคต

วิลสัน และคณะ (Wilson; et al. 1993: 60) ได้พัฒนารอบแนวคิดการแก้ปัญหาของ โพลยาในรูปแบบความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัวสามารถเวียนไปมาได้ดังภาพประกอบ



จากกระบวนการแก้ปัญหาในภาพประกอบ จะสามารถกล่าวได้ว่า เมื่อเจอกับ สถานการณ์ของปัญหาที่นักเรียนจะทำตามขั้นของโพลยาคือขั้นทำความเข้าใจปัญหาก่อนหลังจากนั้นวางแผนแก้ปัญหาพร้อมทั้งกำหนดกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา แล้วดำเนินการแก้ปัญหตาม แผนการแก้ปัญหาที่วางไว้ จนถึงตรวจสอบความถูกต้องความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ แต่ถ้าหากขั้นตอนใดมีปัญหาจากลูกศรในภาพประกอบจะพบว่าผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปแก้ไข ขั้นตอนก่อนหน้าเพื่อให้คำตอบสมเหตุสมผลและถูกต้อง

กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ การแก้ปัญหาจะต้องมีความรู้พื้นฐาน และความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหานั้นๆ นักเรียนควรเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหอย่าง เหมาะสม และสามารถเลือกกลยุทธ์มาใช้ได้ทันที โดยมีกลยุทธ์ในการแก้ปัญหที่พบบ่อยๆดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและค้นหาความเกี่ยวข้องหรือรูปแบบที่ซ่อนอยู่ในข้อมูล เพื่อคาดเดาคำตอบอย่างมีเหตุผล
2. การสร้างตาราง สรุปลงข้อมูลที่ได้จากปัญหาลงในตารางเพื่อช่วยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ นำไปสู่การค้นหาแบบรูปหรือแนวทางแก้ปัญหาอื่น ๆ
3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ แสดงสถานการณ์ปัญหาและความสัมพันธ์ด้วยภาพหรือแผนภาพ โดยใช้ข้อมูลจากปัญหามาแปลงเป็นภาพเพื่อความเข้าใจที่ง่ายขึ้น
4. การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด นำข้อมูลมาจัดระบบและแยกเป็นกรณีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด เพื่อวิเคราะห์และเลือกแนวทางที่เหมาะสม
5. การคาดเดาและตรวจสอบ ใช้ข้อมูลและเงื่อนไขในปัญหา สร้างข้อความคาดการณืจากประสบการณ์เดิม แล้วตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อความคาดการณืนั้น

6. การทำงานแบบย้อนหลัง เริ่มวิเคราะห์ปัญหาจากคำตอบ แล้วค่อยย้อนกลับไปหาสาเหตุหรือกระบวนการที่นำไปสู่คำตอบนั้น
7. การเขียนสมการ ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ของปัญหา เพื่อช่วยวิเคราะห์และแก้ปัญหาย่างเป็นระบบ
8. การเปลี่ยนมุมมอง เปลี่ยนวิธีคิดหรือมุมมองจากประสบการณ์เดิม เพื่อหลีกเลี่ยงการคิดแบบซ้ำ ๆ และค้นหาวิธีแก้ปัญหาคือใหม่ที่มีประสิทธิภาพ
9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย แยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อลดความซับซ้อนและทำให้การแก้ปัญหาง่ายขึ้น
10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ ใช้หลักตรรกศาสตร์ในการอธิบายสถานการณ์ปัญหา ร่วมกับการคาดเดา การตรวจสอบ หรือการเขียนแผนภาพ
11. การให้เหตุผลทางอ้อม ใช้ผลลัพธ์ของคำตอบที่มีอยู่แล้ว แต่สมมติว่าผลลัพธ์นั้นเป็นเท็จเพื่อค้นหาความขัดแย้งและพิสูจน์ข้อเท็จจริงในสถานการณ์ปัญหา

ชื่อนามสกุล..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่.....

ใบกิจกรรมที่ 1 สถานการณ์ปัญหา “การเลือกเส้นทาง”

จังหวัดสิงห์บุรีประกอบด้วย 6 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภออินทร์บุรี อำเภอท่าช้าง อำเภอบางระจัน อำเภอพรหมบุรี และอำเภอกำแพงแสน โดยการเดินทางไปมาระหว่างอำเภอ ในปัจจุบันมีความสะดวกสบายและมีเส้นทางมากมายให้เลือก ถ้านักเรียนต้องเดินทางจากอำเภออินทร์บุรีไปอำเภอพรหมบุรี โดยมีเวลาจำกัดทำให้นักเรียนต้องวางแผนในการเดินทางเพื่อให้ทันตามเวลาที่กำหนด ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

นักเรียนขับรถออกจากบ้านไปทำธุระที่อำเภอพรหมบุรี โดยมีเส้นทางให้เลือกดังนี้ จากบ้านไปอำเภอพรหมบุรี มี 3 เส้นทาง ใช้เวลาดังนี้

ระยะเวลาจากบ้านไป อำเภออินทร์บุรี	ระยะเวลาจากอำเภอ อินทร์ไปอำเภอเมือง	ระยะเวลาจากอำเภอ เมืองไปอำเภอพรหมบุรี
เส้น ก ใช้เวลา 25 นาที	เส้น ง ใช้เวลา 35 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 20 นาที
เส้น ข ใช้เวลา 20 นาที	เส้น จ ใช้เวลา 15 นาที	เส้น ซ ใช้เวลา 15 นาที
เส้น ค ใช้เวลา 15 นาที	เส้น ฉ ใช้เวลา 20 นาที	

นักเรียนควรเลือกเส้นทางใดที่ใช้เวลาไม่เกิน 60 นาที

โดยให้ พิวเจอร์บอร์ดรูปสี่เหลี่ยม แทน เมืองต่างๆ

หลอด แทน เส้นทาง

ป้ายกำหนดเวลา แทน เวลาในการเดินทางของเส้นทางต่างๆ

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ข้อคำถาม**ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา**

1. สิ่งที่คุณต้องการหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

2. สิ่งที่คุณต้องการหาคำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2: ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

ขั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (2 คะแนน)

.....

.....

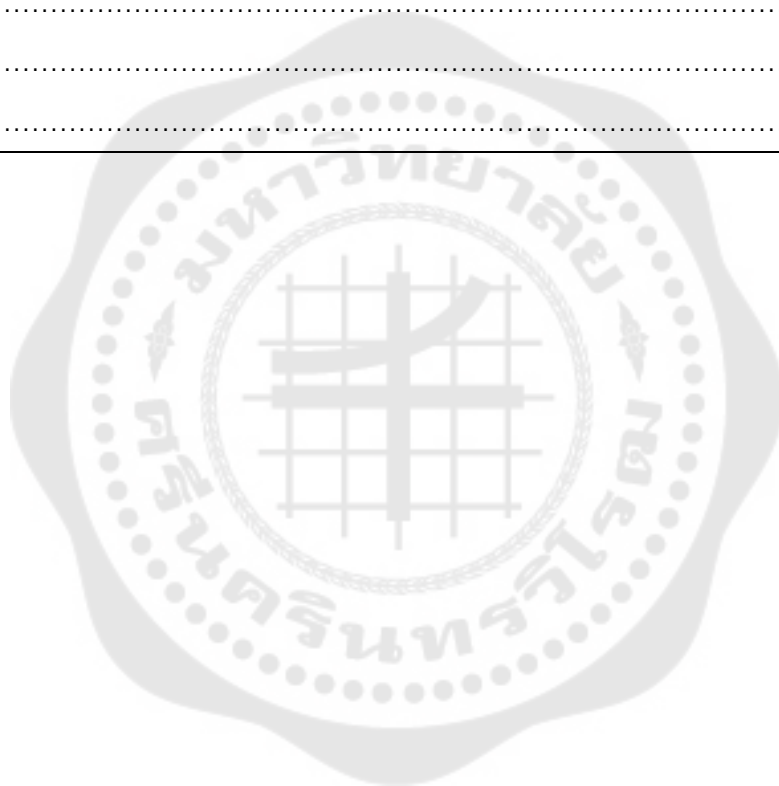
.....

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)

.....

.....

.....



เฉลยข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่สถานการณ์ต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

นักเรียนจะเลือกเส้นทางใด

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

นักเรียนขับรถออกจากบ้านไปทำธุระที่อำเภอพรหมบุรี โดยมีเส้นทางให้เลือกดังนี้ จากบ้านไปอำเภออินทร์บุรี มี 3 เส้นทาง ใช้เวลาดังนี้

ระยะเวลาจากบ้านไป อำเภออินทร์บุรี	ระยะเวลาจากอำเภอ อินทร์ไปอำเภอเมือง	ระยะเวลาจากอำเภอ เมืองไปอำเภอพรหม
เส้น ก ใช้เวลา 25 นาที	เส้น ง ใช้เวลา 35 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 20 นาที
เส้น ข ใช้เวลา 20 นาที	เส้น จ ใช้เวลา 15 นาที	เส้น ซ ใช้เวลา 15 นาที
เส้น ค ใช้เวลา 15 นาที	เส้น ฉ ใช้เวลา 20 นาที	

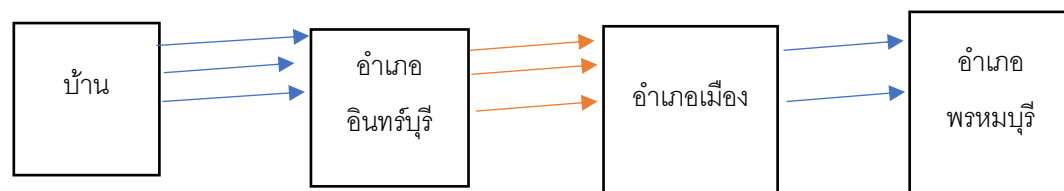
เดินทางไม่เกิน 60 นาที

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถไปใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

นักเรียนมีเวลาในการเดินทางไม่เกิน 60 นาที

ขั้นที่ 2: ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)



นักเรียนมีเวลาไม่เกิน 60 นาที ในการเดินทางไปทำธุระที่เมือง

5. ในการค้นหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

การบวกจำนวนเต็ม

ขั้นที่ 3: ขั้นการดำเนินการตามแผน

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

วิธีที่ 1 ใช้ตาราง (เลือกแสดงวิธีใดก็ได้)

จากบ้านไป อินทร์บุรี	จากอินทร์บุรี ไป เมือง	จากเมืองไป พรหมบุรี	วิธีทำ	ผลลัพธ์
เส้น ก ใช้เวลา 25 นาที	เส้น ง ใช้เวลา 35 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 20 นาที	25+35+20	80
เส้น ก ใช้เวลา 25 นาที	เส้น ง ใช้เวลา 35 นาที	เส้น ซ ใช้เวลา 15 นาที	25+35+15	75
เส้น ก ใช้เวลา 25 นาที	เส้น จ ใช้เวลา 15 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 20 นาที	25+15+20	60
เส้น ก ใช้เวลา 25 นาที	เส้น จ ใช้เวลา 15 นาที	เส้น ซ ใช้เวลา 15 นาที	25+15+15	55
เส้น ก ใช้เวลา 25 นาที	เส้น ฉ ใช้เวลา 20 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 20 นาที	25+20+20	65
เส้น ก ใช้เวลา 25 นาที	เส้น ฉ ใช้เวลา 20 นาที	เส้น ซ ใช้เวลา 15 นาที	25+20+15	60
เส้น ข ใช้เวลา 20 นาที	เส้น ง ใช้เวลา 35 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 20 นาที	20+35+20	75
เส้น ข ใช้เวลา 20 นาที	เส้น ง ใช้เวลา 35 นาที	เส้น ซ ใช้เวลา 15 นาที	20+35+15	70
เส้น ข ใช้เวลา 20 นาที	เส้น จ ใช้เวลา 15 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 20 นาที	20+15+20	55
เส้น ข ใช้เวลา 20 นาที	เส้น จ ใช้เวลา 15 นาที	เส้น ซ ใช้เวลา 15 นาที	20+15+15	50

เส้น ข ใช้เวลา 20 นาที	เส้น ฉ ใช้เวลา 20 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 20 นาที	20+20+20	60
เส้น ข ใช้เวลา 20 นาที	เส้น ฉ ใช้เวลา 20 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 15 นาที	20+20+15	55
เส้น ค ใช้เวลา 15 นาที	เส้น ง ใช้เวลา 35 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 20 นาที	15+35+20	70
เส้น ค ใช้เวลา 15 นาที	เส้น ง ใช้เวลา 35 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 15 นาที	15+35+15	65
เส้น ค ใช้เวลา 15 นาที	เส้น จ ใช้เวลา 15 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 20 นาที	15+15+20	50
จากบ้านไป อินทร์บุรี	จากอินทร์บุรีไป เมือง	จากเมืองไป พรหมบุรี	วิธีทำ	ผลลัพธ์
เส้น ค ใช้เวลา 15 นาที	เส้น จ ใช้เวลา 15 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 15 นาที	15+15+15	45
เส้น ค ใช้เวลา 15 นาที	เส้น ฉ ใช้เวลา 20 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 20 นาที	15+20+20	55
เส้น ค ใช้เวลา 15 นาที	เส้น ฉ ใช้เวลา 20 นาที	เส้น ช ใช้เวลา 15 นาที	15+20+15	50

วิธีที่ 2 แบ่งเป็นปัญหาย่อยๆ(เลือกแสดงวิธีใดก็ได้)

คำตอบที่ 1 จากบ้านไปอำเภออินทร์บุรี ใช้เส้น ก ใช้เวลา 25 นาที

จากอำเภออินทร์บุรีไปอำเภอเมือง ใช้เส้น จ ใช้เวลา 15 นาที

จากอำเภอเมืองไปอำเภอพรหมบุรี ใช้เส้น ช ใช้เวลา 20 นาที

รวมเวลาทั้งหมด $25+15+20 = 60$ นาที

คำตอบที่ 2 จากบ้านไปอำเภออินทร์บุรี ใช้เส้น ก ใช้เวลา 25 นาที

จากอำเภออินทร์บุรีไปอำเภอเมือง ใช้เส้น จ ใช้เวลา 15 นาที

จากอำเภอเมืองไปอำเภอพรหมบุรี ใช้เส้น ช ใช้เวลา 15 นาที

รวมเวลาทั้งหมด $25+15+15 = 55$ นาที

คำตอบที่ 3 จากบ้านไปอำเภออินทร์บุรี ใช้เส้น ก ใช้เวลา 25 นาที

จากอำเภออินทร์บุรีไปอำเภอเมือง ใช้เส้น ฉ ใช้เวลา 20 นาที

จากอำเภอเมืองไปอำเภอพรหมบุรี ใช้เส้นทาง ช ใช้เวลา 20 นาที

รวมเวลาทั้งหมด $15+20+20 = 55$ นาที

คำตอบที่ 11 จากบ้านไปอำเภออินทร์บุรี ใช้เส้นทาง ค ใช้เวลา 15 นาที

จากอำเภออินทร์บุรีไปอำเภอเมือง ใช้เส้นทาง ฉ ใช้เวลา 20 นาที

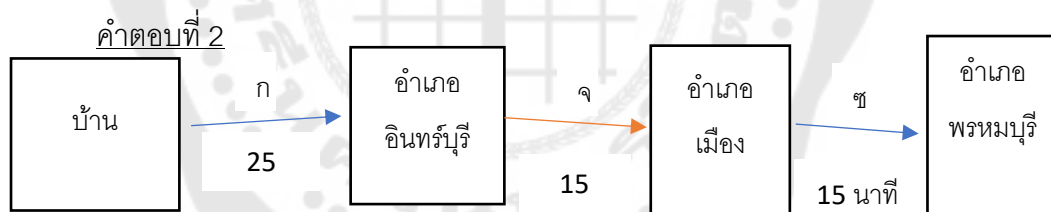
จากอำเภอเมืองไปอำเภอพรหมบุรี ใช้เวลา 15 นาที

รวมเวลาทั้งหมด $15+20+15 = 50$ นาที

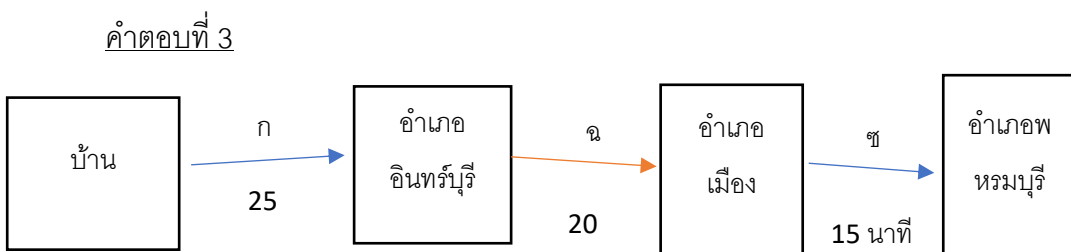
วิธีที่ 3 ใช้แผนภาพ(เลือกแสดงวิธีใดก็ได้)



