การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเวียงมอกวิทยา จังหวัดลำปาง

นางสาวศศิยา หมายมั่น

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชา
หลักสูตรและการสอน
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2566

Developing Mathematical Communication Abilities through Experiential Learning for Grade 10 Students at Wiengmok Wittaya School in Lampang Province

Miss. SASEYA MAIMUN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University
2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเวียงมอกวิทยา จังหวัดลำปาง
ชื่อและนามสกุล	นางสาวศศิยา หมายมั่น
แขนงวิชา / วิชาเอก	หลักสูตรและการสอน
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีรัตน์ อารีรักษ์สกุล ก้องโลก
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินิจ เทือกทอง

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 26 สิงหาคม พ.ศ. 2567

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ สีบุตร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีรัตน์ อารีรักษ์สกุล ก้องโลก)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินิจ เทือกทอง)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศรีราม)

ชื่อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โรงเรียนเวียงมอกวิทยา จังหวัดลำปาง

ผู้วิจัย นางสาวศศิยา หมายมั่น รหัสนักศึกษา 2642100248

ปริญญา: ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีรัตน์ อารีรักษ์สกุล ก้องโลก (2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินิจ เทือกทอง ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และ 2) หาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนเวียงมอกวิทยา จังหวัดลำปาง จำนวน 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ 2) แบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียน 3) แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน 4) แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด 2 ฉบับ คือ (4.1) สำหรับนักเรียนประเมินกันเอง และ (4.2) สำหรับครูประเมินนักเรียน 5) แบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนท้ายแต่ละวงจร และ 6) แบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนหลังเสร็จสิ้นปฏิบัติการ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัย พบว่าในทุกวงจรและหลังปฏิบัติการ 1) นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 80 โดยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 95 ทุกวงจรและหลังปฏิบัติการ นักเรียนสามารถพูดอธิบายแนวคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ อภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกันภายในกลุ่มและระดับชั้นเรียนจนได้ข้อสรุปและสามารถนำเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ส่วนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนในวงจรแรกมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 67.11 และเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 -4 และหลังปฏิบัติการ นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพต้นไม้แสดงแนวคิดการแก้ปัญหาและเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนด้วยข้อความและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และ 2) แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ (2.1) เลือกใช้กิจกรรมให้หลากหลาย ออกแบบสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน และมีสื่อวัสดุประกอบเพื่อกระตุ้นความสนใจและอยากลงมือทำกิจกรรม (2.2) ทบทวนการเขียนการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ (2.3) ครูควรใช้คำถามนำกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการสื่อสารทั้งการพูดและการเขียนอย่างต่อเนื่องผ่านการทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนแนวคิดภายในกลุ่ม พร้อมทั้งพูดให้กำลังใจเมื่อนักเรียนสื่อสารแนวคิดตนเอง

คำสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ การสื่อสารคณิตศาสตร์ มัธยมศึกษา

Thesis title: “

Developing Mathematical Communication Abilities

through Experiential Learning for Grade 10 Students

at Wiengmok Wittaya School in Lampang Province

”

Researcher: “Miss. SASEYA MAIMUN”; ID: “2642100248”;

Degree: Master of Education (Curriculum and Instruction);

Thesis advisors: (1) Assistant Professor Dr. Sureerat Areeraksakul Konglok;(2) Assistant Professor Dr. Vinit Thueakthong ; Academic year: 2023

Abstract

The purposes of this research were to 1) develop the mathematical communication abilities of grade 10 students through experiential learning activities, and 2) identify best practices in organizing experiential learning activities that enhance mathematical communication abilities.

The target group consisted of 10 students from grade 10, second semester of the academic year 2023, at Wiang Mok Wittaya school, Lampang province. The research instruments included: 1) an experiential learning activity plan, 2) a teacher's classroom behavior observation form, 3) a student learning behavior observation form, 4) two mathematical communication skill assessment forms focusing on speaking one for peer assessment and one for teacher assessment, 5) a written mathematical communication skill test administered at the end of each cycle, and 6) a final written mathematical communication skill test after the completion of the activities. Data were analyzed using mean, standard deviation, and content analysis.

The research findings revealed that in each cycle and after the activities, 1) the students' average mathematical communication skills exceeded 80%. The average score for verbal communication skills was over 95% in every cycle and after the activities. The students were able to explain their concepts clearly to peers, discuss and exchange ideas within groups and class levels until reaching a conclusion, and present their ideas and problem-solving methods in a clear and structured manner. The students' average score for written communication skills in the first cycle was 67.11%, which increased to over 70% in subsequent cycles and after the activities. The students demonstrated the ability to create tree diagrams to illustrate problem-solving concepts and write step-by-step explanations using mathematical language and symbols. 2) The best practices for conducting experiential learning activities that enhance mathematical communication skills include: (2.1) using a variety of activities, designing situations relevant to the students' daily lives, and incorporating materials to stimulate interest and encourage participation; (2.2) encouraging students to review their learning through hands-on activities; and (2.3) encouraging continuous verbal and written communication through group discussions, using guiding questions, and providing positive reinforcement when students express their ideas.

Keywords : Experiential learning , Mathematical communication, Secondary education

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และเอาใจใส่จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีรัตน์ อารีรักษ์กุล ก้องโลก อาจารย์แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางการศึกษา ตรวจสอบความถูกต้อง และการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการวิจัย อีกทั้งเป็นที่ปรึกษาในเรื่องการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนวิทยานิพนธ์สำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้ตลอดระยะเวลาการศึกษาซึ่งผู้วิจัยจะนำไปพัฒนา ต่อยอด และปรับใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ่ม และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้กรุณาสละเวลาในการตรวจพิจารณาเครื่องมือวิจัย พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนโรงเรียนเวียงมอกวิทยา เพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ที่ให้การสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณครอบครัวเป็นอย่างสูง ตลอดจนกัลยาณมิตรทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เสมอมาจนประสบความสำเร็จ

นางสาวศศิยา หมายมั่น

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
คำถามวิจัย 5
วัตถุประสงค์ 5
กรอบแนวคิดการวิจัย 5
ขอบเขตของการวิจัย 6
นิยามศัพท์เฉพาะ 7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 10
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ 10
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 12
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 18
รูปแบบการวิจัย 18
กลุ่มเป้าหมาย 21
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 21
การเก็บรวบรวมข้อมูล 28
การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล 29
บทที่ 4 ผลการวิจัย 30
ผลการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 30

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 31
ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 48
ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 65
ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 4 83
ผลการปฏิบัติการวิจัยหลังวงจรปฏิบัติการที่ 1 – 4 99
ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 104
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 107
สรุปผลการวิจัย 107
วัตถุประสงค์การวิจัย 107
วิธีดำเนินการวิจัย 107
ผลการวิจัย 108
อภิปรายผล 110
การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ 110
แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 112
ข้อเสนอแนะ 114
ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ 114
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 114
บรรณานุกรม 115
ภาคผนวก 120
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 121
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ 123
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 141
ประวัติผู้วิจัย 173

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 15
ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด 24
ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน 26
ตารางที่ 3.3 คะแนนค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเที่ยงของแบบทดสอบแต่ละฉบับ 28
ตารางที่ 4.1 สรุปประเด็นจากการสังเกต เพื่อหาข้อสรุปในการพัฒนาในแต่ละขั้นตอนในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 เรื่อง หลักการบวก 41
ตารางที่ 4.2 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 เรื่อง หลักการบวก 43
ตารางที่ 4.3 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 1 เรื่อง หลักการบวก 45
ตารางที่ 4.4 ข้อสังเกตที่ได้จากการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 47
ตารางที่ 4.5 สรุปประเด็นจากการสังเกต เพื่อหาข้อสรุปในการพัฒนาในแต่ละขั้นตอนในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ 58
ตารางที่ 4.6 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ 60
ตารางที่ 4.7 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ 62
ตารางที่ 4.8 ข้อสังเกตที่ได้จากการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 64
ตารางที่ 4.9 สรุปประเด็นจากการสังเกต เพื่อหาข้อสรุปในการพัฒนาในแต่ละขั้นตอนในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด 76
ตารางที่ 4.10 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด 78

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.11 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด 80
ตารางที่ 4.12 ข้อสังเกตที่ได้จากการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 82
ตารางที่ 4.13 สรุปประเด็นจากการสังเกต เพื่อหาข้อสรุปในการพัฒนาในแต่ละขั้นตอนในแผน 93
ตารางที่ 4.14 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของแผน 95
ตารางที่ 4.15 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 4 เรื่อง 97
ตารางที่ 4.16 ข้อสังเกตที่ได้จากการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 99
ตารางที่ 4.17 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับหลังเรียน .. 100
ตารางที่ 4.18 คะแนนเฉลี่ยรวมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 102
ตารางที่ 4.19 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 – 4 104

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 3.1 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของ Kemmis & Mctaggart (1990) 19
ภาพที่ 4.1 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์ภาพพาหนะเรียงจำนวนวิธีอย่างไม่มีหลักการในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 35
ภาพที่ 4.2 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์ภาพพาหนะเรียงจำนวนวิธีอย่างมีหลักการเรียงแยกประเภทเรียงจากรถไฟ รถทัวร์ และเครื่องบิน ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 35
ภาพที่ 4.3 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการการแก้ปัญหาจากสื่อที่ไม่มีหลักการ ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 35
ภาพที่ 4.4 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อที่มีหลักการในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 35
ภาพที่ 4.5 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคลที่เกิดจากสื่อโดยใช้ตารางในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 35
ภาพที่ 4.6 ภาพตัวอย่างการบันทึกข้อสรุปของกลุ่ม ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 36
ภาพที่ 4.7 ภาพตัวอย่างการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เป็นลำดับขั้นตอนที่สมบูรณ์ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 37
ภาพที่ 4.8 ภาพตัวอย่างการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน แต่ไม่มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 38
ภาพที่ 4.9 ภาพตัวอย่างการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยใช้สัญลักษณ์การบวก 38
ภาพที่ 4.10 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามท้ายกิจกรรม ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 38
ภาพที่ 4.11 ภาพตัวอย่างการสรุปความคิดรวบยอด ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 39
ภาพที่ 4.12 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง หลักการบวก 40
ภาพที่ 4.13 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 24 คะแนน อยู่ในระดับน้อย ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 .. 46

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 31 คะแนน อยู่ในระดับ ปานกลาง ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 46
ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 35 คะแนน อยู่ในระดับ ดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 47
ภาพที่ 4.16 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์องค์ประกอบชุดแฮมเบอร์เกอร์เรียงจำนวนวิธีอย่างไม่มีหลักการ ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 53
ภาพที่ 4.17 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์องค์ประกอบชุดแฮมเบอร์เกอร์เรียงจำนวนวิธีอย่างมีหลักการในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 53
ภาพที่ 4.18 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อที่มีหลักการในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2.. 53
ภาพที่ 4.19 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการการแก้ปัญหาจากสื่อที่ไม่มีหลักการ ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 53
ภาพที่ 4.20 ภาพตัวอย่างการบันทึกข้อสรุปของกลุ่ม ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 53
ภาพที่ 4.21 ภาพตัวอย่างการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ครบถ้วน ใช้สัญลักษณ์การคูณในการคำนวณหาผลลัพธ์ ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 55
ภาพที่ 4.22 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามท้ายกิจกรรมในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 56
ภาพที่ 4.23 ภาพตัวอย่างการสรุปความคิดรวบยอดในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 56
ภาพที่ 4.24 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ 57
ภาพที่ 4.25 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 28 คะแนน อยู่ในระดับ ปานกลาง ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 63
ภาพที่ 4.26 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 34 คะแนน อยู่ในระดับ ดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 64
ภาพที่ 4.27 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 38 คะแนน อยู่ในระดับ ดีมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 64

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.28 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์ภาพถ่ายเรียงจำนวนวิธีอย่างมีหลักการ แบบที่ 1 ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3 70
ภาพที่ 4.29 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์ภาพถ่ายเรียงจำนวนวิธีอย่างมีหลักการ แบบที่ 2 ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3 70
ภาพที่ 4.30 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์ภาพถ่ายเรียงจำนวนวิธีที่ซ้ำกันแต่มีการแก้ไขโดยสลับตำแหน่งภาพในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3..... 70
ภาพที่ 4.31 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการการแก้ปัญหาจากสื่อที่มีหลักการ แบบที่ 1 ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3..... 70
ภาพที่ 4.32 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการการแก้ปัญหาจากสื่อที่มีหลักการ แบบที่ 2 ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3..... 70
ภาพที่ 4.33 ภาพตัวอย่างการบันทึกข้อสรุปของกลุ่มในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3..... 71
ภาพที่ 4.34 ภาพตัวอย่างการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาการเรียงภาพถ่าย และใช้สัญลักษณ์การคูณในการคำนวณหาผลลัพธ์ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3..... 73
ภาพที่ 4.35 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอน ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3 73
ภาพที่ 4.36 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยเขียนไม่เป็นลำดับขั้นตอน ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3 73
ภาพที่ 4.37 ภาพตัวอย่างการสรุปความคิดรวบยอดในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3..... 74
ภาพที่ 4.38 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ใช้ตำแหน่งเป็นหลัก 74
ภาพที่ 4.39 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดใช้คนเป็นหลัก..... 75
ภาพที่ 4.40 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 28 คะแนน อยู่ในระดับ ปานกลาง ในวงจรปฏิบัติการที่ 3..... 81

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.41 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 32 คะแนน อยู่ในระดับ ดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 81
ภาพที่ 4.42 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 37 คะแนน อยู่ในระดับ ดีมาก
ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 81
ภาพที่ 4.43 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์ภาพสินค้าเรียงจำนวนวิธีอย่างมีหลักการ
ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 4 87
ภาพที่ 4.44 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์ ภาพสินค้าเรียงจำนวนวิธีอย่างมีหลักการบางส่วน
ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 4 87
ภาพที่ 4.45 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์ภาพสินค้าเรียงจำนวนวิธีอย่างไม่มีหลักการ ในแผนการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 4 88
ภาพที่ 4.46 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการ
การแก้ปัญหาจากสื่อที่มีหลักการในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
ที่ 4 88
ภาพที่ 4.47 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการ
การแก้ปัญหาจากสื่อที่มีหลักการบางส่วน และไม่มีหลักการ ในแผนการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 4 88
ภาพที่ 4.48 ภาพตัวอย่างการบันทึกข้อสรุปของกลุ่ม ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เชิงประสบการณ์ที่ 4 88
ภาพที่ 4.49 ภาพตัวอย่างการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาการจัดสินค้าลงกล่องสุ่ม และใช้สัญลักษณ์
การคูณในการคำนวณหาผลลัพธ์ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
ที่ 4 90
ภาพที่ 4.50 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอน ในแผนการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 4 91
ภาพที่ 4.51 ภาพตัวอย่างการสรุปความคิดรวบยอดในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เชิงประสบการณ์ที่ 4 91
ภาพที่ 4.52 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น 92
ภาพที่ 4.53 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 27 คะแนน อยู่ในระดับ ปานกลาง
ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 98

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.54 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 32 คะแนน อยู่ในระดับ ดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 98
ภาพที่ 4.55 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 42 คะแนน อยู่ในระดับ ดีมาก
ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 98
ภาพที่ 4.56 ตัวอย่างการเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลอง
ทางคณิตศาสตร์ 101
ภาพที่ 4.57 ตัวอย่างการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้
และหลักการประกอบแนวคิด 101
ภาพที่ 4.58 ตัวอย่างการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับ
ขั้นตอน 101
ภาพที่ 4.59 กราฟแสดงร้อยละคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 103

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

บทที่ 1
บทนำ

1.ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ซึ่งประกอบไปด้วยความสามารถต่อไปนี้ การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผ่านมาเน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะหรือความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ทักษะหรือความสามารถด้านอื่น ๆ ไม่ได้รับการพัฒนาหรือให้ความสำคัญเท่าที่ควร หนึ่งในนั้น คือ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ตามที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการสื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน ซึ่งถือว่ามีความสำคัญมากเนื่องจากในชีวิตจริง มนุษย์ต้องอธิบายสิ่งต่าง ๆ ทั้งที่มองเห็นในรูปธรรมและมองไม่เห็นในเชิงนามธรรม เพื่อให้ผู้อื่นรับรู้และเข้าใจในสิ่งที่ต้องการสื่อสารร่วมกัน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวว่า สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกาเล็งเห็นว่าการสื่อสารและการนำเสนอต้องเป็นจุดสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นอกจากนี้ในวิชาคณิตศาสตร์ เนื้อหาส่วนใหญ่อยู่ในเชิงนามธรรม จึงจำเป็นต้องใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร หรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยใน การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอความคิดการที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย หรือการเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) เห็นได้ว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญและจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องพัฒนา

ผลการประเมินตามโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) เป็นการประเมินความฉลาดรู้ในสามด้าน ได้แก่ ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน (Reading

Literacy) ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง สมรรถนะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ร่วมกับการคิด การใช้ และตีความคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในบริบทของชีวิตจริงที่หลากหลาย รวมถึงการใช้มโนทัศน์ วิธีการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและคาดการณ์สถานการณ์ต่าง ๆ โดยสมรรถนะข้างต้นจะช่วยให้บุคคลเข้าใจถึงบทบาทของคณิตศาสตร์และตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลและเหตุผลที่เหมาะสม ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องคิดอย่างไตร่ตรอง สร้างสรรค์ และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) จากรูปแบบการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญที่ช่วยในการแปลงปัญหา สถานการณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาตามกระบวนการหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งต้องอธิบายผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ แสดงหลักฐานประกอบข้อสนับสนุนหรือข้อโต้แย้ง ซึ่งผลการประเมิน PISA ประเทศไทย ในปี 2018 ที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ซึ่งมีนักเรียน 47% มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD มีนักเรียนประมาณ 76% อยู่ในกลุ่มนี้ นักเรียนประมาณ 2.3% ที่มีผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์อยู่ในกลุ่มสูง ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD มีนักเรียนประมาณ 11% อยู่ในกลุ่มนี้ และนับตั้งแต่การประเมิน PISA ครั้งแรกในปี 2000 ตลอดระยะเวลาเกือบ 20 ปี ความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยไม่ได้มีการพัฒนาขึ้น ซึ่งทำให้เห็นว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคะแนนตั้งแต่การประเมินรอบแรกจนถึงปัจจุบัน ผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของไทยไม่เปลี่ยนแปลง (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) ผู้วิจัยได้นำข้อสอบ PISA ไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเวียงมอกวิทยา พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 10.64 ต่ำกว่าระดับประเทศที่มีคะแนนเฉลี่ย 11.81

จากการวิเคราะห์คะแนนผลการประเมินข้อสอบ PISA ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ทั้งหมด พบว่า นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ ไม่สามารถเขียนแปลงสถานการณ์เป็นปัญหาคณิตศาสตร์ ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง เขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาพร้อมให้เหตุผลประกอบอย่างเป็นลำดับขั้นตอนไม่ได้ ไม่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และไม่สามารถแปลงผลลัพธ์กลับในรูปของสถานการณ์ รวมทั้งแสดงความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ได้ นอกจากการเขียนแล้วด้านการพูดจากการสังเกตการทำกิจกรรมในชั้นเรียน นักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ไม่ตอบคำถาม ไม่สามารถอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดจนได้ข้อสรุป รวมทั้งไม่กล้านำเสนอหน้าชั้นเรียน หรือมีการนำเสนอได้ไม่ชัดเจน ทำให้เห็นว่านักเรียนมี

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไม่ดีเท่าที่ควร อีกทั้งข้อสอบ PISA เป็นข้อสอบเชิงสถานการณ์ เน้นบริบทโลกในชีวิตจริง ซึ่งในการเรียนการสอนส่วนใหญ่ในห้องเรียนคณิตศาสตร์เน้นความเข้าใจเนื้อหาจากการทำแบบฝึกหัด โดยไม่ได้เชื่อมโยงให้นักเรียนได้เห็นถึงความสำคัญ และการนำไปใช้ในชีวิตจริง โจทย์ส่วนใหญ่เป็นการยกตัวอย่างจากบทเรียนห่างไกลจากตัวนักเรียน ครูมักสาธิตแล้วให้นักเรียนทำตามทำให้นักเรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติหรือเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองเท่าที่ควร จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถจดจำและเข้าใจสิ่งที่ได้เรียนรู้ยังไม่ดีพอ

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมและให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ด้วยตนเองจะช่วยให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ด้วยตนเอง และเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์หาเหตุผลที่สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจรูปแบบหนึ่ง คือ การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning) หรือการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์เชิงประจักษ์ เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากกิจกรรมหรือการปฏิบัติ ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม เพื่อนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจเชิงนามธรรมผ่านการสะท้อนประสบการณ์ การคิดวิเคราะห์ การสรุปเป็นหลักการ ความคิดรวบยอด และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้เชิงประสบการณ์มีรากฐานจากทฤษฎี Learning by doing ของ John Dewey ที่เชื่อว่า มนุษย์ต้องปรับตัวเพื่อให้ชีวิตอยู่รอด สิ่งแวดล้อม มีผลให้มนุษย์ฝึกแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ซึ่งคนเราจะสามารถเรียนรู้ได้ดีที่สุดจากการลงมือปฏิบัติเอง และตามแนวคิดของ Dewey (2005) ได้กล่าวถึงรูปแบบการเรียนรู้จากประสบการณ์ว่าเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เหตุผลและการบูรณาการระหว่างประสบการณ์กับความคิดรวบยอด การสังเกตและการปฏิบัติ ส่งผลให้เกิดความคิดและความคิดนั้นก่อให้เกิดแรงกระตุ้นให้การเรียนรู้ต่อไป โดยที่ Dewey เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดจากการปฏิบัติจริง การเรียนรู้จากประสบการณ์เกิดขึ้น เมื่อได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งแล้วสามารถมองย้อนกลับไป เพื่อประเมินผลและตัดสินว่าอะไรที่มีประโยชน์หรือมีความสำคัญ สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ หรือ Experiential Learning Theory (ELT) ของ David A. Kolb (1984) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiential Learning) คือ กระบวนการสร้างความรู้ ทักษะ และเจตคติด้วยการนำเอาประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมาบูรณาการเพื่อสร้างการเรียนรู้ใหม่ ๆ ขึ้น ซึ่งวาสนา เพ็ชรพันธ์ (2564) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์มีกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ที่จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ และมีกระบวนการคิดวิเคราะห์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนได้แสดงศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่และ

มีประสิทธิภาพ และพินันทา ฉัตรวัฒนา (2564) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ เป็นรูปแบบการเรียนรู้หนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายและพบเจอกับประสบการณ์จริง ก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ด้วยการต่อยอดความรู้เดิม เนื่องจากยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยตรง มีเพียงบางงานวิจัยที่ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ อย่างเช่น ภัสราภรณ์ บัวเขียว (2565) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ครูควรเลือกสถานการณ์ที่มีความน่าสนใจหรือใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียน และคอยใช้คำถามกระตุ้นและตรวจสอบความถูกต้องเป็นระยะ ๆ จะช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการเชื่อมโยงได้ และวาสนา เพ็ชรพันธ์ (2564) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ อีกทั้งมีเพียงบางงานวิจัยที่ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยการใช้รูปแบบการเรียนรู้อื่น ๆ อย่างเช่นพรภัทร สินดี (2557) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มสูงกว่าเกณฑ์ จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสนใจออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ในกิจกรรมที่มีกระบวนการกลุ่มเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยตรง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเวียงมอกวิทยา จังหวัดลำปาง โดยมีเป้าหมายเพื่อเสริมสร้างหรือพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้นักเรียนสามารถนำประสบการณ์การเรียนรู้ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ชีวิตจริง สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ อีกทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ และเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.คำถามวิจัย

2.1 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีพัฒนาการอย่างไร

2.2 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร

3.วัตถุประสงค์

3.1 เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

3.2 เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

4.กรอบแนวคิดการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
ตามแนวคิดของ Kolb(1984)
ประกอบด้วย 4 ขั้น ตามหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ดังนี้
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience)
ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจาก การสังเกตและอภิปราย (Reflective Observation and Discussion)
ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization)
ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation)

→

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
1. ด้านการพูด
2. ด้านการเขียน

5.ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ขอบเขตกลุ่มที่ศึกษา กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนเวียงมอกวิทยา จังหวัดลำปาง จำนวน 10 คน

5.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในงานวิจัยครั้งนี้แบ่งเนื้อหาเป็น 4 เรื่อง ดังนี้

5.2.1 หลักการบวก

5.2.2 หลักการคูณ

5.2.3 การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

5.2.4 ความน่าจะเป็น

5.3 ขอบเขตด้านตัวแปร

5.3.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

5.3.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

5.4 ขอบเขตด้านเวลา การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2566 – เดือนมีนาคม พ.ศ. 2567 ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีลักษณะทำเป็นวงจรซ้ำทั้งหมด 4 วงจรปฏิบัติการ โดยแต่ละวงจรห่างกัน 2 สัปดาห์ แบ่งได้ดังนี้

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง หลักการบวก เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2566

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2566

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง วิธีการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นกรณีที่สิ่งของแตกต่างกัน เดือนมกราคม พ.ศ. 2567

วงจรที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

และแต่ละขั้นตอนใช้เวลา ดังนี้ ขั้นวางแผน (Plan) ใช้เวลา 1 สัปดาห์

ขั้นปฏิบัติการ (Act) และ ใช้เวลา 2 คาบเรียน

ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) รวมเวลา 100 นาที

ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ใช้เวลา 1 สัปดาห์

6.นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์หรือการปฏิบัติ ซึ่งเป็นประสบการณ์ในรูปธรรม สะท้อนประสบการณ์จากการสังเกตและการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง จนสามารถสรุปองค์ความรู้ความคิดรวบยอดในเชิงนามธรรม และนำประสบการณ์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ ตามแนวคิดของ Kolb(1984) ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน บรรจุในขั้นสอน ดังนี้

ขั้นนำ เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ร่วมอภิปรายจากประเด็นคำถามที่ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรม โดยผู้สอนทำหน้าที่ยกตัวอย่างสถานการณ์ ตั้งคำถามอภิปราย และเชื่อมโยงสถานการณ์ดังกล่าวกับกิจกรรมที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ในขั้นสอน

ขั้นสอน ประกอบด้วย 4 ขั้น ตามหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience) เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาในสถานการณ์จำลองผ่านใบกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้จากสื่อรูปธรรม โดยผู้สอนทำหน้าที่เตรียมสื่อ อธิบายวิธีการทำกิจกรรจัดกิจกรรม และเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรมให้ผู้เรียน และผู้เรียนมีหน้าที่ทำกิจกรรมตามที่ผู้สอนเตรียมให้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องสะท้อนความคิด ความรู้สึก ความคิดเห็นจากประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติในขั้นที่ 1 ผ่านการอภิปรายประเด็นที่ผู้สอนกำหนดขึ้น และบันทึกข้อสังเกตที่ได้จากการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จำลองลงในแบบบันทึกกิจกรรมของตนเอง จากนั้นร่วมแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองกับเพื่อนภายในกลุ่ม โดยผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนกันมากที่สุด

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ ความคิดรวบยอดที่ได้จากการอภิปราย สะท้อนความคิดในขั้นที่ 2 ให้เป็นความคิดรวบยอดของกลุ่มตนเองพร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรม จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความคิดรวบยอดของกลุ่มตนเอง และร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดของห้องพร้อมทั้งบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรม โดยผู้สอนทำหน้าที่ใช้คำถามในการกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำองค์ความรู้ ความคิดรวบยอดที่ได้ในขั้นที่ 3 ไปแก้ปัญหาจากสถานการณ์ใหม่โดยใช้องค์ความรู้เดิมในการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลจากแบบฝึกหัด โดยผู้สอนมีหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนลงมือทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง

ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนอภิปรายและสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับในแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ โดยผู้สอนทำหน้าที่ตั้งคำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนได้อภิปรายร่วมกัน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนถามข้อสงสัย

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการอธิบายด้วยการพูด และการเขียนแสดงความเข้าใจหรือสิ่งที่นึกคิด เพื่อให้ผู้อื่นรับรู้และเข้าใจอย่างถูกต้อง โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างมีลำดับขั้นตอน ตามกรอบแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) โดยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ด้านการพูด ผู้เรียนสามารถพูดอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือความคิดของตนเอง และนำเสนอหน้าชั้นเรียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งวัดได้จากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยประเมิน 2 ส่วน คือนักเรียนประเมินสมาชิกภายในกลุ่ม และครูประเมินนักเรียน

ด้านการเขียน ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด และนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนแบบอัตนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

7.2 ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ไปพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ รวมถึงเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ

7.3 ได้แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในส่วนนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 หัวข้อ ดังนี้

1.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

1.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

1.2 ความหมายของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

1.3 องค์ประกอบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

1.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

2.ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2.2 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2.3 การวัดและประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

1.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

จากวรรณกรรม 3 รายการของนักการศึกษา John Dewey (1974) David A. Kolb (1984) และLewin (2005) สรุปว่า การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning) มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการกระทำ โดยผ่านการสะท้อนประสบการณ์ต่าง ๆ และปรับสถานการณ์สู่การทดลองและการปฏิบัติกับปัญหาจริง ด้วยวิธีการสอนที่เชื่อมโยงกับทักษะการเรียนรู้ในสถานการณ์จริงในโลกของการทำงานจริง ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่มุ่งสร้างความรู้จากประสบการณ์ของผู้เรียน โดยใช้ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างประสบการณ์ใหม่ ด้วยวิธีการเรียนรู้ใหม่ ๆ ที่ท้าทายอย่างต่อเนื่อง และเป็นการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา ผู้เรียนได้ลงมือทำกิจกรรมตลอดเวลา

มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ทำให้เกิดการขยายเครือข่ายความรู้อย่างกว้างขวาง โดยอาศัยการสื่อสารที่หลากหลายรูปแบบ เช่น การพูด การเขียน การวาดรูป การแสดงบทบาทสมมติ ซึ่งเอื้อให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การวิเคราะห์ และสังเคราะห์

1.2 ความหมายของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

จากวรรณกรรม 6 รายการของนักการศึกษา John Dewey (1974) David A. Kolb (1984) Craig (1987) Jackson (1994) ทิศนา แขมมณี (2556) และบุญเลี้ยง ทุมทอง (2556) สรุปว่า การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning) เป็นกระบวนการหรือวงจรของการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ความสามารถ ทักษะ ความคิด ทัศนคติ ค่านิยมของตนเองขึ้น หรือการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้จากกิจกรรมไม่ว่าจะเป็นการเข้าร่วมด้วยการปฏิบัติ ร่วมวิพากษ์ ร่วมการประยุกต์ใช้โดยเข้าร่วมทางร่างกายหรือจิตใจ ทั้งในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง หรือสถานการณ์จำลอง เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยให้ผู้เรียนรับประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในเรื่องที่เรียนรู้ก่อน และให้ผู้เรียนสังเกต ทบทวนสิ่งที่เกิดขึ้น และนำสิ่งที่เกิดขึ้นมาคิดพิจารณาไตร่ตรองร่วมกัน จนกระทั่งผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสมมติฐานต่าง ๆ ซึ่งประสบการณ์จากผลของการกระทำจะเกิดการปรับเปลี่ยนความรู้เดิมเป็นความรู้ใหม่ และประยุกต์ใช้ไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง

1.3 องค์ประกอบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

จากการศึกษาวรรณกรรมของ Pfeiffer & Jones (1983) David A. Kolb (2005) Lewin (2005) สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) และทิศนา แขมมณี (2558) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ประกอบด้วย 4 อย่าง ดังนี้

1.3.1 ประสบการณ์การเรียนรู้ (Learning Experience) เป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อผู้เรียน เป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่เป็นส่วนประกอบของชีวิต ประสบการณ์จะนำไปสู่การรวบรวมความสามารถในการจัดกิจการที่ยิ่งใหญ่ เป็นความสัมพันธ์ที่มีค่า ซึ่งประสบการณ์อาจจะมีผลกระทบต่อการเรียนรู้ได้ ทั้งการยอมรับและการปฏิเสธ

1.3.2 การสังเกตและการไตร่ตรอง (Observe and Reflect) การเรียนรู้ที่ดีที่สุดโดยการให้ผู้เรียนได้มีการสะท้อนกลับ มีการไตร่ตรองประสบการณ์ที่ได้รับ เพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาว่าสิ่งใดเป็นประโยชน์ หรือไม่เป็นประโยชน์

1.3.3 การพิจารณาลงความเห็นและการสร้างแนวคิด (Generalize and Conceptualize) เป็นการรวบรวมความรู้เพื่อสร้างกรอบแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดอื่น ๆ ที่ได้จากประสบการณ์ในอดีตและความรู้ที่ได้จากการกระทำ หรือได้รับมา หรือการได้รับความรู้จากข้อมูลจากครูผู้สอน การสนทนาพูดคุย แล้วนำมากำหนดเป็นกรอบแนวคิดของตนเอง

1.3.4 การตรวจสอบและการบูรณาการ (Experiment and Integrate) เป็นสิ่งท้าทายที่ดีที่สุดคือการฝึกปฏิบัติจริง เป็นการทดลอง ฝึกปฏิบัติ และตรวจสอบ เพื่อการลองผิดลองถูก เป็นการตรวจสอบแนวคิด หาความจริงในสถานที่แตกต่างกันและนำไปสู่การเปลี่ยนแปลง

1.4 ขั้นตอนการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

จากการศึกษาวรรณกรรมของ Pfeiffer & Jones (1983) David A. Kolb (2005) Ester Goh (1998) สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2543) และพรปภัสสร ปริญชาญกล (2546) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนตามหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สรุปได้ว่า ขั้นตอนการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience หรือ CE) ผู้สอนอาจทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม จากนั้นให้ผู้เรียนมีการลงมือปฏิบัติกิจกรรมหรือมีการทดลองตามแนวคิดที่ได้วางไว้ โดยสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการกระทำมากกว่าบรรยายหรือแสดงให้ดู ผู้สอนมีหน้าที่เป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก และช่วยแนะนำเตรียมข้อมูล และช่วยในการตอบคำถามที่ผู้เรียนสงสัยระหว่างทำกิจกรรม

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนการเรียนรู้ (Reflective Observation หรือ RO) ผู้เรียนได้มีการพิจารณาหรือไตร่ตรองถึงประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ โดยสามารถแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้จากขั้นที่ 1 ด้วยการให้ผู้เรียนนำเสนอผลจากการปฏิบัติ โดยการพูด เขียน หรือเล่าให้เพื่อนในห้องฟัง

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization หรือ AC) ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันในการตั้งคำถามเพื่ออภิปรายร่วมกัน ผู้เรียนสามารถซักถามเพื่อความเข้าใจที่แจ่มชัดและมีความพยายามร่วมกันที่จะสรุปหลักการหรือกฎเกณฑ์ และความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับ

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation หรือ AE) ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือนำหลักการที่ได้รับไปสู่การทดลองใหม่ ๆ จนเกิดเป็นแนวทางปฏิบัติของผู้เรียนเอง

2.ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จากวรรณกรรม 5 รายการของนักการศึกษา อัมพร ม้าคะนอง (2553) เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ศศิธร แม้นสงวน (2556) และสุนทร สมบัติธีระ (2012) สรุปว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็น

ความสามารถในการจัดระบบ อธิบายแนวคิด ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยการพูด การเขียน และการนำเสนอแนวคิดสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ รูปภาพ และแบบจำลองมาช่วยในการสื่อความหมายได้อย่างเหมาะสม และสมเหตุสมผล

2.2 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาวรรณกรรมของRowan and Morrow (1993) อัมพร ม้าคะนอง (2547) เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) สรุปได้ว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

2.2.1 ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการอ่าน การพูด การเขียน และการนำเสนอ โดยอาจเริ่มจากสิ่งง่าย ๆ ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาของตนเอง ในลักษณะไม่เป็นทางการ ในลำดับต่อไปผู้สอนอาจฝึกให้ผู้เรียนสื่อสารอย่างเป็นทางการ

2.2.2 ผู้สอนต้องจัดบรรยากาศหรือสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย การแสดงเหตุผลร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหาปัญหาร่วมกัน รวมถึงการให้คำแนะนำจากผู้สอน อันจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอันลึกซึ้งในความคิดของตนเอง แต่อย่างไรก็ตาม หากผู้สอนต้องการฝึกทักษะการสื่อสารให้กับผู้เรียน ผู้สอนควรลดปริมาณเวลาหรือปริมาณการพูดของตนเองให้น้อยลง เพื่อให้ผู้เรียนได้สื่อสารกันมากขึ้น

2.2.3 ผู้สอนควรถามบ่อย ๆ และใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามปลายเปิด เนื่องจากจะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและแสดงการโต้ตอบอย่างหลากหลายและสร้างสรรค์ อีกทั้งควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตั้งคำถามกับตนเอง และสามารถนำแนวคิดนั้นมาสื่อสาร และแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น

2.2.4 ผู้สอนควรใช้เนื้อหาหรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวผู้เรียน ดังนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์

2.2.5 ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและตอบคำถามต่าง ๆ ซึ่งเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดความคิด มีการสื่อสารออกมา หรือบางครั้งอาจให้ผู้เรียนอธิบายกระบวนการหรือวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบ โดยเขียนเป็นประโยคสั้น ๆ เช่น ทำอย่างไร ผลเป็นเช่นไร ทำไม

ทำเช่นนั้น เป็นต้น ซึ่งการเขียนสื่อสารแนวคิด จะทำให้ผู้เรียนตระหนักว่า การเขียนเป็นส่วนสำคัญในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการสืบสวนสอบสวน การเขียนอนุทิน การเขียนรายงาน หรือทำโครงงาน และการเขียนโปสเตอร์ เพื่อช่วยส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร และนำเสนอทางคณิตศาสตร์

2.3 การวัดและประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาวรรณกรรมของสภาครูคณิตแห่งสหรัฐอเมริกา (1989 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคะนอง, 2547) อัมพร ม้าคะนอง (2547) พรรณนิภา ทองนวล (2554) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) สรุปได้ว่า การวัดและประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ การออกแบบกิจกรรมให้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนได้อภิปราย บรรยาย แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งสามารถประเมินได้จากการแสดงออกโดยการสื่อสารในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1 การสื่อสารระหว่างบุคคลด้วยการพูด การเขียนสาธิตให้เห็นภาพ

2.3.2 การเข้าใจ แปลความหมาย ประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์ของสิ่งที่ได้เรียนรู้ ในรูปแบบการนำเสนอด้วยการเขียน หรือนำเสนอด้วยปากเปล่า

2.3.3 การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการนำเสนอแนวคิดของตนเอง ในการพูดและการเขียน

ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้สรุปได้ว่า สามารถประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน คือ ด้านการพูด ผู้เรียนสามารถพูดอธิบาย และนำเสนอแนวคิดโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลและเป็นลำดับขั้นตอน และด้านการเขียน ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอแนวคิดโดยใช้แผนภาพหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อย่างสมเหตุสมผลและเป็นลำดับขั้นตอน

จากการศึกษาวรรณกรรมข้างต้น ได้มีการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งด้านการพูด และการเขียน โดยด้านการพูด ประเมินจากแบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และด้านการเขียน ประเมินจากแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยได้กำหนดเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทั้งด้านการพูด และการเขียน ดังนี้

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏ
4 (ดีมาก)	พูดหรือเขียนอธิบายแสดงแนวคิด โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอข้อมูลตามลำดับขั้นตอนชัดเจน และมีรายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์
3 (ดี)	พูดหรือเขียนอธิบายแสดงแนวคิด โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอข้อมูลตามลำดับขั้นตอนได้ชัดเจนบางประเด็น แต่ขาดรายละเอียดที่ครบถ้วน และสมบูรณ์บางประเด็น
2 (พอใช้)	พูดหรือเขียนอธิบายแสดงแนวคิด โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และนำเสนอข้อมูลตามลำดับขั้นตอนได้บางประเด็น และมีรายละเอียดไม่ชัดเจน
1 (ปรับปรุง)	พูดหรือเขียนอธิบายแสดงแนวคิด โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และนำเสนอข้อมูลไม่ถูกต้อง

3.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่า ยังไม่มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรง นั่นคือใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ดูพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่พบงานวิจัยอื่น ๆ ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น อารีย์ ศรีสุกอง (2562), วาสนา เพ็ชรพันธ์ (2564), เรียมพร แสนซุ้ง (2558) และ Mo et al. (2016) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ รองลงมา คืองานวิจัยที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาหรือความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของจตุพร ผ่องลุนหิต, เรียมพร แสนซุ้ง และวาสนา เพ็ชรพันธ์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ อีกทั้งมีงานวิจัยที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่มีต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของจตุพร ผ่องลุนหิต และภัสราภรณ์ บัวเขียว ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ นอกจากนี้พบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ และขั้นที่ 4 การประยุกต์ ซึ่งเป็น

แนวทางการจัดการเรียนรู้ครูควรเลือกสถานการณ์ที่มีความน่าสนใจหรือใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียน เลือกใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายระดับ และคอยใช้คำถามกระตุ้นและตรวจสอบความถูกต้องเป็นระยะ ๆ จะช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการเชื่อมโยงได้ นอกจากนี้มีงานวิจัยที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ Chesimet et al. (2016) ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์พัฒนาความสนใจในการเรียนรู้ของ Mo et al. (2016) ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ช่วยเพิ่มความสนใจในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และพัฒนาความสนใจในการเขียนโปรแกรมอย่างมาก

นอกจากนี้ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แต่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ เช่น งานวิจัยของพรภัทร สินดี (2557), พิชิต แก้วก่อง (2549) และจีรนันท์ แก้วปินตา (2562) ที่ศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการกลุ่มสูงกว่าเกณฑ์ อีกทั้งนักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียนอยู่ในระดับดีมาก และการนำเสนออยู่ในระดับปานกลาง และงานวิจัยของนริศรา ธรรมนันตา (2563) และชยางกูร จันทะวัน (2564) ที่ศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถแสดงวิธีคิด ให้เหตุผลในการแก้ปัญหา และแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ให้เพื่อนในชั้นเรียนเข้าใจด้วยการพูด และเขียนอธิบายถึงวิธีการที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจและอภิปรายถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้ มีงานวิจัยของไพศาล แมลงทับทอง (2558) ได้ศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย พบว่าความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัยสูงกว่าเกณฑ์

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็น ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และส่งเสริมความสนใจในการเรียนรู้เป็นอย่างดี โดยในการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์อาจใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ ร่วมด้วยได้ เช่น การจัดกระบวนการกลุ่ม การใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ การอภิปรายร่วมกัน การนำเสนอ เป็นต้น

ซึ่งกระบวนการเหล่านี้สามารถช่วยส่งเสริมหรือพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้เช่นกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหา และระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

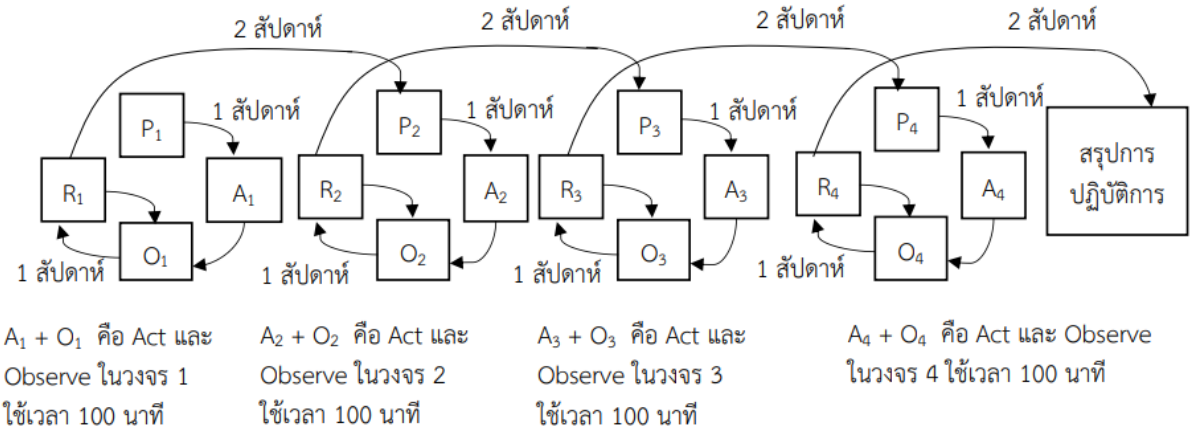
1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล

1.รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ตามแนวคิดของ Kemmis & Mctaggart (1990) เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการทีละวงจร แต่ละวงจร ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) ใช้เวลาดำเนินการวงจรละ 2 สัปดาห์ ดังนี้

ขั้นวางแผน (Plan)	ใช้เวลา 1 สัปดาห์
ขั้นปฏิบัติการ (Act)	ใช้เวลา 2 คาบเรียน รวมเวลาเป็น 100 นาที เป็นคาบสอนที่ต่อเนื่องกัน
ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)	สังเกตขณะปฏิบัติการและบันทึกผลการสังเกตภายหลังปฏิบัติการทันที
ขั้นสะท้อนผล (Reflect)	ใช้เวลา 1 สัปดาห์

โดยลักษณะของวงจรทั้ง 4 แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของ Kemmis & Mctaggart (1990)

โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1.1.1 ส่วนที่ 1 วางแผนเตรียมการก่อนเริ่มปฏิบัติการ ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดและทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์และนำมาออกแบบสร้างเครื่องมือ 2 ส่วน คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการ ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ จำนวน 4 แผน เรื่อง หลักการบวก หลักการคูณ การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด และความน่าจะเป็น แต่ละแผนใช้ในแต่ละวงจรตามลำดับ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียนแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน จากนั้นเตรียมเครื่องมือให้พร้อมก่อนการนำไปใช้ในแต่ละวงจร และผู้วิจัยเตรียมความพร้อม ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการใช้เครื่องมือวิจัยกับผู้สังเกต และนักเรียน

1.1.2 ส่วนที่ 2 วางแผนในแต่ละวงจร ผู้วิจัยในฐานะผู้สอนเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้ในแต่ละวงจร และเตรียมสื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซักซ้อมการใช้สื่อ และหลังจากวงจรที่ 2 เป็นต้นไป มีการปรับแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นตามข้อเสนอแนะในการสะท้อนผลจากวงจรก่อนหน้า ทั้งนี้ยังคงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์การเรียนรู้เชิงประสบการณ์

1.2 ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ในแต่ละวงจรผู้สอนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้มีการบันทึกวีดิโอในชั้นเรียนตลอดการจัดกิจกรรม โดยตั้งกล้องไว้ 1 จุด บริเวณหลังห้องที่เห็นมุมภาพที่ครอบคลุม

นักเรียนทุกคน ครูและหน้าชั้นเรียน ผู้สังเกตนั่งบริเวณหลังห้องที่สามารถมองเห็นการทำกิจกรรมของนักเรียนและครูได้อย่างชัดเจน ระหว่างการทำกิจกรรมในชั้นเรียนนักเรียนจะได้ปฏิบัติกิจกรรมที่แสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน ตามลำดับ ดังนี้ 1) เขียนแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อของตนเอง 2) เขียนกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง 3) อภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุปของกลุ่มตนเองและเขียนวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอนและสมบูรณ์ 4) นำเสนอแนวคิดแบบกลุ่มหน้าชั้นเรียน 5) ตอบคำถามท้ายกิจกรรมกับเพื่อนในกลุ่ม 6) อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในห้องและครูเพื่อหาความคิดรวบยอดที่ได้จากการทำกิจกรรม 7) ทำแบบฝึกหัดร่วมกับเพื่อนในกลุ่มโดยใช้ความรู้จากความคิดรวบยอดมาประยุกต์ใช้ นอกจากนี้นักเรียนยังได้ถาม-ตอบร่วมกันภายในกลุ่ม และชั้นเรียน ระหว่างทำกิจกรรมนักเรียนสังเกตการทำกิจกรรมของเพื่อนในกลุ่ม ครูสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนและบันทึกในแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนพร้อมทั้งประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนทุกคน ผู้สังเกตสังเกตการสอนของครู การทำกิจกรรมของนักเรียน และบันทึกลงในแบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียน และแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน ตามลำดับ เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนฯ นักเรียนได้รับการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดจากเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละคนทำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และนักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที โดยทำเป็นรายบุคคล ผู้สอนทำการบันทึกหลังเสร็จสิ้นการสอนทันที

1.3 ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในแต่ละวงจร ผู้วิจัยและผู้สังเกต ทำหน้าที่สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมตลอดคาบเรียน ติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยสังเกตภาพรวมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และจดบันทึกลงในแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน และแบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียน ภายหลังจากการสังเกตในชั้นเรียน ผู้สอนและผู้สังเกตทำการสังเกตพฤติกรรมชั้นเรียนอีกครั้งจากวีดิโอที่ได้บันทึกไว้ และบันทึกเพิ่มเติมลงในแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน และแบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียน เพื่อนำข้อมูลไปสะท้อนร่วมกัน หากการสะท้อนเกิดข้อสงสัย หรือไม่ได้ข้อสรุป ผู้สอนและผู้สังเกตจะกลับมาสังเกตอีกครั้งผ่านวิดีโอที่บันทึกไว้ จนกว่าจะได้ข้อสรุปร่วมกัน

1.4 ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ในแต่ละวงจร ผู้วิจัยและผู้สังเกตนำข้อมูลทั้งหมดที่ตนเองได้บันทึกไว้จากแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบบันทึก

พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนมาร่วมกันสะท้อนผลในช่วงเย็นของวันที่ปฏิบัติการสอน ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง โดยหาข้อสรุปร่วมกัน ผู้วิจัยเป็นผู้จดบันทึกผลการสะท้อน ข้อดี ข้อควรปรับปรุง แนวทางการปรับปรุง หากยังไม่ได้ข้อสรุปที่แน่ชัดหรือรายละเอียดไม่เพียงพอ ผู้วิจัยและผู้สังเกตจะกลับไปสังเกตอีกครั้ง จากบันทึกวิดีโอ และบันทึกผลการสังเกตในเครื่องมือวิจัยเพิ่มเติม ใช้เวลาประมาณ 1 - 2 วัน แล้วกลับมาสะท้อนอีกในช่วงเย็นหลังเลิกงาน ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ทำซ้ำจนกว่าได้ข้อสรุปที่ชัดเจน และคิดเห็นที่ตรงกันระหว่างผู้วิจัยและผู้สังเกตเพื่อนำผลการสะท้อนไปวางแผนในวงจรต่อไป

หลังจากเสร็จสิ้นทั้ง 4 วงจร ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับหลังเรียน แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที

2.กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนเวียงมอกวิทยา จังหวัดลำปาง จำนวน 10 คน

3.เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ จำนวน 4 แผน แผนละ 100 นาที ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

3.1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อเป็นแนวทางจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ในวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.1.2 วิเคราะห์เนื้อหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้เรื่องหลักการนับเบื้องต้น และความน่าจะเป็น เพื่อกำหนดสาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 เรื่อง หลักการบวก

แผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ

แผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

แผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น

3.1.3 ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ โดยได้กำหนดลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนในแต่ละแผน ดังนี้ ขั้นนำ ขั้นสอน ประกอบด้วย 4 ขั้นตามหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ คือ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม และขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ และขั้นสรุป และบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

3.1.4 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผล ตลอดจนการใช้ภาษาที่ถูกต้อง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้ข้อเสนอแนะในการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น แก้ไขเนื้อหาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ภาษาที่ใช้ในการเขียนให้มีความชัดเจนสอดคล้องกับแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์มากยิ่งขึ้น และคำแนะนำในการแก้ไขใบกิจกรรมให้มีรูปแบบตรงกับลักษณะกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนได้เกิดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (ดูรายชื่อจากภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของแผนฯ ความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาและการนำไปใช้ โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้มีลักษณะมาตรประมาณค่า (Rating scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ และกำหนดเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสม ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.00 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งผลการประเมินพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ทั้ง 4 แผน มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมรายแผนเท่ากับ 4.92, 4.86, 4.89 และ 4.89 ตามลำดับ และผู้เชี่ยวชาญไม่มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปจัดกิจกรรมกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายต่อไป (ดูตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากภาคผนวก ค)

3.2 แบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียน โดยผู้สอนและผู้สังเกตเป็นผู้บันทึก ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

3.2.1 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียน

3.2.2 วิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการสังเกตว่าต้องการสังเกตพฤติกรรมในประเด็นการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ การคุมชั้นเรียนโดยเน้นการกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน

3.2.3 กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตตามวัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัยที่กำหนด

3.2.4 สร้างแบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียน

3.2.5 นำแบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความถูกต้อง เหมาะสมของลักษณะพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.2.6 นำแบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียนมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของประเด็นที่บันทึกกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item-objective congruence: IOC) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.66 – 1.00

3.2.7 นำแบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียนที่สมบูรณ์ไปใช้ต่อไป (ภาคผนวก ค)

3.3 แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน โดยผู้สอนและผู้สังเกตเป็นผู้บันทึก ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

3.3.1 ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน

3.3.2 วิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการสังเกตว่าต้องการสังเกตพฤติกรรมในประเด็นการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตามแผนการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่เน้นการแสดงออกถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียนในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน

3.3.3 กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตตามวัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัยที่กำหนด

3.3.4 สร้างแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน

3.3.5 นำแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความถูกต้อง เหมาะสมของลักษณะพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.3.6 นำแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของประเด็นที่บันทึกกับเป้าหมายการเรียนรู้ของนักเรียน และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of item-objective congruence: IOC) พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.00

3.3.7 นำแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนที่สมบูรณ์ไปใช้ต่อไป (ภาคผนวก ค)

3.4 แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด 2 ฉบับ คือ 1) สำหรับนักเรียนประเมินกันเอง และ 2) สำหรับครูประเมินนักเรียน เป็นแบบประเมินมาตรวัดระดับ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

3.4.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมิน

3.4.2 สร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด รูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดประเด็นที่ต้องการประเมินสอดคล้องตามตัวบ่งชี้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

3.4.3 กำหนดเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการสื่อสารคณิตศาสตร์ด้านการพูด ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ระดับคะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏ
4 (ดีมาก)	พูดอธิบายความคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน และมีรายละเอียดครบถ้วน
3 (ดี)	พูดอธิบายความคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจนบางประเด็น แต่ขาดรายละเอียดที่ครบถ้วนบางประเด็น
2 (พอใช้)	พูดอธิบายความคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนเป็นลำดับขั้นตอนได้บางประเด็น และมีรายละเอียดไม่ชัดเจน

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ระดับคะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏ
1 (ปรับปรุง)	พูดอธิบายความคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์และนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนไม่ถูกต้อง

3.4.4 นำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและเกณฑ์การให้คะแนนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสม ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้ข้อเสนอแนะการเขียนเกณฑ์ให้มีภาษาที่นักเรียนเข้าใจง่ายและสามารถประเมินเพื่อนสมาชิกในกลุ่มได้

3.4.5 นำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวบ่งชี้ที่กำหนด ผลการประเมินได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC อยู่ระหว่าง 0.66 – 1.00 และผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ คือ การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดไม่สามารถประเมินการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ประเมินได้จากทางภาษาทางคณิตศาสตร์ จึงแก้ไขเกณฑ์การให้คะแนนจากพูดอธิบายความคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ โดยใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการให้คะแนนจากพูดอธิบายความคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์

3.4.6 นำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่สมบูรณ์ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายต่อไป (ภาคผนวก ค)

3.5 แบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน แบบอัตนัย จำนวน 4 ฉบับใช้ประเมินท้ายแต่ละวงจร และฉบับหลังเรียนใช้ประเมินหลังเสร็จสิ้นปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

3.5.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.5.2 ศึกษาความหมาย นิยาม และวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.5.3 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยมีลักษณะข้อสอบเป็นข้อสอบแบบอัตนัย ฉบับละ 5 ข้อ จำนวน 5 ฉบับ แต่ละฉบับจัดทำตารางวิเคราะห์ข้อคำถามตามตัวบ่งชี้ในนิยามและจุดประสงค์ตามเนื้อหาทั้งหมด 4 เรื่อง ดังนี้

ฉบับที่ 1 เรื่อง หลักการบวก

ฉบับที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ

ฉบับที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

ฉบับที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น

ฉบับที่ 5 รวมเนื้อหาจากฉบับที่ 1-4

3.5.4 กำหนดเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ดัง ตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	
3 (ดีมาก)	เขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายได้เหมาะสมทั้งหมด
2 (ดี)	เขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายได้เหมาะสมเกือบทั้งหมด
1 (พอใช้)	เขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายได้เหมาะสมบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	ไม่มีการเขียน หรือ เขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายไม่เหมาะสมทั้งหมด
2. การอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด	
ระดับคะแนน	**เกณฑ์การให้คะแนน**
3 (ดีมาก)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดได้ถูกต้องหรือชัดเจนทั้งหมด
2 (ดี)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดได้ถูกต้องหรือชัดเจนเกือบทั้งหมด
1 (พอใช้)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดได้ถูกต้องหรือชัดเจนบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	ไม่มีการเขียน หรือ เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดไม่ถูกต้องหรือไม่ชัดเจนทั้งหมด

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3. การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	
ระดับคะแนน	**เกณฑ์การให้คะแนน**
3 (ดีมาก)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้ทั้งหมด
2 (ดี)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้เกือบทั้งหมด

3.5.5 นำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสม ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.5.6 นำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามในแบบทดสอบกับตัวบ่งชี้ที่กำหนด และจุดประสงค์การเรียนรู้ตามเนื้อหา ผลการประเมิน พบว่า แบบทดสอบทุกฉบับมีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC เท่ากับ 1.00 และผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ คือ ให้เพิ่มคำถามย่อยในแต่ละข้อให้สอดคล้องกับตัวบ่งชี้ที่ต้องการวัด โดยคำถามที่ (1) จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อวัดตามตัวบ่งชี้ที่ 1 การเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และคำถามที่ (2) จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ที่ต้องการวัดเพื่อวัดตัวบ่งชี้ที่ 2 การอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด และตัวบ่งชี้ที่ 3 การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามตรงตามตัวบ่งชี้มากยิ่งขึ้น

3.5.7 นำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 12 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่อง หลักการนับเบื้องต้นและความน่าจะเป็น มาแล้ว

3.5.8 นำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์และวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากนั้นหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธ์แอลฟ่าตามวิธีของครอนบัค ผลการตรวจคุณภาพของแบบทดสอบทุกฉบับ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 คะแนนค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเที่ยงของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

แบบทดสอบ	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)	ความเที่ยง
1. หลักการบวก	0.50	0.58	0.90
2. หลักการคูณ	0.31	0.43	0.91
3. การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด	0.37	0.54	0.94
4. ความน่าจะเป็น	0.38	0.55	0.90
5. ประเมินท้ายปฏิบัติการ	0.50	0.42	0.81

3.5.10 นำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่สมบูรณ์ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายต่อไป (ภาคผนวก ค)

4.การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนการเก็บข้อมูล ดังนี้

4.1 ชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตนให้ถูกต้องก่อนการปฏิบัติการทดลอง 1 ชั่วโมง

4.2 ดำเนินการทดลองปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 4 แผน แผนละ 100 นาที แบ่งออกเป็น 4 วงจร ดังนี้

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง หลักการบวก

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง วิธีการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นกรณีที่สิ่งของแตกต่างกัน

วงจรที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น

ระหว่างการปฏิบัติการแต่ละวงจรผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล ดังนี้

4.2.1 เก็บข้อมูลความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยให้นักเรียนทำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดเพื่อนสมาชิกในกลุ่มหลังทำกิจกรรมทันที และครูทำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดของนักเรียนทุกคนท้ายคาบเรียน

4.2.2 เก็บข้อมูลความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยให้นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนหลังการจัดการเรียนรู้ในทุก ๆ วงจร ทั้งหมด 4 ครั้ง

4.2.3 เก็บข้อมูลพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยและผู้สังเกตเป็นผู้สังเกตและบันทึกลงในแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมด 4 ครั้ง

4.2.4 เก็บข้อมูลพฤติกรรมการสอนของครูระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยสังเกตตนเองและผู้สังเกตสังเกตและบันทึกลงในแบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียน ทั้งหมด 4 ครั้ง

4.2.5 เก็บข้อมูลรายละเอียดทั้งหมดในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน บรรยากาศการเรียนรู้ สิ่งอำนวยความสะดวก และผู้วิจัยในฐานะผู้สอนบันทึกประเด็นทั้งหมดลงในแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

4.2.6 เก็บข้อมูลความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนอีกครั้งหลังเสร็จสิ้นปฏิบัติการ โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนฉบับหลังเรียน ใช้เวลา 50 นาที

4.3 นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์เพื่อเขียนรายงานผลต่อไป

5.การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตามลักษณะของข้อมูล ดังนี้

5.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดและการเขียนด้วยร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยวิเคราะห์เนื้อหาและตรวจสอบแบบสามเส้าและนำเสนอในรูปความเรียง

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อ 1) พัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเวียงมอกวิทยา ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และ 2) ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในรูปวงจรปฏิบัติการ 4 วงจร แต่ละวงจร ดำเนินการ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) ก่อนเริ่มปฏิบัติการผู้วิจัยได้ทำความเข้าใจกับผู้ร่วมวิจัยซึ่งทำหน้าที่สังเกตการจัดการเรียนรู้ 1 ท่าน คือ ครูหัวหน้ากลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ระดับวิทยฐานะชำนาญการ จบการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเอก คณิตศาสตร์ วิชาโทคอมพิวเตอร์ศึกษา จากมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง และมีประสบการณ์สอนวิชาคณิตศาสตร์ 9 ปี ปัจจุบันสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 5 โรงเรียนเวียงมอกวิทยา จากนั้นปฐมนิเทศนักเรียนผู้เข้ารับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ก่อนเริ่มการจัดกิจกรรม 1 วัน เพื่อชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่ม แจ้งให้นักเรียนทราบว่าจะมีผู้สังเกตการจัดการเรียนรู้ตลอดการทดลอง และชี้แจงบทบาทของนักเรียนในฐานะผู้ประเมิน ชี้แจงวิธีการใช้เครื่องมือประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดเพื่อประเมินเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม

ผู้วิจัยของนำเสนอผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และ ตอนที่ 2 ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.ผลการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการปฏิบัติรูปแบบพรรณนาร่วมกับข้อมูลเชิงปริมาณในวงจรปฏิบัติการที่ 1 – 4 นำเสนอทีละวงจร ตามลำดับ จากนั้นนำเสนอผลสรุปเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทุกวงจรไปจนถึงสิ้นสุดการปฏิบัติการ ดังนี้

1.1 ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1

นำเสนอผลการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1.1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เรื่อง หลักการบวก จำนวน 2 คาบเรียนติดกัน หรือ 100 นาที เพื่อให้นักเรียนสามารถ 1) เขียนแนวคิดการแก้ปัญหาจากสถานการณ์โดยใช้หลักการบวกได้ 2) ใช้หลักการบวกแสดงการหาวิธีทำงานจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ 3) พูดอธิบายวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้หลักการบวกได้ และจัดเตรียมสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ใบกิจกรรม Go to Bangkok บัตรภาพกำหนดการและวิธีการเดินทาง 14 ใบ โบว์ชัวร์ตารางเวลาเดินรถ (รถไฟ รถทัวร์ เครื่องบิน) และแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง หลักการบวก อีกทั้งเตรียมเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียน แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 1 และสถานที่ โดยจัดโต๊ะเก้าอี้เป็นกลุ่ม จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน บริเวณหน้ากระดาน และตั้งกล้องหลังห้องเรียน

1.1.2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พร้อมด้วยตั้งกล้องและบันทึกวีดิโอตลอดการจัดการชั้นเรียนบริเวณมุมห้อง ด้านหลัง ปรับมุมกล้องให้เห็นนักเรียนครบทุกคนและบริเวณหน้าชั้นเรียน รวมถึงกระดานอย่างชัดเจน นำเสนอรายละเอียดการปฏิบัติตามลำดับขั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

<u>ขั้นนำ</u>

ครูเล่าสถานการณ์การเดินทางมาโรงเรียนของบิ๊ก สามารถทำได้ด้วยวิธีที่หลากหลาย จากนั้นให้นักเรียนลองคิดหาจำนวนวิธีการเดินทางมาโรงเรียนของบิ๊กที่เป็นไปได้ทั้งหมด ว่ามีกี่วิธีอะไรบ้าง พร้อมใช้คำถามกระตุ้นความคิด นักเรียนทุกคนต่างตอบคำถามของตนเอง จากนั้นร่วมกันอภิปรายจนได้คำตอบจำนวนวิธีการเดินทางมาโรงเรียนของบิ๊ก จากนั้นครูเชื่อมโยงเข้าเนื้อหาบทเรียนโดยแนะนำว่า “วันนี้เราจะมาแก้ปัญหาคล้าย ๆ กับสถานการณ์ข้างต้น หรือการหาวิธีทำงานจากสถานการณ์” และบอกให้นักเรียนสังเกตการทำกิจกรรมของเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม

<u>ขั้นสอน</u> ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ของการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของนักเรียนทั้งแบบรายบุคคล และแบบกลุ่ม

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ ครูแจกใบกิจกรรม Go to Bangkok กิจกรรมแสดงวิธีแก้ปัญหาการเดินทางจากจังหวัดลำปางไปกรุงเทพมหานครด้วยวิธีที่เป็นไปได้ทั้งหมด แจกสื่อ

สติ๊กเกอร์ภาพพาหนะรถไฟ รถทัวร์ และเครื่องบิน พร้อมรายละเอียดกำหนดการเดินทาง 14 ใบ โบว์ชัวร์ตารางเวลาเดินทางแต่ละประเภทคนละ 1 ชุด ครูชี้แจงการทำกิจกรรมแนะนำให้นักเรียนสร้างประสบการณ์วิเคราะห์และหาแนวทางแก้ปัญหาผ่านการใช้สื่อออกแบบวิธีการเดินทางจากจังหวัดลำปางไปกรุงเทพมหานคร