นักเรียนใช้เวลารวม $25+15+20=60$ นาที

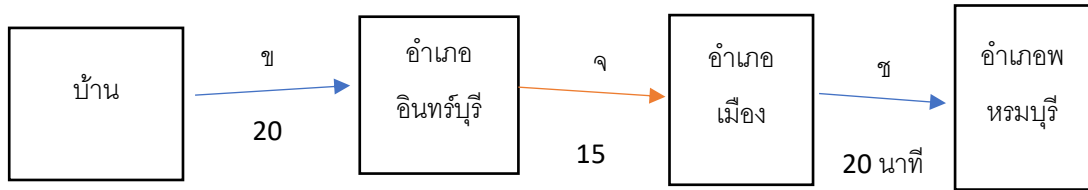


นักเรียนใช้เวลารวม $25+15+15=55$ นาที



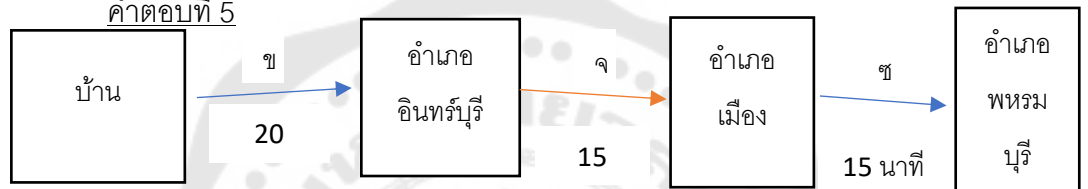
นักเรียนใช้เวลารวม $25+20+15=60$ นาที

คำตอบที่ 4



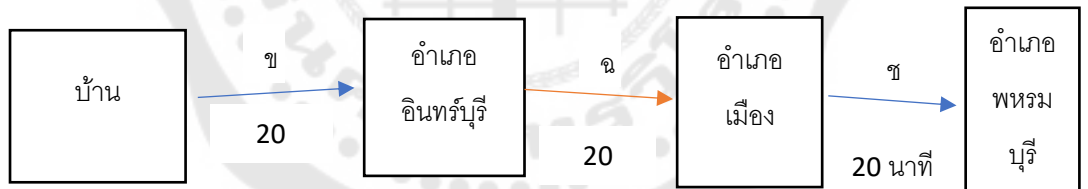
นักเรียนใช้เวลารวม $20+15+20=55$ นาที

คำตอบที่ 5



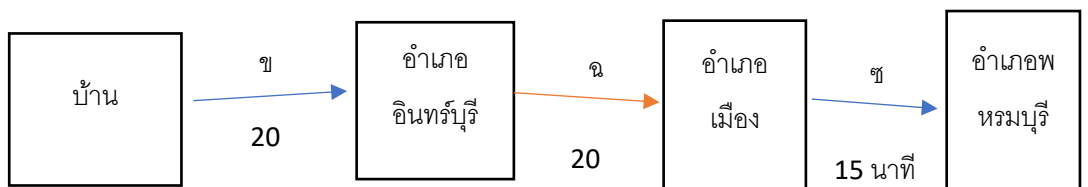
นักเรียนใช้เวลารวม $20+15+15=50$ นาที

คำตอบที่ 6

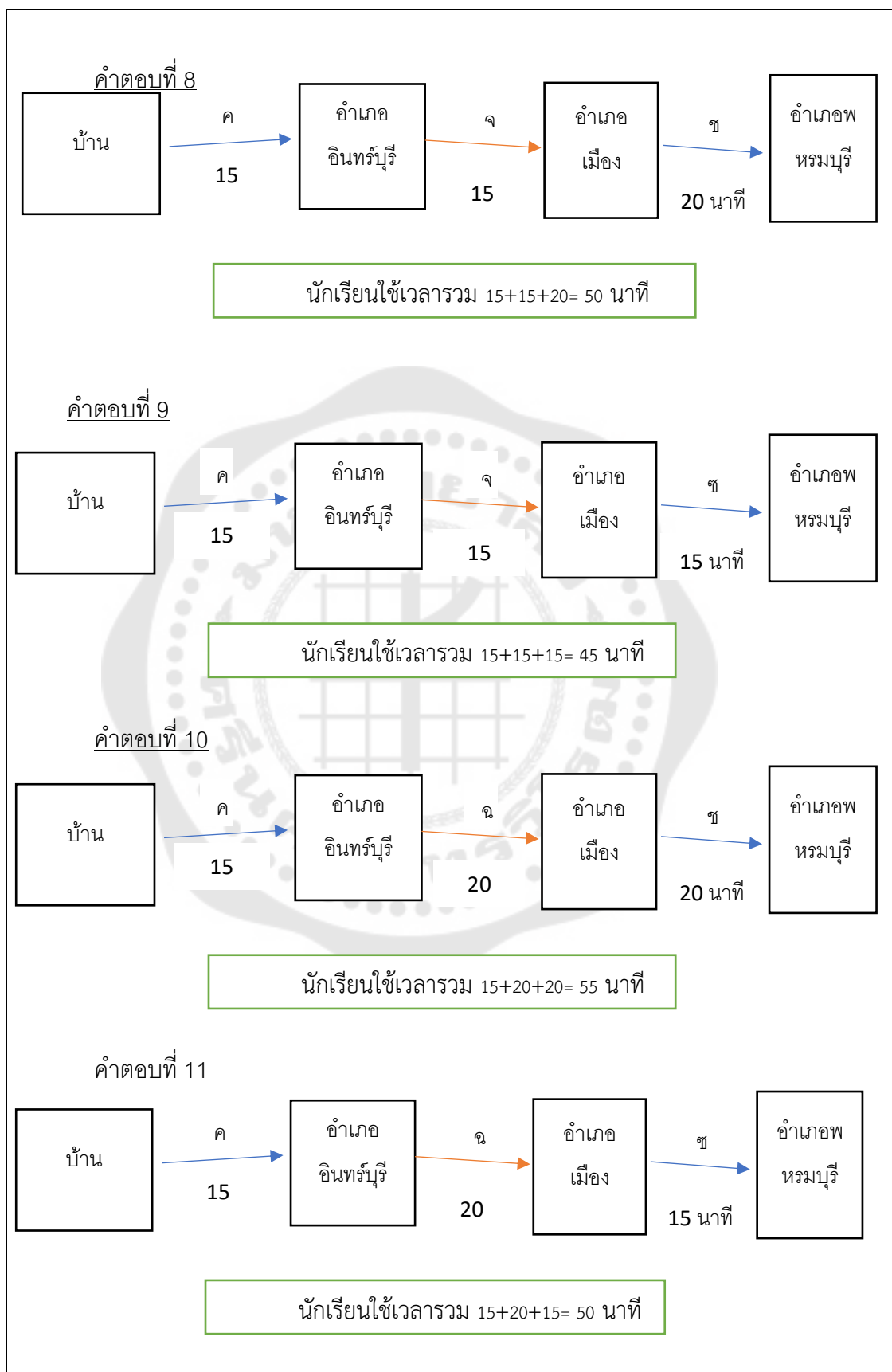


นักเรียนใช้เวลารวม $20+20+20=60$ นาที

คำตอบที่ 7



นักเรียนใช้เวลารวม $20+20+15=55$ นาที



ทั้งหมด 55 นาที

สรุปคำตอบที่ 3 จากบ้านนักเรียนไปอำเภอพรหมบุรี โดยผ่านเส้น ก, ฉ และ ซ รวมเวลา

ทั้งหมด 60 นาที

สรุปคำตอบที่ 4 จากบ้านนักเรียนไปอำเภอพรหมบุรี โดยผ่านเส้น ข, จ และ ซ รวมเวลา

ทั้งหมด 55 นาที

สรุปคำตอบที่ 5 จากบ้านนักเรียนไปอำเภอพรหมบุรี โดยผ่านเส้น ข, จ และ ซ รวมเวลา

ทั้งหมด 50 นาที

สรุปคำตอบที่ 6 จากบ้านนักเรียนไปอำเภอพรหมบุรี โดยผ่านเส้น ข, ฉ และ ซ รวมเวลา

ทั้งหมด 60 นาที

สรุปคำตอบที่ 7 จากบ้านนักเรียนไปอำเภอพรหมบุรี โดยผ่านเส้น ข, ฉ และ ซ รวมเวลา

ทั้งหมด 55 นาที

สรุปคำตอบที่ 8 จากบ้านนักเรียนไปอำเภอพรหมบุรี โดยผ่านเส้น ค, จ และ ซ รวมเวลา

ทั้งหมด 55 นาที

สรุปคำตอบที่ 9 จากบ้านนักเรียนไปอำเภอพรหมบุรี โดยผ่านเส้น ค, จ และ ซ รวมเวลา

ทั้งหมด 45 นาที

สรุปคำตอบที่ 10 จากบ้านนักเรียนไปอำเภอพรหมบุรี โดยผ่านเส้น ค, ฉ และ ซ รวมเวลา

ทั้งหมด 55 นาที

สรุปคำตอบที่ 11 จากบ้านนักเรียนไปอำเภอพรหมบุรี โดยผ่านเส้น ค, ฉ และ ซ รวมเวลา

ทั้งหมด 50 นาที

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ด้านการทำความเข้าใจปัญหา (3 คะแนน)	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> • ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ และข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหา ได้ครบถ้วน 	3 (1+1+1)
<ul style="list-style-type: none"> • ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ หรือ ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหา ได้ 2 คำถาม 	2 (1+1+0) หรือ (1+0+1) หรือ (0+1+1)
<ul style="list-style-type: none"> • ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ หรือข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหา ได้ 1 คำถาม 	1 (1+0+0) หรือ (0+0+1) หรือ (0+1+0)
<ul style="list-style-type: none"> • ไม่สามารถตอบคำถามได้หรือไม่เขียนคำตอบ 	0
2. ด้านการวางแผนแก้ปัญหา (2 คะแนน)	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> • ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการหาและเขียนแผนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไข ได้ถูกต้อง ครบถ้วน 	2 (1+1)
<ul style="list-style-type: none"> • ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการหาหรือเขียนแผนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไข ได้ถูกต้อง เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง 	1 (1+0) หรือ (0+1)
<ul style="list-style-type: none"> • ไม่สามารถตอบคำถามได้หรือไม่เขียนคำตอบ 	0
3. ด้านการดำเนินการตามแผน (7 คะแนน)	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> • แสดงวิธีการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วนมากกว่า 1 คำตอบ/กลยุทธ์ พร้อมอธิบายแนวคิด ได้ถูกต้อง ชัดเจน 	7 (4+3)
<ul style="list-style-type: none"> • แสดงวิธีการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วนมากกว่า 1 คำตอบ/กลยุทธ์ พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน 	6 (4+2)
<ul style="list-style-type: none"> • แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1 คำตอบ/กลยุทธ์ พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน 	5 (3+2)

เกณฑ์ (ต่อ)

3. ด้านการดำเนินการตามแผน (7 คะแนน)	คะแนน
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วนมากกว่า 1 คำตอบ/กลยุทธ์ พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้บางส่วน	5 (4+1)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วน 1 คำตอบ/กลยุทธ์ พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน	5 (3+2)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วน 1 คำตอบ/กลยุทธ์ พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้บางส่วน	4 (3+1)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วนมากกว่า 1 คำตอบ/กลยุทธ์ แต่ไม่อธิบายแนวคิด	4 4+0
• แสดงวิธีการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วน 1 คำตอบ/กลยุทธ์ แต่ไม่อธิบายแนวคิด	3 (3+0)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์บางส่วน แต่ไม่อธิบายแนวคิด	2 (2+0)
• แสดงวิธีการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ส่วนน้อย แต่ไม่อธิบายแนวคิด	1 (1+0)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ แต่อธิบายแนวคิด ได้ถูกต้อง ชัดเจน	3 (0+3)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้แต่อธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน	2 (0+2)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้แต่อธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้บางส่วน	1 (0+1)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้และไม่อธิบายแนวคิด	0

ตาราง (ต่อ)

4. ด้านการตรวจสอบผล (3 คะแนน)	คะแนน
• มีการตรวจสอบคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	2
• มีการตรวจสอบคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน	1
• มีการตรวจสอบคำตอบของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือไม่ตรวจสอบคำตอบ	0
• มีการสรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง	1
• ไม่มีการสรุปคำตอบ/สรุปคำตอบแต่ไม่ครบถ้วนและถูกต้อง	0



แบบสังเกตพฤติกรรม การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชื่อกิจกรรม.....

สมาชิกของกลุ่ม 1. 2.

3. 4.

ลำดับ ที่	พฤติกรรมการแก้ปัญหา	นักเรียนคนที่				ข้อสังเกต เพิ่มเติม (ถ้ามี)
		1	2	3	4	
ด้านการทำความเข้าใจปัญหา						
1	นักเรียนระบุ “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา” ได้ถูกต้อง					
2	นักเรียนระบุ “ข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา” ได้ถูกต้อง					
ด้านการวางแผนแก้ปัญหา						
3	นักเรียนมี “การขีดเขียน /วาดรูปประกอบ” แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไข					
4	นักเรียนบอก “ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง” ได้					
ด้านการดำเนินการตามแผน						
5	นักเรียนเขียน “แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์” ได้ถูกต้อง					
6	นักเรียนเขียน “คำอธิบายกระบวนการแก้ปัญหา” ได้ อย่างชัดเจน					
7	นักเรียนมี “ส่วนร่วมในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย” ของกลุ่ม					
ด้านการตรวจสอบผล						
8	นักเรียนมี “การเปรียบเทียบ/ตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ กับข้อมูลและเงื่อนไข ของสถานการณ์จริงก่อน					
9	นักเรียนระบุ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์” ได้					

การให้คะแนน 0 แทน ไม่มี 1 แทน มีน้อย 2 แทน มีมาก

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน

เลข ที่	พฤติกรรม	คุณภาพการปฏิบัติ			
		4	3	2	1
1	มีส่วนร่วมในการทำงานที่ ได้รับมอบหมาย				
	รวม				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	=	ดีมาก	ให้	4	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	=	ดี	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	=	พอใช้	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง	=	ปรับปรุง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
4	ดีมาก
3	ดี
2	พอใช้
1	ปรับปรุง

แบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหา

วันที่ : เวลา

ชื่อกิจกรรม :

ชื่อนักเรียน :

ประเด็นในการสัมภาษณ์	บันทึกคำตอบของนักเรียน
1. สิ่งที่คุณต้องการหา มีอะไรบ้าง	
2. สิ่งที่คุณปัญหาที่กำหนดมา มีอะไรบ้าง	
3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถไปใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง	
4. จากข้อ 3 นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้นได้อย่างไร	
5. ในการค้นหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง	
6. นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาในการวิเคราะห์ผลการแก้ปัญหาหรือไม่ อย่างไร	
7. นักเรียนใช้กลยุทธ์อะไรในการแก้ปัญหา	
8. นักเรียนมีแนวทางตรวจสอบคำตอบของปัญหาอย่างไร	
9. นักเรียนมีแนวทางสรุปคำตอบของปัญหาอย่างไร	

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ด้านนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ด้านผู้สอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ด้านอื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(.....)

ตำแหน่ง.....

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

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5		
รายวิชา	คณิตศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้	จำนวนเต็ม	
หัวข้อเรื่อง	การแก้ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน”	
ปีการศึกษา	2566 ภาคเรียนที่ 2	เวลา _100_ นาที

การจัดการเรียนรู้ในคาบเรียนนี้มีจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก คือ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ตลอดจนได้เริ่มลงมือแก้ปัญหาที่กำหนด ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

ปัญหาสถานการณ์ที่ใช้ในคาบเรียนนี้ คือ ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน” ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non routine problem) เป็นปัญหาปลายเปิดเกี่ยวกับการเลือกเส้นทางในการเดินทางเพื่อไม่ให้เวลาเกินระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งสถานการณ์ปัญหานี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้เรื่อง การบวกจำนวนเต็ม ในการแก้ปัญหาที่กำหนด

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1.1.1 หาผลบวกจำนวนเต็มที่กำหนดให้

1.1.2 หาผลคูณของจำนวนเต็มที่กำหนดให้

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1.2.1 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนตามกระบวนการของโพลยา

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

1.3.1 มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่มอบหมาย

2. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

2.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

2.2 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3. สาระการเรียนรู้

3.1 แนวคิดเกี่ยวกับปัญหาปลายเปิด การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา และกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

วิธีแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน (Polya. 1973: 6-18) ดังนี้

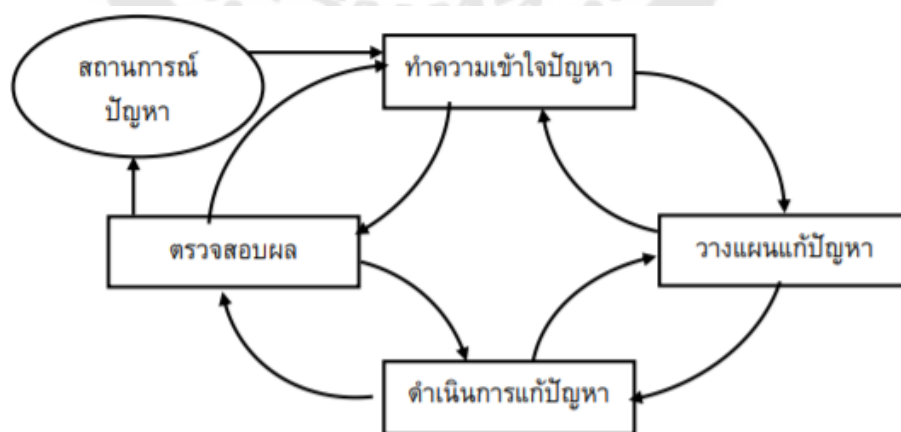
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหาคือการให้นักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ โดยระบุคำถาม สิ่งที่ต้องค้นหา ข้อมูลสำคัญ และเงื่อนไขของปัญหา นักเรียนควรพิจารณาปัญหาในหลายมุมมอง เพื่อให้มองเห็นภาพรวมและเนื้อหาที่สำคัญ การใช้แผนภาพหรือเครื่องมือช่วยเชื่อมโยงข้อมูลสามารถเพิ่มความเข้าใจในปัญหาได้มากขึ้น

ขั้นที่ 2 ชี้แจงแผนแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ทักษะ และความรู้พื้นฐานที่มีอยู่ การวางแผนแก้ปัญหาที่ดีจะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างเป็นระบบ

ขั้นที่ 3 ชี้แจงดำเนินการตามแผน นักเรียนเริ่มแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ในขั้นตอนก่อนหน้า โดยเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหอย่างละเอียดและชัดเจน รวมถึงอธิบายวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องตรวจสอบว่าได้ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้หรือไม่ เพื่อให้กระบวนการแก้ปัญหาสัมบูรณ์

ขั้นที่ 4 ชี้แจงตรวจสอบผล ขั้นตอนสุดท้าย นักเรียนคิดย้อนกลับเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและสมเหตุสมผลของคำตอบ รวมถึงประเมินกลยุทธ์ที่ใช้ว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ การตรวจสอบนี้ช่วยให้นักเรียนมั่นใจในคำตอบ และสามารถเรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นเพื่อปรับปรุงในอนาคต

วิลสัน และคณะ (Wilson; et al. 1993: 60) ได้พัฒนารอบแนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยาในรูปแบบความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัวสามารถวนไปมาได้ดังภาพประกอบ



จากกระบวนการแก้ปัญหาในภาพประกอบ จะสามารถกล่าวได้ว่า เมื่อเจอกับสถานการณ์ของปัญหาที่นักเรียนจะทำตามขั้นของโพลยาคือขั้นทำความเข้าใจปัญหาก่อนหลังจากนั้นวางแผนแก้ปัญหารวมทั้งกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหา แล้วดำเนินการแก้ปัญหตาม

แผนการแก้ปัญหาที่วางไว้ จนถึงตรวจสอบความถูกต้องความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ แต่ถ้าหากขั้นตอนใดมีปัญหาจากลูกศรในภาพประกอบจะพบว่าผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปแก้ไขขั้นตอนก่อนหน้าเพื่อให้คำตอบสมเหตุสมผลและถูกต้อง

กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการแก้ปัญหา นักเรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานและความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน เพื่อให้สามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมได้อย่างรวดเร็ว กลยุทธ์ที่พบบ่อยในการแก้ปัญหามีดังนี้

1. การสร้างตาราง นำข้อมูลจากโจทย์ปัญหามาสรุปลงในรูปแบบตารางที่สร้างขึ้น ช่วยให้การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์หรือแบบรูป และสามารถนำไปสู่ข้อชี้แนะหรือแนวทางแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้
2. การเขียนภาพหรือแผนภาพ ใช้ภาพหรือแผนภาพเพื่ออธิบายสถานการณ์ปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหา นักเรียนต้องวาดข้อมูลจากปัญหาให้เป็นภาพที่มีความเชื่อมโยงกัน เพื่อเพิ่มความเข้าใจและช่วยในการแก้ปัญหา
3. การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด จัดข้อมูลในปัญหาออกเป็นกรณีต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทั้งหมด และเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา

แนวคิดเกี่ยวกับสาระจำนวนและพีชคณิต

ความรู้หลักการบวกและหลักการคูณ

หลักการบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็ม

ตัวอย่างที่ 1 จงหาผลบวก $50 + 49 + 60$

วิธีทำ $50 + 49 + 60 = 99 + 60$

$$= 159$$

ตอบ 159

ตัวอย่างที่ 2 จงหาผลบวก $20 + 29 + 30$

วิธีทำ $20 + 29 + 30 = 49 + 30$

$$= 79$$

การคูณจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก จะได้คำตอบเป็นจำนวนเต็มบวกที่มีค่าสัมบูรณ์ของสองจำนวนนั้น

ตัวอย่างที่ 3 จงหาผลคูณ 9×2

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } 9 \times 2 &= 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 \\ &= 18 \end{aligned}$$

ตอบ 18

ตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างที่ 4 การแก้ปัญหาค่ารถเมลล์กับราคาน้ำมันโดยใช้ตาราง

จุดที่ 1 เริ่มต้น (คน)	จุดที่ 2 (คน)	จุดที่ 3 (คน)	วิธีทำ	ผลลัพธ์
8	0	0	$8(120) + 0(110) + 0(100)$	960
8	0	1	$8(120) + 0(110) + 1(100)$	1,060
8	0	2	$8(120) + 0(110) + 2(100)$	1,160
8	1	0	$8(120) + 1(110) + 0(100)$	1,070

ตัวอย่างที่ 5 การแก้ปัญหาค่ารถเมลล์กับราคาน้ำมันโดยการแบ่งปัญหาย่อย ๆ

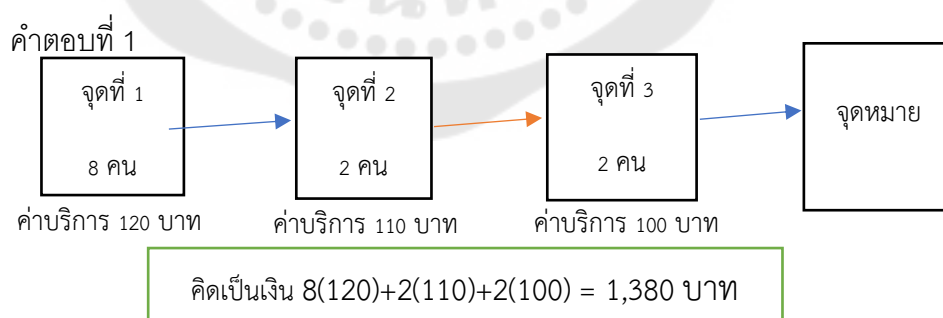
คำตอบที่ 1. จุดที่ 1 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 8 คน คิดเป็นเงิน $8(120) = 960$ บาท

จุดที่ 2 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 2 คน คิดเป็นเงิน $2(110) = 220$ บาท

จุดที่ 3 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 2 คน คิดเป็นเงิน $2(100) = 200$ บาท

รวมค่าโดยสารจากจุดเริ่มต้นจนถึงปลายทางทั้งหมด $960 + 220 + 200 = 1,380$ บาท

ตัวอย่างที่ 6 การแก้ปัญหาค่ารถเมลล์กับราคาน้ำมันโดยใช้แผนภาพ



4. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

4.1 ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง “ปัญหาค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน”

5.กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ปัญหาการเลือกเส้นทาง

กิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 4 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด ช่วงที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วงที่ 3 ขั้นอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน ช่วงที่ 4 ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

5.1 ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด(15 นาที)

5.1.1 ครูจัดกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 - 5 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่ เก่ง 1 คน ปานกลาง 2 - 3 คน อ่อน 1 คน

5.1.2 ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มมารับใบกิจกรรม “ปัญหาค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน” และกระดาษพู่ฟ

5.1.3 นักเรียนร่วมกันอ่านปัญหาพร้อมกัน

5.1.4 ครูชี้แจงเกี่ยวกับการทำใบกิจกรรมว่านักเรียนสามารถขีดเขียนเพื่อแสดงความเข้าใจปัญหาในปัญหา และตอบคำถามลงในกรอบที่กำหนด

5.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง (40 นาที)

5.2.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือแก้ปัญหาตามใบกิจกรรมที่ 7 เพื่อวางแผนในการรับผู้โดยสารจากสิงห์บุรีไปกรุงเทพ ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนด และให้บันทึกคำตอบลงในใบกิจกรรม และกระดาษพู่ฟ

5.2.2 ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มระหว่างทำกิจกรรม ถ้านักเรียนเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยครูอาจใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนรู้หรือไม่ว่าปัญหาดังกล่าวต้องการอะไร

- เงื่อนไขนักเรียนอ่านครบหรือยัง

- นักเรียนสามารถวาดแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับเงื่อนไขนักเรียนวาดภาพจากแบบจำลองหรือไม่

- คำตอบที่นักเรียนได้นั้นถูกหรือไม่

- นักเรียนควรตรวจคำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนดมาหรือไม่

- ถ้านักเรียนกลุ่มใดเสร็จแล้ว มีวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ หรือคำตอบอื่น ๆ อีกหรือไม่

5.2.3 เมื่อนักเรียนทำใบกิจกรรมเสร็จแล้วครูตรวจสอบและจัดกลุ่มนักเรียนที่แสดงวิธีทำที่คล้ายกันและคำตอบที่เหมือนกัน เพื่อเตรียมนำเสนอในชั้นถัดไปโดยเลือกกลุ่มนักเรียนที่นำเสนอจากคำตอบและวิธีการที่แตกต่างกัน

5.3 ชั้นอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน (30 นาที)

5.3.1 ครูชี้แจงการนำเสนอผลงานของนักเรียน โดยให้นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มนำเสนอตั้งคำถามกับเพื่อนที่นำเสนอ และเมื่อกลุ่มนำเสนอเสร็จแล้วครูจะถามคำถามนักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มนำเสนอ

5.3.2 ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ได้คัดเลือกนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเอง

5.3.3 ในระหว่างการนำเสนอ นักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มนำเสนอช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการและการคำนวณ

5.3.4 เมื่อนักเรียนกลุ่มที่เลือกนำเสนอเสร็จแล้ว ครูและนักเรียนกลุ่มอื่นสามารถถามคำถามหรือข้อสงสัยกับนักเรียนกลุ่มที่นำเสนอได้

5.3.5 เมื่อนักเรียนนำเสนอเสร็จทุกกลุ่มแล้ว ครูตั้งคำถามกับนักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในกิจกรรมนี้ ดังนี้

1) นักเรียนลองเปรียบเทียบการชี้วิเคราะห์ปัญหาส่วนไหนบ้างที่นักเรียนต้องขีดเขียน

[นักเรียนควรตอบว่า ปัญหานี้กำหนดอะไรมาบ้าง เงื่อนไขสำคัญคืออะไร ปัญหาถามอะไร]

2) เมื่อนักเรียนชี้วิเคราะห์ปัญหาแล้วปัญหาต้องการหาอะไร

[นักเรียนควรตอบว่า ต้องการหาวิธีการรับผู้โดยสารให้ได้ตามเงื่อนไขของปัญหา]

3) ปัญหากำหนดมีอะไรมาบ้าง

[นักเรียนควรตอบว่า จำนวนผู้โดยสารที่สามารถขึ้นได้ในแต่ละจุดที่รับ]

4) เงื่อนไขสำคัญที่ไว้ตรวจสอบคำตอบคืออะไร

[นักเรียนควรตอบว่า ผู้โดยสารจะขึ้นได้ไม่เกิน 13 คน และผู้ขับรถโดยสารต้องได้กำไรอย่างน้อย 800 บาท]

5) วิธีการแก้ปัญหาที่เพื่อนของนักเรียนนำเสนอวิธีใดบ้าง

[นักเรียนควรตอบว่า การใช้ตาราง การแบ่งเป็นปัญหาย่อย และการใช้แผนภาพ]

6) นักเรียนลองเปรียบเทียบแนวคิดของกลุ่มอื่นกับกลุ่มตัวเองว่าแตกต่างกันอย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า วิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกัน และในการรับผู้โดยสารแต่ละจุดแตกต่างกัน]

7) นักเรียนใช้เงื่อนไขไหนในการตรวจคำตอบ

[นักเรียนควรตอบว่า ผู้โดยสารจะขึ้นได้ไม่เกิน 13 คน และผู้ขับรถโดยสารต้องได้กำไรอย่างน้อย 800 บาท]

8) นักเรียนยกตัวอย่างคำตอบที่ไม่ถูกต้อง และเพราะอะไรคำตอบนั้นถึงไม่ถูกต้อง

[นักเรียนควรตอบว่า ยกตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขผู้โดยสารจะขึ้นได้ไม่เกิน 13 คน และผู้ขับรถโดยสารต้องได้กำไรอย่างน้อย 800 บาท]

9) นักเรียนมีวิธีการอื่นอีกหรือไม่

[นักเรียนควรตอบว่า มีนักเรียนตอบวิธีอื่นนอกจากที่นำเสนอไป]

5.4. ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (15 นาที)

5.4.1 จากการทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนอธิบายความรู้ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาครูตั้งคำถามดังนี้

1) นักเรียนใช้ความรู้เรื่องอะไรในการแก้ปัญหา

[นักเรียนควรตอบว่า การบวกและการคูณจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก]

2) ในการเดินทางมีวิธีการหาคำตอบกี่วิธี อะไรบ้าง

[นักเรียนควรตอบว่า 3 วิธีการ ประกอบด้วย ใช้การแก้ปัญหาโดยใช้ตารางแบ่งเป็นปัญหาย่อย และใช้แผนภาพ]

3) ในการแก้ปัญหามีขั้นตอนการแก้ปัญหอะไรบ้าง

[นักเรียนควรตอบว่า ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ชี้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ชี้นดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 4 ชี้นตรวจสอบผล]

4) ในขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนจะทำขึ้นนี้อย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการหา ตลอดจนความเข้าใจในเงื่อนไขสำคัญของปัญหา]

5) ในขั้นที่ 2 ชี้นวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนจะทำขึ้นนี้อย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า ต้องระบุข้อมูลหรือเงื่อนไข ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการหาและเขียนแผนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไข]

6) ในขั้นที่ 3 ขั้นตอนการตามแผน นักเรียนจะทำขั้นนี้อย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า ลงมือแก้ไขปัญหาตามแผนในขั้นที่ 2 โดยต้องเขียนวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียดและอธิบายให้ชัดเจน]

7) ในขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลนักเรียนจะทำขั้นนี้อย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า ต้องคิดย้อนจากคำตอบเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ของปัญหา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้องความสมเหตุสมผลของคำตอบ]

6. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	เกณฑ์การประเมิน
<p>ด้านความรู้ทาง คณิตศาสตร์: เพื่อให้ นักเรียนสามารถ</p> <p>1. หาผลบวกและการคูณจำนวนเต็มจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้</p>	<p>วิธีวัดผล: พิจารณาความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม เรื่อง “ปัญหาค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน”</p> <p>เครื่องมือวัดผล: ใบกิจกรรม เรื่อง “ปัญหาค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน”</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน: ในแต่ละข้อคำถาม</p> <ul style="list-style-type: none"> • ถ้า นักเรียน ตอบได้ ถูกต้องจะได้ คะแนน 1 คะแนน • ถ้า นักเรียน ตอบไม่ ถูกต้องจะได้ คะแนน 0 คะแนน <p>เกณฑ์การประเมินผล: ถ้า นักเรียน ได้คะแนน 1 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>
<p>ด้านทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์: เพื่อให้ นักเรียนสามารถ</p> <p>1. แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนตามกระบวนการของโพลยาได้</p>	<p>วิธีวัดผล: พิจารณาความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม เรื่อง “ปัญหาค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน”</p> <p>เครื่องมือวัดผล: ใบกิจกรรม เรื่อง “ปัญหาค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน”</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน: ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกแบบวิเคราะห์ซึ่งมีคะแนนเต็ม 15 คะแนนดังตารางแนบ</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล: ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 9 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	เกณฑ์การประเมิน
<p><u>ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์:</u> เพื่อให้</p> <p>นักเรียนสามารถ</p> <p>1. มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่มอบหมาย</p>	<p><u>วิธีวัดผล:</u></p> <p>พิจารณาพฤติกรรมหรือการ</p> <p>แสดงออกของนักเรียน ขณะ</p> <p>ตอบคำถามหรือทำงานที่</p> <p>มอบหมาย โดยมีครูเป็นผู้สังเกต</p> <p>แล้วบันทึกในแบบสังเกต</p> <p>พฤติกรรมการแก้ปัญหาทาง</p> <p>คณิตศาสตร์เครื่องมือวัดผล :</p> <p>แบบสังเกตพฤติกรรมการ</p> <p>แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p>	<p><u>เกณฑ์การให้คะแนน :</u></p> <p>ในแต่ละข้อของแบบสังเกต</p> <p>พฤติกรรม</p> <ul style="list-style-type: none"> • ถ้า นักเรียน แสดงออกให้ เห็นอย่างเด่นชัดจะได้ คะแนน 2 คะแนน • ถ้า นักเรียน แสดงออกให้ เห็น เพียงเล็กน้อยจะได้ คะแนน 1 คะแนน • ถ้า นักเรียน ไม่แสดงออก เลยจะได้ คะแนน 0 คะแนน <p><u>เกณฑ์การประเมินผล :</u></p> <p>ถ้า นักเรียน ได้คะแนน</p> <p>มากกว่า 2 คะแนน ถือว่า</p> <p>ผ่าน</p>

ชื่อนามสกุล..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่.....

ใบกิจกรรมที่ 5 สถานการณ์ปัญหา “ค่ารถโดยสารกับราคาน้ำมัน”

ค่าโดยสารรถตู้จากสิงห์บุรีไปกรุงเทพฯมีการขึ้นราคาเนื่องจากราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้นทำให้รายได้ของผู้ประกอบการลดลง ผู้ประกอบการอยากขึ้นราคาค่าโดยสารแต่ไม่สามารถทำได้เพราะการขึ้นค่าโดยสารต้องผ่านการยินยอมจากกรมขนส่งทางบก ซึ่งรถตู้สิงห์บุรีไปกรุงเทพฯจะมีจุดแวะรับ 3 จุด คือ บขส.สิงห์บุรี, บีเอ็มเอสชาวลิต และหน้าวัดอัมพวัน แต่ปัญหาคือผู้ประกอบการวิ่งแล้วได้กำไรน้อยและบางครั้งไม่พอต้นทุนทำให้ต้องมีการวางแผนการรับผู้โดยสารในแต่ละจุด ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

รถตู้โดยสารสิงห์บุรีไปกรุงเทพฯตามกฎหมายสามารถมีที่นั่งได้ไม่เกิน 13 ที่นั่ง กำลังวิ่งไปสู่จุดหมายแห่งหนึ่งซึ่งระหว่างทางมีจุดรับผู้โดยสาร 3 จุด โดยจุดเริ่มต้นจะมีผู้โดยสารตั้งแต่ 8 ถึง 10 คน และต้องแวะรับผู้โดยสารทุกจุดจุดละไม่เกิน 2 คน ซึ่งมีค่าบริการ ดังข้อมูลในตารางต่อไปนี้

จุดที่	ค่าบริการ (บาท)
1 เริ่มต้น	120
2	110
3	100

ซึ่งรถโดยสารคันนี้ต้องเติมน้ำมันดีเซล 500 บาทจึงจะวิ่งถึงจุดหมาย ซึ่งในการวิ่งรถโดยสารแต่ละครั้งเขาต้องได้กำไรอย่างน้อย 800 บาท จึงจะคุ้มทุน จงหาว่าต้องรับผู้โดยสารแต่ละจุดละกี่คน และได้เงินทั้งหมดกี่บาท

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหามองเห็นคืออะไร มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

 3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง
 (1 คะแนน)

.....