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion) หลังจากที่นักเรียนแต่ละคนได้ออกแบบวิธีการเดินทางแล้ว จะบันทึกกระบวนการและแนวคิดการแก้ปัญหาจากการใช้สื่อหรือวิธีการเดินทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดของตนเองลงในแบบบันทึกกิจกรรม จากนั้นครูให้นักเรียนจัดกลุ่มเองทั้งหมด 2 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน และอภิปรายแลกเปลี่ยนกระบวนการและแนวคิดของตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม และบันทึกข้อสังเกต หรือประเด็นที่น่าสนใจจากการสังเกตสะท้อนคิดร่วมกัน และหาข้อสรุปร่วมกันของกลุ่มตนเอง ระหว่างนั้นครูจะคอยสังเกตนักเรียนรายบุคคล และกระตุ้นให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่มให้มากที่สุด

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) หลังจากได้ข้อสรุปวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง แต่ละกลุ่มจะต้องสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรมโดยการเรียบเรียงและบันทึกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่สมบูรณ์ลงในแบบบันทึกกิจกรรม นักเรียนทุกกลุ่มจะได้นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน เมื่อครบทุกกลุ่มแล้วครูจะประเมินชี้แนะและเพิ่มเติมส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์อีกครั้ง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีแก้ปัญหาการบวกจากสถานการณ์เดิมที่ปรับเงื่อนไขใหม่ด้วยตนเองทั้งหมดอีกครั้งเพื่อประเมินความเข้าใจ บันทึกคำตอบในใบกิจกรรม และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนอีกครั้ง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความคิดรวบยอดจากกิจกรรมจนได้ข้อสรุปของหลักการบวก

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation) นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทดลองแสดงวิธีแก้ปัญหาจำนวนรูปแบบการสมัครงานในตำแหน่งต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด จากแบบฝึกหัดที่ 1 เพื่อประเมินความเข้าใจ เรื่อง หลักการบวก หลังทุกคนทำแบบฝึกหัดเสร็จ ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยโดยวิธีถาม-ตอบ

<u>ขั้นสรุป</u> ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน เรื่อง หลักการบวก โดยวิธีการถาม - ตอบ ครูตั้งคำถามสรุป 2 ประเด็น 1) เราจะใช้หลักการบวกเพื่อแก้ปัญหาในลักษณะใดหรือสถานการณ์ใด 2) หลักการบวกใช้แก้ปัญหาได้อย่างไร จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยเพิ่มเติม

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนจะต้องประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทุกคนยกเว้นตนเอง โดยใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที จากนั้นนักเรียนทุกคนต้องทำแบบทดสอบเพื่อประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 1 แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ เรื่อง หลักการบวก

กำหนดเวลา 20 นาที ระหว่างนั้นครูจะประเมินความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดของนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนรายบุคคล และบันทึกประเด็นสำคัญที่น่าสนใจในบันทึกหลังการจัดเรียนรู้

1.1.3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

จากแบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูของผู้วิจัยและผู้สังเกตพบประเด็นที่สังเกตได้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นนำ

ครูใช้น้ำเสียงสูงต่ำในการเล่าสถานการณ์ได้น่าสนใจ นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจและกระตือรือร้นในการตอบคำถามการหาจำนวนวิธีการเดินทางจากบ้านมาโรงเรียนของบิ๊ก นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 6 คน ตอบเหมือนกัน คือ “มีทั้งหมด 5 วิธี คือ เดิน รถจักรยาน รถจักรยานยนต์ รถยนต์ และรถรับส่งนักเรียน” และนักเรียนส่วนน้อยจำนวน 4 คน ไม่ตอบคำถาม เมื่อครูถามเป็นรายบุคคลถึงสาเหตุการไม่ตอบคำถาม พบว่า ตอบไม่ทันเพื่อน คิดตามสถานการณ์ไม่ทัน เพื่อนคิดและตอบเร็ว และไม่กล้าตอบกลัวตอบผิด จากนั้นครูบอกความสอดคล้องของสถานการณ์กับกิจกรรมว่าใช้วิธีแก้ปัญหาคล้ายกันเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาเข้าสู่บทเรียน

ขั้นสอน

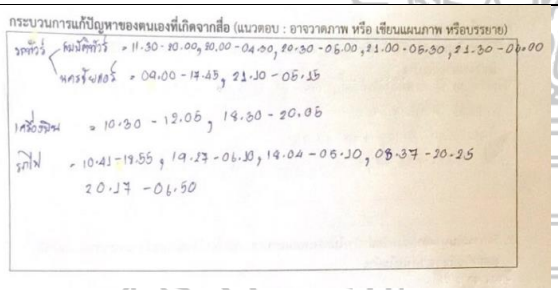
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience) นักเรียนทุกคนให้ความสนใจและตั้งใจฟังครูชี้แจงการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี ทุกคนอ่านสถานการณ์และวิเคราะห์นักเรียนครึ่งหนึ่งจำนวน 5 คน เริ่มศึกษารายละเอียดจากสื่อ โดยอ่านโบว์ชัวร์ตารางเวลาเดินทาง และนำสติ๊กเกอร์ภาพพาหนะรถไฟ รถทัวร์ และเครื่องบิน มาทดลองจัดเรียงวิธีการเดินทางที่เป็นไปได้ ส่วนนักเรียน อีกครึ่งหนึ่งศึกษารายละเอียดจากโบว์ชัวร์ตารางเวลาเดินทางแต่ยังไม่เข้าใจ ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า “นักเรียนลองนำบัตรภาพแต่ละภาพ มาจัดเรียงวิธี การเดินทางที่เป็นไปได้ทั้งหมด” ครูคอยแนะนำนักเรียนทีละคนจนกระทั่งทุกคนจัดเรียงได้ และในระหว่างการทำกิจกรรมนักเรียนทุกคนได้ชำเลืองมองการนำบัตรภาพไปเรียงของเพื่อนข้าง ๆ เพื่อดูว่าทำเหมือนกันหรือไม่ เนื่องจากไม่มั่นใจในการทำกิจกรรมของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion) นักเรียนทุกคนได้แปะสติ๊กเกอร์ภาพพาหนะรถไฟ รถทัวร์ และเครื่องบินลงในแบบบันทึกกิจกรรม จากการสังเกต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ แปะภาพอย่างไม่มีหลักการ ดังภาพที่ 4.1 ขณะที่นักเรียน 2 คน แปะภาพอย่างมีหลักการ โดยนักเรียน 1 คน แปะภาพเรียงจากการเดินทางที่ราคาถูกที่สุดจนถึงแพงที่สุด และอีกคนหนึ่ง แปะภาพโดยแยกประเภทเรียงจากรถไฟ เครื่องบิน และรถทัวร์ ดังภาพที่ 4.2 ในการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อ นักเรียนทุกคนไม่รู้ว่าจะเขียนอย่างไร ไม่มั่นใจในการเขียน กลัวทำผิด ครูจึงยกตัวอย่างวิธีการเขียนแผนภาพต้นไม้ให้นักเรียน

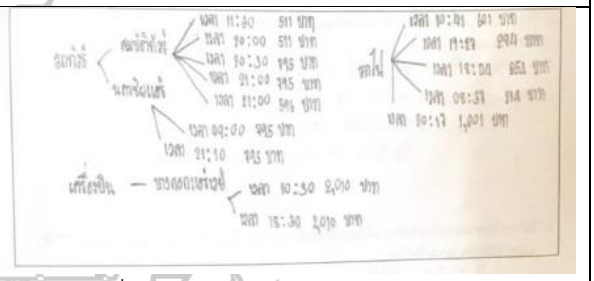
บนกระดานพร้อมทั้งอธิบายวิธีการเขียน หลังจบการยกตัวอย่างมีนักเรียนคนหนึ่ง ถามว่า “ถ้าไม่ใช้แผนภาพต้นไม้ ใช้วิธีอื่นได้ไหม” ครูตอบว่า “สามารถใช้ตาราง หรือวาดภาพก็ได้ แล้วแต่ความถนัดของนักเรียน” นักเรียนลงมือเขียนแนวคิดจากการแก้ปัญหา โดยนำตัวอย่างวิธีการเขียนบนกระดานมาประยุกต์กับการเขียนแผนภาพต้นไม้ของตนเอง ในระหว่างทำกิจกรรมครูคอยสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล มีนักเรียน 2 คน คือ นักเรียน S4 และ S7 ไม่กล้าเขียนแผนภาพต้นไม้ของตนเอง ครูเข้าไปช่วยเหลือโดยบอกนักเรียนว่า “นักเรียนได้วิธีการเดินทางทั้งหมดกี่วิธีให้เขียนเป็นต้น และแต่ละวิธีมีเวลาการเดินทางอะไรบ้างให้แตกเป็นกิ่ง” นักเรียนส่วนใหญ่ 7 คน เขียนแยกกิ่งโดยเขียนเวลาในการเดินทาง ดังภาพที่ 4.3 นักเรียนส่วนน้อย 2 คน เขียนแยกกิ่งโดยเขียนทั้งเวลาในการเดินทางและราคา ดังภาพที่ 4.4 และอีกคนหนึ่ง ไม่ได้ใช้แผนภาพต้นไม้ในการเขียน แต่ใช้ตารางในการเขียนแทน ดังภาพที่ 4.5 จากการแปะภาพที่มีหลักการและไม่มีหลักการ นักเรียนทั้งสองกลุ่มเขียนกระบวนการแก้ปัญหาออกมาลักษณะเดียวกัน เป็นผลมาจากการที่ครูชี้แนะการเขียนแผนภาพต้นไม้บนกระดานซึ่งแนะการเขียนที่ถูกต้องให้นักเรียน นักเรียนไม่ได้ใช้แนวคิดจากสื่อและไม่ได้กระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดจากสื่อโดยตรง แต่ได้กระบวนการจากที่ครูชี้แนะ จากนั้นนักเรียนร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิด และกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม ครูคอยสังเกตการร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แลกเปลี่ยนสิ่งที่ตนเองได้เขียนกับเพื่อนในกลุ่ม แต่มีนักเรียนหนึ่งคนในแต่ละกลุ่ม คือ นักเรียน S4 และ S7 ไม่ได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน นักเรียน S4 ทำไม่ทัน และนักเรียน S7 มีความคิดตรงกับเพื่อนจึงไม่ได้อธิบายความคิดของตนเอง บอกเพียงว่า “คิดเหมือนกัน” ภายหลังการแลกเปลี่ยนความคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มหาข้อสรุปของกลุ่มตนเองและบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมโดยนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มบันทึกโดยใช้แผนภาพต้นไม้ระบุช่วงเวลาการเดินทางในรูปแบบการเดินทางรถทัวร์ รถไฟ และเครื่องบิน เช่นเดียวกับกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองเนื่องจากทุกคนในกลุ่มมีแนวคิดลักษณะเดียวกัน ดังภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.1 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์ภาพพาหนะเรียงจำนวนวิธีอย่างไม่มีหลักการ

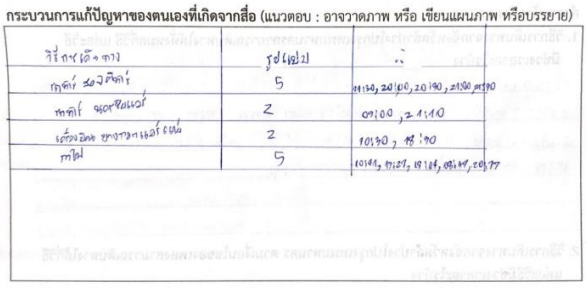
ภาพที่ 4.2 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์ภาพพาหนะเรียงจำนวนวิธีอย่างมีหลักการ เรียงแยกประเภทเรียงจากรถไฟ รถทัวร์ และเครื่องบิน



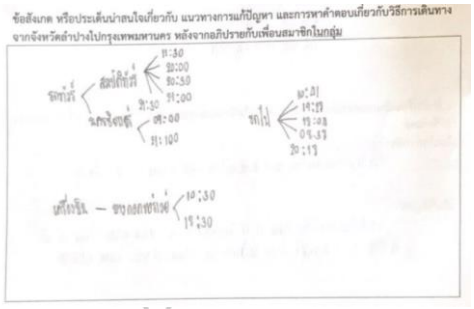
ภาพที่ 4.3 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อที่ไม่มีหลักการ



ภาพที่ 4.4 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อที่มีหลักการ



ภาพที่ 4.5 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล ที่เกิดจากสื่อโดยใช้ตาราง



ภาพที่ 4.6 ภาพตัวอย่างการบันทึกข้อสรุปของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง จากการสังเกตทั้งสองกลุ่มบันทึกวิธีการแก้ปัญหาไม่เป็นลำดับขั้นตอน เขียนวิธีการเดินทางไม่ครบถ้วน นักเรียนส่วนน้อยไม่มีการเขียนผลลัพธ์ทั้งหมดว่าเดินทางได้กี่วิธี ดังภาพที่ 4.7 และนักเรียนส่วนใหญ่เขียนเพียงผลลัพธ์ของคำตอบไม่ได้แสดงวิธีการคำนวณผลลัพธ์โดยใช้สัญลักษณ์การบวก ดังภาพที่ 4.8 นักเรียนไม่เข้าใจการเขียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอนว่าต้องเขียนอย่างไร เป็นผลมาจากข้อผิดพลาดที่นักเรียนไม่ได้เกิดแนวคิดจากกระบวนการจากสื่อ แต่นักเรียนได้แนวคิดการเขียนที่ถูกต้องจากครู นักเรียนจึงมีปัญหาการเขียน ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มยกมือขอความช่วยเหลือจากครู ครูจึงยกตัวอย่างการเขียนวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมบนกระดาน แต่ละกลุ่มนำวิธีการเขียนดังกล่าวไปปรับการเขียนของกลุ่มตนเอง โดยเขียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและใช้สัญลักษณ์การบวกในการหาผลลัพธ์ ดังภาพที่ 4.9 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และบอกนักเรียนว่า “ทุกคนในกลุ่มจะต้องมีส่วนร่วมในการนำเสนอ” นักเรียนได้พูดคุยแบ่งหน้าที่กันในการนำเสนอภายในกลุ่ม และออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ในขณะที่นำเสนอนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอเป็นอย่างดี มีนักเรียนกลุ่มละ 1 คน คือ นักเรียน S4 และ S7 เขินอายในการนำเสนอ พูดผิด ๆ ถูก ๆ พูดข้ามขั้นตอนจึงพูดใหม่อีกครั้งในส่วนที่พูดผิด เมื่อครบทุกกลุ่ม ครูเพิ่มเติม หรือปรับภาษาการเขียนวิธีแก้ปัญหาการเดินทางอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและใช้สัญลักษณ์หลักการบวกให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ครูใช้การถามตอบแต่ละขั้นตอนพร้อมทั้งเขียนบนกระดาน ดังบทสนทนาระหว่างครูและนักเรียน ดังนี้

ครู : การเดินทางจากลำปางไปกรุงเทพมหานครมีวิธีการเดินทางทั้งหมดกี่วิธี อะไรบ้าง

นักเรียน : 3 วิธี คือ รถทัวร์ เครื่องบิน และรถไฟ

ครู : การเดินทางด้วยรถทัวร์เลือกเดินทางในช่วงเวลาทั้งหมดกี่วิธี

นักเรียน : 7 วิธี

ครู : การเดินทางด้วยเครื่องบินเลือกเดินทางในช่วงเวลาทั้งหมดกี่วิธี

นักเรียน : 2 วิธี

ครู : การเดินทางด้วยรถไฟเลือกเดินทางในช่วงเวลาทั้งหมดกี่วิธี

นักเรียน : 5 วิธี

ครู : จากวิธีการเดินทางในช่วงเวลาทั้งหมด สามารถเดินทางได้ทั้งหมดกี่วิธี

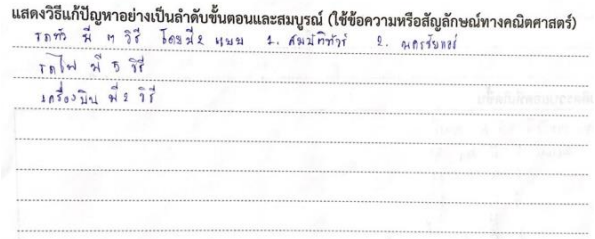
นักเรียน : 14 วิธี

ครู : นักเรียนหาได้อย่างไร

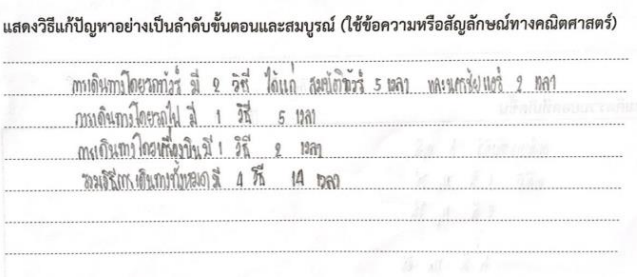
นักเรียน : นำ 7 บวก 2 บวก 5

ครู : นักเรียนต้องเขียนให้เป็นลำดับขั้นตอน ว่า สามารถหาจำนวนวิธีการเดินทางทั้งหมด เท่ากับ 7 + 2 + 5 = 14 วิธี

ครูเพิ่มข้อจำกัดหรือเงื่อนไขในการเดินทาง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีแก้ปัญหาการบวกจากการตอบคำถามท้ายกิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามด้วยตนเองก่อนแล้วจึงหารือร่วมกับเพื่อน แต่มีนักเรียน 3 คน มีนักเรียน S4 และ S7 รวมอยู่ด้วย รอเพื่อนตอบและขอดูคำตอบของเพื่อนว่าตรงกับที่ตนเองคิดหรือไม่ ก่อนเขียนคำตอบของตนเอง จากการสังเกตการตอบคำถามท้ายกิจกรรม นักเรียนนำสื่อสติ๊กเกอร์ภาพพาหนะ และโบว์ชัวร์ตารางเวลาเดินทางมาตรวจสอบตามเงื่อนไขที่กำหนดก่อนตอบคำถาม ใช้การนับและตัดออกในวิธีการเดินทางที่ไม่ตรงตามเงื่อนไข แต่นักเรียนยังเขียนการแก้ปัญหาไม่เป็นลำดับขั้นตอนที่สมบูรณ์ และขาดการใช้สัญลักษณ์การบวก ดังภาพที่ 4.10 เมื่อตอบคำถามแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ แนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองอีกครั้ง พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มนำเสนอข้อสองไม่เหมือนกัน กลุ่มที่ 1 ได้คำตอบ 2 วิธี ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้คำตอบ 4 วิธี จากการพิจารณาคำตอบทั้งสองกลุ่ม ครูจึงบอกนักเรียนว่า “ให้แต่ละกลุ่มลองตรวจสอบคำตอบของกลุ่มตนเองอีกครั้งว่าตอบเกินหรือตอบไม่ครบหรือไม่ ”นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทบทวนคำตอบของกลุ่มตนเอง และได้ข้อสรุปว่ากลุ่มที่ 1 ที่ได้คำตอบ 2 วิธี เขียนจำนวนวิธีในการเดินทางไม่ครบถ้วน เนื่องจากดูช่วงเวลาตามเงื่อนไขผิด จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความคิดรวบยอดจากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถามถามทีละขั้นตอนพร้อมทั้งเขียนบนกระดานจนนักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดตามหลักการบวก ดังภาพที่ 4.11

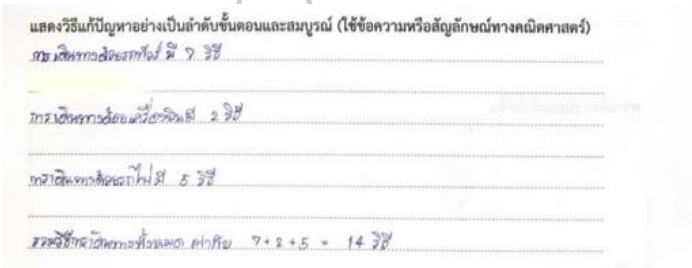

แสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและสมบูรณ์ (ใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์)
รถทัวร์ มี ๗ วิธี โดยมีวิธี นนท ๑. สมมติว่า ๒. ผลรวมของ
รถไฟ มี ๒ วิธี
เครื่องบิน มี ๕ วิธี

ภาพที่ 4.7 ภาพตัวอย่างการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เป็นลำดับขั้นตอนที่สมบูรณ์


แสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและสมบูรณ์ (ใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์)

การเดินทางโดยรถทัวร์ มี 2 วิธี ได้แก่ สุดปลายทัวร์ 5 เวลา และเดินทัวร์ 2 เวลา
การเดินทางโดยรถไฟ มี 1 วิธี 5 เวลา
การเดินทางโดยเครื่องบิน มี 1 วิธี 2 เวลา
รวมวิธีการเดินทางทั้งหมด มี 4 วิธี 14 เวลา

ภาพที่ 4.8 ภาพตัวอย่างการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน แต่ไม่มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์


แสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและสมบูรณ์ (ใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์)

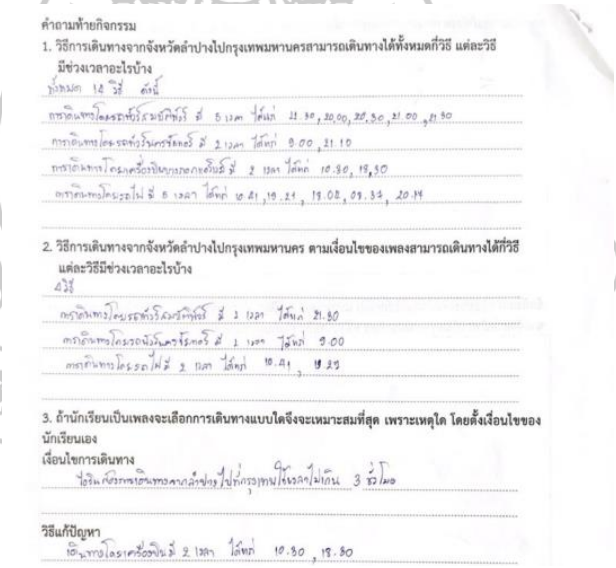
การเดินทางโดยรถทัวร์ มี 7 วิธี

การเดินทางโดยเครื่องบิน มี 2 วิธี

การเดินทางโดยรถไฟ มี 5 วิธี

รวมวิธีการเดินทางทั้งหมด เท่ากับ 7+2+5 = 14 วิธี

ภาพที่ 4.9 ภาพตัวอย่างการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยใช้สัญลักษณ์การบวก


คำถามท้ายกิจกรรม

1. วิธีการเดินทางจากจังหวัดลำปางไปกรุงเทพมหานครสามารถเดินทางได้ทั้งหมดกี่วิธี แต่ละวิธีมีช่วงเวลาอะไรบ้าง

มีทั้งหมด 14 วิธี ดังนี้

การเดินทางโดยรถทัวร์ปรับอากาศ มี 5 เวลา ได้แก่ 21.30, 20.00, 20.30, 21.00, 21.30
การเดินทางโดยรถทัวร์นครชัยแอร์ มี 2 เวลา ได้แก่ 8.00, 21.10
การเดินทางโดยเครื่องบินการบินกรุงเทพ มี 2 เวลา ได้แก่ 10.30, 19.30
การเดินทางโดยรถไฟ มี 5 เวลา ได้แก่ 10.41, 19.21, 19.08, 09.33, 20.14

2. วิธีการเดินทางจากจังหวัดลำปางไปกรุงเทพมหานคร ตามเงื่อนไขของเพลงสามารถเดินทางได้กี่วิธี แต่ละวิธีมีช่วงเวลาอะไรบ้าง

4วิธี

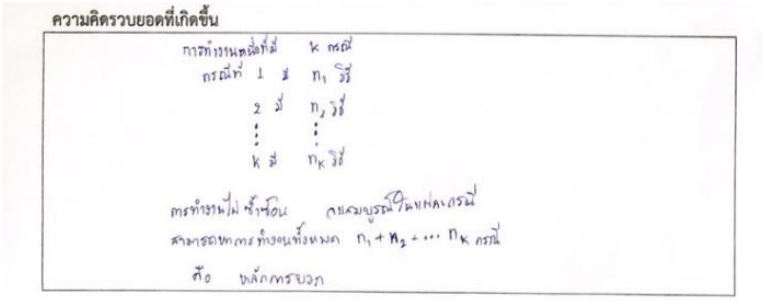
การเดินทางโดยรถทัวร์ปรับอากาศ มี 1 เวลา ได้แก่ 21.30
การเดินทางโดยรถนัมเบอร์วันทัวร์ มี 1 เวลา ได้แก่ 8.00
การเดินทางโดยรถไฟ มี 2 เวลา ได้แก่ 10.41, 19.21

3. ถ้านักเรียนเป็นเพลงจะเลือกการเดินทางแบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด โดยตั้งเงื่อนไขของนักเรียนเอง

เงื่อนไขการเดินทาง
ใช้เส้นทางการเดินทางจากลำปาง ไปกรุงเทพ ใช้เวลาไม่เกิน 3 ชั่วโมง

วิธีแก้ปัญหา
เดินทางโดยเครื่องบิน มี 2 เวลา ได้แก่ 10.30, 19.30

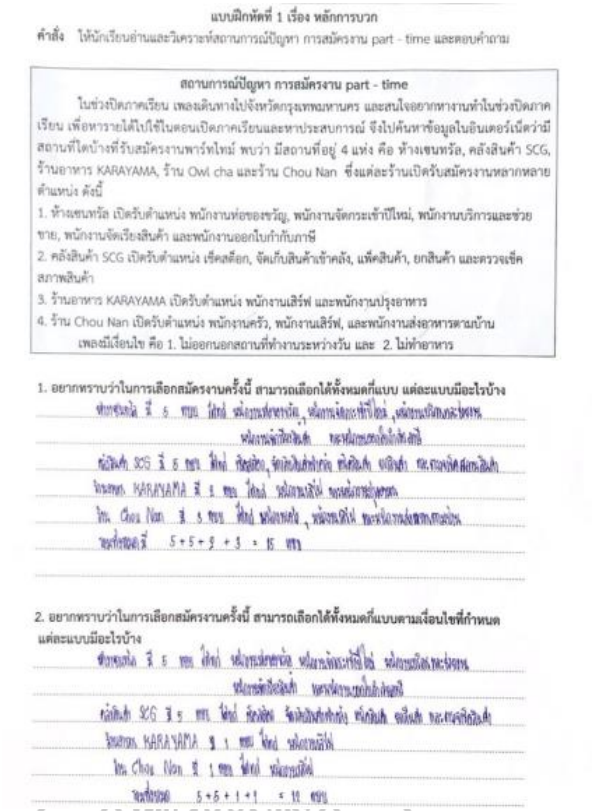
ภาพที่ 4.10 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามท้ายกิจกรรม



ภาพที่ 4.11 ภาพตัวอย่างการสรุปความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation) ครูแจกแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง หลักการบวก และชี้แจงการทำแบบฝึกหัดว่า “ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์การสมัครงาน และตอบคำถามลงในแบบฝึกหัด ให้เขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนโดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เหมือนที่ได้สรุปร่วมกันจากสถานการณ์การเดินทาง” นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง และร่วมแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม จากการสังเกต นักเรียนเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์การบวกในการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้นจากการตอบคำถามท้ายกิจกรรม แต่ขาดการเขียนชื่อหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหา เขียนเพียงสัญลักษณ์การบวกเท่านั้น ดังภาพที่ 4.12 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ ครูใช้การถามตอบกับนักเรียนทั้งชั้นเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามได้ แต่มีนักเรียนบางส่วน 4 คน ไม่ตอบคำถามเนื่องจากเห็นเพื่อนตอบคำถามแล้ว จึงนั่งดูคำตอบจากแบบฝึกหัดและเทียบกับคำตอบของตนเองเท่านั้น

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช



แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง หลักการบวก

คำสั่ง ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา การสมัครงาน part - time และตอบคำถาม

สถานการณ์ปัญหา การสมัครงาน part - time

ในช่วงปิดภาคเรียน เพลงเดินทางไปจังหวัดกรุงเทพมหานคร และสนใจอยากหางานทำในช่วงปิดภาคเรียน เพื่อหารายได้ไปใช้ในตอนเปิดภาคเรียนและหาประสบการณ์ จึงไปค้นหาข้อมูลในอินเตอร์เน็ตว่ามีสถานที่ใดบ้างที่รับสมัครงานพาร์ทไทม์ พบว่า มีสถานที่อยู่ 4 แห่ง คือ ห้างเซนทรัล, คลังสินค้า SCG, ร้านอาหาร KARAYAMA, ร้าน Owl cha และร้าน Chou Nan ซึ่งแต่ละร้านเปิดรับสมัครงานหลากหลายตำแหน่ง ดังนี้

1. ห้างเซนทรัล เปิดรับตำแหน่ง พนักงานห่อของขวัญ, พนักงานจัดกระเช้าปีใหม่, พนักงานบริการและช่วยขาย, พนักงานจัดเรียงสินค้า และพนักงานออกใบกำกับภาษี
2. คลังสินค้า SCG เปิดรับตำแหน่ง เช็คสต็อก, จัดเก็บสินค้าเข้าคลัง, แพ็คสินค้า, ยกสินค้า และตรวจเช็คสภาพสินค้า
3. ร้านอาหาร KARAYAMA เปิดรับตำแหน่ง พนักงานเสิร์ฟ และพนักงานปรุงอาหาร
4. ร้าน Chou Nan เปิดรับตำแหน่ง พนักงานครัว, พนักงานเสิร์ฟ, และพนักงานส่งอาหารตามบ้าน

เพลงมีเงื่อนไข คือ 1. ไม่ออกนอกสถานที่ทำงานระหว่างวัน และ 2. ไม่ทำอาหาร

1. อยากทราบว่าในการเลือกสมัครงานครั้งนี้ สามารถเลือกได้ทั้งหมดกี่แบบ แต่ละแบบมีอะไรบ้าง

2. อยากทราบว่าในการเลือกสมัครงานครั้งนี้ สามารถเลือกได้ทั้งหมดกี่แบบตามเงื่อนไขที่กำหนด แต่ละแบบมีอะไรบ้าง

ภาพที่ 4.12 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามในแบบฝึกหัด

<u>ขั้นสรุป</u> ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน เรื่อง หลักการบวก ครูถามว่า “สามารถใช้หลักการบวกในสถานกาณ์ใด” นักเรียนส่วนใหญ่ 6 คน ตอบว่า “มีงานย่อย ๆ ”และครูถามว่า “หลักการบวกใช้แก้ปัญหาอย่างไร” นักเรียน 6 คนเดิม ตอบว่า “หาจำนวนวิธีงานย่อยแต่ละอัน แล้วนำมาบวกกัน” ซึ่งนักเรียนพูดรายละเอียดหลักการบวกไม่ครบถ้วนขาดลักษณะของงานแต่ละงาน ครูจึงใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนให้ตอบตรงประเด็นเพิ่มเติมว่า “แต่ละงานมีลักษณะอย่างไร” นักเรียนตอบว่า “แต่ละงานไม่ซ้ำซ้อนกัน” และมีนักเรียน 4 คน ไม่ได้ตอบคำถาม ครูจึงถามนักเรียนที่ไม่ตอบคำถามเป็นรายบุคคลว่า “ทำไมไม่ตอบคำถาม” นักเรียนให้เหตุผลลักษณะเดียวกันว่า “คิดเหมือนเพื่อน เพื่อนตอบแล้ว” จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยเพิ่มเติม โดยถามว่า “นักเรียนคนใดมีข้อสงสัยที่ต้องการถามเพิ่มเติมหรือไม่” ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดตอบ ครูจึงสรุปคำตอบเองและบอกว่า “ไม่มีนักเรียนคนใดสงสัย”

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทุกคนยกเว้นตนเอง เนื่องจากเป็นการประเมินครั้งแรกของนักเรียน สังเกตเห็นว่านักเรียนเกรงใจเพื่อนในการประเมินให้คะแนน กลัวเพื่อนจะได้คะแนนน้อย จึงให้คะแนนเท่า ๆ กัน และในการทำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 1 เรื่อง หลักการบวก นักเรียนทุกคนตั้งใจทำข้อสอบ

เป็นอย่างดี แต่ใช้เวลาในการทำนานไม่ทันภายในเวลาที่กำหนด เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นชินการทำแบบทดสอบที่เป็นอัตนัย และมีขั้นตอนการเขียนที่ละเอียด

1.1.4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

สะท้อนปัญหาการวิจัย เพื่อหาข้อสรุปของการดำเนินการวิจัยในวงจรแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สรุปประเด็นจากการสังเกต เพื่อหาข้อสรุปในการพัฒนาในแต่ละขั้นตอนในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 เรื่อง หลักการบวก