ขั้นที่ 2: ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1
 คะแนน)

5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

ขั้นที่ 3: ขั้นการดำเนินการตามแผน

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

.....

เฉลยข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่สถานการณ์ต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

ต้องรับผู้โดยสารแต่ละจุดอย่างละกี่คน และได้เงินทั้งหมดกี่บาท

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

รถตู้โดยสารสิงห์บุรีไปกรุงเทพตามกฎหมายสามารถมีที่นั่งได้ไม่เกิน 13 ที่นั่ง กำลังวิ่งไปสู่จุดหมายแห่งหนึ่งซึ่งระหว่างทางมีจุดรับผู้โดยสาร 3 จุด โดยจุดเริ่มต้นจะมีผู้โดยสารตั้งแต่ 8 ถึง 10 คน และต้องแวะรับผู้โดยสารทุกจุดจุดละไม่เกิน 2 คน ซึ่งมีค่าบริการ ดังตารางนี้

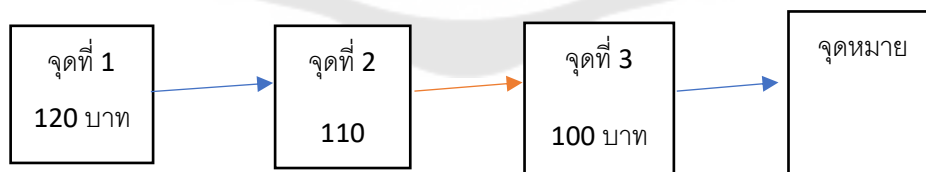
จุดที่	ค่าบริการ (บาท)
1 เริ่มต้น	120
2	110
3	100

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถไปใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

โดยรถโดยสารคันนี้ต้องเติมน้ำมันดีเซล 500 บาทถึงจะวิ่งถึงจุดหมาย ในการวิ่งรถโดยสารแต่ละครั้งเขาต้องได้กำไรอย่างน้อย 800 บาท จึงจะคุ้มทุน

ขั้นที่ 2: ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)



เติมน้ำมัน 500 บาท ต้องได้กำไรอย่างน้อย 800 บาท

5. ในการค้นหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง และใช้ในการค้นหาอะไร (1 คะแนน)

การคูณจำนวนเต็ม

การบวกจำนวนเต็ม

ขั้นที่ 3: ขั้นการดำเนินการตามแผน

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

วิธีที่ 1 ใช้ตาราง (เลือกแสดงวิธีใดก็ได้)

จุดที่ 1 เริ่มต้น (คน)	จุดที่ 2 (คน)	จุดที่ 3 (คน)	วิธีทำ	ผลลัพธ์
8	0	0	$8(120)+0(110)+0(100)$	960
8	0	1	$8(120)+0(110)+1(100)$	1,060
8	0	2	$8(120)+0(110)+2(100)$	1,160
8	1	0	$8(120)+1(110)+0(100)$	1,070
8	1	1	$8(120)+1(110)+1(100)$	1,170
8	1	2	$8(120)+1(110)+2(100)$	1,270
8	2	0	$8(120)+2(110)+0(100)$	1,180
8	2	1	$8(120)+2(110)+1(100)$	1,280
8	2	2	$8(120)+2(110)+2(100)$	1,380
9	0	0	$9(120)+0(110)+0(100)$	1,080
9	0	1	$9(120)+0(110)+1(100)$	1,180
9	0	2	$9(120)+0(110)+2(100)$	1,280
9	1	0	$9(120)+1(110)+0(100)$	1,190
9	1	1	$9(120)+1(110)+1(100)$	1,290
9	1	2	$9(120)+1(110)+2(100)$	1,390
9	2	0	$9(120)+2(110)+0(100)$	1,300
9	2	1	$9(120)+2(110)+1(100)$	1,400
9	2	2	$9(120)+2(110)+2(100)$	1,500
10	0	0	$10(120)+0(110)+0(100)$	1,200
10	0	1	$10(120)+0(110)+1(100)$	1,300
10	0	2	$10(120)+0(110)+2(100)$	1,400
10	1	0	$10(120)+1(110)+0(100)$	1,310
10	1	1	$10(120)+1(110)+1(100)$	1,410

จุดที่ 1 เริ่มต้น (คน)	จุดที่ 2 (คน)	จุดที่ 3 (คน)	วิธีทำ	ผลลัพธ์
10	1	2	$10(120)+1(110)+2(100)$	1,510
10	2	0	$10(120)+2(110)+0(100)$	1,420
10	2	1	$10(120)+2(110)+1(100)$	1,520
10	2	2	$10(120)+2(110)+2(100)$	1,620

วิธีที่ 2 แบ่งเป็นปัญหาย่อยๆ(เลือกแสดงวิธีใดก็ได้)

คำตอบที่ 1 จุดที่ 1 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 8 คน คิดเป็นเงิน $8(120) = 960$ บาท

จุดที่ 2 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 2 คน คิดเป็นเงิน $2(110) = 220$ บาท

จุดที่ 3 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 2 คน คิดเป็นเงิน $2(100) = 200$ บาท

รวมค่าโดยสารจากจุดเริ่มต้นจนถึงปลายทางทั้งหมด $960+220+200 = 1,380$ บาท

คำตอบที่ 2 จุดที่ 1 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 9 คน คิดเป็นเงิน $9(120) = 1,080$ บาท

จุดที่ 2 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 1 คน คิดเป็นเงิน $1(110) = 110$ บาท

จุดที่ 3 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 2 คน คิดเป็นเงิน $2(100) = 200$ บาท

รวมค่าโดยสารจากจุดเริ่มต้นจนถึงปลายทางทั้งหมด $1,080+110+200 = 1,390$ บาท

คำตอบที่ 3 จุดที่ 1 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 9 คน คิดเป็นเงิน $9(120) = 1,080$ บาท

จุดที่ 2 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 2 คน คิดเป็นเงิน $2(110) = 220$ บาท

จุดที่ 3 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 0 คน คิดเป็นเงิน $0(100) = 0$ บาท

รวมค่าโดยสารจากจุดเริ่มต้นจนถึงปลายทางทั้งหมด $1,080+220+0 = 1,300$ บาท

คำตอบที่ 4 จุดที่ 1 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 9 คน คิดเป็นเงิน $9(120) = 1,080$ บาท

จุดที่ 2 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 2 คน คิดเป็นเงิน $2(110) = 220$ บาท

จุดที่ 3 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 1 คน คิดเป็นเงิน $1(100) = 100$ บาท

รวมค่าโดยสารจากจุดเริ่มต้นจนถึงปลายทางทั้งหมด $1,080+220+100 = 1,400$ บาท

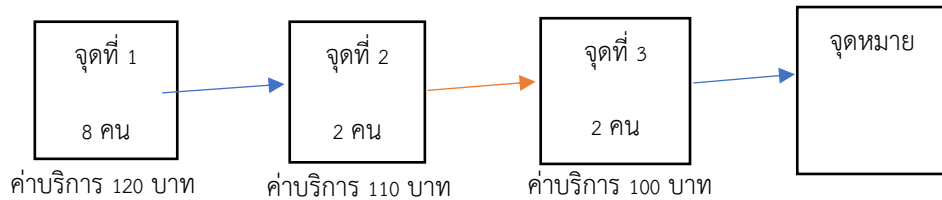
คำตอบที่ 5 จุดที่ 1 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 9 คน คิดเป็นเงิน $9(120) = 1,080$ บาท

จุดที่ 2 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 2 คน คิดเป็นเงิน $2(110) = 220$ บาท

จุดที่ 3 ขึ้นรถโดยสารจำนวน 2 คน คิดเป็นเงิน $2(100) = 200$ บาท

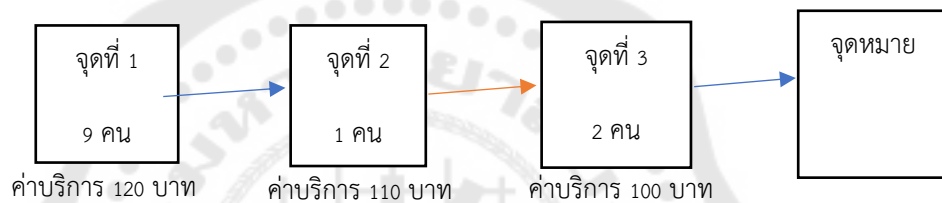
วิธีที่ 3 ใช้แผนภาพ(เลือกแสดงวิธีใดก็ได้)

คำตอบที่ 1



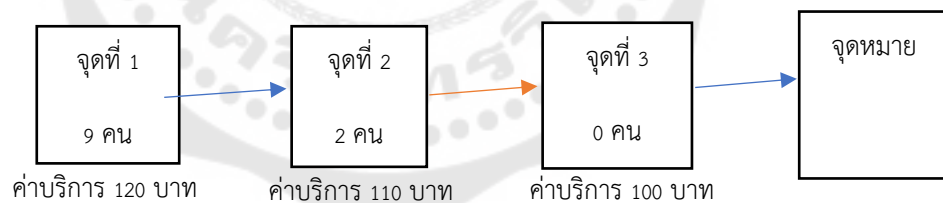
$$\text{คิดเป็นเงิน } 8(120)+2(110)+2(100) = 1,380 \text{ บาท}$$

คำตอบที่ 2



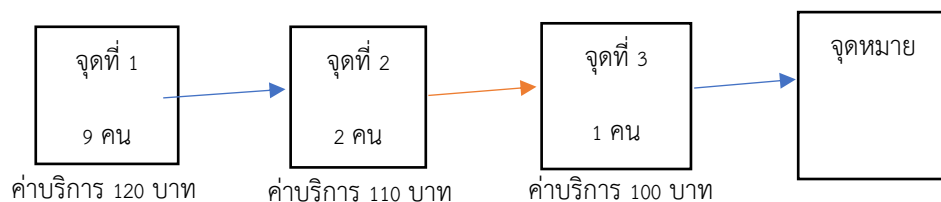
$$\text{คิดเป็นเงิน } 9(120)+1(110)+2(100) = 1,390 \text{ บาท}$$

คำตอบที่ 3



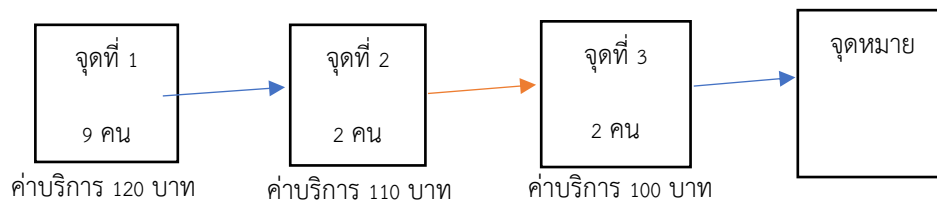
$$\text{คิดเป็นเงิน } 9(120)+2(110)+0(100) = 1,300 \text{ บาท}$$

คำตอบที่ 4



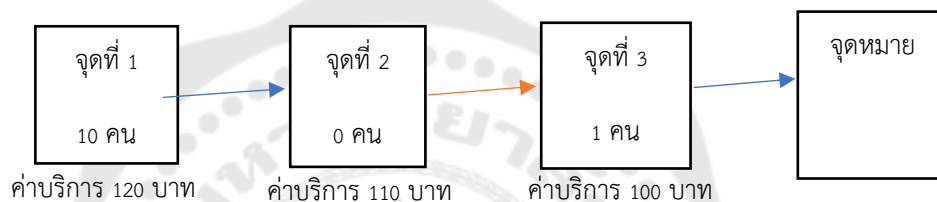
$$\text{คิดเป็นเงิน } 9(120)+2(110)+1(100) = 1,400 \text{ บาท}$$

คำตอบที่ 5



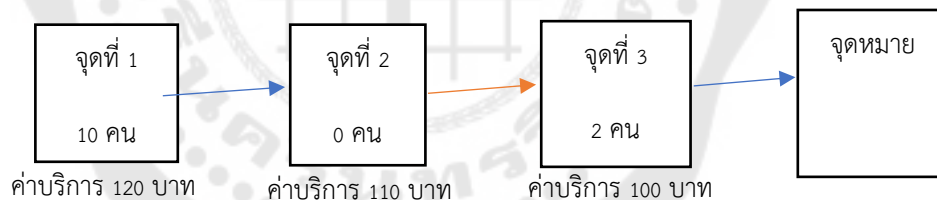
$$\text{คิดเป็นเงิน } 9(120)+2(110)+2(100) = 1,500\text{บาท}$$

คำตอบที่ 6



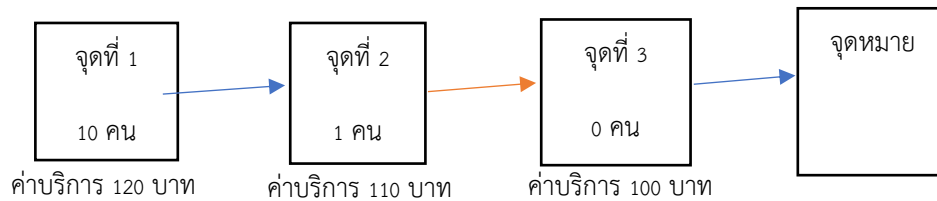
$$\text{คิดเป็นเงิน } 10(120)+0(110)+1(100) = 1,300\text{บาท}$$

คำตอบที่ 7



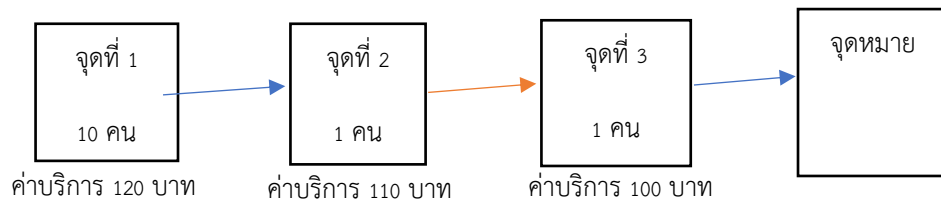
$$\text{คิดเป็นเงิน } 10(120)+0(110)+2(100)= 1,400\text{บาท}$$

คำตอบที่ 8



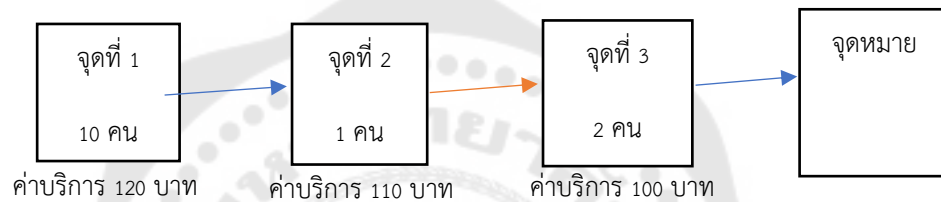
$$\text{คิดเป็นเงิน } 10(120)+1(110)+0(100)= 1,310\text{ บาท}$$

คำตอบที่ 9



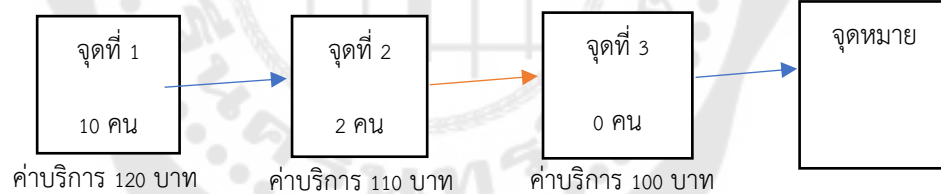
$$\text{คิดเป็นเงิน } 10(120)+1(110)+1(100)= 1,410 \text{ บาท}$$

คำตอบที่ 10



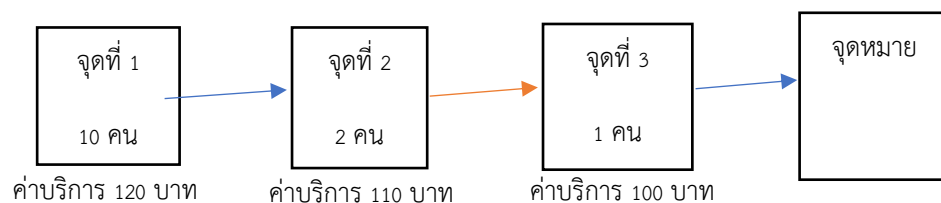
$$\text{คิดเป็นเงิน } 10(120)+1(110)+2(100) = 1,510 \text{ บาท}$$

คำตอบที่ 11



$$\text{คิดเป็นเงิน } 10(120)+2(110)+0(100) = 1,420 \text{ บาท}$$

คำตอบที่ 12



$$\text{คิดเป็นเงิน } 10(120)+2(110)+1(100) = 1,520 \text{ บาท}$$

จำนวน 2 คน และได้เงินทั้งหมด 1,510 บาท

สรุปคำตอบที่ 11 รับผู้โดยสารแต่ละจุดที่ 1 จำนวน 10 คน จุดที่ 2 จำนวน 2 คน จุดที่ 3
จำนวน 0 คน และได้เงินทั้งหมด 1,420 บาท

สรุปคำตอบที่ 12 รับผู้โดยสารแต่ละจุดที่ 1 จำนวน 10 คน จุดที่ 2 จำนวน 2 คน จุดที่ 3
จำนวน 1 คน และได้เงินทั้งหมด 1,520 บาท



8เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ด้านการทำความเข้าใจปัญหา (3 คะแนน)	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> • ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ และข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหา ได้ครบถ้วน 	3 (1+1+1)
<ul style="list-style-type: none"> • ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ หรือ ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหา ได้ 2 คำถาม 	2 (1+1+0) หรือ (1+0+1) หรือ (0+1+1)
<ul style="list-style-type: none"> • ระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ หรือข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหา ได้ 1 คำถาม 	1 (1+0+0) หรือ (0+0+1) หรือ (0+1+0)
<ul style="list-style-type: none"> • ไม่สามารถตอบคำถามได้หรือไม่เขียนคำตอบ 	0
2. ด้านการวางแผนแก้ปัญหา (2 คะแนน)	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> • ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการหาและเขียนแผนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไข ได้ถูกต้อง ครบถ้วน 	2 (1+1)
<ul style="list-style-type: none"> • ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการหาหรือเขียนแผนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไข ได้ถูกต้อง เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง 	1 (1+0) หรือ (0+1)
<ul style="list-style-type: none"> • ไม่สามารถตอบคำถามได้หรือไม่เขียนคำตอบ 	0
3. ด้านการดำเนินการตามแผน (7 คะแนน)	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> • แสดงวิธีการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วนมากกว่า 1 คำตอบ/กลยุทธ์ พร้อมอธิบายแนวคิด ได้ถูกต้อง ชัดเจน 	7 (4+3)
<ul style="list-style-type: none"> • แสดงวิธีการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วนมากกว่า 1 คำตอบ/กลยุทธ์ พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน 	6 (4+2)
<ul style="list-style-type: none"> • แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1 คำตอบ/กลยุทธ์ พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน 	5 (3+2)

เกณฑ์ (ต่อ)

3. ด้านการดำเนินการตามแผน (7 คะแนน)	คะแนน
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วนมากกว่า 1 คำตอบ/กลยุทธ์ พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้บางส่วน	5 (4+1)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วน 1 คำตอบ/กลยุทธ์ พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน	5 (3+2)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วน 1 คำตอบ/กลยุทธ์ พร้อมอธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้บางส่วน	4 (3+1)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วนมากกว่า 1 คำตอบ/กลยุทธ์ แต่ไม่อธิบายแนวคิด	4 4+0
• แสดงวิธีการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ครบถ้วน 1 คำตอบ/กลยุทธ์ แต่ไม่อธิบายแนวคิด	3 (3+0)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์บางส่วน แต่ไม่อธิบายแนวคิด	2 (2+0)
• แสดงวิธีการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ส่วนน้อย แต่ไม่อธิบายแนวคิด	1 (1+0)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ แต่อธิบายแนวคิด ได้ถูกต้อง ชัดเจน	3 (0+3)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้แต่อธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน	2 (0+2)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้แต่อธิบายแนวคิดพอสื่อให้เข้าใจได้บางส่วน	1 (0+1)
• แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้และไม่อธิบายแนวคิด	0

เกณฑ์ (ต่อ)

4. ด้านการตรวจสอบผล (3 คะแนน)	คะแนน
• มีการตรวจสอบคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	2
• มีการตรวจสอบคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน	1
• มีการตรวจสอบคำตอบของปัญหาปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือไม่ตรวจสอบคำตอบ	0
• มีการสรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง	1
• ไม่มีการสรุปคำตอบ/สรุปคำตอบแต่ไม่ครบถ้วนและถูกต้อง	0



แบบสังเกตพฤติกรรม การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชื่อกิจกรรม.....

สมาชิกของกลุ่ม 1..... 2.....

3..... 4.....

ลำดับ ที่	พฤติกรรมการแก้ปัญหา	นักเรียนคนที่				ข้อสังเกต เพิ่มเติม (ถ้ามี)
		1	2	3	4	
ด้านการทำความเข้าใจปัญหา						
1	นักเรียนระบุ “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา” ได้					
2	นักเรียนระบุ “ข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา” ได้ถูกต้อง					
ด้านการวางแผนแก้ปัญหา						
3	นักเรียนมี “การขีดเขียน /วาดรูปประกอบ” แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไข					
4	นักเรียนบอก “ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง” ได้					
ด้านการดำเนินการตามแผน						
5	นักเรียนเขียน “แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์” ได้ถูกต้อง					
6	นักเรียนเขียน “คำอธิบายกระบวนการแก้ปัญหา” ได้ อย่างชัดเจน					
7	นักเรียนมี “ส่วนร่วมในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย” ของกลุ่ม					
ด้านการตรวจสอบผล						
8	นักเรียนมี “การเปรียบเทียบ/ตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ กับข้อมูลและเงื่อนไข ของสถานการณ์จริงก่อน					
9	นักเรียนระบุ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์” ได้					

การให้คะแนน 0 แทน ไม่มี 1 แทน มีน้อย 2 แทน มีมาก

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน

เลข ที่	พฤติกรรม	คุณภาพการปฏิบัติ			
		4	3	2	1
1	มีส่วนร่วมในการทำงาน ที่ได้รับมอบหมาย				
	รวม				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	=	ดีมาก	ให้	4	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	=	ดี	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	=	พอใช้	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง	=	ปรับปรุง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
4	ดีมาก
3	ดี
2	พอใช้
1	ปรับปรุง

แบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหา

วันที่ : เวลา

ชื่อกิจกรรม :

ชื่อนักเรียน :

ประเด็นในการสัมภาษณ์	บันทึกคำตอบของนักเรียน
1. สิ่งที่สถานการณ์ต้องการหา มีอะไรบ้าง	
2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมา มีอะไรบ้าง	
3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถไปใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง	
4. จากข้อ 3 นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้นได้อย่างไร	
5. ในการค้นหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง	
6. นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาในการวิเคราะห์ผลการแก้ปัญหาหรือไม่ อย่างไร	
7. นักเรียนใช้กลยุทธ์อะไรบ้างในการแก้ปัญหา	
8. นักเรียนมีแนวทางตรวจสอบคำตอบของปัญหาอย่างไร	
9. นักเรียนมีแนวทางสรุปคำตอบของปัญหาอย่างไร	

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ด้านนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

2. ด้านผู้สอน

.....

.....

.....

.....

.....

3. ด้านอื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(.....)

ตำแหน่ง.....

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



ภาคผนวก ง
แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการ
ดำเนินการ

ชื่อนามสกุล..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่.....

แบบทดสอบข้อที่ 1 สถานการณ์ “การเลือกซื้ออาหารในห้างสรรพสินค้า”

ในห้างสรรพสินค้ามีสินค้าให้เลือกซื้อหลายประเภท เช่น เครื่องใช้ภายในบ้าน เสื้อผ้า และอาหาร เป็นต้น ซึ่งอาหารก็เป็นสินค้าประเภทหนึ่งที่ประชาชนส่วนใหญ่นิยมมาซื้อเพราะความสะดวกสบาย อาหารกลางวันก็เช่นเดียวกัน พนักงานและประชาชนเห็นถึงความสะดวกสบายในการสั่งอาหารในห้างสรรพสินค้า โดยในห้างมีอาหารและเครื่องดื่มให้เลือกมากมายทั้งอาหารไทย อาหารจีน อาหารฝรั่ง ราคาส่วนใหญ่อยู่ในระดับกลางจนถึงสูง ทำให้ประชาชนทั่วไปต้องเลือกเมนูอาหารให้เหมาะกับจำนวนเงินที่มี พิจารณาสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

ในห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่ง เคลวินต้องการรับประทานอาหาร 3 อย่าง ประกอบด้วย เครื่องดื่ม อาหารหลัก และ ของหวาน โดยมีเมนูอาหารดังตารางนี้

อาหาร	ราคา
เครื่องดื่ม	
1. นม	30
2. น้ำชา	25
3. น้ำผลไม้	35
อาหารหลัก	
1. สปาเก็ตตี้	50
2. ข้าวผัด	45
3. ก๋วยเตี๋ยว	40
ของหวาน	
1. ขนมปัง	20
2. ลอดช่อง	15
3. ผลไม้	25

โดยเคลวินต้องเลือกอาหารมาประเภทละ 1 ชนิด และมีเงิน 100 บาท เคลวินจะเลือกอาหารชนิดใดได้บ้าง

จากข้อมูลข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ข้อคำถาม**ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา**

1. สิ่งที่เกิดสถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

2. สิ่งที่เกิดสถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2: ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)

.....

.....

.....



เฉลยข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหาปลายเปิด

1. สิ่งที่สถานการณ์ต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

เคลวินมีวิธีการใดที่เลือกอาหารทั้ง 3 อย่าง แล้วราคารวมกันไม่เกินเงินที่เคลวินมี

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

เคลวินมีเงิน 100 บาท ต้องการอาหาร 3 อย่าง ประกอบด้วย เครื่องดื่ม อาหารหลัก และของหวาน มีอาหารให้เลือกดังนี้

เครื่องดื่ม 1. นม 30 บาท 2. น้ำชา 25 บาท 3. น้ำผลไม้ 35 บาท

อาหารหลัก 1. สปาเก็ตตี้ 50 บาท 2. ข้าวผัด 45 บาท 3. ก๋วยเตี๋ยว 40 บาท

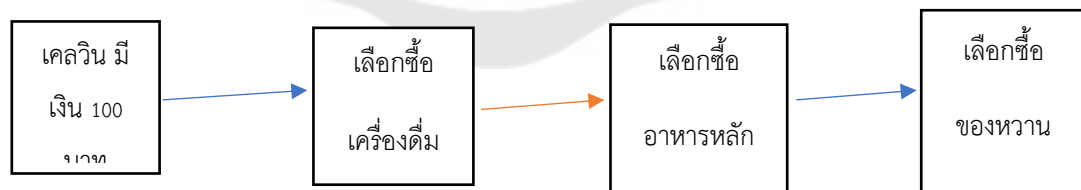
ของหวาน 1. ขนมปัง 20 บาท 2. รอดช่อง 15 บาท 3. ผลไม้ 25 บาท

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถไปใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

เคลวินมีเงิน 100 บาท ต้องการอาหาร 3 อย่าง ประกอบด้วย เครื่องดื่ม อาหารหลัก และของหวาน

ขั้นที่ 2: ขั้นการวางแผนในการแก้ปัญหาปลายเปิด

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)



5. ในการค้นหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

การบวกจำนวนเต็ม

ขั้นที่ 3: ขั้นการดำเนินการตามแผนในการแก้ปัญหาปลายเปิด

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

วิธีที่ 1 ใช้ตาราง (เลือกแสดงวิธีใดก็ได้)

เครื่องดื่ม	อาหารหลัก	ของหวาน	วิธีทำ	ผลลัพธ์
นม ราคา 30 บาท	สปาเก็ตตี้ ราคา 60 บาท	ขนมปัง ราคา 20 บาท	$30 + 60 + 20$	110
นม ราคา 30 บาท	สปาเก็ตตี้ ราคา 60 บาท	ลอดช่อง ราคา 15 บาท	$30 + 60 + 15$	105
นม ราคา 30 บาท	สปาเก็ตตี้ ราคา 60 บาท	ผลไม้ราคา 25 บาท	$30 + 60 + 25$	115
นม ราคา 30 บาท	ข้าวผัด ราคา 50 บาท	ขนมปัง ราคา 20 บาท	$30 + 50 + 20$	100
นม ราคา 30 บาท	ข้าวผัด ราคา 50 บาท	ลอดช่อง ราคา 15 บาท	$30 + 50 + 15$	95
นม ราคา 30 บาท	ข้าวผัด ราคา 50 บาท	ผลไม้ราคา 25 บาท	$30 + 50 + 20$	100
นม ราคา 30 บาท	ก๋วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท	ขนมปัง ราคา 20 บาท	$30 + 40 + 20$	90
นม ราคา 30 บาท	ก๋วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท	ลอดช่อง ราคา 15 บาท	$30 + 40 + 15$	85
นม ราคา 30 บาท	ก๋วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท	ผลไม้ราคา 25 บาท	$30 + 40 + 25$	95
น้ำชา ราคา 25 บาท	สปาเก็ตตี้ ราคา 60 บาท	ขนมปัง ราคา 20 บาท	$25 + 60 + 20$	105
น้ำชา ราคา 25 บาท	สปาเก็ตตี้ ราคา 60 บาท	ลอดช่อง ราคา 15 บาท	$25 + 60 + 15$	95

เครื่องดื่ม	อาหารหลัก	ของหวาน	วิธีทำ	ผลลัพธ์
น้ำชา ราคา 25 บาท	สปาเก็ตตี้ ราคา 60 บาท	ผลไม้ราคา 25 บาท	25 + 60 + 25	110
น้ำชา ราคา 25 บาท	ข้าวผัด ราคา 50 บาท	ขนมปัง ราคา 20 บาท	25 + 50 + 20	95
น้ำชา ราคา 25 บาท	ข้าวผัด ราคา 50 บาท	ลอดช่อง ราคา 15 บาท	25 + 50 + 15	85
น้ำชา ราคา 25 บาท	ข้าวผัด ราคา 50 บาท	ผลไม้ราคา 25 บาท	25 + 50 + 25	100
น้ำชา ราคา 25 บาท	ก๋วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท	ขนมปัง ราคา 20 บาท	25 + 40 + 20	85
น้ำชา ราคา 25 บาท	ก๋วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท	ลอดช่อง ราคา 15 บาท	25 + 40 + 15	80
น้ำชา ราคา 25 บาท	ก๋วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท	ผลไม้ราคา 25 บาท	25 + 40 + 25	90
น้ำผลไม้ ราคา 35 บาท	สปาเก็ตตี้ ราคา 60 บาท	ขนมปัง ราคา 20 บาท	35 + 60 + 20	115
น้ำผลไม้ ราคา 35 บาท	สปาเก็ตตี้ ราคา 60 บาท	ลอดช่อง ราคา 15 บาท	35 + 60 + 15	110
น้ำผลไม้ ราคา 35 บาท	สปาเก็ตตี้ ราคา 60 บาท	ผลไม้ราคา 25 บาท	35 + 60 + 25	120
น้ำผลไม้ ราคา 35 บาท	ข้าวผัด ราคา 50 บาท	ขนมปัง ราคา 20 บาท	35 + 50 + 20	105
น้ำผลไม้ ราคา 35 บาท	ข้าวผัด ราคา 50 บาท	ลอดช่อง ราคา 15 บาท	35 + 50 + 15	90
น้ำผลไม้ ราคา 35 บาท	ข้าวผัด ราคา 50 บาท	ผลไม้ราคา 25 บาท	35 + 50 + 25	110
น้ำผลไม้ ราคา 35 บาท	ก๋วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท	ขนมปัง ราคา 20 บาท	35 + 40 + 20	95

น้ำผลไม้ ราคา 35 บาท	ก๊วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท	รอดช่อง ราคา 15 บาท	$35 + 40 + 15$	90
น้ำผลไม้ ราคา 35 บาท	ก๊วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท	ผลไม้ราคา 25 บาท	$35 + 40 + 25$	100

วิธีที่ 2 แบ่งเป็นปัญหาย่อยๆ(เลือกแสดงวิธีใดก็ได้)

คำตอบที่ 1. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น นม ราคา 30 บาท

อาหารหลัก เป็น ข้าวผัด ราคา 50 บาท

ของหวาน เป็น ขนมปัง ราคา 20 บาท

รวมราคาทั้งหมด $30 + 50 + 20 = 100$ บาท

คำตอบที่ 2. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น นม ราคา 30 บาท

อาหารหลัก เป็น ข้าวผัด ราคา 50 บาท

ของหวาน เป็น รอดช่อง ราคา 15 บาท

รวมราคาทั้งหมด $30 + 50 + 15 = 95$ บาท

คำตอบที่ 3. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น นม ราคา 30 บาท

อาหารหลัก เป็น ก๊วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท

ของหวาน เป็น ขนมปัง ราคา 20 บาท

รวมราคาทั้งหมด $30 + 40 + 20 = 90$ บาท

คำตอบที่ 4. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น นม ราคา 30 บาท

อาหารหลัก เป็น ก๊วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท

ของหวาน เป็น รอดช่อง ราคา 15 บาท

รวมราคาทั้งหมด $30 + 40 + 15 = 85$ บาท

คำตอบที่ 5. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น นม ราคา 30 บาท

อาหารหลัก เป็น ก๊วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท

ของหวาน เป็น ผลไม้ราคา 25 บาท

รวมราคาทั้งหมด $30 + 40 + 25 = 95$ บาท

คำตอบที่ 6. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น น้ำชา ราคา 25 บาท

อาหารหลัก เป็น สปาเก็ตตี้ ราคา 60 บาท

ของหวาน เป็น รอดช่อง ราคา 15 บาท

รวมราคาทั้งหมด $25 + 60 + 15 = 95$ บาท

คำตอบที่ 7. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น น้ำชา ราคา 25 บาท

อาหารหลัก เป็น ข้าวผัด ราคา 50 บาท

ของหวาน เป็น ขนมปัง ราคา 20 บาท

รวมราคาทั้งหมด $25 + 50 + 20 = 95$ บาท

คำตอบที่ 8. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น น้ำชา ราคา 25 บาท