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ข้อดี	ข้อเสนอแนะหรือข้อควรปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นนำ	1. สถานการณ์ที่ครูเล่าใกล้ตัวนักเรียน และใช้น้ำเสียงได้น่าสนใจ ทำให้นักเรียนสนใจ และกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม	1. สถานการณ์ไม่มีภาพประกอบทำให้นักเรียนคิดตามสถานการณ์ไม่ทัน 2. นักเรียนบางคนไม่ตอบคำถาม	1. ควรมีภาพประกอบหรือข้อความเพิ่มเติม และให้เวลาในการตอบคำตอบเพิ่มขึ้น 2. เรียกนักเรียนตอบคำถามเป็นรายบุคคล
ขั้นสอน			
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience)	1. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้กับนักเรียนที่ไม่เข้าใจ	1. ครูอธิบายวิธีการใช้สื่อไม่ละเอียด 2. นักเรียนชำเลืองมองเพื่อนเนื่องจากไม่มั่นใจในการใช้สื่อ	1. ควรแนะนำวิธีการใช้สื่ออย่างละเอียด 2. กระตุ้นให้นักเรียนลงมือทำด้วยตนเองมากขึ้น
ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion)	1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเขียนแนวคิดตามความถนัดของตนเอง 2. ครูช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาเป็นรายบุคคล	1. สถานการณ์ปัญหาง่ายเกินไป ทำให้นักเรียนไม่ต้องใช้สื่อในการแก้ปัญหา 2. ครูยกตัวอย่างการเขียนที่ถูกต้องให้นักเรียน โดยไม่ได้เชื่อมโยงจากกระบวนการสื่อ 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนไม่มากพอ	1. ใช้สถานการณ์ที่ซับซ้อนขึ้น 2. เชื่อมโยงการเขียนแนวคิดจากกระบวนการใช้สื่อของนักเรียน 3. กระตุ้นนักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ข้อดี	ข้อเสนอแนะหรือข้อควรปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization)	1. ครูเน้นย้ำให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการนำเสนอ 2. ครูใช้คำถามถามทีละขั้นตอนพร้อมทั้งเขียนบนกระดาน เพื่อช่วยสรุปความคิดรวบยอด	1. นักเรียนบันทึกไม่เป็นลำดับขั้นตอน และไม่ได้ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 2. นักเรียนนำเสนอติดขัดเนื่องจากเขินอาย 3. นักเรียนรอดูของเพื่อนตอบคำถามท้ายกิจกรรม 4. นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง เนื่องจากอ่านเงื่อนไขของสถานการณ์ไม่ถี่ถ้วน	1. ควรยกตัวอย่างวิธีการเขียนแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนโดยเชื่อมโยงจากการใช้สื่อ 2. กระตุ้นและให้กำลังใจนักเรียนให้กล้าแสดงออกมากขึ้น 3. กระตุ้นให้นักเรียนฝึกคิดและเขียนด้วยตนเอง 4. ให้นักเรียนอ่านและศึกษารายละเอียดเงื่อนไขสถานการณ์อย่างถี่ถ้วน
ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation)	1. นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเองได้ เป็นไปตามที่วางแผนไว้ 2. นักเรียนร่วมเฉลยคำตอบในแบบฝึกหัดเป็นอย่างดี	1. นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาไม่ครบถ้วน ขาดการเขียนชื่อของหลักการที่ใช้ 2. นักเรียนบางคนไม่ร่วมสรุปคำตอบในแบบฝึกหัด	1. เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนชื่อของหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหา 2. เรียกนักเรียนตอบคำถามเป็นรายบุคคล
ขั้นสรุป	1. ครูใช้คำถามกระตุ้นในนักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับหลักการบวกได้ครบถ้วน	1. นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับหลักการบวกไม่ครบถ้วน 2. นักเรียนบางคนไม่ตอบคำถาม	1. ควรใช้คำถามที่ครอบคลุมประเด็นมากขึ้น 2. เรียกนักเรียนตอบคำถามเป็นรายบุคคล
เพิ่มเติม	-	1. นักเรียนประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด	1. เน้นย้ำให้ประเมินตามความเป็นจริง 2. ปรับเวลาในการทำแบบทดสอบให้เหมาะสม

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ข้อดี	ข้อเสนอแนะหรือข้อควรปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง
เพิ่มเติม	-	ให้เพื่อนไม่ตรงกับความเป็นจริง 2. เวลาในการทำแบบทดสอบไม่เพียงพอ	

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 เรื่อง หลักการบวก เป็นดังนี้

ตารางที่ 4.2 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 เรื่อง หลักการบวก

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
1.นักเรียนพูดอธิบายความคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของตนเองให้เพื่อนเข้าใจง่ายและถูกต้อง	4	3.8	4	3.6	3.6	3.8	3.8	4	4	3.8	3.84	0.16
2.นักเรียนพูดอธิบายขั้นตอนในการหาจำนวนวิธีในการเดินทาง โดยใช้หลักการบวกอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	3.6	4	4	3.4	3.6	3.8	3.6	4	4	4	3.8	0.23
3. นักเรียนนำเสนอแนวทางจากการแก้ปัญหาและวิธีแก้ปัญหา	3.6	4	4	3.6	3.6	3.8	3.6	4	4	4	3.82	0.20

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
การเดินทางของกลุ่มตนเอง ให้กลุ่มอื่นเข้าใจเป็นลำดับขั้นตอน ถูกต้องและชัดเจน	3.6	4	4	3.6	3.6	3.8	3.6	4	4	4	3.82	0.20
4. นักเรียนพูดอธิบายการหาจำนวนวิธีการเดินทาง เมื่อมีข้อกำจัดหรือเงื่อนไขเพิ่มเติม และอธิบายเหตุผลในการได้คำตอบโดยอ้างอิงหลักการบวกให้เพื่อนเข้าใจ	3.6	3.8	4	3.6	3.6	4	3.6	4	4	4	3.82	0.20
5. นักเรียนสรุปวิธีการหาจำนวนวิธีในการเดินทางและสาระสำคัญเกี่ยวกับหลักการบวกให้เพื่อนเข้าใจ และเป็นลำดับขั้นตอน	3.6	3.8	4	3.6	3.6	3.8	3.6	3.8	4	3.8	3.76	0.16
6. นักเรียนพูดอธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้หลักการบวกอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	3.6	3.8	4	3.6	3.6	3.8	3.6	4	4	4	3.80	0.19
รวม	22	23.2	24	21.4	21.6	23	21.8	23.8	24	23.6	22.84	1.04
เฉลี่ย	3.67	3.87	4.00	3.57	3.60	3.83	3.63	3.97	4.00	3.93	3.81	0.17
แปลความหมาย	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	

จากตารางที่ 4.2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน การพูดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 เรื่อง หลักการบวก ของนักเรียน เท่ากับ 3.81 อยู่ในระดับ ดีมาก

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 1 ประเมินท้ายแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 เรื่อง หลักการบวก เป็นดังนี้

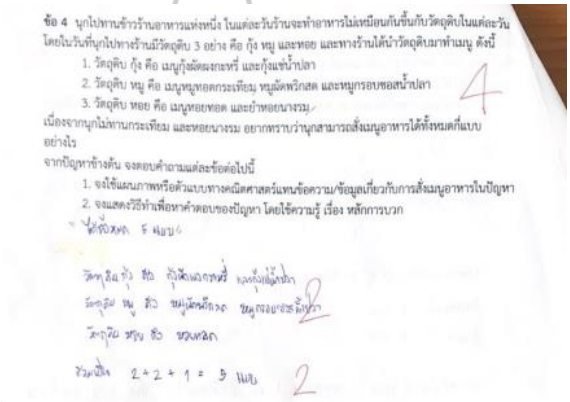
ตารางที่ 4.3 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 1 เรื่อง หลักการบวก

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
1.การเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	15	15	15	15	3	14	13	14	15	15	13.40	3.72
2. การอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด	6	7	10	8	12	8	7	10	11	10	8.90	2.00
3. การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	5	5	9	9	9	9	8	9	7	9	7.90	1.66
รวม	26	27	34	32	24	31	28	33	33	34	30.20	3.65
แปลความหมาย	น้อย	ปานกลาง	ดี	ดี	น้อย	ปานกลาง	ปานกลาง	ดี	ดี	ดี	ปานกลาง	

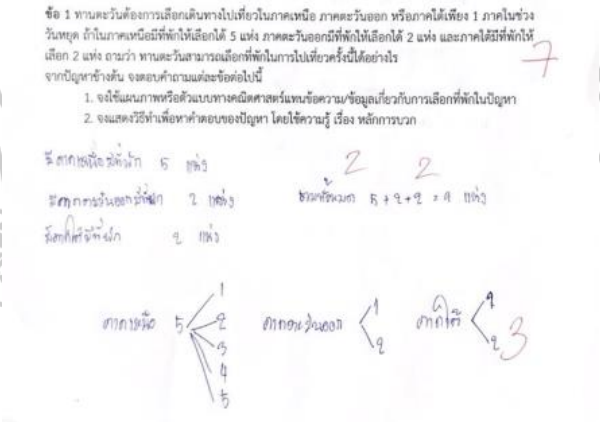
จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลการประเมินคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 1 เรื่อง หลักการบวก มีนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ น้อย

จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20 นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30 และนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ ดี จำนวน 5 คน คิดเป็น ร้อยละ 50 ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยรวมของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 1 เรื่อง หลักการบวก เท่ากับ 30.20 อยู่ในระดับ ปานกลาง

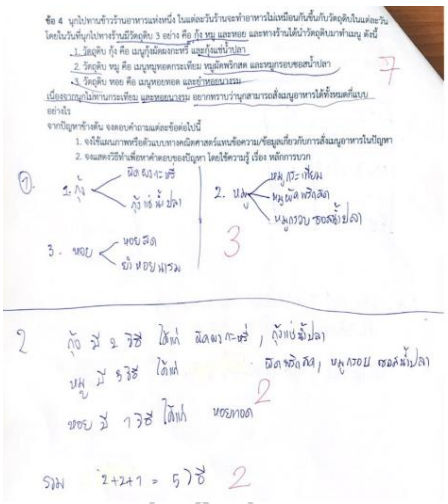
ตัวอย่างการตอบคำถามจากแบบทดสอบของกลุ่มนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ น้อย ปานกลาง และดี ดังนี้


ข้อ 4 นุกไปทานข้าวร้านอาหารแห่งหนึ่ง ในแต่ละวันร้านจะทำอาหารไม่เหมือนกันขึ้นกับวัตถุดิบในแต่ละวัน โดยในวันที่นุกไปทางร้านมีวัตถุดิบ 3 อย่าง คือ กุ้ง หมู และหอย และทางร้านได้นำวัตถุดิบมาทำเมนู ดังนี้
1. วัตถุดิบ กุ้ง คือ เมนูกุ้งผัดผงกะหรี่ และกุ้งแช่น้ำปลา
2. วัตถุดิบ หมู คือ เมนูหมูทอดกระเทียม หมูผัดพริกสด และหมูกรอบซอสน้ำปลา
3. วัตถุดิบ หอย คือ เมนูหอยทอด และย่างหอยนางรม
เนื่องจากนุกไม่ทานกระเทียม และหอยนางรม อยากทราบว่านุกสามารถสั่งเมนูอาหารได้ทั้งหมดกี่แบบ อย่างไร
จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้
1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการสั่งเมนูอาหารในปัญหา
2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวก

ภาพที่ 4.13 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 24 คะแนน อยู่ในระดับ น้อย


ข้อ 1 ทานตะวันต้องการเลือกเดินทางไปเที่ยวในภาคเหนือ ภาคตะวันออก หรือภาคใต้เพียง 1 ภาคในช่วงวันหยุด ถ้าในภาคเหนือมีที่พักให้เลือกได้ 5 แห่ง ภาคตะวันออกมีที่พักให้เลือกได้ 2 แห่ง และภาคใต้มีที่พักให้เลือก 2 แห่ง ถามว่า ทานตะวันสามารถเลือกที่พักในการไปเที่ยวครั้งนี้ได้อย่างไร
จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้
1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกที่พักในปัญหา
2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวก

ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 31 คะแนน อยู่ในระดับ ปานกลาง



ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 35 คะแนน อยู่ในระดับ ดี

ตารางที่ 4.4 ข้อสังเกตที่ได้จากการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	ข้อสังเกต	แนวทางการปรับปรุง
ด้านการพูด	1. นักเรียนไม่กล้าพูดอธิบายความคิดของตนเอง เนื่องจากกลัวผิด และคิดไม่เหมือนเพื่อน 2. การนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนมีความเขินอาย ทำให้นำเสนอผิด ๆ ถูก ๆ และนำเสนอการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง 3. นักเรียนพูดหรือสรุปการใช้หลักการบวกได้ แต่รายละเอียดไม่ครบถ้วน	1. เสริมแรงบวก และกระตุ้นให้มีส่วนร่วมในการพูดหรือแลกเปลี่ยนความคิดมากขึ้น 2. ให้กำลังใจให้นักเรียนมีความมั่นใจในการนำเสนอหน้าชั้นเรียนมากขึ้น 3. ให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของการแก้ปัญหาก่อนการนำเสนอ
ด้านการเขียน	1. นักเรียนไม่ได้ใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิด 2. การเขียนขาดความละเอียดและไม่เป็นลำดับขั้นตอน ขาดการระบุชื่อหลักการและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	1. เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนแผนภาพหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ก่อนการเขียนวิธีการแก้ปัญหา 2. เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนวิธีแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนอย่างละเอียด

1.2 ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2

นำเสนอผลการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลการสะท้อนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 และนำมาปรับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เรื่อง หลักการคูณ โดยในแต่ละขั้นตอนมีการปรับปรุง ดังนี้

ขั้นนำ

ครูเล่าสถานการณ์พร้อมทั้งแสดงภาพโปสเตอร์ที่มีรายละเอียดขององค์ประกอบในการเลือกจัดชุดอาหาร และให้เวลานักเรียน 2 นาที ในการคิดหาจำนวนวิธีการจัดชุดอาหารได้ทั้งหมดกี่แบบ อะไรบ้าง เพื่อนักเรียนได้เข้าใจ เห็นภาพ และมีเวลาในการคิดหาคำตอบ พร้อมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมใน การตอบคำถามมากขึ้นโดยเรียกตอบเป็นรายบุคคล เสริมแรงบวกและให้กำลังใจในการตอบคำถาม ไม่ต้องกังวลความถูกผิด

ขั้นสอน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ของการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience) ครูชี้แจงการทำกิจกรรมและแนะนำการใช้สื่อสติ๊กเกอร์องค์ประกอบการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์แต่ละขั้นตอน พร้อมกับถามนักเรียนว่าเข้าใจวิธีการใช้ใน แต่ละขั้นตอนหรือไม่ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการนำสื่อไปใช้ และครูคอยสังเกตอย่างใกล้ชิดพร้อมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง หากนักเรียนคนใดมีปัญหาครู เข้าไปช่วยเหลือนักเรียนเป็นรายบุคคล

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion) กำหนดสถานการณ์ที่มีความยาก ความซับซ้อนมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนนำสื่อไปใช้ในการแก้ปัญหา หากนักเรียนไม่สามารถเขียนแนวคิดของตนเองได้ ครูเชื่อมโยงการเขียนแนวคิดจากกระบวนการใช้สื่อของนักเรียนเอง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ และต่อยอดความคิดจากกระบวนการใช้สื่อ ครูช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาเป็นรายบุคคล พร้อมทั้งสังเกตการลงมือทำแบบบันทึกกิจกรรมอย่างใกล้ชิด อีกทั้งครูกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดของตนเองกับเพื่อนมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) ครูยกตัวอย่างการเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนโดยเชื่อมโยงการใช้สื่อ เพื่อให้นักเรียนต่อยอดแนวคิดจากการใช้สื่อและเข้าใจวิธีการเขียนมากขึ้น ในการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน ครูกระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น และคอยให้กำลังใจนักเรียนอยู่เสมอ เพื่อไม่ให้นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นหรืออาย ในการตอบคำถามท้ายกิจกรรม ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนฝึกทำด้วยตนเอง พร้อมทั้งเน้นย้ำให้อ่านเงื่อนไขของสถานการณ์ให้ถี่ถ้วนก่อนตอบคำถาม และเขียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่สมบูรณ์โดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์คณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation) ในการทำแบบฝึกหัดครูเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนชื่อหลักการคูณในการแก้ปัญหาให้ชัดเจน และเรียกนักเรียนตอบคำถามเป็นรายบุคคล เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

ขั้นสรุป ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามครอบคลุม ตรงตามประเด็นการใช้หลักการคูณ และเรียกนักเรียนตอบเป็นรายบุคคล

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม โดยครูเน้นย้ำให้นักเรียนประเมินตามความเป็นจริง ไม่ต้องกังวลเรื่องคะแนน และครูปรับเวลาในการทำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน จาก 20 นาที เป็น 25 นาที พร้อมทั้งเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนตอบคำถามให้ครบถ้วนตามประเด็น ดังนี้ 1. เขียนแผนภาพหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 2. เขียนชื่อหลักการและสัญลักษณ์ของหลักการที่แสดงถึงการคำนวณตามคำตอบที่ได้ และ 3. เขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนโดยละเอียด

1.2.2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 พร้อมด้วยตั้งกล้องและบันทึกวิดีโอตลอดการจัดการชั้นเรียนบริเวณมุมห้อง ด้านหลัง ปรับมุมกล้องให้เห็นนักเรียนครบทุกคนและบริเวณหน้าชั้นเรียน รวมถึงกระดานอย่างชัดเจน นำเสนอรายละเอียดการปฏิบัติตามลำดับขั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นนำ

ครูเล่าสถานการณ์การเลือกทาน kfc ของแนน สามารถเลือกองค์ประกอบในชุดอาหารได้หลากหลายแบบ พร้อมกับแสดงโปสเตอร์ที่มีรายละเอียดขององค์ประกอบในชุดอาหาร จากนั้นให้นักเรียนลองคิดหาจำนวนวิธีการจัดชุดอาหารที่เป็นไปได้ทั้งหมด ว่ามีกี่แบบ อะไรบ้าง พร้อมใช้คำถามกระตุ้นความคิด โดยเรียกนักเรียนตอบคำถามเป็นรายบุคคล จากนั้นร่วมกันอภิปรายจนได้คำตอบจำนวนวิธีการจัดชุดอาหารของแนน จากนั้นครูเชื่อมโยงเข้าเนื้อหาบทเรียน โดยแนะนำว่า “วันนี้เราจะมาแก้ปัญหาคล้าย ๆ กับสถานการณ์ข้างต้น หรือ การหาวิธีทำงานจากสถานการณ์” และบอกให้นักเรียนสังเกตการทำกิจกรรมของเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นสอน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ของการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของนักเรียนทั้งแบบรายบุคคล และแบบกลุ่ม

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience) ครูแจกใบกิจกรรม BurBing Café กิจกรรมแสดงวิธีแก้ปัญหาการเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ด้วยรูปแบบที่เป็นไปได้ทั้งหมด แจกสื่อสติ๊กเกอร์ภาพองค์ประกอบชุดแฮมเบอร์เกอร์ 36 ใบ ซึ่งเป็นภาพ แฮมเบอร์เกอร์เนื้อ

ไก่ เนื้อหมู เฟรนฟราย ไส้กรอก กาแฟ ชามะนาว และนม พร้อมกับใบเมนูรายการสั่งแฮมเบอร์เกอร์ คนละ 1 ชุด ครูชี้แจงการทำกิจกรรมและแนะนำให้นักเรียนสร้างประสบการณ์วิเคราะห์และหาแนวทางแก้ปัญหา ผ่านการใช้สื่อออกแบบการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ทีละขั้นตอน และใช้การถาม-ตอบถึงความเข้าใจในการใช้สื่อของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion) หลังจากที่นักเรียนแต่ละคนได้ออกแบบการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์แล้ว จะบันทึกกระบวนการและแนวคิดการแก้ปัญหาจากการใช้สื่อหรือวิธีการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดของตนเองลงในแบบบันทึกกิจกรรม โดยครูให้นักเรียนเชื่อมโยงการเขียนจากแนวคิดการใช้สื่อของตนเอง จากนั้นครูให้นักเรียนจัดกลุ่มเองทั้งหมด 2 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน และอภิปรายแลกเปลี่ยนกระบวนการและแนวคิดของตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม และบันทึกข้อสังเกต หรือประเด็นที่น่าสนใจจากการสังเกตสะท้อนคิดร่วมกัน และหาข้อสรุปร่วมกันของกลุ่มตนเอง ระหว่างนั้นครูจะคอยสังเกตนักเรียนรายบุคคล ให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่มให้มากที่สุด

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) หลังจากได้ข้อสรุปวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง แต่ละกลุ่มจะต้องสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรมโดยการเรียบเรียงและบันทึกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่สมบูรณ์ลงในแบบบันทึกกิจกรรม นักเรียนทุกกลุ่มจะได้นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน เมื่อครบทุกกลุ่มแล้วครูจะประเมินชี้แนะและเพิ่มเติมส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์อีกครั้ง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีแก้ปัญหาการคูณจากสถานการณ์เดิมที่ปรับเงื่อนไขใหม่ด้วยตนเองทั้งหมดอีกครั้งเพื่อประเมินความเข้าใจ บันทึกคำตอบในใบกิจกรรม และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนอีกครั้ง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความคิดรวบยอดจากกิจกรรมจนได้ข้อสรุปของหลักการคูณ

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation) นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทดลอง แสดงวิธีแก้ปัญหาจำนวนรูปแบบการแต่งกายที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากแบบฝึกหัดที่ 2 เพื่อประเมินความเข้าใจ เรื่อง หลักการคูณ หลังทุกคนทำแบบฝึกหัดเสร็จ ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยโดยวิธีถาม-ตอบ

<u>ขั้นสรุป</u> ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน เรื่อง หลักการคูณ โดยวิธีการถาม-ตอบ ครูตั้งคำถามสรุป 2 ประเด็น 1) เราจะใช้หลักการคูณเพื่อแก้ปัญหาในลักษณะใดหรือสถานการณ์ใด 2) หลักการคูณใช้แก้ปัญหาได้อย่างไร จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยเพิ่มเติม

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนจะต้องประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทุกคนยกเว้นตนเอง โดยใช้เวลา

ประมาณ 5 - 10 นาที จากนั้นนักเรียนทุกคนต้องทำแบบทดสอบเพื่อประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 2 แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ เรื่อง หลักการคูณ กำหนดเวลา 25 นาที ระหว่างนั้นครูจะประเมินความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดของนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนรายบุคคล และบันทึกประเด็นสำคัญที่น่าสนใจในบันทึกหลังการจัดเรียนรู้

1.2.3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 100 นาที ผู้วิจัยและทีมสังเกตได้สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

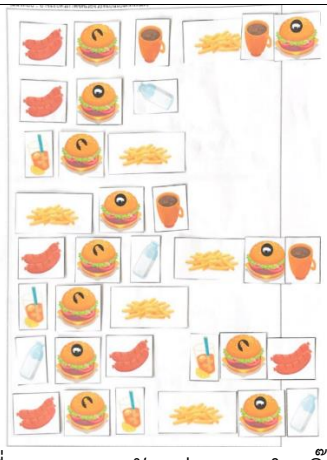
<u>ขั้นนำ</u>

ครูเล่าสถานการณ์โดยใช้น้ำเสียงได้น่าสนใจ และแสดงภาพโปสเตอร์องค์ประกอบการจัดชุดอาหาร ทำให้นักเรียนให้ความสนใจอย่างมาก กระตือรือร้นในการตอบคำถาม โดยแย่งกันตอบคำถามเกี่ยวกับจำนวนวิธีการจัดชุดอาหารที่เป็นไปได้ทั้งหมด ครูจึงให้ตอบคำถามทีละคน นักเรียน 4 คน ตอบเหมือนกันว่า “4 แบบ คือ ไก่กรอบเฟรนฟรายโค้ก, ไก่กรอบนัตเก็ตโค้ก, ไก่นุ่มเฟรนฟรายโค้ก และไก่นุ่มนัตเก็ตโค้ก” นักเรียนอีก 4 คน ตอบว่า “6 แบบ คือ ไก่กรอบเฟรนฟราย, ไก่กรอบนัตเก็ต, ไก่นุ่มเฟรนฟราย, ไก่นุ่มนัตเก็ต, ไก่กรอบโค้ก และไก่นุ่มโค้ก” และนักเรียนที่เหลืออีก 2 คน คือ นักเรียน S4 และ S7 ไม่ตอบคำถาม เพราะกลัวตอบผิด ครูจึงให้นักเรียนลองตอบโดยบอกว่า “ให้ลองตอบดูก่อนตามความเข้าใจ ไม่ต้องกลัวว่าจะตอบถูกหรือผิด” นักเรียนทั้งสองคน ตอบเหมือนกันว่า “6 แบบ คือ ไก่กรอบเฟรนฟราย, ไก่กรอบนัตเก็ต, ไก่นุ่มเฟรนฟราย, ไก่นุ่มนัตเก็ต, ไก่กรอบโค้ก และไก่นุ่มโค้ก” ครูเฉลยคำตอบกับนักเรียนทุกคน ใช้การถาม-ตอบองค์ประกอบแต่ละชุดและเขียนลงบนกระดานจนครบทุกชุด จากนั้นครูบอกความสอดคล้องของสถานการณ์กับกิจกรรมว่าใช้วิธีแก้ปัญหาคล้ายกันเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาเข้าสู่บทเรียน

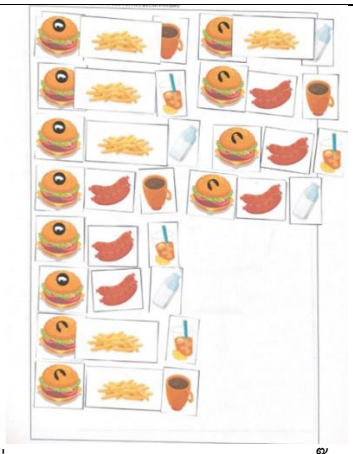
<u>ขั้นสอน</u>

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience) นักเรียนทุกคนให้ความสนใจ ตั้งใจฟังการใช้สื่อที่ครูอธิบายแต่ละขั้นตอน จากนั้นครูให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ และเน้นย้ำให้ลงมือทำด้วยตัวเอง ครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมนักเรียนรายบุคคล นักเรียนส่วนใหญ่ศึกษารายละเอียดการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์จากใบเมนูก่อนการเรียงภาพสติ๊กเกอร์ จากการอธิบายการใช้สื่อเป็นขั้นตอนทำให้นักเรียนใช้สื่อได้ดีขึ้น แต่มีนักเรียน 1 คน ไม่ได้ดูใบเมนู นำภาพชนิดเดียวกันอยู่ด้วยกัน คือนำชนิดเนื้อทั้งเนื้อหมูและเนื้อไก่ไว้ด้วยกัน ครูจึงอธิบายเพิ่มเติมว่า “ให้ลองแยกประเภทภาพตามองค์ประกอบที่ต้องเลือก” และในระหว่างการทำกิจกรรมมีนักเรียนส่วนน้อยได้ชำเลืองมองการจัดชุดอาหารของเพื่อนข้าง ๆ หรือเพื่อนภายในกลุ่ม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเพิ่มความมั่นใจของคำตอบตนเอง

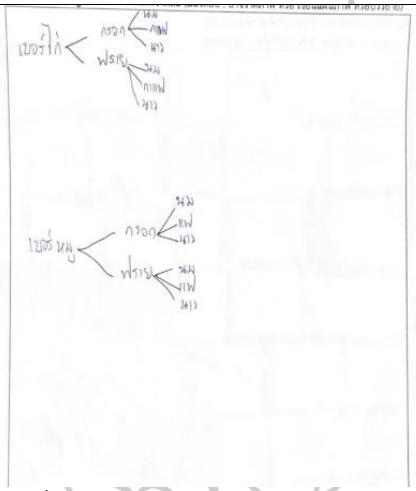
ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion) นักเรียนทุกคนได้แปะสติ๊กเกอร์ภาพองค์ประกอบชุดแฮมเบอร์เกอร์ลงในแบบบันทึกกิจกรรม จากการสังเกต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่แปะภาพตามองค์ประกอบของชุดแต่ไม่ได้เรียงตามประเภท ดังภาพที่ 4.16 ทำให้นักเรียนบางคนสับสนว่าแบบที่ตนเองจัดซ้ำกันหรือไม่ ขณะที่มีนักเรียน 3 คน แปะภาพอย่างมีหลักการ โดยนำภาพชนิดเนื้อมาเรียงก่อนจบครบ แล้วจึงนำภาพของทานเล่นมาเรียง ต่อด้วยเครื่องดื่มเป็นลำดับสุดท้าย ดังภาพที่ 4.17 ในการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อ นักเรียนทุกคนไม่มั่นใจในการเขียน มีนักเรียน 1 คน ยกมือถามครูว่า “เขียนเหมือนครั้งที่แล้ว (วงจรที่ 1) ใช่ไหม” ครูตอบว่า “ใช่ค่ะ” นักเรียนทุกคนจึงเขียนกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้แผนภาพต้นไม้ ดังภาพที่ 4.18 แต่มีนักเรียนส่วนน้อยที่เขียนย่อคำสั้น ๆ อ่านแล้วไม่เข้าใจ ดังภาพที่ 4.19 จากการแปะภาพที่มีหลักการและแปะภาพตามองค์ประกอบของชุดแต่ไม่ได้เรียงตามประเภท นักเรียนทั้งสองกลุ่มเขียนกระบวนการแก้ปัญหาลักษณะเดียวกัน เป็นผลมาจากการใช้ใบเมนูประกอบการเขียน ทำให้นักเรียนเข้าใจองค์ประกอบในแต่ละชุดว่ามีอะไรบ้าง และสถานการณ์ที่ยากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีความซับซ้อนที่นักเรียนไม่สามารถคิดในใจโดยไม่ใช้สื่อประกอบ ทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของสื่อ และนำสื่อมาช่วยในการแก้ปัญหา รวมถึงนักเรียน S4 และ S7 สามารถเขียนกระบวนการแก้ปัญหาโดยแผนภาพต้นไม้ได้ จากนั้นนักเรียนร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิด และกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม ครูสังเกตการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนสิ่งที่ตนเองเขียนกับเพื่อนในกลุ่ม แต่มีนักเรียนหนึ่งคน คือ นักเรียน S7 ไม่ได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน ครูจึงเข้าไปถามกลุ่มที่มีนักเรียน S7 ว่า “นักเรียนแต่ละคนได้แนวคิดอย่างไรบ้าง พูดให้ครูฟังทีละคนได้ไหม” นักเรียนทุกคนในกลุ่มรวมทั้งนักเรียน S7 จึงได้อธิบายแนวคิดของตนเอง ภายหลังจากการแลกเปลี่ยนความคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มหาข้อสรุปของกลุ่มตนเองและบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรม ทั้งสองกลุ่มบันทึกโดยใช้แผนภาพต้นไม้แสดงองค์ประกอบของชุดแฮมเบอร์เกอร์ คือ เนื้อ ของทานเล่น และเครื่องดื่ม เช่นเดียวกับกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองเนื่องจากทุกคนในกลุ่มได้แนวคิดลักษณะเดียวกัน ดังภาพที่ 4.20 แตกต่างกันเล็กน้อย คือ กลุ่มหนึ่งเขียนคำปกติ ส่วนอีกหนึ่งกลุ่มเขียนคำย่อ



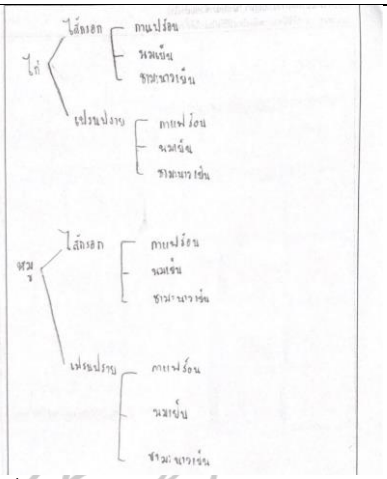
ภาพที่ 4.16 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์องค์ประกอบชุดแฮมเบอร์เกอร์เรียงจำนวนวิธีอย่าง<u>ไม่มีหลักการ</u>



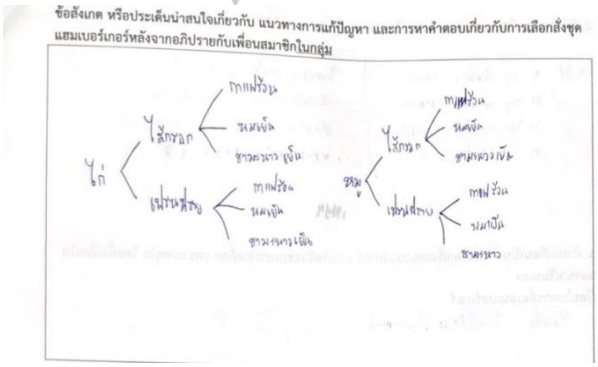
ภาพที่ 4.17 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์องค์ประกอบชุดแฮมเบอร์เกอร์เรียงจำนวนวิธีอย่าง<u>มีหลักการ</u>



ภาพที่ 4.18 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อที่ไม่มีหลักการ และใช้คำย่อ



ภาพที่ 4.19 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อที่มีหลักการ



ภาพที่ 4.20 ภาพตัวอย่างการบันทึกข้อสรุปของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง จากการสังเกตทั้งสองกลุ่มบันทึกวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนไม่มั่นใจในการเขียน กลัวเขียนผิด จึงไม่ได้ลงมือเขียน ครูจึงอธิบายวิธีการเขียนเพิ่มเติมว่า “นักเรียนเขียนตามองค์ประกอบที่จัดชุดจากแผนภาพต้นไม้ว่ามีอะไรบ้าง แต่ละองค์ประกอบมีกี่อย่าง และคำนวณให้ได้ผลลัพธ์อย่างไร” พร้อมทั้งยกตัวอย่างการเขียนวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่คล้ายกับสถานการณ์การเลือกสั่งชุดอาหารบนกระดานแต่เว้นให้นักเรียนเติมสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไว้พร้อมทั้งใช้การถามตอบในการเขียนทีละขั้นตอน แต่ละกลุ่มย้อนกลับไปดูกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อ และใบเมนู ก่อนลงมือบันทึกวิธีการแก้ปัญหาอีกครั้ง แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่ทราบว่าต้องใช้สัญลักษณ์อะไร ครูอธิบายเพิ่มเติมโดยเข้าไปถามนักเรียนแต่ละกลุ่มว่า “การจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ ใช้หลักการอะไร มีสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างไรถึงคำนวณได้คำตอบของกลุ่ม” นักเรียน 1 - 2 คนในแต่ละกลุ่มจึงตอบได้ว่า “คูณ” หลังจากการบันทึกนักเรียนทั้งสองกลุ่มบันทึกอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เขียนรายละเอียดขององค์ประกอบในการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ครบถ้วน ใช้สัญลักษณ์การคูณในการคำนวณหาผลลัพธ์ ดังภาพที่ 4.21 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และบอกนักเรียนว่า “ทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการนำเสนอ” และให้กำลังใจ นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันในการนำเสนอ และออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ขณะนำเสนอนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอเป็นอย่างดี มีนักเรียน 2 คน คือ นักเรียน S4 และนักเรียน S5 ติดขัดในการนำเสนอ นักเรียน S5 นำเสนอเกินส่วนของตนเองไปนำเสนอส่วนของนักเรียน S4 ทำให้นักเรียน S4 ไม่ได้นำเสนอ ครูจึงให้นักเรียน S4 นำเสนอเนื้อหาของตนเองอีกครั้ง ถึงแม้นักเรียน S5 จะนำเสนอแล้ว เมื่อครบทุกกลุ่ม ครูเพิ่มเติม และปรับภาษาการเขียนวิธีการแก้ปัญหาการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอนและใช้สัญลักษณ์หลักการคูณให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ครูใช้การถามตอบแต่ละขั้นตอนพร้อมทั้งเขียนบนกระดาน ดังบทสนทนาระหว่างครูและนักเรียน ดังนี้

ครู : การจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ 1 ชุด ประกอบด้วยอะไรบ้าง

นักเรียน : เนื้อ ของทานเล่น และเครื่องดื่ม

ครู : มีเนื้อให้เลือกกี่แบบ อะไรบ้าง

นักเรียน : 2 แบบ ไก่และหมู

ครู : ของทานเล่นมีกี่แบบ อะไรบ้าง

นักเรียน : 2 แบบ เฟรนฟรายและไส้กรอก

ครู : เครื่องดื่มมีกี่แบบ อะไรบ้าง

นักเรียน : 3 แบบ กาแฟ นม และชามะนาว

ครู : การเลือกองค์ประกอบในการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์เลือก 1 อย่าง งานเสร็จรียัง

นักเรียน : ไม่เสร็จ

ครู : นักเรียนต้องเลือกให้ครบทุกองค์ประกอบใช่ไหม

นักเรียน : ใช่

ครู : สามารถจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ได้ทั้งหมดเท่าไหร่ อย่างไร

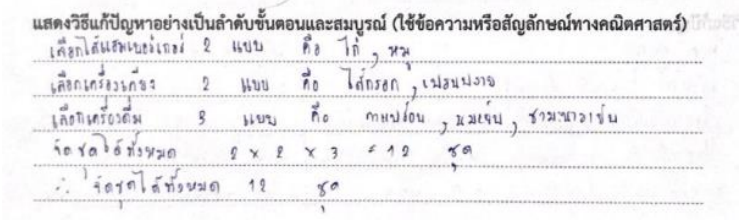
นักเรียน : 12 แบบ

ครู : หาได้ทั้งหมดอย่างไร

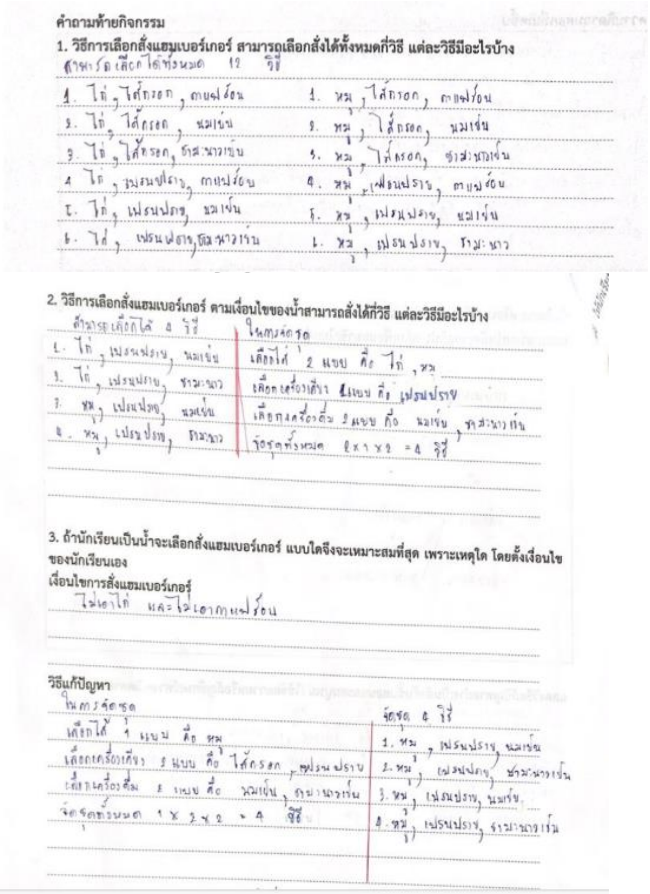
นักเรียน : นำ 2 คูณ 2 คูณ 3

ครู : นักเรียนต้องเขียนเป็นหลักการอธิบายให้ชัดเจนว่า สามารถจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ได้ทั้งหมด เท่ากับ 2 x 2 x 3 = 12 วิธี

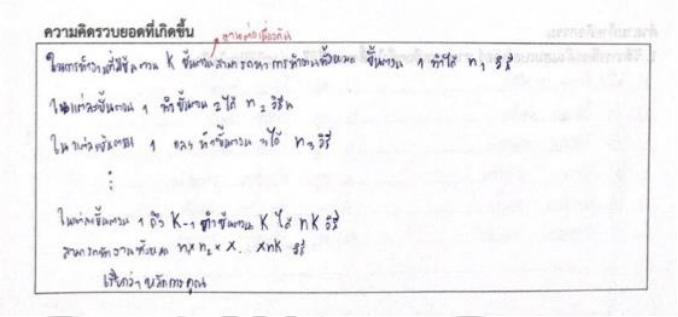
ครูเพิ่มข้อจำกัดหรือเงื่อนไขในการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีแก้ปัญหาการคูณจากการตอบคำถามท้ายกิจกรรม เน้นย้ำให้นักเรียนอ่านเงื่อนไขอย่างละเอียด และเขียนตอบคำถามอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่สมบูรณ์โดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์คณิตศาสตร์โดยลองทำด้วยตนเอง มีนักเรียนส่วนน้อย 4 คน ตอบคำถามท้ายกิจกรรมก่อนที่ครูจะอธิบายการเพิ่มข้อจำกัดในการจัดชุดอาหาร เพราะทราบอยู่แล้วว่าต้องทำกิจกรรมใดต่อจึงไม่รอครูอธิบาย ส่งผลให้นักเรียน 4 คน เขียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมไม่เป็นลำดับขั้นตอน เขียนเพียงคำตอบเท่านั้น ครูจึงบอกให้นักเรียนเขียนให้เป็นลำดับขั้นตอน และแสดงวิธีการหาผลลัพธ์โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจึงเขียนเพิ่มเติมในแต่ละข้อ ดังภาพที่ 4.22 เมื่อตอบคำถามแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองอีกครั้ง พบว่า นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอเป็นอย่างดี ทั้งสองกลุ่มได้คำตอบที่เหมือนกัน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความคิดรวบยอดจากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถามถามทีละขั้นตอนพร้อมทั้งเขียนบนกระดานจนนักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดตามหลักการคูณ ดังภาพที่ 4.23


แสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและสมบูรณ์ (ใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์)
เลือกไส้แฮมเบอร์เกอร์ 2 แบบ คือ ไก่ , หมู
เลือกเครื่องเคียง 2 แบบ คือ ไส้กรอก , เฟรนช์ฟราย
เลือกเครื่องดื่ม 3 แบบ คือ กาแฟร้อน , มิลเชค , ชาเขียวเย็น
จัดชุดได้ทั้งหมด 2 x 2 x 3 = 12 ชุด
∴ จัดชุดได้ทั้งหมด 12 ชุด

ภาพที่ 4.21 ภาพตัวอย่างการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ครบถ้วน ใช้สัญลักษณ์การคูณในการคำนวณหาผลลัพธ์



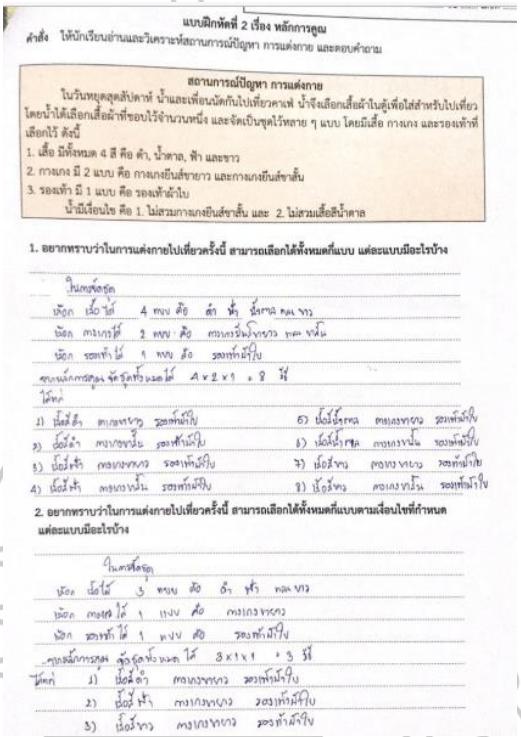
ภาพที่ 4.22 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามท้ายกิจกรรม



ภาพที่ 4.23 ภาพตัวอย่างการสรุปความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation) ครูแจกแบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง หลัก การคูณ และชี้แจงการทำแบบฝึกหัดว่า “ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์การแต่งกาย และตอบคำถามลงในแบบฝึกหัด ให้เขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนโดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และเขียนชื่อหลักการที่ใช้ให้ชัดเจน” นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองและร่วมแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม จากการสังเกต นักเรียนเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์การคูณในการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้นจากการตอบคำถามท้ายกิจกรรม แต่นักเรียนบางคนขาดการเขียนชื่อหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหา เขียนเพียงสัญลักษณ์

การคูณครูจึงเน้นย้ำอีกครั้งว่า “อย่าลืมเขียนชื่อหลักการที่ใช้”นักเรียนที่ลืมเขียนจึงเขียนเพิ่มเติมลงไปในแต่ละข้อ ดังภาพที่ 4.24 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ ครูใช้การถามตอบกับนักเรียนทั้งชั้นเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามได้ แต่มีนักเรียนบางส่วน 4 คน ไม่ตอบคำถามเนื่องจากเห็นเพื่อนตอบคำถามแล้ว จึงนั่งดูคำตอบจากแบบฝึกหัดและเทียบกับคำตอบของตนเองเท่านั้น ครูจึงเรียกถามนักเรียน 4 คน เป็นรายบุคคล



แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ

คำสั่ง ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา การแต่งกาย และตอบคำถาม

สถานการณ์ปัญหา การแต่งกาย

ในวันหยุดสุดสัปดาห์ น้ำและเพื่อนนัดกันไปเที่ยวคาเฟ่ น้ำจึงเลือกเสื้อผ้าในตู้เพื่อใส่สำหรับไปเที่ยว โดยน้ำได้เลือกเสื้อผ้าที่รอบไว้จำนวนหนึ่ง และจัดเป็นชุดไว้หลาย ๆ แบบ โดยมีเสื้อ กางเกง และรองเท้าที่เลือกไว้ ดังนี้

1. เสื้อ มีทั้งหมด 4 สี คือ ดำ, น้ำตาล, ฟ้า และขาว
2. กางเกง มี 2 แบบ คือ กางเกงยีนส์ขายาว และกางเกงยีนส์ขาสั้น
3. รองเท้า มี 1 แบบ คือ รองเท้าผ้าใบ

น้ำมีเงื่อนไข คือ 1. ไม่สวมกางเกงยีนส์ขาสั้น และ 2. ไม่สวมเสื้อสีน้ำตาล

1. อยากทราบว่าในการแต่งกายไปเที่ยวครั้งนี้ สามารถเลือกได้ทั้งหมดกี่แบบ แต่ละแบบมีอะไรบ้าง

ในหนึ่งชุด

เลือก เสื้อได้ 4 แบบ คือ ดำ น้ำตาล ฟ้า ขาว

เลือก กางเกงได้ 2 แบบ คือ กางเกงยีนส์ขายาว กางเกงยีนส์ขาสั้น

เลือก รองเท้าได้ 1 แบบ คือ รองเท้าผ้าใบ

จำนวนหนึ่งชุดที่เลือกได้ $4 \times 2 \times 1 = 8$ วิธี

ได้แก่

1) เสื้อดำ กางเกงยีนส์ขายาว รองเท้าผ้าใบ
2) เสื้อดำ กางเกงยีนส์ขาสั้น รองเท้าผ้าใบ
3) เสื้อน้ำตาล กางเกงยีนส์ขายาว รองเท้าผ้าใบ
4) เสื้อน้ำตาล กางเกงยีนส์ขาสั้น รองเท้าผ้าใบ
5) เสื้อฟ้า กางเกงยีนส์ขายาว รองเท้าผ้าใบ
6) เสื้อฟ้า กางเกงยีนส์ขาสั้น รองเท้าผ้าใบ
7) เสื้อขาว กางเกงยีนส์ขายาว รองเท้าผ้าใบ
8) เสื้อขาว กางเกงยีนส์ขาสั้น รองเท้าผ้าใบ

2. อยากทราบว่าในการแต่งกายไปเที่ยวครั้งนี้ สามารถเลือกได้ทั้งหมดกี่แบบตามเงื่อนไขที่กำหนด แต่ละแบบมีอะไรบ้าง

ในหนึ่งชุด

เลือก เสื้อได้ 3 แบบ คือ ดำ น้ำตาล ขาว

เลือก กางเกงได้ 1 แบบ คือ กางเกงยีนส์ขายาว

เลือก รองเท้าได้ 1 แบบ คือ รองเท้าผ้าใบ

จำนวนหนึ่งชุดที่เลือกได้ $3 \times 1 \times 1 = 3$ วิธี

ได้แก่

1) เสื้อดำ กางเกงยีนส์ขายาว รองเท้าผ้าใบ
2) เสื้อน้ำตาล กางเกงยีนส์ขายาว รองเท้าผ้าใบ
3) เสื้อขาว กางเกงยีนส์ขายาว รองเท้าผ้าใบ

ภาพที่ 4.24 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามในแบบฝึกหัด

ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน เรื่อง หลักการคูณ ครูถามว่า “ใช้หลักการคูณในสถานกาณ์ใด” นักเรียนส่วนใหญ่ 9 คน ตอบว่า “มีหลายขั้นตอน ต่อเนื่องกัน”และครูถามว่า “หลักการคูณใช้แก้ปัญหาอย่างไร” นักเรียนคนเดิม ตอบว่า “นำขั้นตอนย่อยมาคูณกัน” แต่มีนักเรียน 1 คน คือ นักเรียน S4 ไม่ได้ตอบคำถามเนื่องจากเห็นว่าเพื่อนตอบแล้ว ครูจึงเรียกถามนักเรียน S4 ว่า “ใช้หลักการคูณได้อย่างไร” นักเรียน S4 ตอบว่า “นำแต่ละขั้นตอนมาคูณ” ครูถามต่อว่า “งานต้อง มีลักษณะอย่างไร ถึงใช้หลักการคูณได้” นักเรียน S4 ตอบว่า “ต่อเนื่องกัน” จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยเพิ่มเติม โดยถามว่า “นักเรียนคนใดมีข้อสงสัยที่ต้องการถามเพิ่มเติมหรือไม่” ไม่มีนักเรียนคนใดตอบ

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทุกคนยกเว้นตนเอง ครูเน้นย้ำว่าให้

นักเรียนประเมินตามความเป็นจริง ไม่ต้องกังวลเรื่องคะแนนเพื่อน ไม่มีผลต่อคะแนนเก็บ สังเกตเห็นว่านักเรียนบางคนยังเกรงใจเพื่อนในการประเมินให้คะแนน กลัวเพื่อนจะได้คะแนนน้อย จึงให้คะแนนเท่า ๆ กัน และในการทำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ นักเรียนทุกคนตั้งใจทำข้อสอบเป็นอย่างดี เมื่อเพิ่มเวลาในการทำแบบทดสอบ นักเรียนทุกคนเขียนตอบครบทุกข้อ

1.2.4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

สะท้อนปัญหาการวิจัย เพื่อหาข้อสรุปของการดำเนินการวิจัยในวงจรแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 สรุปประเด็นจากการสังเกต เพื่อหาข้อสรุปในการพัฒนาในแต่ละขั้นตอนในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ข้อดี	ข้อเสนอแนะหรือข้อควรปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นนำ	1. สถานการณ์น่าสนใจ มีการใช้น้ำเสียงและภาพประกอบที่ช่วยให้นักเรียนสนใจและเข้าใจมากขึ้น	1. นักเรียนบางคนไม่ตอบคำถาม เพราะกลัวตอบผิด 2. ครูไม่ได้เชื่อมโยงคำตอบที่ถูกต้องกับคำตอบที่นักเรียนตอบผิด ว่าคำตอบที่ผิดนักเรียนเข้าใจผิดอย่างไร	1. กระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงออก 2. เชื่อมโยงคำตอบที่ถูกต้องกับคำตอบที่ผิดเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น
ขั้นสอน			
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience)	1. ครูอธิบายและตรวจสอบการใช้สื่อ ทำให้นักเรียนเข้าใจและมั่นใจในการใช้สื่อมากขึ้น	1. นักเรียนบางคนจัดวางสื่อไม่ถูกต้อง และไม่มั่นใจในการจัดเรียงสื่อ	1. เน้นย้ำให้นักเรียนศึกษารายละเอียดจากสื่อ 2. กระตุ้นให้นักเรียนกล้าลงมือทำด้วยตนเอง
ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion)	1. สถานการณ์ซับซ้อนขึ้น ทำให้นักเรียนต้องใช้สื่อมาช่วยในการแก้ปัญหา	1. นักเรียนไม่ได้แยกประเภทภาพ ทำให้สับสนว่าเรียงแบบซ้ำกันหรือไม่ 2. นักเรียนไม่มั่นใจใน	1. แนะนำให้นักเรียนแยกประเภทภาพ เพื่อลดความสับสนในการสังเกตการซ้ำ

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ข้อดี	ข้อเสนอแนะหรือข้อควรปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง
	2. นักเรียนมีความมั่นใจและสามารถและสามารถใช้สื่อในการแก้ปัญหาได้	การเขียน และเขียนย่อคำสั้นอ่านแล้วไม่เข้าใจ 3. นักเรียนบางคนไม่ได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน	2. กระตุ้นให้นักเรียนกล้าลงมือทำ และเขียนคำอธิบายให้ครบถ้วนชัดเจน 3. กระตุ้นนักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันมากยิ่งขึ้น
ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization)	1. ครูช่วยเหลือนักเรียนโดยเชื่อมโยงจากสื่อ และยกตัวอย่างการเขียนที่สอดคล้องกับสถานการณ์ทำให้นักเรียนเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์การคูณได้ 2. ครูใช้คำถามถามทีละขั้นตอนพร้อมทั้งเขียนบนกระดาน ทำให้นักเรียนสรุปหลักการคูณได้	1. นักเรียนไม่มั่นใจในการเขียน กลัวเขียนผิด 2. นักเรียน 1 คน นำเสนอเกินเนื้อหาของตนเอง 3. นักเรียนส่วนน้อยไม่ฟังการอธิบายกิจกรรม	1. กระตุ้นและให้กำลังใจให้นักเรียนมั่นใจในการเขียนวิธีแก้ปัญหา 2. เน้นย้ำให้นักเรียนนำเสนอเฉพาะส่วนของตนเอง 3. เน้นย้ำให้นักเรียนตั้งใจฟังการอธิบายกิจกรรม
ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation)	1. ครูชี้แจงการทำแบบฝึกหัดได้ชัดเจนจนนักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองได้ 2. นักเรียนส่วนใหญ่เขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ตามที่ครูเน้นย้ำ	1. นักเรียนบางคนเขียนวิธีการแก้ปัญหาไม่ครบถ้วน ขาดการเขียนชื่อของหลักการที่ใช้ 2. นักเรียนบางคนไม่ร่วมสรุปคำตอบในแบบฝึกหัด	1. เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนชื่อของหลักการที่ใช้ให้ครบถ้วน 2. เรียกนักเรียนตอบเป็นรายบุคคล

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ข้อดี	ข้อเสนอแนะหรือข้อควรปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นสรุป	1. ครูเรียกนักเรียนตอบคำถามเป็นรายบุคคล	1. นักเรียนบางคนไม่ตอบคำถาม	1. เรียกนักเรียนตอบเป็นรายบุคคลเพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วม
เพิ่มเติม	1. การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดมีความเที่ยงตรงมากขึ้นหลังได้รับคำแนะนำให้ประเมินตามความจริง 2. เมื่อเพิ่มเวลาในการทำแบบทดสอบ ทำให้นักเรียนทุกคนทำข้อสอบครบทุกข้อ	1. นักเรียนบางคนเกรงใจเพื่อน ในการให้คะแนนประเมิน	1. เน้นย้ำให้ประเมินตามความเป็นจริง โดยไม่กังวลเรื่องคะแนน

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ เป็นดังนี้

ตารางที่ 4.6 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
1.นักเรียนพูดอธิบายความคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการสั่งชุด	3.8	3.8	4	4	3.6	4	3.6	4	4	4	3.88	0.17

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
แฮมเบอร์เกอร์ของตนเองให้เพื่อนเข้าใจง่าย และถูกต้อง												
2.นักเรียนพูดอธิบายขั้นตอนในการหาจำนวนวิธีในการสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ โดยใช้หลักการคูณอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	3.8	4	4	3.8	3.8	4	3.6	4	4	4	3.90	0.14
3. นักเรียนนำเสนอ แนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ของกลุ่มตนเอง ให้กลุ่มอื่นเข้าใจ เป็นลำดับขั้นตอน ถูกต้องและชัดเจน	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3.96	0.08
4. นักเรียนพูดอธิบายการหาจำนวนการสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ เมื่อมีข้อกำจัดหรือเงื่อนไขเพิ่มเติม และอธิบายเหตุผลในการได้คำตอบโดยอ้างอิงหลักการคูณให้เพื่อนเข้าใจ	3.6	4	4	3.6	3.6	4	3.6	4	4	4	3.84	0.21
5. นักเรียนสรุปวิธีการหาจำนวนวิธีในการสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ และสาระสำคัญเกี่ยวกับหลักการ	3.8	3.8	4	4	3.6	4	4	4	4	4	3.92	0.14

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
คูณให้เพื่อนเข้าใจ และเป็นลำดับขั้นตอน												
6. นักเรียนพูดอธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้หลักการคูณอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	4	4	4	4	3.6	4	4	4	4	4	3.96	0.13
รวม	23	23.6	24	23.2	22	24	22.8	24	24	24	23.46	0.69
เฉลี่ย	3.83	3.93	4.00	3.87	3.67	4.00	3.80	4.00	4.00	4.00	3.91	0.12
แปลความหมาย	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	

จากตารางที่ 4.6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 เรื่อง หลักการคูณของนักเรียน เท่ากับ 3.91 อยู่ในระดับ ดีมาก

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 2 ประเมินท้ายแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ เป็นดังนี้

ตารางที่ 4.7 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ

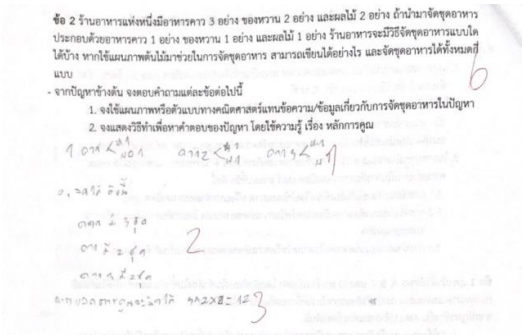
เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
1.การเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	11	9	13	12	13	13	11	11	11	8	11.20	1.69

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
2. การอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด	10	10	10	11	12	10	11	14	11	11	11.00	1.25
3. การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	9	9	13	11	10	12	12	13	13	13	11.60	1.58
รวม	30	28	36	34	35	35	34	38	35	32	33.80	3.01
แปลความหมาย	ปานกลาง	ปานกลาง	ดีมาก	ดี	ดี	ดี	ดี	ดีมาก	ดี	ดี	ดี	

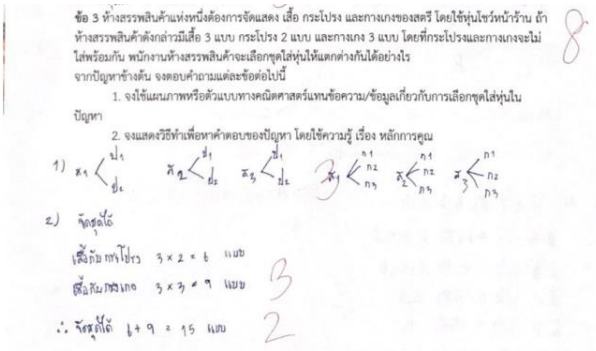
จากตารางที่ 4.7 พบว่า ผลการประเมินคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 2 เรื่อง หลักการ มีนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20 นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ ดี จำนวน 6 คน คิดเป็น ร้อยละ 60 และนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก จำนวน 2 คน คิดเป็น ร้อยละ 20 ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยรวมของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ เท่ากับ 33.80 อยู่ในระดับ ดี

ตัวอย่างการตอบคำถามจากแบบทดสอบของกลุ่มนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ น้อย ปานกลาง และดี ดังนี้

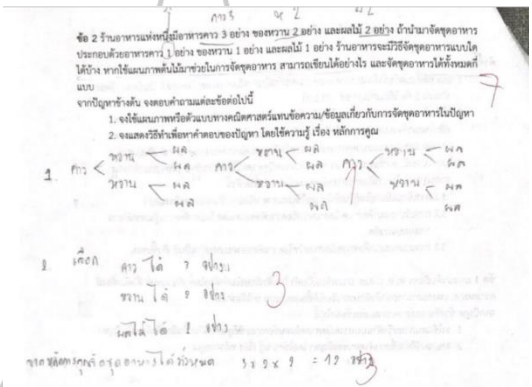

ข้อ 2 ร้านอาหารแห่งหนึ่งมีอาหารคาว 3 อย่าง ของหวาน 2 อย่าง และผลไม้ 2 อย่าง ถ้านำมาจัดชุดอาหารประกอบด้วยอาหารคาว 1 อย่าง ของหวาน 1 อย่าง และผลไม้ 1 อย่าง ร้านอาหารจะมีวิธีจัดชุดอาหารแบบใดได้บ้าง หากใช้แผนภาพต้นไม้มาช่วยในการจัดชุดอาหาร สามารถเขียนได้อย่างไร และจัดชุดอาหารได้ทั้งหมดกี่แบบ

- จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้
  1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดชุดอาหารในปัญหา
  2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง หลักการคูณ

ภาพที่ 4.25 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 28 คะแนน อยู่ในระดับ ปานกลาง



ภาพที่ 4.26 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 34 คะแนน อยู่ในระดับ ดี



ภาพที่ 4.27 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 38 คะแนน อยู่ในระดับ ดีมาก

ตารางที่ 4.8 ข้อสังเกตที่ได้จากการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	ข้อสังเกต	แนวทางการปรับปรุง
ด้านการพูด	1. นักเรียนบางส่วนไม่กล้าพูดอธิบายความคิดของตนเอง เพราะกลัวตอบผิด 2. นักเรียนบางคนไม่แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม 3. นักเรียนหนึ่งคนพูดนำเสนอเกินเนื้อหาของตนเอง และไม่ได้สรุปวิธีการหาจำนวนวิธีอย่างเป็นลำดับขั้นตอน 4. นักเรียนบางคนไม่พูดอธิบาย	

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	ข้อสังเกต	แนวทางการปรับปรุง
	ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการคูณ	4. เรียกนักเรียนอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการเป็นรายบุคคล
ด้านการเขียน	1.นักเรียนเขียนแผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไม่ชัดเจน รายละเอียดไม่ครบถ้วน 2. นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดไม่ชัดเจน และไม่ระบุชื่อหลักการ เขียนเพียงสัญลักษณ์ 3. นักเรียนบางคนเขียนไม่เป็นลำดับขั้นตอน โดยนำคำตอบขึ้นก่อน แล้วเขียนวิธีแก้ปัญหาทีหลัง	1. เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนแผนภาพหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้ชัดเจน และรายละเอียดครบถ้วน 2. เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด และชื่อหลักการให้ชัดเจน ครบถ้วน 3. เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนโดยละเอียด

1.3 ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3

นำเสนอผลการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.3.1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลการสะท้อนจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 และนำมาปรับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด โดยในแต่ละขั้นตอนมีการปรับปรุง ดังนี้

ขั้นนำ

ครูกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนกล้าแสดงออก มีส่วนร่วมในการตอบคำถามมากขึ้น โดยให้กำลังใจและเสริมแรงบวกให้มั่นใจในการตอบคำถาม หลังจากการตอบคำถามเมื่อครูเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง ครูเชื่อมโยงกับคำตอบที่นักเรียนตอบว่าถูกหรือผิด เพื่อแสดงให้นักเรียนเข้าใจการหาคำตอบของตนเองว่าคลาดเคลื่อนอย่างไร

ขั้นสอน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ของการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience) ครูชี้แจงการทำกิจกรรมและแนะนำการใช้สื่อสติ๊กเกอร์ภาพ โดยให้นักเรียนแยกประเภทของภาพก่อนนำมาเรียง พร้อมทั้งเน้นย้ำให้นักเรียนศึกษารายละเอียดจากสื่อให้ครบถ้วนทั้งหมด ก่อนลงมือจัดเรียงภาพ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำสื่อไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และลดความสับสนในการสังเกตการเรียงภาพซ้ำ ครูกระตุ้นและให้กำลังใจเพื่อสร้างความมั่นใจให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion) ครูกระตุ้นและให้กำลังใจนักเรียนให้กล้าลงมือเขียนแนวคิดจากการใช้สื่อของตนเอง พร้อมทั้งเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนคำให้ครบถ้วน ถูกต้อง ชัดเจน ไม่เขียนย่อคำ และกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดของตนเองกับเพื่อนมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) ในการบันทึกวิธีแก้ปัญหา ครูกระตุ้นและให้กำลังใจนักเรียน เพื่อสร้างความมั่นใจในการบันทึกวิธีแก้ปัญหา ก่อนการนำเสนอครูชี้แจงการนำเสนอว่าทุกคนต้องนำเสนอส่วนของตนเองเท่านั้น ไม่นำเสนอเนื้อหาของเพื่อนตามที่ได้แบ่งกันไว้ ครูให้นักเรียนตั้งใจฟังการชี้แจงการเพิ่มข้อ จำกัดหรือเงื่อนไขในสถานการณ์ก่อนลงมือทำกิจกรรม และลงมือตอบคำถามท้ายกิจกรรมพร้อมกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation) ในการทำแบบฝึกหัด ครูเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนชื่อหลักการการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดในการแก้ปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และหากมีนักเรียนไม่ร่วมสรุปคำตอบจากแบบฝึกหัดจะเรียกนักเรียนตอบเป็นรายบุคคล เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

ขั้นสรุป หากนักเรียนไม่ร่วมตอบคำถามเกี่ยวกับการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ครูเรียกนักเรียนตอบเป็นรายบุคคล

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม โดยครูเน้นย้ำให้นักเรียนประเมินตามความเป็นจริง ไม่ต้องกังวลเรื่องคะแนน และไม่มีผลต่อคะแนนรายวิชา

1.3.2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 พร้อมด้วยตั้งกล้องและบันทึกวีดิโอตลอดการจัดการชั้นเรียนบริเวณมุมห้อง ด้านหลัง ปรับมุมกล้องให้เห็นนักเรียนครบทุกคนและบริเวณหน้าชั้นเรียน รวมถึงกระดานอย่างชัดเจน นำเสนอรายละเอียดการปฏิบัติตามลำดับขั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นนำ

ครูเล่าสถานการณ์การวางและเรียงรองเท้าของนุ่นและนาว สามารถวางรองเท้าสลับตำแหน่งได้หลากหลายแบบ โดยที่ไม่มีการสลับคู่ของรองเท้า จากนั้นให้นักเรียนลองคิดหาจำนวนการวางรองเท้าว่ามีกี่แบบ อะไรบ้าง พร้อมใช้คำถามกระตุ้นความคิด โดยเรียกนักเรียนตอบคำถามเป็นรายบุคคล จากนั้นร่วมกันอภิปรายจนได้คำตอบจำนวนวิธีการวางรองเท้า จากนั้นครูเชื่อมโยงเข้าเนื้อหาบทเรียน โดยแนะนำว่า “วันนี้เราจะมาแก้ปัญหาคล้าย ๆ กับสถานการณ์ข้างต้น หรือการหาวิธีทำงานจากสถานการณ์” และบอกให้นักเรียนสังเกตการทำกิจกรรมของเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นสอน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ของการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของนักเรียนทั้งแบบรายบุคคล และแบบกลุ่ม