อาหารหลัก เป็น ข้าวผัด ราคา 50 บาท

ของหวาน เป็น รอดช่อง ราคา 15 บาท

รวมราคาทั้งหมด $25 + 50 + 15 = 80$ บาท

คำตอบที่ 9. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น น้ำชา ราคา 25 บาท

อาหารหลัก เป็น ข้าวผัด ราคา 50 บาท

ของหวาน เป็น ผลไม้ราคา 25 บาท

รวมราคาทั้งหมด $25 + 50 + 25 = 100$ บาท

คำตอบที่ 10. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น น้ำชา ราคา 25 บาท

อาหารหลัก เป็น ก๋วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท

ของหวาน เป็น ขนมปัง ราคา 20 บาท

รวมราคาทั้งหมด $25 + 40 + 20 = 85$ บาท

คำตอบที่ 11. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น น้ำชา ราคา 25 บาท

อาหารหลัก เป็น ก๋วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท

ของหวาน เป็น รอดช่อง ราคา 15 บาท

รวมราคาทั้งหมด $25 + 40 + 15 = 80$ บาท

คำตอบที่ 12. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น น้ำชา ราคา 25 บาท

อาหารหลัก เป็น ก๋วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท

ของหวาน เป็น ผลไม้ราคา 25 บาท

รวมราคาทั้งหมด $25 + 40 + 25 = 90$ บาท

คำตอบที่ 13. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น น้ำผลไม้ ราคา 35 บาท

อาหารหลัก เป็น ข้าวผัด ราคา 50 บาท

ของหวาน เป็น รอดช่อง ราคา 15 บาท

รวมราคาทั้งหมด $35 + 50 + 15 = 90$ บาท

คำตอบที่ 14. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น น้ำผลไม้ ราคา 35 บาท

อาหารหลัก เป็น ก๋วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท

ของหวาน เป็น ขนมปัง ราคา 20 บาท

รวมราคาทั้งหมด $35 + 40 + 20 = 95$ บาท

คำตอบที่ 15. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น น้ำผลไม้ ราคา 35 บาท

อาหารหลัก เป็น ก๋วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท

ของหวาน เป็น รอดช่อง ราคา 15 บาท

รวมราคาทั้งหมด $35 + 40 + 15 = 90$ บาท

คำตอบที่ 16. เคลวินเลือกซื้อ

เครื่องดื่ม เป็น น้ำผลไม้ ราคา 35 บาท

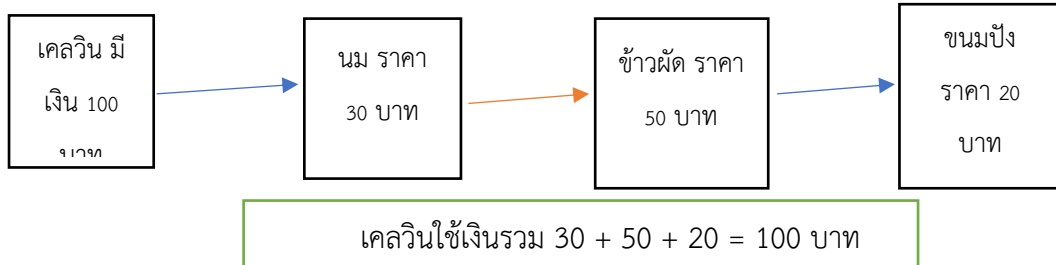
อาหารหลัก เป็น ก๋วยเตี๋ยว ราคา 40 บาท

ของหวาน เป็น ผลไม้ราคา 25 บาท

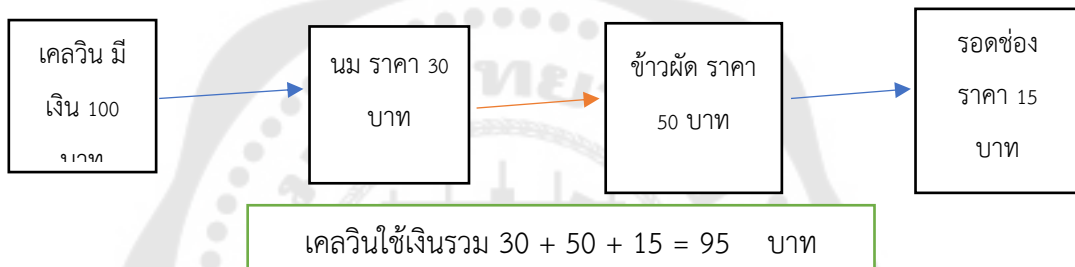
รวมราคาทั้งหมด $35 + 40 + 25 = 100$ บาท

วิธีที่ 3 ใช้แผนภาพ(เลือกแสดงวิธีใดก็ได้)

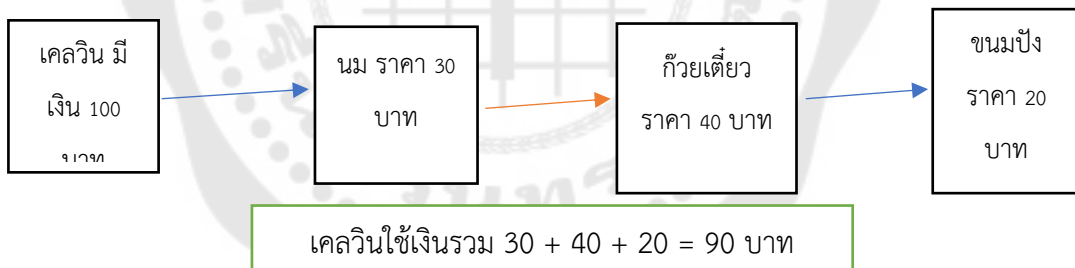
คำตอบที่ 1



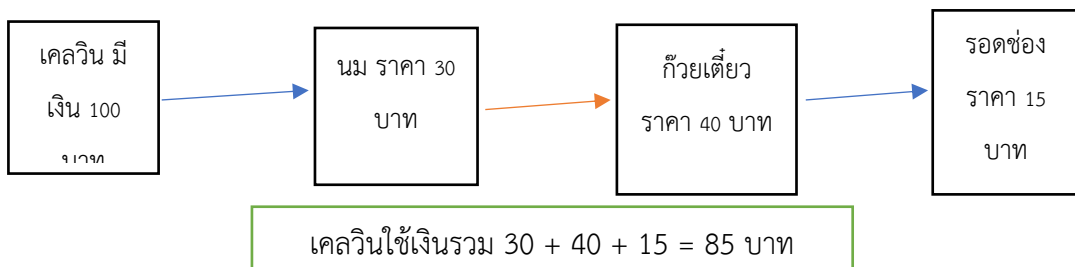
คำตอบที่ 2

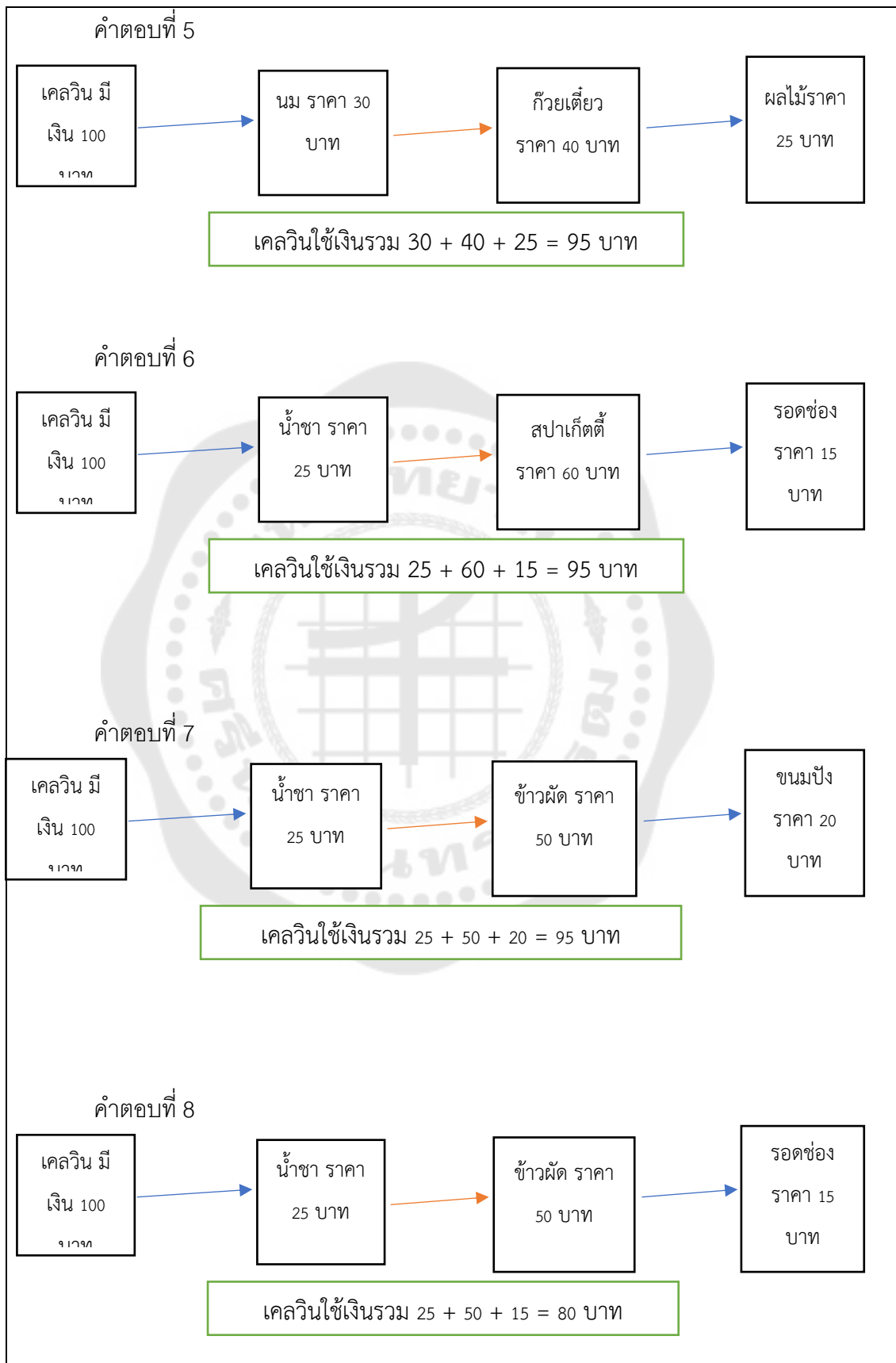


คำตอบที่ 3

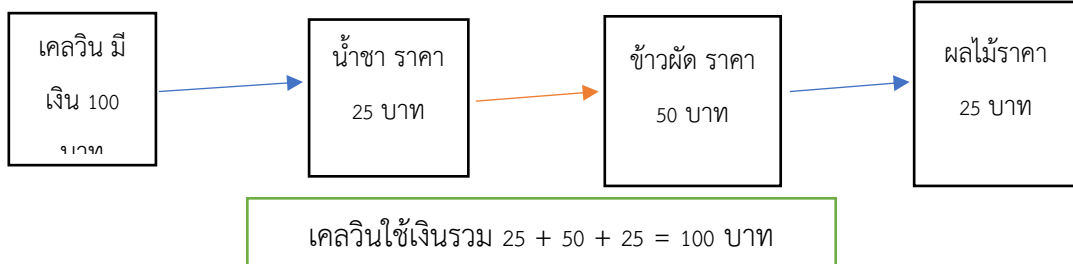


คำตอบที่ 4

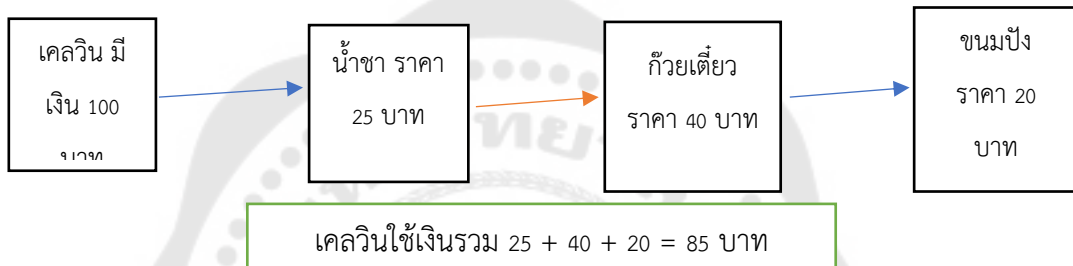




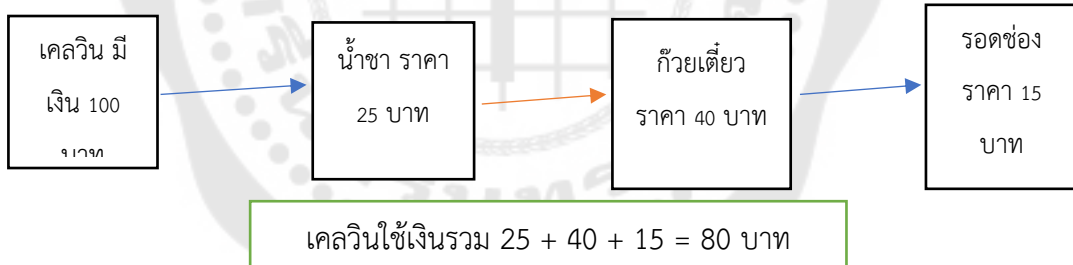
คำตอบที่ 9



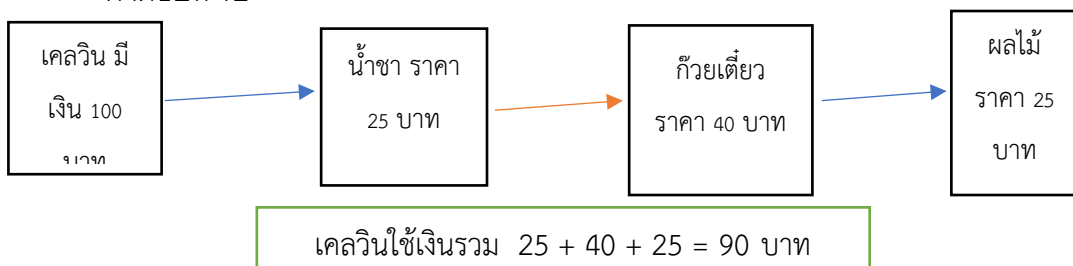
คำตอบที่ 10



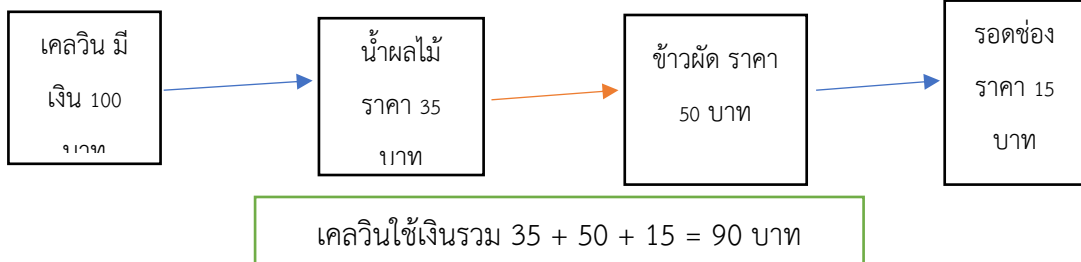
คำตอบที่ 11



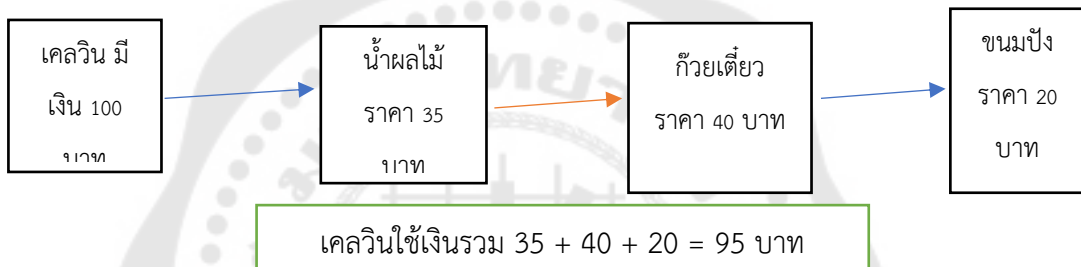
คำตอบที่ 12



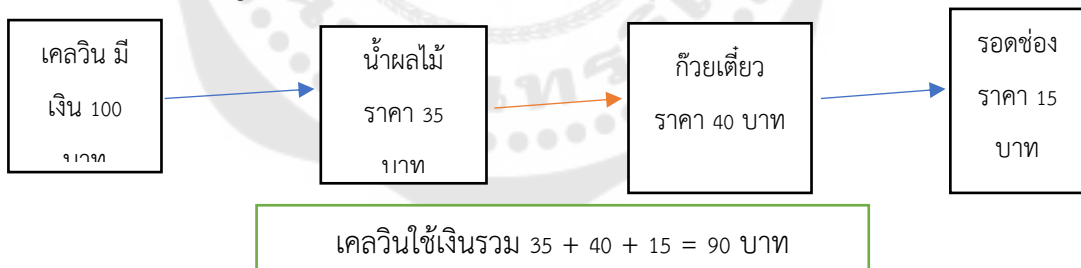
คำตอบที่ 13



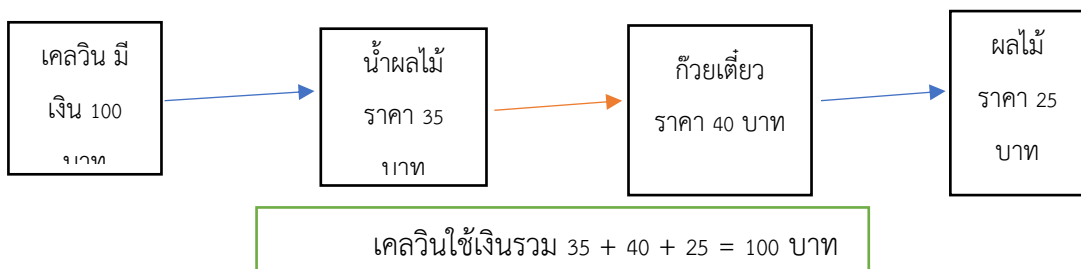
คำตอบที่ 14



คำตอบที่ 15



คำตอบที่ 16



ขั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบคำตอบ

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของปัญหา (2 คะแนน)