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience) ครูแจกใบกิจกรรมย้อนวันวาน กิจกรรมแสดงวิธีแก้ปัญหาการเรียงภาพถ่ายด้วยรูปแบบที่เป็นไปได้ทั้งหมด แจกสื่อสติ๊กเกอร์ภาพถ่าย 18 ใบ ซึ่งเป็นภาพปลา ภูเขา และทะเล คนละ 1 ชุด ครูชี้แจงการทำกิจกรรมและแนะนำให้นักเรียนสร้างประสบการณ์วิเคราะห์และหาแนวทางแก้ปัญหา ผ่านการใช้สื่อออกแบบการเรียงภาพถ่ายทีละขั้นตอน และใช้การถาม-ตอบถึงความเข้าใจในการใช้สื่อของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion) หลังจากที่นักเรียนแต่ละคนได้ออกแบบการเรียงภาพถ่ายแล้ว จะบันทึกกระบวนการและแนวคิดการแก้ปัญหาจากการใช้สื่อหรือวิธีการเรียงภาพถ่ายที่เป็นไปได้ทั้งหมดของตนเองลงในแบบบันทึกกิจกรรม โดยครูให้นักเรียนเชื่อมโยงการเขียนจากแนวคิดการใช้สื่อของตนเอง จากนั้นครูให้นักเรียนจัดกลุ่มเองทั้งหมด 2 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน และอภิปรายแลกเปลี่ยนกระบวนการและแนวคิดของตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม และบันทึกข้อสังเกต หรือประเด็นที่น่าสนใจจากการสังเกตสะท้อนคิดร่วมกัน และหาข้อสรุปร่วมกันของกลุ่มตนเอง ระหว่างนั้นครูจะคอยสังเกตนักเรียนรายบุคคล ให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่มให้มากที่สุด

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) หลังจากได้ข้อสรุปวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง แต่ละกลุ่มจะต้องสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรมโดยการเรียบเรียงและบันทึกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่สมบูรณ์ลงในแบบบันทึกกิจกรรม นักเรียนทุกกลุ่มจะได้นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน เมื่อครบทุกกลุ่มแล้ว ครูจะประเมินชี้แนะและเพิ่มเติมส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์อีกครั้ง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีแก้ปัญหาการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดจากสถานการณ์เดิม

ที่ปรับเงื่อนไขใหม่ด้วยตนเองทั้งหมดอีกครั้งเพื่อประเมินความเข้าใจ บันทึกคำตอบในใบกิจกรรม และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนอีกครั้ง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความคิดรวบยอดจากกิจกรรมจนได้ข้อสรุปของการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation) นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทดลองแสดงวิธีแก้ปัญหาจำนวนรูปแบบการยืนถ่ายรูปที่เป็นไปได้ทั้งหมด จากแบบฝึกหัดที่ 3 เพื่อประเมินความเข้าใจ เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด หลังทุกคนทำแบบฝึกหัดเสร็จ ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยโดยวิธีถาม-ตอบ

<u>ขั้นสรุป</u> ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด โดยวิธีการถาม-ตอบ ครูตั้งคำถามสรุป 2 ประเด็น 1) เราจะใช้การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด เพื่อแก้ปัญหาในลักษณะใดหรือสถานการณ์ใด 2) การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดใช้แก้ปัญหาได้อย่างไร จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยเพิ่มเติม

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนจะต้องประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทุกคนยกเว้นตนเอง โดยใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที จากนั้นนักเรียนทุกคนต้องทำแบบทดสอบเพื่อประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 3 แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด กำหนดเวลา 25 นาที ระหว่างนั้นครูจะประเมินความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดของนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนรายบุคคล และบันทึกประเด็นสำคัญที่น่าสนใจในบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1.3.3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 100 นาที ผู้วิจัยและทีมสังเกตได้สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

<u>ขั้นนำ</u>

ครูเล่าสถานการณ์โดยใช้ตัวละครในสถานการณ์เป็นนักเรียนในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนให้ความสนใจ กระตือรือร้นในการตอบคำถาม โดยแย่งกันตอบคำถามเกี่ยวกับจำนวนวิธีการวางรองเท้าของนุ่น และนาวที่เป็นไปได้ทั้งหมด ครูให้ตอบคำถามทีละคน และให้กำลังใจว่า “ลองตอบดู ถูกหรือผิดไม่เป็นไร” นักเรียนทุกคน ตอบเหมือนกันว่า “2 แบบ คือ นุ่นและนาว นาวและนุ่น” ครูเฉลยคำตอบกับนักเรียนทุกคนโดยใช้การถาม-ตอบและเขียนลงบนกระดาน พร้อมทั้งชื่นชม

นักเรียนที่ตอบคำถามครบทุกคน และตอบได้ถูกต้อง จากนั้นครูบอกความสอดคล้องของสถานการณ์กับกิจกรรมว่าใช้วิธีแก้ปัญหาคล้ายกันเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาเข้าสู่บทเรียน

ขั้นสอน

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience) นักเรียนทุกคนตั้งใจฟังการใช้สื่อที่ครูอธิบายแต่ละขั้นตอน เมื่อครูถามว่าเข้าใจหรือไม่ในแต่ละขั้นตอน นักเรียนทุกคนตอบว่าเข้าใจ จากนั้นครูให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ เน้นย้ำให้ศึกษารายละเอียดจากสื่อทั้งหมด ลองแยกประเภทภาพก่อนไปเรียงจะทำให้เรียงได้ง่ายขึ้น และลงมือทำด้วยตัวเอง ครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมนักเรียนรายบุคคล นักเรียนทุกคนแยกประเภทของภาพสติ๊กเกอร์เป็นภาพปลา ภูเขา และทะเล ก่อนการเรียงภาพสติ๊กเกอร์ จากการอธิบายการใช้สื่อเป็นขั้นตอนและการแยกประเภทของภาพทำให้นักเรียนใช้สื่อได้ดีขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สับสนในการจัดเรียงภาพว่าซ้ำกันหรือไม่

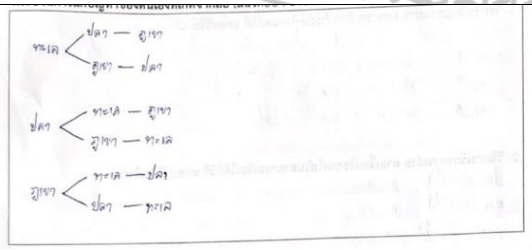
ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion) นักเรียนทุกคนได้แปะสติ๊กเกอร์ภาพลงในแบบบันทึกกิจกรรม จากการสังเกต พบว่านักเรียนส่วนใหญ่แปะภาพอย่างมีหลักการ แยกประเภทของภาพ 3 อย่าง นำมาเรียงขึ้นภาพแรกประเภทละ 2 แบบ และสลับตำแหน่ง 2 ภาพที่เหลือ ดังภาพที่ 4.28 ขณะที่มีนักเรียน 2 คน แปะภาพอย่างมีหลักการเหมือนกัน แต่เรียงต่างกัน คือ นำภาพแต่ละประเภทมาเรียงตำแหน่งแรกให้ครบ 3 ประเภท แล้วสลับตำแหน่ง 2 ภาพที่เหลือ ดังภาพที่ 4.29 แต่มีนักเรียน 1 คน แปะภาพซ้ำกัน 1 แบบ เมื่อนักเรียนตรวจสอบการติดภาพของตนเอง จึงสลับตำแหน่งของภาพที่ซ้ำจากตำแหน่ง 1 เป็น ตำแหน่งที่ 3 ดังภาพที่ 4.30 ในการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อ ครูบอกนักเรียนว่า “ลองเขียนด้วยตนเอง และเขียนคำให้ครบถ้วน ไม่ย่อคำจนอ่านไม่รู้เรื่อง” มีนักเรียน 1 คน จากทั้งสองกลุ่มไม่มั่นใจการเขียนจึงยกมือถามครูว่า “เขียนแบบนี้ถูกต้องหรือไม่” ครูเดินไปดูการเขียนของนักเรียนและบอกว่า “ถูกต้อง” จากการสังเกตทุกคนเขียนกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้แผนภาพต้นไม้ ดังภาพที่ 4.31 และ 4.32 จากการแปะภาพที่มีหลักการทั้งสองแบบ ที่เริ่มต้นภาพแรกที่แตกต่างกัน พบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มเขียนกระบวนการแก้ปัญหาลักษณะเดียวกัน เป็นผลมาจากการใช้สื่อที่มีหลักการยิ่งขึ้น สถานการณ์มีความซับซ้อนไม่มาก และสื่อสติ๊กเกอร์ไม่เยอะ ทำให้นักเรียนสามารถนำแนวคิดจากสื่อมาต่อยอดการเขียนกระบวนการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น รวมทั้งนักเรียน S4 และ S7 ที่สามารถใช้สื่อได้ดี ไม่สับสนในการใช้ และเขียนกระบวนการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น จากนั้นนักเรียนร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิด และกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มที่ได้จัดกลุ่มไว้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ครูเน้นย้ำว่า “ทุกคนในกลุ่มต้องได้พูด แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน”และสังเกตการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนสิ่งที่ตนเองเขียนกับเพื่อนในกลุ่มเป็นอย่างดี ภายหลังจากการแลกเปลี่ยนความคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มหาข้อสรุปของกลุ่มตนเองและบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรม ทั้งสองกลุ่มบันทึกโดยใช้แผน ภาพต้นไม้แสดง

การเรียงภาพถ่ายลักษณะเดียวกับกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองเนื่องจากทุกคนในกลุ่มได้แนวคิดเหมือนกันกัน ดังภาพที่ 4.33

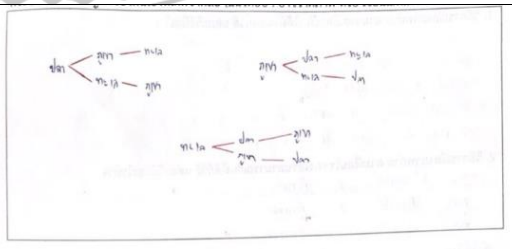
ภาพที่ 4.28 ภาพตัวอย่าง
การนำสติ๊กเกอร์ภาพถ่ายเรียงจำนวนวิธี
อย่างมีหลักการ แบบที่ 1

ภาพที่ 4.29 ภาพตัวอย่าง
การนำสติ๊กเกอร์ภาพถ่ายเรียงจำนวนวิธี
อย่างมีหลักการ แบบที่ 2

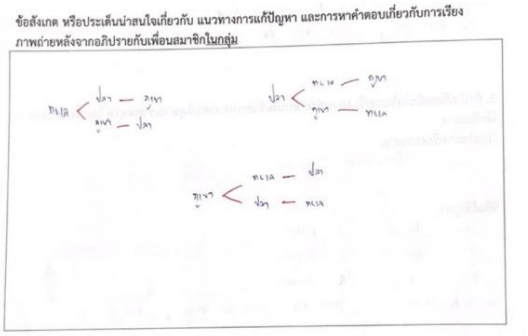
ภาพที่ 4.30 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์ภาพถ่ายเรียงจำนวนวิธีที่ซ้ำกัน
แต่มีการแก้ไขโดยสลับตำแหน่งภาพ



ภาพที่ 4.31 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิด
การแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการ
การแก้ปัญหาจากสื่อที่มีหลักการ แบบที่ 1



ภาพที่ 4.32 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิด
การแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จาก
กระบวนการการแก้ปัญหาจากสื่อที่มีหลักการ
แบบที่ 2



ภาพที่ 4.33 ภาพตัวอย่างการบันทึกข้อสรุปของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง ครูกระตุ้นและให้กำลังใจนักเรียน ให้ลองเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จากการสังเกตทั้งสองกลุ่มบันทึกวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนสับสนในการเขียน ไม่รู้จะเริ่มเขียนอย่างไร ครูจึงถามนักเรียนแต่ละกลุ่มว่า “นักเรียนมีปัญหาการเขียนตรงไหน” นักเรียนกลุ่มที่สองบอกว่า “ไม่เหมือนครั้งที่แล้ว (วงจรปฏิบัติการที่ 2)” ครูถามต่อว่า “ไม่เหมือนอย่างไร” นักเรียนตอบว่า “มีแผนภาพต้นไม้ 3 อัน” ครูจึงอธิบายเพิ่มเติมว่า “ลองสังเกตการวางภาพในแต่ละตำแหน่ง” จากนั้นครูช่วยเหลือนักเรียนโดยถามว่า “ตำแหน่งที่ 1 วางภาพได้กี่ภาพ” นักเรียนตอบว่า “3 ภาพ” ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า “เขียนอธิบายโดยใช้ตำแหน่งในการวางภาพได้เลย” หลังจากการบันทึกนักเรียนทั้งสองกลุ่มบันทึกอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เขียนรายละเอียดของการวางภาพในแต่ละตำแหน่งครบถ้วน ใช้สัญลักษณ์การคูณในการคำนวณหาผลลัพธ์ ดังภาพที่ 4.34 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และบอกนักเรียนว่า “ทุกคนต้องมีส่วนร่วมใน การนำเสนอ” และให้กำลังใจ นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันในการนำเสนอ และออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ขณะนำเสนอนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอเป็นอย่างดี สามารถนำเสนอได้อย่างราบรื่น เมื่อครบทุกกลุ่ม ครูเพิ่มเติมวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถคิดได้สองแบบ และปรับภาษาการเขียนวิธีการแก้ปัญหาการวางภาพถ่ายอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและใช้สัญลักษณ์การคูณให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ครูใช้การถามตอบแต่ละขั้นตอนพร้อมทั้งเขียนบนกระดาน ดังบทสนทนาระหว่างครูและนักเรียน ดังนี้

ครู : ภาพถ่ายมีทั้งหมดกี่ภาพ อะไรบ้าง

นักเรียน : 3 ภาพ ปลา ทะเล ภูเขา

ครู : เรียงภาพถ่ายทั้งหมดบนชั้น ถ้ายึดตำแหน่งเป็นหลัก ตำแหน่งแรกเลือกภาพได้กี่แบบ

นักเรียน : 3 แบบ

ครู : ตำแหน่งที่สองเลือกภาพได้กี่แบบ

นักเรียน : 2 แบบ

ครู : ตำแหน่งที่สามเลือกภาพได้กี่แบบ

นักเรียน : 1 แบบ

ครู : เรียงทั้งหมดได้กี่แบบ หาได้อย่างไร

นักเรียน : 6 แบบ นำ 3 คูณ 2 คูณ 1

ครู : นักเรียนสามารถยึดภาพเป็นหลัก ในการนำไปจัดลงตำแหน่งได้ คำตอบจะได้เท่ากัน ถามว่าภาพปลา เลือกวางได้กี่ตำแหน่ง

นักเรียน : 3 ตำแหน่ง

ครู : ภาพภูเขา เลือกวางได้กี่ตำแหน่ง

นักเรียน : 2 ตำแหน่ง

ครู : ภาพทะเล เลือกวางได้กี่ตำแหน่ง

นักเรียน : 1 ตำแหน่ง

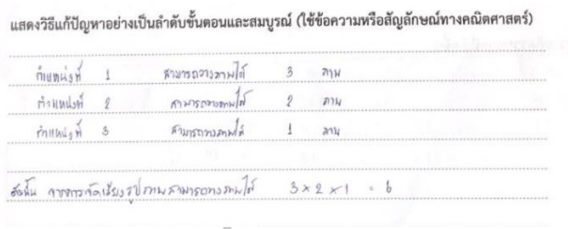
ครู : เรียงทั้งหมดได้กี่แบบ หาได้อย่างไร

นักเรียน : 6 แบบ นำ 3 คูณ 2 คูณ 1

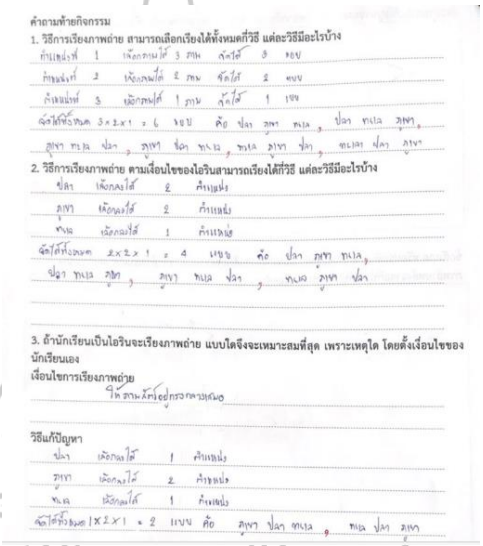
ครู : นักเรียนสามารถเลือกวิธีไหนก็ได้ ในการหาคำตอบ แต่นักเรียนต้องเขียนเป็นหลักการอธิบายให้ชัดเจนว่า สามารถเรียงภาพถ่ายได้ทั้งหมด เท่ากับ

$3 \times 2 \times 1 = 6$ วิธี

ครูบอกให้นักเรียนตั้งใจฟังการอธิบายเพิ่มข้อจำกัดหรือเงื่อนไขในการเรียงภาพถ่าย และให้นักเรียนทำกิจกรรมพร้อมกับเพื่อน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีแก้ปัญหาการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดจากการตอบคำถามท้ายกิจกรรม เน้นย้ำให้นักเรียนอ่านเงื่อนไขอย่างละเอียด และเขียนตอบคำถามอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่สมบูรณ์โดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์คณิตศาสตร์โดยลองทำด้วยตนเอง จากการสังเกตนักเรียนกลุ่มที่หนึ่งเขียนเป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์การคูณในการหาคำตอบ ภาพที่ 4.35 นักเรียนกลุ่มที่สองเขียนไม่เป็นลำดับขั้นตอน เขียนการหาคำตอบโดยใช้สัญลักษณ์การคูณก่อน แล้วจึงเขียนอธิบายวิธีการคิดทีหลัง ดังภาพที่ 4.36 เมื่อตอบคำถามแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองอีกครั้ง ครูเน้นย้ำให้นักเรียนนำเสนอเฉพาะเนื้อหาของตนเอง ไม่นำเสนอส่วนของเพื่อน พบว่านักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอเป็นอย่างดี ทั้งสองกลุ่มได้คำตอบที่เหมือนกัน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความคิดรวบยอดจากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถามถามทีละขั้นตอนพร้อมทั้งเขียนบนกระดานจนนักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดตามการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ดังภาพที่ 4.37


แสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและสมบูรณ์ (ใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์)

ภาพที่ 4.34 ภาพตัวอย่างการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาการเรียงภาพถ่าย
และใช้สัญลักษณ์การคูณในการคำนวณหาผลลัพธ์

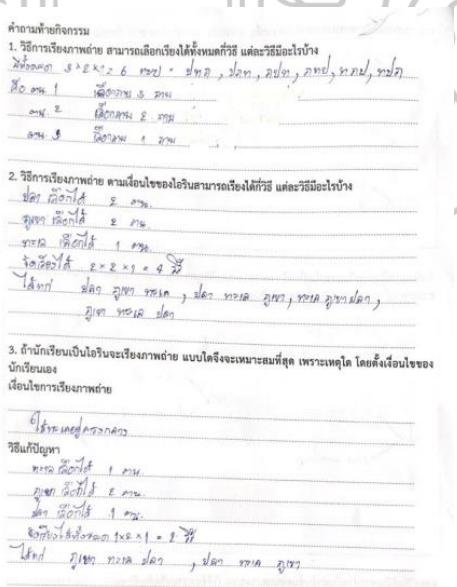

คำถามท้ายกิจกรรม
1. วิธีการเรียงภาพถ่าย สามารถเลือกเรียงได้ทั้งหมดกี่วิธี แต่ละวิธีมีอะไรบ้าง

2. วิธีการเรียงภาพถ่าย ตามเงื่อนไขของโอรินสามารถเรียงได้กี่วิธี แต่ละวิธีมีอะไรบ้าง

3. ถ้านักเรียนเป็นโอรินจะเรียงภาพถ่าย แบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด โดยตั้งเงื่อนไขของนักเรียนเอง
เงื่อนไขการเรียงภาพถ่าย

วิธีแก้ปัญหา

ภาพที่ 4.35 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอน

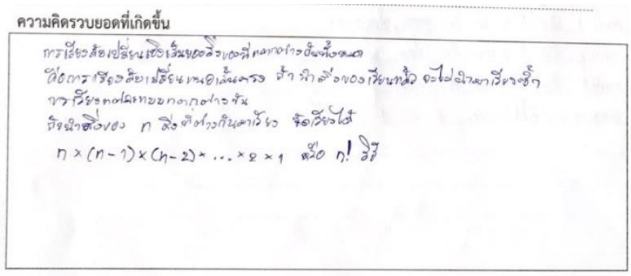

คำถามท้ายกิจกรรม
1. วิธีการเรียงภาพถ่าย สามารถเลือกเรียงได้ทั้งหมดกี่วิธี แต่ละวิธีมีอะไรบ้าง

2. วิธีการเรียงภาพถ่าย ตามเงื่อนไขของโอรินสามารถเรียงได้กี่วิธี แต่ละวิธีมีอะไรบ้าง

3. ถ้านักเรียนเป็นโอรินจะเรียงภาพถ่าย แบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด โดยตั้งเงื่อนไขของนักเรียนเอง
เงื่อนไขการเรียงภาพถ่าย

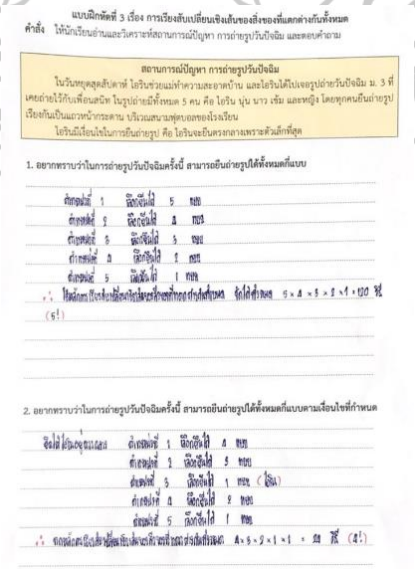
วิธีแก้ปัญหา

ภาพที่ 4.36 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยเขียนไม่เป็นลำดับขั้นตอน

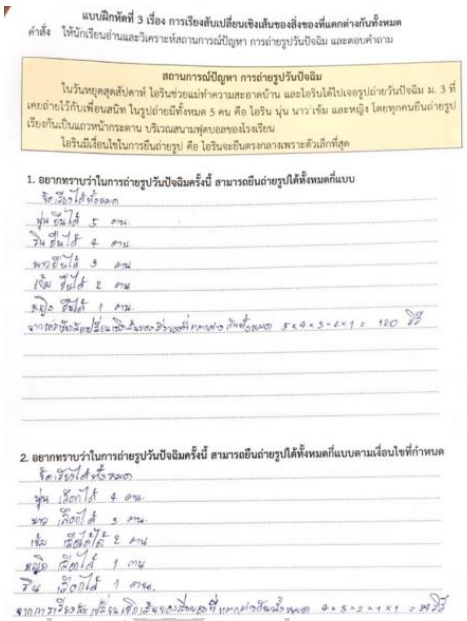


ภาพที่ 4.37 ภาพตัวอย่างการสรุปความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation) ครูแจกแบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด และชี้แจงการทำแบบฝึกหัดว่า “ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายรูปวันปัจฉิมและตอบคำถามลงในแบบฝึกหัด ให้เขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนโดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และย้ำว่าให้เขียนชื่อหลักการให้ชัดเจน” นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง และร่วมแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม จาก การสังเกต นักเรียนเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์การคูณในการแก้ปัญหา นักเรียนทุกคนเขียนชื่อหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาทั้งสองข้อ คือ การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ในการตอบคำถามของทั้งสองกลุ่มมีวิธีแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน กลุ่มที่หนึ่งใช้ตำแหน่งเป็นหลัก โดยหาว่าแต่ละตำแหน่งเลือกคนลงได้ กี่แบบ ดังภาพที่ 4.38 ส่วนกลุ่มที่สองใช้คนเป็นหลัก หาว่าแต่ละคนเลือกยืนได้กี่ตำแหน่ง ดังภาพที่ 4.39 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ โดยครูบอกว่า “หากนักเรียนคนไหนไม่ร่วมตอบคำถาม จะเรียกตอบรายบุคคล”ครูใช้การถามตอบกับนักเรียนทั้งชั้นเรียน นักเรียนทุกคนร่วมตอบคำถาม



ภาพที่ 4.38 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ใช้ตำแหน่งเป็นหลัก


แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด
คำสั่ง ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา การถ่ายรูปวันปัจจุบัน และตอบคำถาม

สถานการณ์ปัญหา การถ่ายรูปวันปัจจุบัน
ในวันหยุดสุดสัปดาห์ ไอรินช่วยแม่ทำความสะอาดบ้าน และไอรินได้ไปเจอรูปถ่ายวันปัจจุบัน ม. 3 ที่เคยถ่ายไว้กับเพื่อนสนิท ในรูปถ่ายมีทั้งหมด 5 คน คือ ไอริน นุ่น นาว เข็ม และหญิง โดยทุกคนยืนถ่ายรูปเรียงกันเป็นแถวหน้ากระดาน บริเวณสนามฟุตบอลของโรงเรียน
ไอรินมีเงื่อนไขในการยืนถ่ายรูป คือ ไอรินจะยืนตรงกลางเพราะตัวเล็กที่สุด

1. อยากทราบว่าในการถ่ายรูปวันปัจจุบันครั้งนี้ สามารถยืนถ่ายรูปได้ทั้งหมดกี่แบบ
ไอรินไส้ทั้งหมด
นุ่น ยืนได้ 5 คน
นาว ยืนได้ 4 คน
เข็ม ยืนได้ 3 คน
หญิง ยืนได้ 2 คน
ไอริน ยืนได้ 1 คน
จากการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด 5×4×3×2×1 = 120 วิธี

2. อยากทราบว่าในการถ่ายรูปวันปัจจุบันครั้งนี้ สามารถยืนถ่ายรูปได้ทั้งหมดกี่แบบตามเงื่อนไขที่กำหนด
ไอรินไส้ทั้งหมด
นุ่น เลือกได้ 4 คน
นาว เลือกได้ 3 คน
เข็ม เลือกได้ 2 คน
หญิง เลือกได้ 1 คน
ไอริน เลือกได้ 1 คน
จากการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด 4×3×2×1×1 = 24 วิธี

ภาพที่ 4.39 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามในแบบฝึกหัดที่ใช้คนเป็นหลัก

<u>ขั้นสรุป</u> ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด ก่อนที่ครูจะถาม ครูบอกว่า “ถ้านักเรียนคนใดไม่ตอบคำถาม ครูจะเรียกตอบ” จากนั้นครูถามว่า “ใช้หลักการการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดในสถานกาณ์ใด” นักเรียนทุกคนตอบว่า “สิ่งของเรียงกัน”และครูถามว่า “เรียงลักษณะใด” นักเรียนตอบว่า “เส้นตรง” ครูถามต่อว่า “การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดใช้แก้ปัญหาอย่างไร” นักเรียนตอบว่า “นำจำนวนที่ลดลงมาคูณกัน” จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยเพิ่มเติม โดยถามว่า “นักเรียนคนใดมีข้อสงสัยที่ต้องการถามเพิ่มเติมหรือไม่” ไม่มีนักเรียนคนใดตอบ

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทุกคนยกเว้นตนเอง ครูเน้นย้ำว่าให้นักเรียนประเมินตามความเป็นจริง ไม่ต้องกังวลเรื่องคะแนนเพื่อน ไม่มีผลต่อคะแนนรายวิชา สังเกตเห็นว่านักเรียนให้คะแนนตามความเป็นจริงมากขึ้น และในการทำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด นักเรียนทุกคนตั้งใจทำข้อสอบเป็นอย่างดี นักเรียนทุกคนเขียนตอบครบทุกข้อ

1.3.4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

สะท้อนปัญหาการวิจัย เพื่อหาข้อสรุปของการดำเนินการวิจัยในวงจรแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 สรุปประเด็นจากการสังเกต เพื่อหาข้อสรุปในการพัฒนาในแต่ละขั้นตอนในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ข้อดี	ข้อเสนอแนะหรือข้อควรปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นนำ	1. การใช้ตัวละครในสถานการณ์เป็นนักเรียนในชั้นเรียน ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเป็นอย่างดี 2. ครูชื่นชมการตอบคำถามของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีกำลังใจ และมั่นใจในการตอบมากขึ้น	-	-
ขั้นสอน			
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience)	1. ครูอธิบายการใช้สื่อและตรวจสอบความเข้าใจ ทำให้นักเรียนเข้าใจและลดความสับสนในการใช้สื่อ	-	-
ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion)	1. สถานการณ์ไม่ซับซ้อนเกินไป และสื่อที่ใช้น้อยลง ทำให้นักเรียนสามารถใช้สื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น 2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเขียนกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่ออย่างครบถ้วน และให้ทุกคนมีส่วนร่วมใน	1. นักเรียนส่วนน้อย สับสนกับการแปะภาพ ทำให้เกิดรูปแบบที่ซ้ำกัน 2. นักเรียนส่วนน้อยไม่มั่นใจในการเขียน	1. เน้นย้ำให้นักเรียนแปะภาพอย่างมีหลักการมากขึ้น 2. กระตุ้นให้นักเรียนกล้าลงมือทำ และให้กำลังใจเพื่อเพิ่มความมั่นใจยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ข้อดี	ข้อเสนอแนะหรือข้อควรปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง
	การแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน		
ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization)	1. ครูกระตุ้นและช่วยเหลือนักเรียนในการเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนโดยเชื่อมโยงกับสื่อที่ใช้ 2. ครูเน้นย้ำให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอและเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย	1. นักเรียนสับสนและไม่รู้วิธีการเขียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอนโดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากวงจรที่ 2 2. นักเรียนบางส่วนเขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาไม่เป็นลำดับขั้นตอน	1. ควรยกตัวอย่างวิธีการเขียนแผนภาพต้นไม้และวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนจากวงจรที่ 2 ให้นักเรียนสังเกตความแตกต่างกับกระบวนการใช้สื่อ เพื่อเชื่อมโยงความรู้ และเขียนวิธีแก้ปัญหาได้มากขึ้น 2. เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนตอบคำถามอย่างเป็นลำดับขั้นตอน
ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation)	1. ครูชี้แจงการทำแบบฝึกหัด และเน้นย้ำให้เขียนชื่อหลักการให้ชัดเจน	-	-
ขั้นสรุป	1. ครูเน้นย้ำให้ทุกคนร่วมตอบคำถาม	-	-
เพิ่มเติม	1. ครูเน้นย้ำให้ประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดให้เพื่อนตามความเป็นจริง ทำให้นักเรียนกล้าให้คะแนนตามจริงมากขึ้น	1. นักเรียนบางคนไม่กล้าประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดให้เพื่อนตามความเป็นจริง	1. ให้นักเรียนนั่งแยกกันทุกคน ก่อนการประเมิน

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด เป็นดังนี้

ตารางที่ 4.10 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
1. นักเรียนพูดอธิบายความคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวทางจากการแก้ปัญหาและวิธีแก้ปัญหาการเรียงภาพถ่ายของตนเองให้เพื่อนเข้าใจง่าย และถูกต้อง	4	4	4	3.8	3.8	4	4	4	3.8	3.8	3.92	0.10
2. นักเรียนพูดอธิบายขั้นตอนในการหาจำนวนวิธีในการเรียงภาพถ่ายโดยใช้การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	3.8	4	4	3.6	3.6	4	3.8	3.8	3.8	3.8	3.82	0.15
3. นักเรียนนำเสนอแนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการเรียงภาพถ่ายของกลุ่มตนเอง ให้กลุ่มอื่นเข้าใจ เป็นลำดับขั้นตอนถูกต้องและชัดเจน	4	4	4	3.8	3.8	4	4	4	3.8	3.8	3.92	0.10
4. นักเรียนพูดอธิบายการหาจำนวนวิธีการเรียงภาพถ่ายเมื่อมีข้อกำจัดหรือเงื่อนไข	4	4	4	3.6	3.8	4	4	4	3.8	3.8	3.90	0.14

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
เพิ่มเติม และอธิบายเหตุผลในการได้คำตอบโดยอ้างอิงการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมดให้เพื่อนเข้าใจ												
5. นักเรียนสรุปวิธีการหาจำนวนวิธีในการเรียงภาพถ่ายและสาระสำคัญเกี่ยวกับการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมดให้เพื่อนเข้าใจ และเป็นลำดับขั้นตอน	3.8	4	4	3.6	3.6	4	3.8	4	3.8	3.8	3.84	0.16
6. นักเรียนพูดอธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	3.8	4	4	3.6	3.6	4	3.8	4	3.8	3.8	3.84	0.16
รวม	23.4	24	24	22	22.2	24	23.4	23.8	22.8	22.8	23.24	0.75
เฉลี่ย	3.90	4.00	4.00	3.67	3.70	4.00	3.90	3.97	3.80	3.80	3.87	0.13
แปลความหมาย	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	

จากตารางที่ 4.10 พบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมด ของนักเรียน เท่ากับ 3.87 อยู่ในระดับ ดีมาก

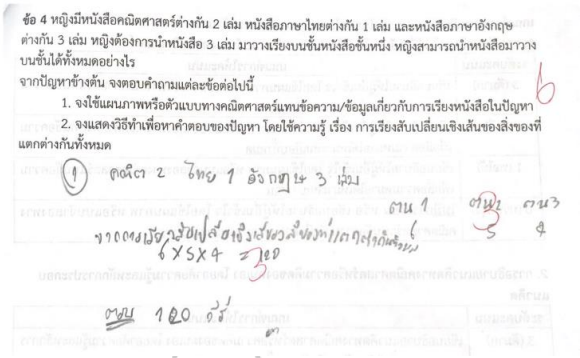
ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 3 ประเมินท้ายแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด เป็นดังนี้

ตารางที่ 4.11 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
1.การเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	12	10	12	12	12	12	7	12	12	12	11.30	1.64
2. การอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด	13	13	11	13	13	13	13	13	13	13	12.80	0.63
3. การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	4	4	9	4	2	12	7	10	12	10	7.40	3.69
รวม	29	27	32	29	27	37	27	35	37	35	31.50	4.20
แปลความหมาย	ปานกลาง	ปานกลาง	ดี	ปานกลาง	ปานกลาง	ดีมาก	ปานกลาง	ดี	ดีมาก	ดี	ดี	

จากตารางที่ 4.11 พบว่า ผลการประเมินคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด มีนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง จำนวน 5 คน คิดเป็น ร้อยละ 50 นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ ดี จำนวน 3 คน คิดเป็น ร้อยละ 30 และนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก จำนวน 2 คน คิดเป็น ร้อยละ 20 ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยรวมของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 3 เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด เท่ากับ 31.50 อยู่ในระดับ ดี

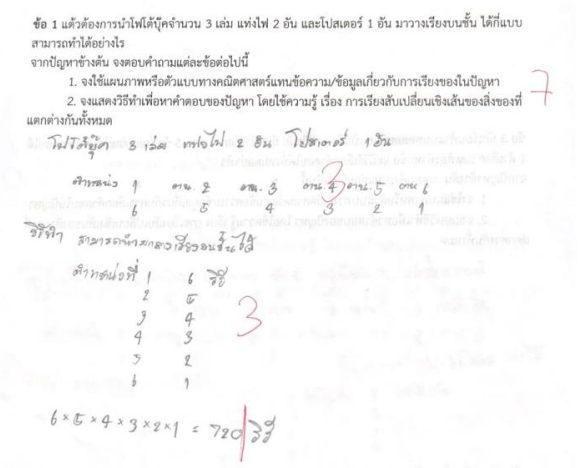
ตัวอย่างการตอบคำถามจากแบบทดสอบของกลุ่มนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ น้อย ปานกลาง และดี ดังนี้


ข้อ 4 หญิงมีหนังสือคณิตศาสตร์ต่างกัน 2 เล่ม หนังสือภาษาไทยต่างกัน 1 เล่ม และหนังสือภาษาอังกฤษต่างกัน 3 เล่ม หญิงต้องการนำหนังสือ 3 เล่ม มาวางเรียงบนชั้นหนังสือชั้นหนึ่ง หญิงสามารถนำหนังสือมาวางบนชั้นได้ทั้งหมดอย่างไร

จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการเรียงหนังสือในปัญหา
2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

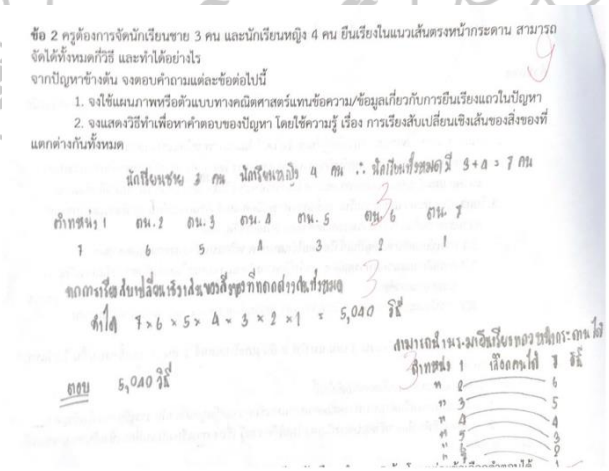
ภาพที่ 4.40 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 28 คะแนน อยู่ในระดับ ปานกลาง


ข้อ 1 แต่งต้องการนำโฟโต้บุ๊คจำนวน 3 เล่ม แท่งไฟ 2 อัน และโปสเตอร์ 1 อัน มาวางเรียงบนชั้น ได้กี่แบบ สามารถทำได้อย่างไร

จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการเรียงของในปัญหา
2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

ภาพที่ 4.41 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 32 คะแนน อยู่ในระดับ ดี


ข้อ 2 ครูต้องการจัดนักเรียนชาย 3 คน และนักเรียนหญิง 4 คน ยืนเรียงในแนวเส้นตรงหน้ากระดาน สามารถจัดได้ทั้งหมดกี่วิธี และทำได้อย่างไร

จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการยืนเรียงแถวในปัญหา
2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

ภาพที่ 4.42 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 37 คะแนน อยู่ในระดับ ดีมาก

ตารางที่ 4.12 ข้อสังเกตที่ได้จากการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	ข้อสังเกต	แนวทางการปรับปรุง
ด้านการพูด	1. นักเรียนบางคนอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจน ทำให้เพื่อนสับสน 2. นักเรียนบางคนสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับหลักการการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นไม่เป็นลำดับขั้นตอน 3. นักเรียนบางคนอธิบายความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นไม่ครบถ้วน ขาดประเด็นสำคัญของหลักการ คือ การเรียงเป็นเส้นตรง 4. นักเรียนประเมินเพื่อนในกลุ่มตามความเป็นจริงมากขึ้น	1. กระตุ้นและให้กำลังใจในการแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนให้ช้า ๆ ไม่รีบเร่ง 2. เสริมแรงบวก ให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญอย่างเป็นลำดับขั้นตอน 3. กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการให้ครบถ้วนทุกประเด็น
ด้านการเขียน	1. นักเรียนเขียนแผนภาพหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ แต่บางข้อเขียนไม่ครบถ้วน 2. นักเรียนบางคนเขียนอธิบายแนวคิดไม่ชัดเจน และบางข้อไม่เขียนชื่อหลักการในการแก้ปัญหา 3. นักเรียนส่วนใหญ่นำเสนอไม่เป็นลำดับขั้นตอน และมีนักเรียนบางคนไม่เขียนนำเสนอความคิดของตนเอง เขียนเพียงชื่อหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้	1. เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนแผนภาพหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้ครบถ้วนทุกข้อ 2. เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิด และชื่อหลักการให้ชัดเจน และครบถ้วน 3. เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างละเอียดเป็นลำดับขั้นตอน

1.4 ผลการปฏิบัติการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 4

นำเสนอผลการปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.4.1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลการสะท้อนจากวงจรปปฏิบัติการที่ 3 และนำมาปรับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยในแต่ละขั้นตอนมีการปรับปรุงดังนี้

ขั้นนำ

ครูเล่าสถานการณ์โดยใช้น้ำเสียงเหมือนการเล่านิทาน ให้นักเรียนสนใจ และกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนกล้าแสดงออก มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม โดยให้กำลังใจและเสริมแรงบวกให้มั่นใจในการตอบคำถามมากขึ้น

ขั้นสอน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ของการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience) ครูชี้แจงการทำกิจกรรมและแนะนำการใช้สื่อสติ๊กเกอร์ภาพ โดยให้นักเรียนแยกประเภทของภาพก่อนนำมาเรียง พร้อมทั้งเน้นย้ำให้นักเรียนศึกษารายละเอียดจากสื่อให้ครบถ้วนทั้งหมด ก่อนลงมือจัดเรียงภาพ ใช้การถาม-ตอบกับนักเรียนทีละขั้นตอนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการใช้สื่อ สามารถนำสื่อไปใช้ได้อย่างถูกต้องและลดความสับสนในการสังเกตการเรียงภาพซ้ำ ครูกระตุ้นและให้กำลังใจเพื่อสร้างความมั่นใจให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion) ครูเน้นย้ำให้นักเรียนแปะภาพสติ๊กเกอร์อย่างมีหลักการ จะสามารถเชื่อมโยงการเขียนแนวคิดได้ดียิ่งขึ้น กระตุ้นและให้กำลังใจนักเรียนให้กล้าลงมือเขียนแนวคิดจากการใช้สื่อของตนเอง ชี้แจ้งให้นักเรียนเขียนคำให้ครบถ้วน ไม่เขียนย่อคำ เมื่อนักเรียนมีปัญหา ครูเข้าไปช่วยเหลือรายบุคคลและกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดของตนเองกับเพื่อนมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) ในการบันทึกวิธีแก้ปัญหา ครูกระตุ้นและให้กำลังใจนักเรียน เพื่อสร้างความมั่นใจในการบันทึกวิธีแก้ปัญหา หากนักเรียนไม่เข้าใจ ครูยกตัวอย่างวิธีการเขียนแผนภาพต้นไม้ และการเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนจากวงจรปฏิบัติการเดิม จากนั้นให้นักเรียนสังเกตความแตกต่างเพื่อเชื่อมโยงลักษณะการเขียนวิธีแก้ปัญหา ก่อนการนำเสนอครูชี้แจงการนำเสนอว่าทุกคนต้องนำเสนอส่วนของตนเองเท่านั้น ไม่นำเสนอเนื้อหาของเพื่อนตามที่ได้แบ่งกันไว้ ครูให้นักเรียนตั้งใจฟังการชี้แจงการเพิ่มข้อจำกัดหรือเงื่อนไขในสถานการณ์ก่อนลงมือทำกิจกรรม และลงมือตอบคำถามท้ายกิจกรรม

พร้อมกัน โดยเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนตอบคำถามท้ายกิจกรรมอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เริ่มจากรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ก่อนการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณผลลัพธ์

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation) ครูชี้แจงการทำแบบฝึกหัด เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนชื่อหลักการในการแก้ปัญหาให้ชัดเจน และหากมีนักเรียนไม่ร่วมสรุปคำตอบจากแบบฝึกหัดจะเรียกนักเรียนตอบเป็นรายบุคคล เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

<u>ขั้นสรุป</u> ครูใช้การถาม-ตอบกับนักเรียน และเน้นย้ำว่าหากนักเรียนไม่ร่วมตอบคำถามเกี่ยวกับความน่าจะเป็น ครูจะเรียกนักเรียนตอบเป็นรายบุคคล

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม โดยครูให้นักเรียนนั่งแยกกันคนละโต๊ะก่อนการประเมิน และเน้นย้ำให้นักเรียนประเมินตามความเป็นจริง ไม่ต้องกังวลเรื่องคะแนน และไม่มีผลต่อคะแนนรายวิชา

1.4.2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 พร้อมด้วยตั้งกล้องและบันทึกวิดีโอตลอดการจัดการชั้นเรียนบริเวณมุมห้อง ด้านหลัง ปรับมุมกล้องให้เห็นนักเรียนครบทุกคนและบริเวณหน้าชั้นเรียน รวมถึงกระดานอย่างชัดเจน นำเสนอรายละเอียดการปฏิบัติตามลำดับขั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

<u>ขั้นนำ</u>

ครูเล่าสถานการณ์การจับสลากสีในกิจกรรมกีฬาสีของโรงเรียน นักเรียนจะได้จับสลาก 1 สี จากทั้งหมด 4 สี จากนั้นให้นักเรียนลองคิดหาจำนวนการจับสลากว่ามีกี่แบบ อะไรบ้าง และหาโอกาสที่จะหยิบได้สีแดง พร้อมใช้คำถามกระตุ้นความคิด โดยเรียกนักเรียนตอบคำถามเป็นรายบุคคล จากนั้นร่วมกันอภิปรายจนได้คำตอบจำนวนการจับสลาก และโอกาสที่หยิบได้สีแดง จากนั้นครูเชื่อมโยงเข้าเนื้อหาบทเรียน โดยแนะนำว่า “วันนี้เราจะมาแก้ปัญหาคล้าย ๆ กับสถานการณ์ข้างต้น หรือ การหาวิธีทำงานจากสถานการณ์” และบอกให้นักเรียนสังเกตการทำกิจกรรมของเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม

<u>ขั้นสอน</u> ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ของการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของนักเรียนทั้งแบบรายบุคคล และแบบกลุ่ม

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience) ครูแจกใบกิจกรรม Mystery Box กิจกรรมแสดงวิธีแก้ปัญหาการจัดสินค้าลงกล่องด้วยรูปแบบที่เป็นไปได้ทั้งหมด แจกสื่อสติ๊กเกอร์ภาพสินค้า 20 ใบ ซึ่งเป็นภาพเสื้อ หมวก กระเป๋า ร่ม และกระบอกน้ำ คนละ 1 ชุด ครูชี้แจง

การทำกิจกรรมและแนะนำให้นักเรียนสร้างประสบการณ์วิเคราะห์และหาแนวทางแก้ปัญหา ผ่านการใช้สื่อออกแบบการจัดสินค้าทีละขั้นตอน และใช้การถาม-ตอบถึงความเข้าใจในการใช้สื่อของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion) หลังจากที่นักเรียนแต่ละคนได้ออกแบบการจัดสินค้าแล้ว จะบันทึกกระบวนการและแนวคิดการแก้ปัญหาจากการใช้สื่อหรือวิธีการจัดสินค้าที่เป็นไปได้ทั้งหมดของตนเองลงในแบบบันทึกกิจกรรม โดยครูให้นักเรียนเชื่อมโยงการเขียนจากแนวคิดการใช้สื่อของตนเอง จากนั้นครูให้นักเรียนจัดกลุ่มเองทั้งหมด 2 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน และอภิปรายแลกเปลี่ยนกระบวนการและแนวคิดของตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม และบันทึกข้อสังเกต หรือประเด็นที่น่าสนใจจากการสังเกตสะท้อนคิดร่วมกันและหาข้อสรุปร่วมกันของกลุ่มตนเอง ระหว่างนั้นครูจะคอยสังเกตนักเรียนรายบุคคล ให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่มให้มากที่สุด

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) หลังจากได้ข้อสรุปวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง แต่ละกลุ่มจะต้องสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรมโดยการเรียบเรียงและบันทึกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่สมบูรณ์ลงในแบบบันทึกกิจกรรม นักเรียนทุกกลุ่มจะได้นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน เมื่อครบทุกกลุ่มแล้วครูจะประเมินชี้แนะและเพิ่มเติมส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์อีกครั้ง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีแก้ปัญหาความน่าจะเป็นจากสถานการณ์เดิมที่ปรับเงื่อนไขใหม่ด้วยตนเองทั้งหมดอีกครั้งเพื่อประเมินความเข้าใจ บันทึกคำตอบในใบกิจกรรม และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนอีกครั้ง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความคิดรวบยอดจากกิจกรรมจนได้ข้อสรุปของความน่าจะเป็น

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation) นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทดลองแสดงวิธีแก้ปัญหาจำนวนรูปแบบการได้รับของขวัญที่เป็นไปได้ทั้งหมด และความน่าจะเป็นที่ได้ของขวัญตรงกับของที่ต้องการจากแบบฝึกหัดที่ 4 เพื่อประเมินความเข้าใจ เรื่อง ความน่าจะเป็น หลังทุกคนทำแบบฝึกหัดเสร็จ ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยโดยวิธีถาม-ตอบ

<u>ขั้นสรุป</u> ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยวิธีการถาม-ตอบ ครูตั้งคำถามสรุป 2 ประเด็น 1) เราจะใช้ความน่าจะเป็นเพื่อแก้ปัญหาในลักษณะใดหรือสถานการณ์ใด 2) ความน่าจะเป็นใช้แก้ปัญหาได้อย่างไร จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยเพิ่มเติม

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนจะต้องประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทุกคนยกเว้นตนเอง โดยใช้เวลาประมาณ 5 - 10 นาที จากนั้นนักเรียนทุกคนต้องทำแบบทดสอบเพื่อประเมินความสามารถใน

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 4 แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ เรื่อง ความน่าจะเป็น กำหนดเวลา 25 นาที ระหว่างนั้นครูจะประเมินความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดของนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนรายบุคคล และบันทึกประเด็นสำคัญที่น่าสนใจในบันทึกหลังการจัดเรียนรู้

1.4.3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 100 นาที ผู้วิจัยและทีมสังเกตได้สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

<u>ขั้นนำ</u>

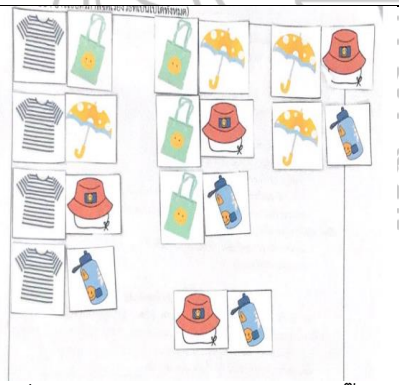
ครูเล่าสถานการณ์โดยใช้สถานการณ์จริงของนักเรียนที่เกิดขึ้นและผ่านไปไม่นาน ทำให้นักเรียนให้ความสนใจ เห็นภาพชัดเจน กระตือรือร้นในการตอบคำถาม โดยแย่งกันตอบคำถามเกี่ยวกับจำนวนวิธีการจับสลากสีที่เป็นไปได้ทั้งหมด และโอกาสของการจับสลากได้สีแดง ครูให้ตอบคำถามทีละคน และให้กำลังใจในการตอบ นักเรียนทุกคน ตอบเหมือนกันว่า “4 แบบ คือ แดง เหลือง ฟ้า และเขียว” และนักเรียนตอบโอกาสจับได้สีแดงว่า “1 ใน 4”ครูเฉลยคำตอบกับนักเรียนทุกคน โดยใช้การถาม-ตอบและเขียนลงบนกระดาน พร้อมทั้งชื่นชมนักเรียนที่ตอบคำถามครบทุกคน และตอบได้ถูกต้อง จากนั้นครูบอกความสอดคล้องของสถานการณ์กับกิจกรรมว่าใช้วิธีแก้ปัญหาคล้ายกัน เพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาเข้าสู่บทเรียน

<u>ขั้นสอน</u>

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience) นักเรียนทุกคนตั้งใจฟังการใช้สื่อที่ครูอธิบายแต่ละขั้นตอน จากนั้นครูให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ เน้นย้ำให้ลองแยกประเภทภาพก่อนไปเรียง เรียงอย่างมีหลักการมากขึ้น และลงมือทำด้วยตัวเอง ครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมนักเรียนรายบุคคล นักเรียนทุกคนแยกประเภทของภาพสติ๊กเกอร์เป็นภาพเสื้อ หมวก ร่ม กระเป๋า และหมวก ก่อนการเรียงภาพสติ๊กเกอร์ จากการอธิบายการใช้สื่อเป็นขั้นตอนและการแยกประเภทของภาพ ทำให้นักเรียนใช้สื่อได้ดีขึ้น นักเรียนไม่สับสนในการจัดเรียงภาพว่าซ้ำกันหรือไม่

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion) ครูเน้นย้ำให้นักเรียนแปะภาพสติ๊กเกอร์อย่างมีหลักการ นักเรียนทุกคนได้แปะสติ๊กเกอร์ภาพสินค้าลงในแบบบันทึกกิจกรรม จากการสังเกต พบว่า นักเรียนครึ่งหนึ่ง จำนวน 5 คน แปะภาพอย่างมีหลักการ โดยเริ่มจากนำภาพสินค้าแบบเดียวกันเป็นชิ้นแรก จากนั้นจึงเลือกชิ้นที่สองที่แตกต่างกันมาเรียงให้ครบ ดังภาพที่ 4.43 ขณะที่มีนักเรียน 3 คน แปะภาพอย่างมีหลักการส่วนหนึ่ง คือเหมือนนักเรียน 5 คนดังกล่าว แต่อีกส่วนหนึ่งแปะภาพอย่างไม่มีหลักการ ดังภาพที่ 4.44 และมีนักเรียนอีก 2 คน แปะภาพอย่างไม่มีหลักการ ดังภาพที่ 4.45 ในการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อ ครูบอกนักเรียนว่า “ลองเขียนด้วยตนเอง และเขียนคำให้ครบถ้วน ไม่ย่อคำ” จากการสังเกต

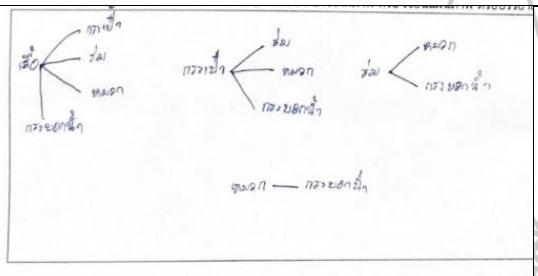
ทุกคนเขียนกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้แผนภาพต้นไม้ แต่แตกต่างกันคือนักเรียนกลุ่มที่แปะภาพอย่างมีหลักการ เขียนแผนภาพต้นไม้ได้ตรงตามจำนวนของกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อ ดังภาพที่ 4.46 ส่วนนักเรียนกลุ่มที่แปะภาพมีหลักการบางส่วน และแปะภาพแบบไม่มีหลักการ เขียนแผนภาพต้นไม้ได้จำนวนที่มากกว่ากระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อ ดังภาพที่ 4.47 จากการแปะภาพที่มีหลักการ มีหลักการบางส่วน และไม่มีหลักการ พบว่า กระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อมีผลต่อการเขียนแนวคิดของนักเรียน หากนักเรียนแปะภาพอย่างมีหลักการจะทำให้เขียนแนวคิดได้ถูกต้องตรงตามกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อ แต่หากนักเรียนแปะภาพมีหลักการบางส่วน หรือไม่มีหลักการ ทำให้นักเรียนเขียนแนวคิดตามความรู้สึกของตนเอง ทำให้ได้จำนวนแผนภาพต้นไม้มากกว่าจำนวนกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อ จากนั้นนักเรียนร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนกระบวนการแก้ปัญหา และแนวคิดของตนเองกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มที่ได้จัดกลุ่มไว้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ครูเน้นย้ำว่า “ทุกคนในกลุ่มต้องแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน”และสังเกตการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนสิ่งที่ตนเองเขียนกับเพื่อนในกลุ่มเป็นอย่างดี พบว่า นักเรียนที่เขียนแนวคิดมากกว่าความเป็นจริง เมื่อได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนจึงรู้ว่าตนเองเขียนแนวคิดไม่ถูกต้อง จึงทบทวนการแปะภาพของตนเองอีกครั้ง และสังเกตจำนวนที่เขียนเกิน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มหาข้อสรุปของกลุ่มตนเองที่ถูกต้องตามกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อ และบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรม ทั้งสองกลุ่มบันทึกโดยใช้แผนภาพต้นไม้แสดงการจับคู่สินค้าลักษณะเดียวกับแนวคิดการแก้ปัญหาของนักเรียนภายในกลุ่มที่เขียนจำนวนตรงตามกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อ ดังภาพที่ 4.48



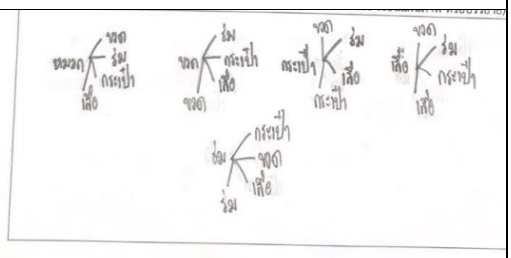
ภาพที่ 4.43 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์ภาพสินค้าเรียงจำนวนวิธีอย่างมีหลักการ

ภาพที่ 4.44 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์ภาพสินค้าเรียงจำนวนวิธีอย่างมีหลักการบางส่วน

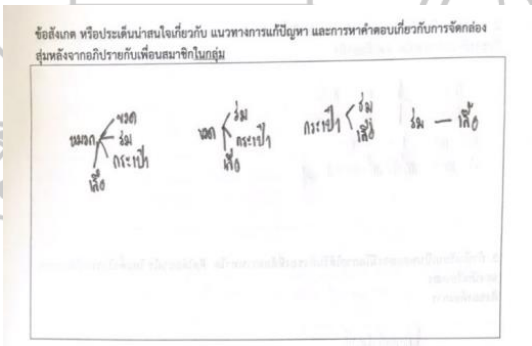
ภาพที่ 4.45 ภาพตัวอย่างการนำสติ๊กเกอร์ภาพสินค้าเรียงจำนวนวิธีอย่างไม่มีหลักการ



ภาพที่ 4.46 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการการแก้ปัญหาจากสื่อที่มีหลักการ



ภาพที่ 4.47 ภาพตัวอย่างการบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อรายบุคคล จากกระบวนการการแก้ปัญหาจากสื่อที่มีหลักการบางส่วน และไม่มีหลักการ



ภาพที่ 4.48 ภาพตัวอย่างการบันทึกข้อสรุปของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง ครูกระตุ้นและให้กำลังใจนักเรียน ให้ลองเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จากการสังเกตทั้งสองกลุ่มบันทึกวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนทั้งสองกลุ่มสามารถเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยใช้หลักการคูณได้ แต่เมื่อนักเรียนได้ผลลัพธ์

นักเรียนทั้งสองกลุ่มเกิดความสงสัยและคิดว่ากลุ่มของตนเองคิดผิด เพราะคำตอบที่ได้มากกว่าจำนวนแผนภาพต้นไม้ตามข้อสรุปของกลุ่ม ตัวแทนแต่ละกลุ่มจึงยกมือขอความช่วยเหลือจากครู ครูเข้าไปช่วยเหลือแต่ละกลุ่ม โดยใช้คำถามเดียวกันกับทั้งสองกลุ่มว่า “นักเรียนคิดว่าที่เกินมา เกินมากี่แบบ” นักเรียนทั้งสองกลุ่มตอบว่า “10 แบบ” ครูถามต่อว่า “ทำไมถึงมีจำนวนที่เกินมา” นักเรียนทั้งสองกลุ่มครุ่นคิด ครูจึงอธิบายเพิ่มเติมว่า “ลองสังเกตการเขียนแผนภาพต้นไม้ของเพื่อนที่จำนวนเกินจากกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อ” นักเรียนในแต่ละกลุ่มจึงบอกว่า “มันซ้ำกัน” ครูจึงบอกให้นักเรียนว่า “ลองเขียนดูว่าจะทำอย่างไรกับจำนวนที่ซ้ำ ถึงได้ผลลัพธ์เท่ากับข้อสรุปของกลุ่ม” จากการสังเกต พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มเขียนเพิ่มต่อจากการได้ผลลัพธ์ตามหลักการคูณเกี่ยวกับการซ้ำและใช้การลบในการหักจำนวนที่ซ้ำกันออกไป จนได้ผลลัพธ์เท่ากับข้อสรุปที่ได้ ดังภาพที่ 4.49 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และบอกเน้นย้ำว่า “ทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการนำเสนอ” พร้อมทั้งให้กำลังใจ นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันในการนำเสนอ และออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ขณะนำเสนอนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอเป็นอย่างดี สามารถนำเสนอได้อย่างราบรื่น เมื่อครบทุกกลุ่ม ครูเพิ่มเติมวิธีการแก้ปัญหา และปรับภาษาการเขียนวิธีการแก้ปัญหาการจัดสินค้าอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ครูใช้การถามตอบแต่ละขั้นตอนพร้อมทั้งเขียนบนกระดาน ดังบทสนทนาระหว่างครูและนักเรียน ดังนี้

ครู : การจัดสินค้าลงกล่องสุ่ม 1 กล่อง ใส่สินค้ากี่ชิ้น

นักเรียน : 2 ชิ้น

ครู : ชิ้นที่ 1 เลือกได้ทั้งหมดกี่แบบ อะไรบ้าง

นักเรียน : 5 แบบ คือ หมวก ร่ม ขวด กระเป๋า เสื้อ

ครู : ชิ้นที่ 2 เลือกได้ทั้งหมดกี่แบบ

นักเรียน : 4 แบบ

ครู : ชิ้นที่ 2 เป็นของที่ซ้ำกับชิ้นแรกได้ไหม

นักเรียน : ไม่ได้

ครู : จัดของลงกล่องได้ทั้งหมดกี่แบบ หาได้อย่างไร

นักเรียน : 20 แบบ 5 คูณ 4

ครู : จากทั้งหมด 20 แบบ มีแบบที่ซ้ำกันไหม ลองยกตัวอย่าง 1 แบบ

นักเรียน : ซ้ำกัน ขวดน้ำกับกระเป๋า กระเป๋ากับขวดน้ำ

ครู : ที่ซ้ำกันมีทั้งหมดกี่แบบ

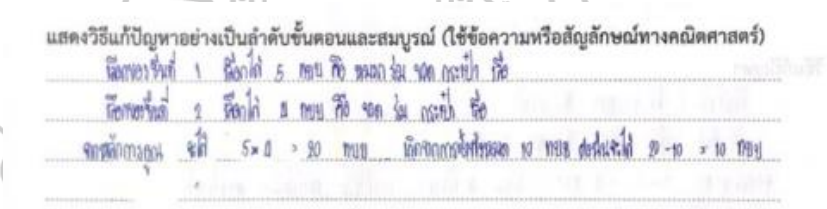
นักเรียน : 10 แบบ

ครู : เหลือรูปแบบการจัดสินค้าที่ไม่ซ้ำกันกี่แบบ

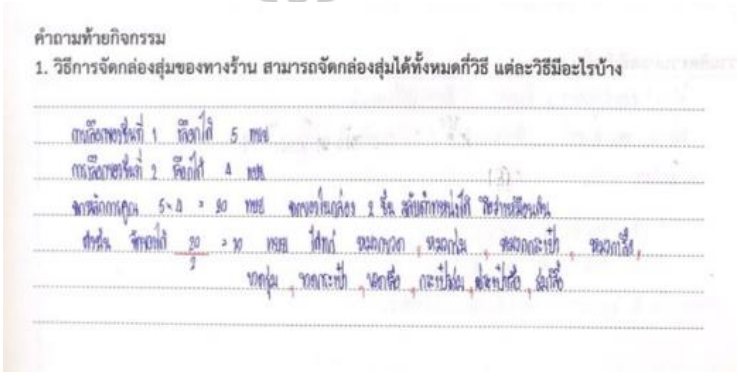
นักเรียน : 10 แบบ

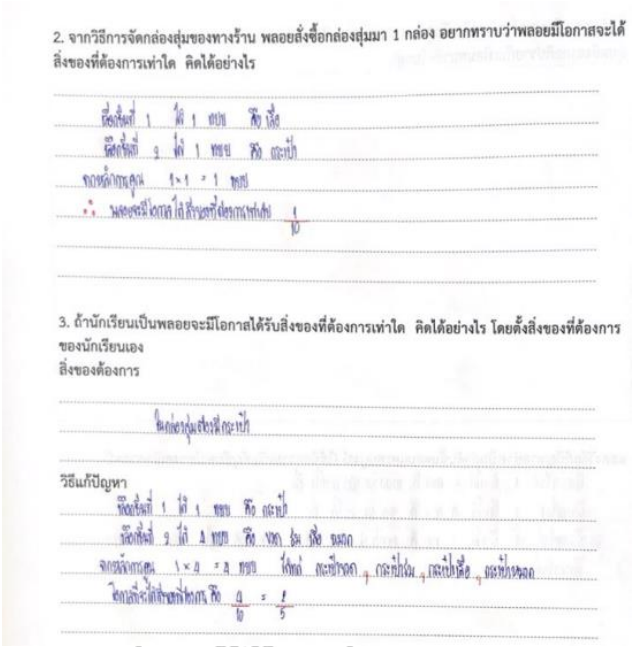
ครู : นักเรียนต้องเขียนเป็นหลักการอธิบายให้ชัดเจนว่า สามารถจัดสินค้าลงกล่องสุ่มได้ทั้งหมด เท่ากับ 5 x 4 = 20 แบบ จากการสลับตำแหน่งของสิ่งของในกล่องมองเป็นลักษณะเดียวกัน 10 แบบ ดังนั้น จะสามารถจัดสินค้าลงกล่องที่แตกต่างกันได้ทั้งหมด 20 – 10 = 10 แบบ

ครูบอกให้นักเรียนตั้งใจฟังการอธิบายเพิ่มเงื่อนไขในการหาโอกาสที่จะได้ของจากกล่องสุ่มตามที่ต้องการ และให้นักเรียนทำกิจกรรมพร้อมกับเพื่อน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงวิธีแก้ปัญหาความน่าจะเป็นจากการตอบคำถามท้ายกิจกรรม เน้นย้ำให้นักเรียนอ่านเงื่อนไขอย่างละเอียด และเขียนตอบคำถามอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่สมบูรณ์โดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ เริ่มจากเขียนรายละเอียดให้ครบถ้วนก่อนการคำนวณหาผลลัพธ์ จากการสังเกตนักเรียนทั้งสองกลุ่มเขียนเป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์การคูณและการหารในการหาคำตอบ ดังภาพที่ 4.50 เมื่อตอบคำถามแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองอีกครั้ง ครูเน้นย้ำให้นักเรียนนำเสนอเฉพาะเนื้อหาของตนเอง ไม่นำเสนอส่วนของเพื่อน พบว่านักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอเป็นอย่างดี ทั้งสองกลุ่มได้คำตอบที่เหมือนกัน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความคิดรวบยอดจากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถามถามทีละขั้นตอนพร้อมทั้งเขียนบนกระดานจนนักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดตามความน่าจะเป็น ดังภาพที่ 4.51



ภาพที่ 4.49 ภาพตัวอย่างการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาการจัดสินค้าลงกล่องสุ่ม และใช้สัญลักษณ์การคูณในการคำนวณหาผลลัพธ์