ตรวจสอบคำตอบที่ 1 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ นม ข้าวผัด ขนมปัง คิดเป็นเงิน 100 บาทซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 2 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ นม ข้าวผัด รอดช่อง คิดเป็นเงิน 95 บาท ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 3 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ นม กว๊วยเดี่ยว ขนมปัง คิดเป็นเงิน 90 บาท ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 4 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ นม กว๊วยเดี่ยว รอดช่อง คิดเป็นเงิน 85 บาท ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 5 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ นม กว๊วยเดี่ยว ผลไม้ คิดเป็นเงิน 95 บาท

ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 6 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำชา สปาเก็ตตี้ รอดช่อง คิดเป็นเงิน 95 บาท ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 7 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำชา ข้าวผัด ขนมปัง คิดเป็นเงิน 95 บาท ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 8 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำชา ข้าวผัด รอดช่อง คิดเป็นเงิน 80 บาท

ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 9 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำชา ข้าวผัด ผลไม้ คิดเป็นเงิน 100 บาท ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 10 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำชา กว๊วยเดี่ยว ขนมปัง คิดเป็นเงิน 85 บาท ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 11 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำชา กว๊วยเดี่ยว รอดช่อง คิดเป็นเงิน 80 บาท ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 12 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำชา กว๊วยเดี่ยว ผลไม้ คิดเป็นเงิน 90 บาท ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 13 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำผลไม้ ข้าวผัด รอดช่อง คิด

เป็นเงิน 90 บาท ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 14 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำผลไม้ กว๊วยเดี่ยว ขนมปัง คิดเป็นเงิน 95 บาท ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 15 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำผลไม้ กว๊วยเดี่ยว รอดช่อง คิดเป็นเงิน 90 บาท ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 16 16 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำผลไม้ กว๊วย ผลไม้ คิดเป็นเงิน 100 บาท ซึ่งไม่เกินเงินที่เคลวินมี 100 บาท

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหา (1 คะแนน)

สรุปคำตอบที่ 1 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ นม ข้าวผัด ขนมปัง คิดเป็นเงิน 100 บาท

สรุปคำตอบที่ 2 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ นม ข้าวผัด รอดช่อง คิดเป็นเงิน 95 บาท

สรุปคำตอบที่ 3 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ นม กว๊วยเดี่ยว ขนมปัง คิดเป็นเงิน 90 บาท

สรุปคำตอบที่ 4 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ นม กว๊วยเดี่ยว รอดช่อง คิดเป็นเงิน 85 บาท

สรุปคำตอบที่ 5 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ นม กว๊วยเดี่ยว ผลไม้ คิดเป็นเงิน 95 บาท

สรุปคำตอบที่ 6 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำชา สปาเก็ตตี้ รอดช่อง คิดเป็นเงิน 95 บาท

สรุปคำตอบที่ 7 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำชา ข้าวผัด ขนมปัง คิดเป็นเงิน 95 บาท

สรุปคำตอบที่ 8 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำชา ข้าวผัด รอดช่อง คิดเป็นเงิน 80 บาท

สรุปคำตอบที่ 9 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำชา ข้าวผัด ผลไม้ คิดเป็นเงิน 100 บาท

สรุปคำตอบที่ 10 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำชา กว๊วยเดี่ยว ขนมปัง คิดเป็นเงิน 85 บาท

สรุปคำตอบที่ 11 เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำชา กว๊วยเดี่ยว รอดช่อง คิดเป็นเงิน 80 บาท

สรุปคำตอบที่ 12	เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำชา ก๊วยเตี๋ยว ผลไม้ คิดเป็นเงิน 90 บาท
สรุปคำตอบที่ 13	เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำผลไม้ ข้าวผัด รอดช่อง คิดเป็นเงิน 90 บาท
สรุปคำตอบที่ 14	เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำผลไม้ ก๊วยเตี๋ยว ขนมปัง คิดเป็นเงิน 95 บาท
สรุปคำตอบที่ 15	เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำผลไม้ ก๊วยเตี๋ยว รอดช่อง คิดเป็นเงิน 90 บาท
สรุปคำตอบที่ 16	เคลวินเลือกอาหาร 3 อย่าง คือ น้ำผลไม้ ก๊วยเตี๋ยว ผลไม้ คิดเป็นเงิน 100 บาท



ชื่อนามสกุล..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่.....

แบบทดสอบข้อที่ 2 สถานการณ์ปัญหา “การขายผลไม้ตามฤดูกาลในสวน”

การปลูกพืชมีหลายรูปแบบทั้งพืชเชิงเดี่ยวและพืชผสมผสานซึ่งในชุมชนมีการปลูกพืชเชิงเดี่ยวกันแพร่หลายโดยพืชส่วนใหญ่ที่นิยมปลูกกันในชุมชนคือ ข้าว แต่บางครั้งก็มีปัญหาเช่นเมื่อราคาข้าวตกคนในชุมชนจะขายข้าวได้ในราคาต่ำทำให้เกษตรกรส่วนหนึ่งหันมาปลูกพืชแบบผสมผสานโดยใช้การปลูกพืชหลายชนิดในพื้นที่เดียวกัน สำหรับพืชที่สามารถปลูกในภาคกลางได้นั้นมีมากมายตามฤดูกาล เช่น ฤดูร้อนปลูก มะขาม แดงโม สับปะรด เป็นต้น ชาวสวนในชุมชนจึงเลือกปลูกพืชแบบผสมผสาน ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

ในชุมชนมีการปลูกพืชเพียงชนิดเดียวคือข้าว นักเรียนต้องเสนอพืชที่สามารถปลูกขายได้ทั้ง 3 ฤดูกาล โดยมีข้อมูลพืชตามฤดูกาลดังตารางต่อไปนี้

ฤดูกาล	ชนิด	ผลผลิต (กิโลกรัม/ ฤดูกาล)	ราคาขาย (บาท/กิโลกรัม)
ร้อน	มะขาม	200	80
	แดงโม	300	20
	สับปะรด	300	20
หนาว	มะละกอ	400	15
	ละมุด	100	120
	ชมพู่	150	120
ฝน	กล้วยไข่	250	40
	ส้มโอ	200	90
	ฝรั่ง	400	15

หากชาวสวนต้องลงทุนทำสวนต่อฤดูกาลไม่ต่ำกว่า 20,000 บาท โดยที่สามารถปลูกผลไม้ได้ไม่เกิน 2 ชนิด/ฤดูกาล จึงพิจารณาว่าชาวสวนสามารถปลูกพืชชนิดใดได้บ้างในแต่ละฤดูกาลให้เป็นไปตามข้อกำหนด

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ข้อคำถาม**ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา**

1. สิ่งที่ยกสถานการณ์ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

2. สิ่งที่ยกสถานการณ์ปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2: ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....
8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)
.....
.....
.....



เฉลยข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่สถานการณ์ต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

สามารถปลูกพืชชนิดใดได้บ้างในแต่ละฤดูกาลให้เป็นไปตามข้อกำหนด

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดมา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

นักเรียนต้องเสนอพืชที่สามารถขายได้ทั้ง 3 ฤดูกาล โดยมีพืชตามฤดูกาลดังตาราง

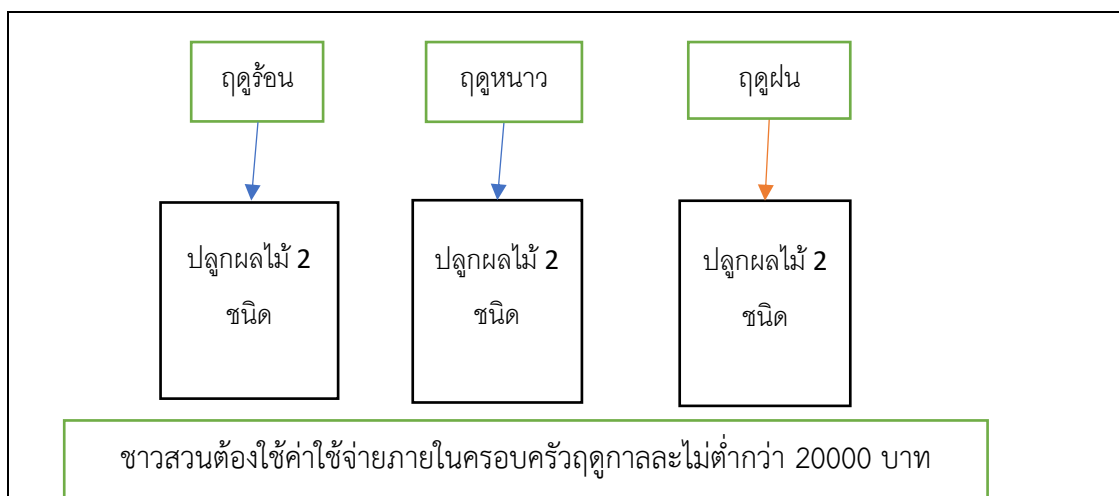
ฤดูกาล	ชนิด	ผลผลิต (กิโลกรัม/ ฤดูกาล)	ราคาขาย (บาท/ กิโลกรัม)
ร้อน	มะขาม	200	80
	แตงโม	300	20
	สับปะรด	300	20
หนาว	มะละกอ	400	15
	ละมุด	100	120
	ชมพู่	150	120
ฝน	กล้วยไข่	250	40
	ส้มโอ	200	90
	ฝรั่ง	400	15

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถไปใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

หากชาวสวนต้องใช้จ่ายภายในครอบครัวฤดูกาลละไม่ต่ำกว่า 20000 บาท และสามารถปลูกผลไม้ได้ไม่เกิน 2 ชนิด/ฤดูกาล

ขั้นที่ 2: ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)



5. ในการค้นหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง และใช้ในการค้นหาอะไร (1 คะแนน)

การคูณจำนวนเต็ม

การบวกจำนวนเต็ม

ขั้นที่ 3: ขั้นการดำเนินการตามแผน

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

วิธีที่ 1 ใช้ตาราง (เลือกแสดงวิธีใดก็ได้)

แบบที่	ฤดูร้อน	ยอดขาย (บาท)	ฤดูหนาว	ยอดขาย (บาท)	ฤดูฝน	ยอดขาย (บาท)
1	มะขาม และ แตงโม	200(80) +300(20) =22,000	ชมพู่และ มะละกอ	150(120) +400(15) =24,000	ส้มโอและ กัลยไช้	200(90) +250(40) =28,000
2	มะขาม และ แตงโม	200(80) +300(20) =22,000	ชมพู่และ มะละกอ	150(120) +400(15) =24,000	ส้มโอและ ฝรั่ง	200(90) +400(15) =24,000
3	มะขาม และ แตงโม	200(80) +300(20) =22,000	ชมพู่และ ละมุด	150(120) +100(120) =30,000	ส้มโอและ กัลยไช้	200(90) +250(40) =28,000
4	มะขาม	200(80)	ชมพู่และ	150(120)	ส้มโอและ	200(90)

	และ แตงโม	+300(20) =22,000	ละมุด	+100(120) =30,000	ฝรั่ง	+400(15) =24,000
5	มะขาม และ สับปะรด	200(80) +300(20) =22,000	ชมพู่และ มะละกอ	150(120) +400(15) =24,000	ส้มโอและ กล้วยไข่	200(90) +250(40) =28,000
6	มะขาม และ สับปะรด	200(80) +300(20) =22,000	ชมพู่และ มะละกอ	150(120) +400(15) =24,000	ส้มโอและ ฝรั่ง	200(90) +400(15) =24,000
7	มะขาม และ สับปะรด	200(80) +300(20) =22,000	ชมพู่และ ละมุด	150(120) +100(120) =30,000	ส้มโอและ กล้วยไข่	200(90) +250(40) =28,000
8	มะขาม และ สับปะรด	200(80) +300(20) =22,000	ชมพู่และ ละมุด	150(120) +100(120) =30,000	ส้มโอและ ฝรั่ง	200(90) +400(15) =24,000

วิธีที่ 2 แบ่งเป็นปัญหาย่อยๆ(เลือกแสดงวิธีใดก็ได้)

คำตอบที่ 1. ฤดูร้อน ปลูก มะขามและแตงโม มียอดขาย คือ $200(80)+300(20) = 22,000$ บาท
 ฤดูหนาว ปลูก ชมพู่และมะละกอ มียอดขาย คือ $150(120)+400(15) = 24,000$ บาท
 ฤดูฝน ปลูก ส้มโอและกล้วยไข่ มียอดขาย คือ $200(90)+250(40) = 28,000$ บาท

คำตอบที่ 2. ฤดูร้อน ปลูก มะขามและแตงโม มียอดขาย คือ $200(80)+300(20) = 22,000$ บาท
 ฤดูหนาว ปลูก ชมพู่และมะละกอ มียอดขาย คือ $150(120)+400(15) = 24,000$ บาท
 ฤดูฝน ปลูก ส้มโอและฝรั่ง มียอดขาย คือ $200(90)+400(15) = 24,000$ บาท

คำตอบที่ 3. ฤดูร้อน ปลูก มะขามและแตงโม มียอดขาย คือ $200(80)+300(20) = 22,000$ บาท
 ฤดูหนาว ปลูก ชมพู่และละมุด มียอดขาย คือ $150(120)+100(120) = 30,000$ บาท
 ฤดูฝน ปลูก ส้มโอและกล้วยไข่ มียอดขาย คือ $200(90)+250(40) = 28,000$ บาท

คำตอบที่ 4. ฤดูร้อน ปลูก มะขามและแตงโม มียอดขาย คือ $200(80)+300(20) = 22,000$ บาท
 ฤดูหนาว ปลูก ชมพู่และละมุด มียอดขาย คือ $150(120)+100(120) = 30,000$ บาท
 ฤดูฝน ปลูก ส้มโอและฝรั่ง มียอดขาย คือ $200(90)+400(15) = 24,000$ บาท

คำตอบที่ 5. ถูกรื้อน ปลุก มะขามและสับปะรด มียอดขาย คือ $200(80)+300(20) = 22,000$

บาท

ถูहनาว ปลุก ชมพู่มะละกอ มียอดขาย คือ $150(120)+400(15) = 24,000$ บาท

ถูดุ่น ปลุก ส้มโอและกล้วยไข่ มียอดขาย คือ $200(90)+250(40) = 28,000$ บาท

คำตอบที่ 6. ถูกรื้อน ปลุก มะขามและสับปะรด มียอดขาย คือ $200(80)+300(20) = 22,000$

บาท

ถูहनาว ปลุก ชมพู่มะละกอ มียอดขาย คือ $150(120)+400(15) = 24,000$ บาท

ถูดุ่น ปลุก ส้มโอและฝรั่ง มียอดขาย คือ $200(90)+400(15) = 24,000$ บาท

คำตอบที่ 7. ถูกรื้อน ปลุก มะขามและสับปะรด มียอดขาย คือ $200(80)+300(20) = 22,000$

บาท

ถูहनาว ปลุก ชมพู่มะละมุด มียอดขาย คือ $150(120)+100(120) = 30,000$ บาท

ถูดุ่น ปลุก ส้มโอและกล้วยไข่ มียอดขาย คือ $200(90)+250(40) = 28,000$ บาท

คำตอบที่ 8. ถูกรื้อน ปลุก มะขามและสับปะรด มียอดขาย คือ $200(80)+300(20) = 22,000$

บาท

ถูहनาว ปลุก ชมพู่มะละมุด มียอดขาย คือ $150(120)+100(120) = 30,000$ บาท

ถูดุ่น ปลุก ส้มโอและฝรั่ง มียอดขาย คือ $200(90)+400(15) = 24,000$ บาท

ขั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของปัญหา (5 คะแนน)

ตรวจสอบคำตอบที่ 1 ถูกรื้อน ปลุก มะขามและแตงโม มียอดขาย คือ 22,000 บาท

ถูहनาว ปลุก ชมพู่มะละกอ มียอดขาย คือ 24,000 บาท

ถูดุ่น ปลุก ส้มโอและกล้วยไข่ มียอดขาย คือ 28,000 บาท

ซึ่งยอดขายแต่ละฤดูกาลไม่ต่ำกว่า 20,000 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 2 ถูกรื้อน ปลุก มะขามและแตงโม มียอดขาย คือ 22,000 บาท

ถูहनาว ปลุก ชมพู่มะละกอ มียอดขาย คือ 24,000 บาท

ถูดุ่น ปลุก ส้มโอและฝรั่ง มียอดขาย คือ 24,000 บาท

ซึ่งยอดขายแต่ละฤดูกาลไม่ต่ำกว่า 20,000 บาท

ตรวจสอบคำตอบที่ 3 ถูกรื้อน ปลุก มะขามและแตงโม มียอดขาย คือ 22,000 บาท

ถูहनาว ปลุก ชมพู่มะละมุด มียอดขาย คือ 30,000 บาท

- ฤดูฝน ปลูก ส้มโอบและกล้วยไข่ มียอดขาย คือ 28,000 บาท
 ซึ่งยอดขายแต่ละฤดูกาลไม่ต่ำกว่า 20,000 บาท
 ตรวจสอบคำตอบที่ 4 ฤดูร้อน ปลูก มะขามและแตงโม มียอดขาย คือ 22,000 บาท
 ฤดูหนาว ปลูก ชมพูและมะละกูด มียอดขาย คือ 30,000บาท
 ฤดูฝน ปลูก ส้มโอบและฝรั่ง มียอดขาย คือ 24,000 บาท
 ซึ่งยอดขายแต่ละฤดูกาลไม่ต่ำกว่า 20,000 บาท
 ตรวจสอบคำตอบที่ 5 ฤดูร้อน ปลูก มะขามและสับปะรด มียอดขาย คือ 22,000 บาท
 ฤดูหนาว ปลูก ชมพูและมะละกูด มียอดขาย คือ 24,000 บาท
 ฤดูฝน ปลูก ส้มโอบและกล้วยไข่ มียอดขาย คือ 28,000 บาท
 ซึ่งยอดขายแต่ละฤดูกาลไม่ต่ำกว่า 20,000 บาท
 ตรวจสอบคำตอบที่ 6 ฤดูร้อน ปลูก มะขามและสับปะรด มียอดขาย คือ 22,000 บาท
 ฤดูหนาว ปลูก ชมพูและมะละกูด มียอดขาย คือ 24,000 บาท
 ฤดูฝน ปลูก ส้มโอบและฝรั่ง มียอดขาย คือ 24,000 บาท
 ซึ่งยอดขายแต่ละฤดูกาลไม่ต่ำกว่า 20,000 บาท
 ตรวจสอบคำตอบที่ 7 ฤดูร้อน ปลูก มะขามและสับปะรด มียอดขาย คือ 22,000 บาท
 ฤดูหนาว ปลูก ชมพูและมะละกูด มียอดขาย คือ 30,000บาท
 ฤดูฝน ปลูก ส้มโอบและกล้วยไข่ มียอดขาย คือ 28,000 บาท
 ซึ่งยอดขายแต่ละฤดูกาลไม่ต่ำกว่า 20,000 บาท
 ตรวจสอบคำตอบที่ 8 ฤดูร้อน ปลูก มะขามและสับปะรด มียอดขาย คือ 22,000 บาท
 ฤดูหนาว ปลูก ชมพูและมะละกูด มียอดขาย คือ 30,000บาท
 ฤดูฝน ปลูก ส้มโอบและฝรั่ง มียอดขาย คือ 24,000 บาท
 ซึ่งยอดขายแต่ละฤดูกาลไม่ต่ำกว่า 20,000 บาท
8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหา (2 คะแนน)
- สรุปคำตอบที่ 1 ฤดูร้อน ปลูก มะขามและแตงโม
- ฤดูหนาว ปลูก ชมพูและมะละกูด
- ฤดูฝน ปลูก ส้มโอบและกล้วยไข่
- สรุปคำตอบที่ 2 ฤดูร้อน ปลูก มะขามและแตงโม
- ฤดูหนาว ปลูก ชมพูและมะละกูด
- ฤดูฝน ปลูก ส้มโอบและฝรั่ง

สรุปคำตอบที่ 3 ถดูร้อน ปลูก มะขามและแตงโม

ถดูหนาว ปลูก ชมพูและละมุด

ถดูฝน ปลูก ส้มโอและกล้วยไข่

สรุปคำตอบที่ 4 ถดูร้อน ปลูก มะขามและแตงโม

ถดูหนาว ปลูก ชมพูและละมุด

ถดูฝน ปลูก ส้มโอและฝรั่ง

สรุปคำตอบที่ 5 ถดูร้อน ปลูก มะขามและสับปะรด

ถดูหนาว ปลูก ชมพูและมะละกอ

ถดูฝน ปลูก ส้มโอและกล้วยไข่

สรุปคำตอบที่ 6 ถดูร้อน ปลูก มะขามและสับปะรด

ถดูหนาว ปลูก ชมพูและมะละกอ

ถดูฝน ปลูก ส้มโอและฝรั่ง

ตรวจสอบคำตอบที่ 7 ถดูร้อน ปลูก มะขามและสับปะรด

ถดูหนาว ปลูก ชมพูและละมุด

ถดูฝน ปลูก ส้มโอและกล้วยไข่

ตรวจสอบคำตอบที่ 8 ถดูร้อน ปลูก มะขามและสับปะรด

ถดูหนาว ปลูก ชมพูและละมุด

ถดูฝน ปลูก ส้มโอและฝรั่ง

ชื่อนามสกุล..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่.....

แบบทดสอบข้อที่ 3 สถานการณ์ปัญหา “การเพิ่มและลดจำนวนของจำนวนอะมีบา”

ในการเรียนวิชาชีววิทยา มีเนื้อหาเกี่ยวกับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction) คือการเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิตโดยไม่มีการผสมระหว่างเซลล์สืบพันธุ์ ส่วนใหญ่พบในสัตว์ชั้นต่ำและเป็นการสืบพันธุ์อย่างไม่สลับซับซ้อน โดยการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมีหลายประเภท เช่น การแบ่งตัวออกเป็นสองเท่า โดยเริ่มจากการแบ่งนิวเคลียสและตามด้วยไซโทพลาสซึม อะมีบาเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งที่มีการสืบพันธุ์โดยใช้การแบ่งเซลล์ออกเป็นสอง ในชีวิตประจำวันของคนเราอาจติดเชื้ออะมีบาเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วง ทำให้มีผู้คิดค้นยาหลายชนิดเพื่อทำลายเชื้อโรค ดังสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้

ในการทดลองเพาะเลี้ยงเชื้ออะมีบา 1 ตัว เชื้ออะมีบาจะสามารถขยายพันธุ์เพิ่มขึ้น 2 เท่าทุก ๆ 1 วัน และมีชนิดยารักษาดังต่อไปนี้

ชนิด	ลดปริมาณภายใน 2 วัน (เท่า)
A	2
B	3
C	4
D	5

หากอะมีบามีเวลาขยายพันธุ์ 1 สัปดาห์ และต้องใช้ยาชนิดต่าง ๆ ทำลายอะมีบาให้น้อยกว่า 1 ตัวภายใน 2 สัปดาห์ ต้องใช้ยาชนิดไหนถึงเป็นไปตามข้อกำหนด

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ข้อคำถาม**ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา**

1. สิ่งที่คุณต้องการแก้ปัญหาต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

2. สิ่งที่คุณต้องการปัญหากำหนดให้ มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2: ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)

5. ในการหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

.....

.....

.....
8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา (1 คะแนน)
.....
.....
.....



เฉลยข้อคำถาม

ขั้นที่ 1: ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

1. สิ่งที่สถานการณ์ต้องการหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

ต้องเข้ายาสีฟันให้ถึงเป็นไปตามข้อกำหนด

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

ในการทดลองเฉพาะเลี้ยงเชื้ออะมีบา มีการขยายพันธ์ของเชื้อ 1 ตัว จะขยายพันธ์เพิ่มขึ้น 2 เท่าทุกๆ 1 วัน และมีชนิดยารักษาดังต่อไปนี้

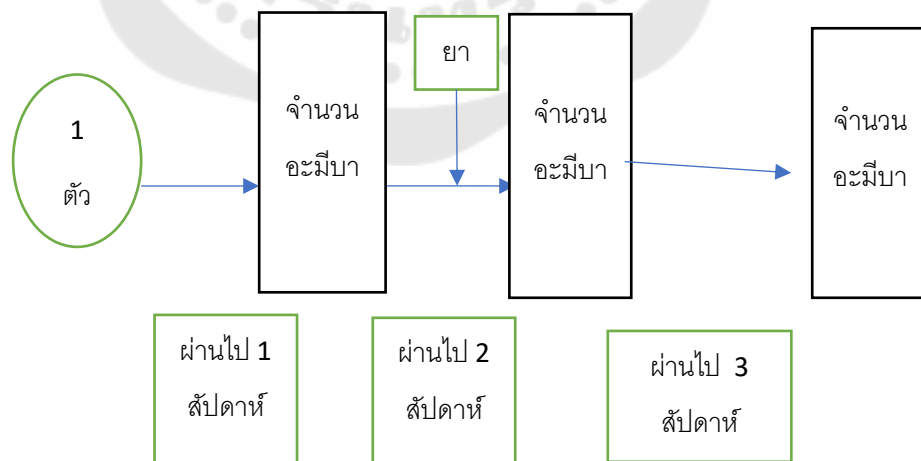
ชนิด	ลดปริมาณภายใน 2 วัน (เท่า)
A	2
B	3
C	4
D	5

3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถไปใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง (1 คะแนน)

โดยอะมีบามีเวลาขยายพันธ์ 1 สัปดาห์ และมีเวลาทำลายอะมีบาให้น้อยกว่า 1 ตัวภายใน 2 สัปดาห์

ขั้นที่ 2: ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา

4. จากข้อ 3 ให้นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้น (1 คะแนน)



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์การเพิ่มและลดจำนวนของอะมีบา

5. ในการค้นหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง (1 คะแนน)

เลขยกกำลัง

ขั้นที่ 3: ขั้นการดำเนินการตามแผนในการแก้ปัญหาปลายเปิด

6. นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบอย่างละเอียด (7 คะแนน)

วิธีที่ 1 ใช้ตาราง (เลือกแสดงวิธีใดก็ได้)

อะมีบา (ตัว)	จำนวน อะมีบาหลัง ผ่านไป 1 สัปดาห์	ยา (ชนิด)	ผ่านไป 2 สัปดาห์ (ตัว)
1	$2^7 = 128$	B	$\frac{128}{3^7} \approx 0.06$
1	$2^7 = 128$	C	$\frac{128}{4^7} \approx 0.01$
1	$2^7 = 128$	D	$\frac{128}{5^7} \approx 0$

วิธีที่ 2 แบ่งเป็นปัญหาย่อย ๆ (เลือกแสดงวิธีใดก็ได้)

วิธีทำที่ 1 อะมีบาเริ่มต้น 1 ตัว

ผ่านไป 1 สัปดาห์มีอะมีบา $2^7 = 128$ ตัว

ใช้ยาชนิด B

ผ่านไป 2 สัปดาห์มีอะมีบา $\frac{128}{3^7} \approx 0.06$ ตัว

วิธีทำที่ 2 อะมีบาเริ่มต้น 1 ตัว

ผ่านไป 1 สัปดาห์มีอะมีบา $2^7 = 128$ ตัว

ใช้ยาชนิด C

ผ่านไป 2 สัปดาห์มีอะมีบา $\frac{128}{4^7} \approx 0.01$ ตัว

วิธีทำที่ 3 อะมีบาเริ่มต้น 1 ตัว

ผ่านไป 1 สัปดาห์มีอะมีบา $2^7 = 128$ ตัว

ใช้ยานิต D

ผ่านไป 2 สัปดาห์มีอะมีบา $\frac{128}{5^7} \approx 0$ ตัว

ขั้นที่ 4: ด้านการตรวจสอบผล

7. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของปัญหา (2 คะแนน)

ตรวจสอบคำตอบที่ 1 ใช้ยานิต B มีอะมีบาเหลือน้อยกว่า 1 ตัว

ตรวจสอบคำตอบที่ 2 ใช้ยานิต C มีอะมีบาเหลือน้อยกว่า 1 ตัว

ตรวจสอบคำตอบที่ 3 ใช้ยานิต D มีอะมีบาเหลือน้อยกว่า 1 ตัว

8. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหา (1 คะแนน)

คำตอบที่ 1 ใช้ยานิต B

คำตอบที่ 2 ใช้ยานิต C

คำตอบที่ 3 ใช้ยานิต D

ภาคผนวก จ
แบบสังเกตพฤติกรรมและแบบสัมภาษณ์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ



แบบสังเกตพฤติกรรม การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชื่อกิจกรรม.....

สมาชิกของกลุ่ม 1..... 2.....

3..... 4.....

ลำดับ ที่	พฤติกรรมการแก้ปัญหา	นักเรียนคนที่				ข้อสังเกต เพิ่มเติม (ถ้ามี)
		1	2	3	4	
ด้านการทำความเข้าใจปัญหา						
1	นักเรียนระบุ “สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการหา” ได้					
2	นักเรียนระบุ “ข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา” ได้ถูกต้อง					
ด้านการวางแผนแก้ปัญหา						
3	นักเรียนมี “การขีดเขียน / วาดรูปประกอบ” แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไข					
4	นักเรียนบอก “ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง” ได้					
ด้านการดำเนินการตามแผน						
5	นักเรียนเขียน “แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์” ได้ถูกต้อง					
6	นักเรียนเขียน “คำอธิบายกระบวนการแก้ปัญหา” ได้ อย่างชัดเจน					
7	นักเรียนมี “ส่วนร่วมในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย” ของกลุ่ม					
ด้านการตรวจสอบผล						
8	นักเรียนมี “การเปรียบเทียบ/ตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ กับข้อมูลและเงื่อนไข ของสถานการณ์จริงก่อน					
9	นักเรียนระบุ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์” ได้					

การให้คะแนน 0 แทน ไม่มี 1 แทน มีน้อย 2 แทน มีมาก

แบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหา

วันที่ : เวลา

ชื่อกิจกรรม :

ชื่อนักเรียน :

ประเด็นในการสัมภาษณ์	บันทึกคำตอบของนักเรียน
1. สิ่งที่คุณต้องการหา มีอะไรบ้าง	
2. สิ่งที่คุณปัญหาที่กำหนดมา มีอะไรบ้าง	
3. จากข้อ 2 ข้อมูล/เงื่อนไขสำคัญที่สามารถไปใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง	
4. จากข้อ 3 นักเรียนเขียนแผนภาพ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือเงื่อนไขเหล่านั้นได้อย่างไร	
5. ในการค้นหาคำตอบนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง	
6. นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยาในการวิเคราะห์ผลการแก้ปัญหาหรือไม่ อย่างไร	
7. นักเรียนใช้กลยุทธ์อะไรในการแก้ปัญหา	
8. นักเรียนมีแนวทางตรวจสอบคำตอบของปัญหาอย่างไร	
9. นักเรียนมีแนวทางสรุปคำตอบของปัญหาอย่างไร	



ภาคผนวก ฉ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งได้แก่ (1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (4) แบบสัมภาษณ์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีทั้งหมด 3 ท่าน ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. อาจารย์ ดร.เสริมศรี ไทยแท้

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. ครูวรรณวิภา สุเมธสกุล

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนสิงห์บุรี

ภาคผนวก ซ

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ หนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย และหนังสือ
ยืนยันการยกเว้นการรับรองคณะกรรมการจริยธรรม สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำ
ในมนุษย์



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. 15644

ที่ อว 8718.1/1801

วันที่ 26 มิถุนายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญ เพี้ยข้าย

เนื่องด้วย นายวิศรุต ร่มโพธิ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณานิน กองทิพย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในหัวข้อ เรื่อง “การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract” ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป สามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่โทร. 083 158 7606

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นายวิศรุต ร่มโพธิ์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. 15644

ที่ อว 8718.1/1801

วันที่ 26 มิถุนายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์ ดร.เสริมศรี ไทยแท้

เนื่องด้วย นายวิศรุต ร่มโพธิ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณานิน กองทิพย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในหัวข้อ เรื่อง “การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract” ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป สามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่โทร. 083 158 7606

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นายวิศรุต ร่มโพธิ์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว 8718/1802



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

26 มิถุนายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นางวรรณวิภา สุรเมธสกุล

เนื่องด้วย นายวิศรุต ร่มโพธิ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณานิน กองทิพย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในหัวข้อ เรื่อง “การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract” ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นายวิศรุต ร่มโพธิ์ และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว 8718/1439



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

30 พฤษภาคม 2566

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่สถานที่เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนอินทร์บุรี

เนื่องด้วย นายวิศรุต ร่มโพธิ์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับแนวคิด รูปธรรม-รูปภาพ-นามธรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณานิน กองทิพย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชिरา ลำควนหอม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

ในการนี้ นิสิตขออนุญาตเก็บข้อมูล โดยใช้ 1) แบบทดสอบ 2) บทสัมภาษณ์ 3) แผนการจัดการเรียนรู้ และ 4) แบบสังเกต กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คนเพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัย และขอใช้สถานที่โรงเรียนของท่าน ระหว่างเดือนมิถุนายน 2566 ถึงเดือนธันวาคม 2566 ทั้งนี้ นิสิตจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาขออนุญาต และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



หนังสือยืนยันการยกเว้นการรับรอง
คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(เอกสารนี้เพื่อแสดงว่าคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยนี้)

ชื่อโครงการวิจัย : การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
(Open Approach) ร่วมกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นายวิศรุต ร่มโพธิ์

หน่วยงานต้นสังกัด : คณะวิทยาศาสตร์

รหัสโครงการวิจัย : SWUEC-G-207/2566X

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่เข้าข่ายยกเว้น (Research with Exemption from SWUEC)

วันที่ยืนยัน : 22 พฤษภาคม 2566

ยืนยันโดย : คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ดำเนินการ
รับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, the
Belmont Report, CIOMS Guidelines และ the International Conference on Harmonization in Good Clinical
Practice (ICH-GCP)

ออกให้ ณ วันที่ 22 พฤษภาคม 2566

(ลงชื่อ).....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทันตแพทย์หญิงณปภา เข็มจิรกุล),
กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรม
สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรม
สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/X/G-207/2566

ประวัติผู้เขียน