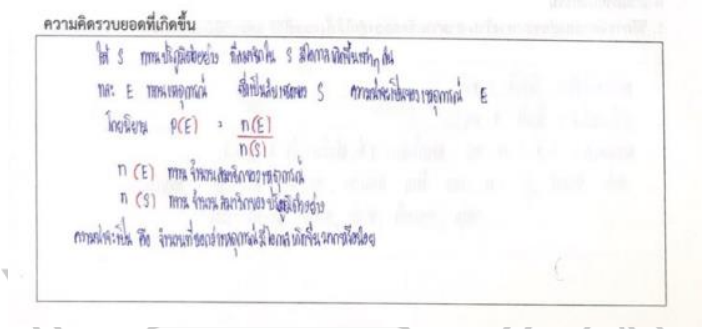



2. จากวิธีการจัดกล่องสุ่มของทางร้าน พลอยสั่งซื้อกล่องสุ่มมา 1 กล่อง อยากทราบว่าพลอยมีโอกาสจะได้สิ่งของที่ต้องการเท่าใด คิดได้อย่างไร

3. ถ้านักเรียนเป็นพลอยจะมีโอกาสได้รับสิ่งของที่ต้องการเท่าใด คิดได้อย่างไร โดยตั้งสิ่งของที่ต้องการของนักเรียนเอง
สิ่งของต้องการ

วิธีแก้ปัญหา

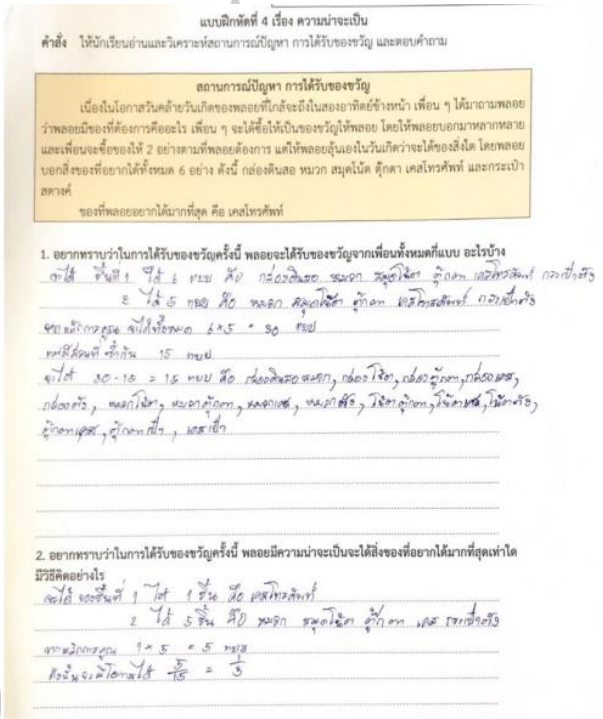
ภาพที่ 4.50 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอน


ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้น

ภาพที่ 4.51 ภาพตัวอย่างการสรุปความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation) ครูแจกแบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็นและชี้แจงการทำแบบฝึกหัดว่า “ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ของขวัญวันเกิดและตอบคำถามลงในแบบฝึกหัด ให้เขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนโดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และย้ำว่าให้เขียนชื่อหลักการให้ชัดเจน” นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง และร่วมแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม จากการสังเกต นักเรียนทั้งสองกลุ่มเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์การคูณ การลบ การหารในการแก้ปัญหา นักเรียนทุกคนเขียนชื่อหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาทั้งสองข้อ คือ หลักการคูณ แต่ไม่ได้ระบุการใช้ความน่าจะเป็น ใช้เพียงสัญลักษณ์และข้อความที่สื่อถึงความน่าจะเป็นเท่านั้น ดังภาพที่ 4.52 จากที่ครูเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนชื่อหลักการที่ใช้ นักเรียนจึงเขียนหลักการคูณที่ใช้ในการแก้ปัญหา และคิดว่าการหาความน่าจะเป็นสามารถเขียนได้เลย โดยไม่ต้องระบุชื่อหลักการของความน่าจะเป็น จากนั้น

ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ โดยครูบอกว่า “หากนักเรียนคนไหนไม่ร่วมตอบคำถาม จะเรียกตอบรายบุคคล”ครูใช้การถามตอบกับนักเรียนทั้งชั้นเรียน นักเรียนทุกคนร่วมตอบคำถามเป็นอย่างดี


แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น

คำสั่ง ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา การได้รับของขวัญ และตอบคำถาม

สถานการณ์ปัญหา การได้รับของขวัญ

เนื่องในโอกาสวันคล้ายวันเกิดของพลอยที่ใกล้จะถึงในสองอาทิตย์ข้างหน้า เพื่อน ๆ ได้มาถามพลอยว่าพลอยมีของที่ต้องการคืออะไร เพื่อน ๆ จะได้ซื้อให้เป็นของขวัญให้พลอย โดยให้พลอยบอกมาหลากหลาย และเพื่อนจะซื้อของให้ 2 อย่างตามที่พลอยต้องการ แต่ให้พลอยอุ่นเองในวันเกิดว่าจะได้ของสิ่งใด โดยพลอยบอกสิ่งของที่อยากได้ทั้งหมด 6 อย่าง ดังนี้ กล่องดินสอ หมวก สมุดโน้ต ตุ๊กตา เครื่องคิดเลข และกระเป๋าสตางค์

ของที่พลอยอยากได้มากที่สุด คือ เครื่องคิดเลข

1. อยากทราบว่าในการได้รับของขวัญครั้งนี้ พลอยจะได้รับของขวัญจากเพื่อนทั้งหมดกี่แบบ อะไรบ้าง

จะได้ ชิ้นที่ 1 ได้ 1 แบบ คือ กล่องดินสอ หมวก สมุดโน้ต ตุ๊กตา เครื่องคิดเลข กระเป๋าสตางค์

2 ได้ 5 แบบ คือ หมวก สมุดโน้ต ตุ๊กตา เครื่องคิดเลข กระเป๋าสตางค์

จากนักเรียนทุกคน จะได้ทั้งหมด 6×5 = 30 แบบ

แต่มีซ้ำกันอยู่ 15 แบบ

จะได้ 30-15 = 15 แบบ คือ กล่องดินสอ หมวก, กล่องดินสอ, กล่องดินสอ ตุ๊กตา, กล่องดินสอ กล่องสตางค์, หมวก สมุดโน้ต, หมวก ตุ๊กตา, หมวก เครื่องคิดเลข, หมวก กระเป๋าสตางค์, สมุดโน้ต ตุ๊กตา, สมุดโน้ต เครื่องคิดเลข, สมุดโน้ต กระเป๋าสตางค์, ตุ๊กตา เครื่องคิดเลข, ตุ๊กตา กระเป๋าสตางค์, เครื่องคิดเลข กระเป๋าสตางค์

2. อยากทราบว่าในการได้รับของขวัญครั้งนี้ พลอยมีความน่าจะเป็นจะได้สิ่งของที่อยากได้มากที่สุดเท่าใด มีวิธีคิดอย่างไร

จะได้ของชิ้นที่ 1 ได้ 1 ชิ้น คือ เครื่องคิดเลข

2 ได้ 5 ชิ้น คือ หมวก สมุดโน้ต ตุ๊กตา เครื่องคิดเลข กระเป๋าสตางค์

จากนักเรียนทุกคน 1×5 = 5 ชิ้น

ดังนั้น จะได้ความน่าจะเป็น $\frac{1}{5}$

ภาพที่ 4.52 ภาพตัวอย่างการตอบคำถามในแบบฝึกหัด

<u>ขั้นสรุป</u> ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น ก่อนที่ครูจะถาม ครูบอกว่า “ถ้านักเรียนคนใดไม่ตอบคำถาม ครูจะเรียกตอบ” จากนั้นครูถามว่า “ใช้หลักการความน่าจะเป็นในสถานการณ์ใด” นักเรียนทุกคนตอบว่า “ถามหาโอกาส” และครูถามต่อว่า “ความน่าจะเป็นใช้แก้ปัญหาอย่างไร” นักเรียนตอบว่า “นำจำนวนที่สนใจตั้งหารด้วยจำนวนทั้งหมด” จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยเพิ่มเติม โดยถามว่า “นักเรียนคนใดมีข้อสงสัยที่ต้องการถามเพิ่มเติมหรือไม่” ไม่มีนักเรียนคนใดตอบ

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูให้นักเรียนทุกคนนั่งแยกโต๊ะกัน และประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทุกคนยกเว้นตนเอง ครูเน้นย้ำว่าให้นักเรียนประเมินตามความเป็นจริง ไม่ต้องกังวลเรื่องคะแนนเพื่อน สังเกตเห็นว่านักเรียนกล้าให้คะแนนตามความเป็นจริงมากขึ้น และในการทำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น นักเรียนทุกคนตั้งใจทำข้อสอบเป็นอย่างดี และเขียนตอบครบทุกข้อ

1.4.4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

สะท้อนปัญหาการวิจัย เพื่อหาข้อสรุปของการดำเนินการวิจัยในวงจรแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 สรุปประเด็นจากการสังเกต เพื่อหาข้อสรุปในการพัฒนาในแต่ละขั้นตอนในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ข้อดี	ข้อเสนอแนะหรือข้อควรปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นนำ	1. ใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อกระตุ้นความสนใจนักเรียน 2. ครูชื่นชมการตอบคำถาม ทำให้นักเรียนมีกำลังใจ และมั่นใจในการตอบคำถามมากขึ้น	-	-
ขั้นสอน			
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience)	1. ครูอธิบายและตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในการใช้สื่อ และแนะนำให้ลองแยกประเภทของภาพ ทำให้นักเรียนเข้าใจและสามารถนำสื่อไปใช้ได้ดี	-	-
ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย (Reflective Observation and Discussion)	1. ครูเน้นย้ำให้นักเรียนใช้สื่ออย่างมีหลักการ ช่วยให้นักเรียนเขียนแนวคิดจากสื่อได้อย่างถูกต้อง 2. ครูเน้นย้ำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิด	1. นักเรียนบางคนใช้สื่ออย่างไม่มีหลักการ ส่งผลให้เขียนแนวคิดจากสื่อได้ไม่ตรงตามกระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อ	1. ควรกระตุ้นและเน้นย้ำให้นักเรียนใช้สื่ออย่างมีหลักการ และสังเกตการใช้สื่อก่อนการเขียนแนวคิดให้มากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ข้อดี	ข้อเสนอแนะหรือข้อควรปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง
	เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของตนเอง		
ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization)	1. ครูกระตุ้นและให้กำลังใจนักเรียนในการเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และเชื่อมโยงแนวคิดที่ได้จากการใช้สื่อ ทำให้นักเรียนสามารถเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้	1. นักเรียนไม่มั่นใจการเขียนวิธีแก้ปัญหา เนื่องจากได้ผลลัพธ์ไม่ตรงกับแนวคิดที่ได้จากสื่อ	1. ควรกระตุ้นและให้กำลังใจในการเขียนวิธีแก้ปัญหา และให้สังเกตข้อแตกต่างระหว่างแนวคิดกับผลลัพธ์ เพื่อหาจุดสังเกตที่สามารถนำมาเขียนเพิ่มเติมให้ผลลัพธ์ตรงกัน
ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (Active Experimentation)	1. ครูชี้แจงการทำแบบฝึกหัดอย่างชัดเจน จนนักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองได้ 2. ครูเน้นย้ำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม	1. นักเรียนเขียนชื่อหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาไม่ครบถ้วน	1. ควรเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนชื่อหลักการที่ใช้ทั้งหมดให้ครบถ้วน
ขั้นสรุป	1. ครูเน้นย้ำให้นักเรียนตอบคำถามและมีส่วนร่วมในการสรุปหลักการ	-	-
เพิ่มเติม	1. ให้นักเรียนนั่งแยกโต๊ะกันทุกคน ทำให้กล้าประเมินความสามารถในการสื่อสารทาง	-	-

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม	ข้อดี	ข้อเสนอแนะหรือข้อควรปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง
	คณิตศาสตร์ด้านการพูดให้ตามความเป็นจริง		

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น เป็นดังนี้

ตารางที่ 4.14 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
1. นักเรียนพูดอธิบายความคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวทางจากการแก้ปัญหาและวิธีแก้ปัญหาการจัดสินค้าของตนเองให้เพื่อนเข้าใจง่าย และถูกต้อง	3.8	4	4	3.8	4	4	3.8	4	4	4	3.94	0.10
2. นักเรียนพูดอธิบายขั้นตอนในการหาจำนวนวิธีในการจัดสินค้า อย่างเป็นลำดับขั้นตอน	3.6	3.8	4	3.6	3.8	4	3.6	3.8	4	4	3.82	0.18
3. นักเรียนนำเสนอ แนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการจัดสินค้าของกลุ่มตนเอง ให้กลุ่มอื่นเข้าใจเป็นลำดับขั้นตอน ถูกต้องและชัดเจน	3.8	4	4	3.8	4	4	3.8	4	4	4	3.94	0.06

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
4. นักเรียนพูดอธิบายการหาจำนวนการจัดสินค้า และโอกาสการได้สินค้าที่ต้องการและอธิบายเหตุผลในการได้คำตอบโดยอ้างอิงความน่าจะเป็นให้เพื่อนเข้าใจ	3.6	4	4	3.6	3.8	4	3.6	4	4	4	3.86	0.19
5. นักเรียนสรุปวิธีการหาจำนวนวิธีในการจัดสินค้าและโอกาสการได้สินค้าที่ต้องการและสาระสำคัญเกี่ยวกับความน่าจะเป็นให้เพื่อนเข้าใจ และเป็นลำดับขั้นตอน	3.6	3.8	4	3.6	3.8	4	3.6	4	4	4	3.84	0.18
6. นักเรียนพูดอธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการหาความน่าจะเป็นอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	3.8	4	4	3.8	4	4	4	4	4	4	3.96	0.08
รวม	22.4	23.6	24	22.4	23.4	24	22.4	23.8	24	24	23.4	0.72
เฉลี่ย	3.73	3.93	4.00	3.73	3.90	4.00	3.73	3.97	4.00	4.00	3.90	0.12
แปลความหมาย	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	

จากตารางที่ 4.14 พบว่า คะแนนเฉลี่ยรวมของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียน เท่ากับ 3.90 อยู่ในระดับ ดีมาก

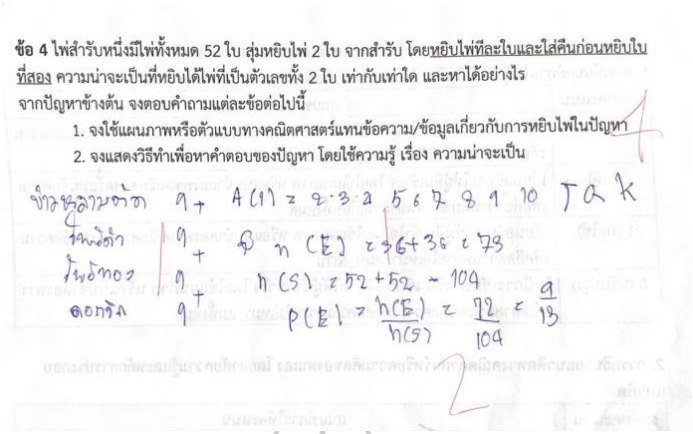
ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 4 ประเมินท้ายแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น เป็นดังนี้

ตารางที่ 4.15 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น

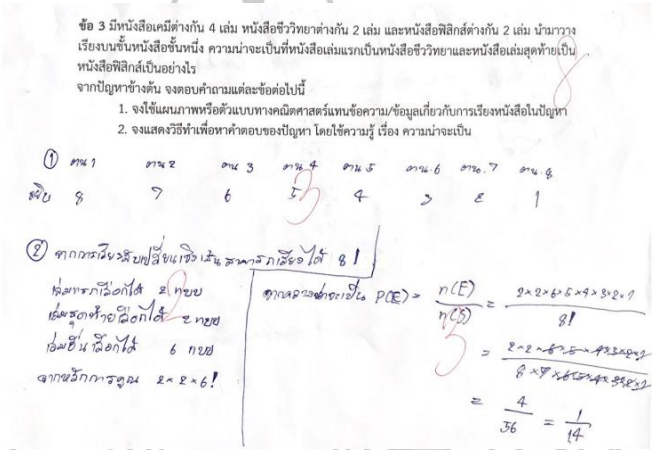
เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
1.การเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	15	15	11	11	11	11	11	15	15	15	13.00	2.11
2. การอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด	9	9	11	9	9	8	11	8	12	13	9.90	1.73
3. การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	9	9	10	10	7	8	10	13	14	14	10.40	2.46
รวม	33	33	32	30	27	27	32	36	41	42	33.30	5.12
แปลความหมาย	ดี	ดี	ดี	ดี	ปานกลาง	ปานกลาง	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดี	

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ผลการประเมินคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น มีนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง จำนวน 2 คน คิดเป็น ร้อยละ 20 นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ ดี จำนวน 5 คน คิดเป็น ร้อยละ 50 และนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก จำนวน 3 คน คิดเป็น ร้อยละ 30 ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยรวมของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 4 เรื่อง ความน่าจะเป็น เท่ากับ 33.30 อยู่ในระดับ ดี

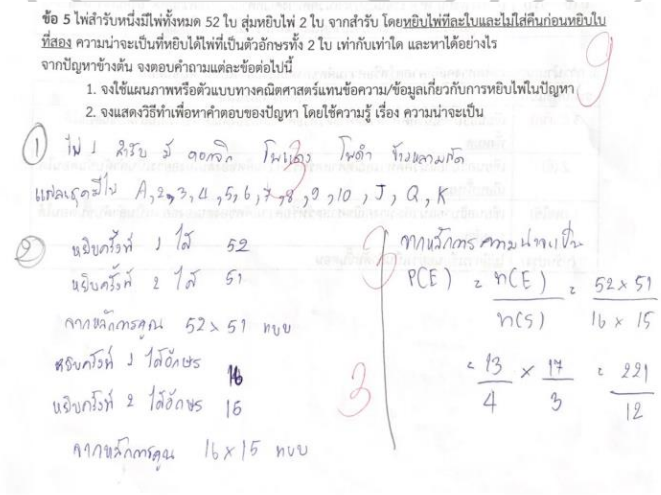
ตัวอย่างของกลุ่มนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง ดี และดีมาก ดังนี้



ภาพที่ 4.53 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 27 คะแนน อยู่ในระดับ ปานกลาง



ภาพที่ 4.54 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 32 คะแนน อยู่ในระดับ ดี



ภาพที่ 4.55 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนรวม 42 คะแนน อยู่ในระดับ ดีมาก

ตารางที่ 4.16 ข้อสังเกตที่ได้จากการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 4

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	ข้อสังเกต	แนวทางการปรับปรุง
ด้านการพูด	1. นักเรียนบางคนอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหาไม่เป็นลำดับขั้นตอน และไม่ได้อ้างอิงหลักการ เนื่องจากนักเรียนแปะภาพสติ๊กเกอร์สินค้าไม่มีหลักการ 2. นักเรียนบางคนสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับความน่าจะเป็นไม่ครบถ้วน ไม่ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของสัญลักษณ์	1. เน้นย้ำให้นักเรียนใช้สื่ออย่างมีหลักการ เพราะส่งผลต่อการพูดอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหา และอ้างอิงหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเสมอ 2. เน้นย้ำให้สรุปสาระสำคัญของหลักการอย่างชัดเจน ครบถ้วน
ด้านการเขียน	1. นักเรียนส่วนใหญ่เขียนอธิบายโดยใช้แผนภาพต้นไม้ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ครบถ้วน แต่บางคนเขียนไม่ชัดเจนรายละเอียดไม่ครบถ้วน 2. นักเรียนส่วนใหญ่ระบุชื่อหลักการและสัญลักษณ์ของหลักการในการแก้ปัญหา แต่นักเรียนบางส่วนเขียนไม่ชัดเจน 3. นักเรียนบางคนนำเสนอแนวคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน แต่บางคนนำเสนอไม่ครบถ้วน	1. เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนแผนภาพหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้ชัดเจน ครบถ้วน 2. เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนชื่อหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาให้ครบถ้วนและชัดเจน 3. เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

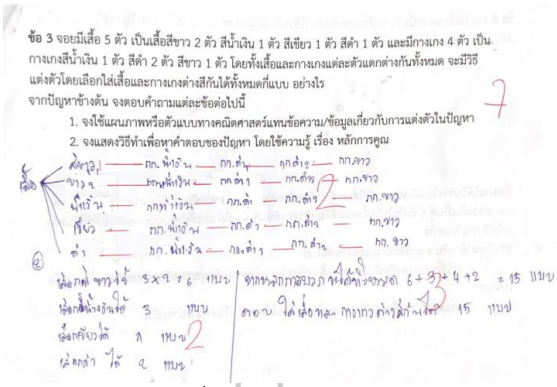
1.5 ผลการปฏิบัติการวิจัยหลังวงจรปฏิบัติการที่ 1 – 4

เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ครบทั้ง 4 วงจร ผู้วิจัยประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบ ฉบับหลังเรียน ซึ่งมีผลการทดสอบ ดังตารางที่ 4.17

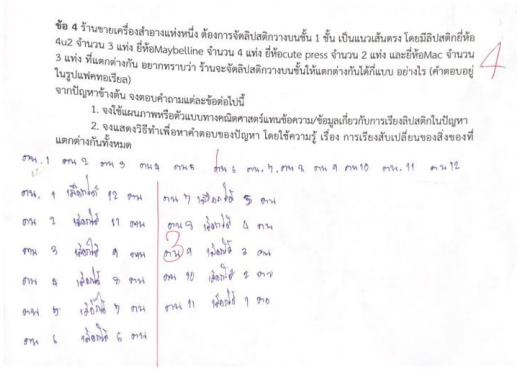
ตารางที่ 4.17 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับหลังเรียน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน											
	เลขที่ 1	เลขที่ 2	เลขที่ 3	เลขที่ 4	เลขที่ 5	เลขที่ 6	เลขที่ 7	เลขที่ 8	เลขที่ 9	เลขที่ 10	μ	σ
1.การเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	13	14	11	13	9	14	13	13	14	13	12.70	1.57
2. การอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด	12	12	14	14	9	13	11	14	14	11	12.40	1.71
3. การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	11	11	13	12	11	13	11	13	13	14	12.20	1.14
รวม	36	37	38	39	29	40	35	40	41	38	37.30	3.47
แปลความหมาย	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ปานกลาง	ดีมาก	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	

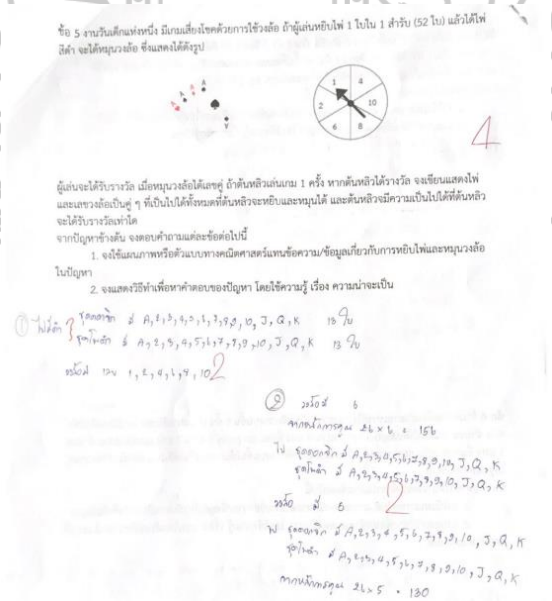
จากตารางที่ 4.17 พบว่า ผลการประเมินคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับหลังเรียน มีนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง จำนวน 1 คน คิดเป็น ร้อยละ 10 นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ ดี จำนวน 1 คน คิดเป็น ร้อยละ 10 และนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก จำนวน 8 คน คิดเป็น ร้อยละ 80 ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยรวมของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับหลังเรียน เท่ากับ 37.30 อยู่ในระดับ ดีมาก



ภาพที่ 4.56 ตัวอย่างการเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์



ภาพที่ 4.57 ตัวอย่างการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง
โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด



ภาพที่ 4.58 ตัวอย่างการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์
หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

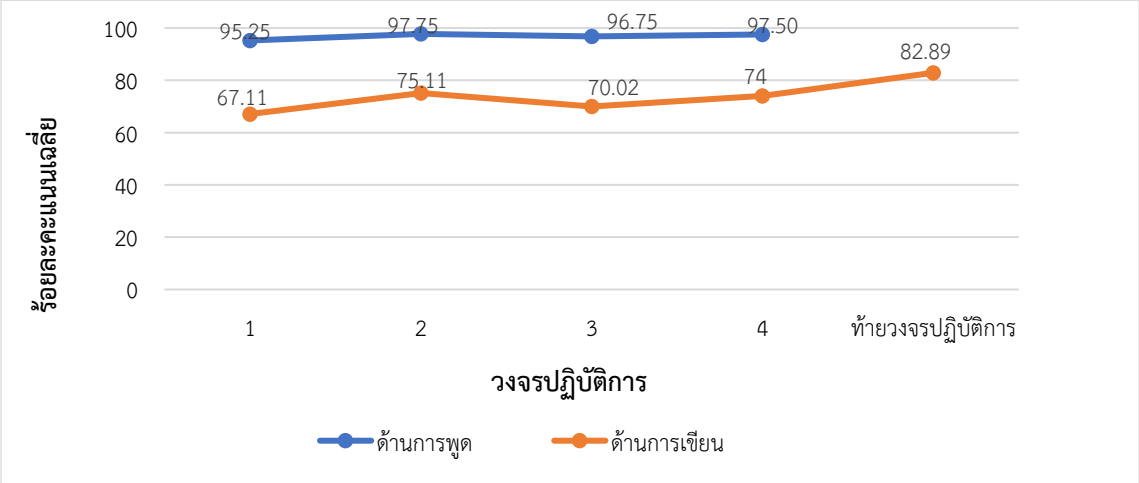
การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสามารถสะท้อนจากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และท้ายวงจรปฏิบัติการดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 คะแนนเฉลี่ยรวมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

วงจรปฏิบัติการที่	ด้านการพูด		ด้านการเขียน		คะแนนเฉลี่ยรวม
	คะแนนเฉลี่ย (4)	ร้อยละคะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ย (45)	ร้อยละคะแนนเฉลี่ย	
1	3.81	95.25	30.20	67.11	81.18
2	3.91	97.75	33.80	75.11	86.43
3	3.87	96.75	31.51	70.02	83.39
4	3.90	97.50	33.30	74.00	85.75
ท้ายการปฏิบัติการ	-	-	37.30	82.89	-

จากตารางที่ 4.18 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 80 โดยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 95 ทุกวงจรและหลังปฏิบัติการถือว่าอยู่ในระดับดีมากทุกวงจรปฏิบัติการ โดยเริ่มจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 95.25 เพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 97.75 แต่ลดลงในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 96.75 เป็นผลมาจากที่นักเรียนอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน ทำให้เพื่อนสับสน สรุปสาระสำคัญของหลักการไม่เป็นลำดับขั้นตอน ขาดประเด็นสำคัญ และนักเรียนประเมินคะแนนให้เพื่อนมีความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น ทำให้คะแนนลดลงจากวงจรก่อนหน้า และเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 97.50 โดยนักเรียนสามารถพูดอธิบายแนวคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ อภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกันภายในกลุ่มและระดับชั้นเรียนจนได้ข้อสรุป สามารถนำเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ส่วนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนในวงจรแรกมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 67.11 และเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 70 หลังจากนั้นทุกวงจรและหลังปฏิบัติการ โดยมีระดับเพิ่มขึ้นจากระดับปานกลางเป็นระดับดีมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 67.11 อยู่ในระดับปานกลาง เพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.11 อยู่ในระดับดี แต่ลดลงในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.02 อยู่ในระดับดี เป็นผลมาจากที่นักเรียนเขียนรายละเอียด

ไม่ครบถ้วนทั้งแผนภาพและชื่อหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหา และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้เขียนนำเสนอแนวคิดของตนเองในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ทำให้คะแนนลดลงจากวงจรก่อนหน้า เพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.00 อยู่ในระดับดี และเพิ่มขึ้นอย่างมากหลังสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 82.89 อยู่ในระดับดีมาก เป็นผลมาจากแบบทดสอบหลังเรียนเป็นการรวมโจทย์ทั้งหมดทุกเรื่องในแต่ละวงจร ทำให้นักเรียนคุ้นชินกับการทำโจทย์แต่ละเรื่องมากยิ่งขึ้น ทราบวิธีการแก้ปัญหาและหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพต้นไม้แสดงแนวคิดการแก้ปัญหาและเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนด้วยข้อความและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์



ภาพที่ 4.59 กราฟแสดงร้อยละคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและด้านการเขียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 – 4 และท้ายวงจรปฏิบัติการ

จากภาพที่ 4.59 พบว่า คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และด้านการเขียนมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ ถ้านักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน การพูดเพิ่มขึ้น ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนจะเพิ่มขึ้นตาม แต่ถ้านักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดลดลง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนจะลดลงเช่นกัน

2.ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยขอนำเสนอแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1-4 นำเสนอทีละวงจร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 – 4

วงจรปฏิบัติการ	แนวปฏิบัติที่ดี		
	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
1	1. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจากการวางบัตรภาพจำลองวิธีเดินทาง เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหา และฝึกทักษะการสื่อสารโดยการอภิปรายและการเขียน 2. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสื่อสารทั้งการพูด และการเขียนอย่างต่อเนื่อง โดยให้นักเรียนสังเกต และวิเคราะห์แนวคิดการแก้ปัญหาจนสามารถอภิปราย และเขียนแนวคิดการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน	1. นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองลองผิดลองถูกจนเกิดแนวคิดในการแก้ปัญหา สามารถเขียนและอธิบายวิธีการแก้ปัญหาของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ 2. นักเรียนได้ฝึกทักษะการสื่อสารทั้งการพูด และการเขียนอย่างต่อเนื่องจากการแลกเปลี่ยนแนวคิดภายในกลุ่ม นำเสนอหน้าชั้นเรียน และเขียนแนวคิดให้เป็นขั้นตอนการแก้ปัญหา	1. กิจกรรมควรมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นทีละขั้น ทำให้นักเรียนได้ลองผิดลองถูก จนเกิดแนวคิดจากการแก้ปัญหา 2. กิจกรรมมีความหลากหลายทั้งการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม นำเสนอหน้าชั้นเรียน เขียนแนวคิดในรูปแบบจำลอง และแบบขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนพัฒนาทักษะการสื่อสารทั้งการพูดและการเขียนอย่างต่อเนื่อง
2	1. ครูควรให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ จากการวางบัตรภาพจำลองวิธีการจัดชุดอาหาร ทำให้นักเรียนได้ใช้ประสบการณ์แก้ปัญหาจนเกิดแนวคิดด้วยตนเอง และสามารถเขียนเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหา	1. นักเรียนได้ใช้ประสบการณ์ร่วมในการแก้ปัญหาจนเกิดแนวคิดและสามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างมีหลักการได้	1. กิจกรรมควรมีความท้าทายและน่าสนใจ ใกล้เคียงกับชีวิตจริง 2. สื่อที่ใช้เป็นรูปธรรม และมีความหลากหลาย เพื่อให้การแก้ปัญหามีความสมจริงจนเกิดแนวคิดจาก

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แนวปฏิบัติที่ดี		
	บทบาทครู	**บทบาทนักเรียน**	**การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์**
	2. ครูส่งเสริมทักษะการสื่อสารทั้งการพูด และการเขียนอย่างต่อเนื่อง โดยใช้คำถามนำให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา และ เสริมแรงบวกให้นักเรียนมีความมั่นใจในการพูดและการเขียน 3. ครูควรให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดในการแก้ปัญหาจากการใช้สื่อ ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดจากรูปธรรมจนสามารถเขียนออกมาเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหา	2. นักเรียนได้ฝึกทักษะการสื่อสารทั้งการพูด และการเขียนในกระบวนการคิดและแก้ปัญหา	การแก้ปัญหาได้
3	1. ครูควรให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จากการวางบัตรภาพเพื่อจำลองวิธีการวางตำแหน่งภาพถ่าย เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา และสามารถเขียนออกมาเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาที่มีหลักการชัดเจน 2. ครูควรให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสื่อสารทั้งการพูด และการเขียนอย่างต่อเนื่อง และเสริมแรงบวก	1. นักเรียนได้ลองวางตำแหน่งภาพตามความเป็นจริง จนเกิดแนวคิดการแก้ปัญหา และเขียนวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีหลักการ 2. นักเรียนได้ฝึกทักษะการสื่อสารทั้งการพูด และการเขียนอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มากขึ้น	1. สถานการณ์ที่ใช้ควรเป็นเรื่องใกล้ตัว มีรูปแบบการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งวิธีให้นักเรียนได้เกิดแนวคิดที่หลากหลาย 2. สื่อมีความเป็นรูปธรรมเพื่อให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จนเกิดแนวคิดจากการแก้ปัญหา และสามารถเขียนขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา 3. มีกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมทักษะการสื่อสารหลากหลาย

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แนวปฏิบัติที่ดี		
	บทบาทครู	**บทบาทนักเรียน**	**การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์**
	3. ครูควรให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดในการแก้ปัญหาจากการใช้สื่อ ทำให้นักเรียนได้แก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมจนเกิดแนวคิดและเขียนขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้		เช่น การแลกเปลี่ยนความคิดนำเสนอหน้าชั้นเรียน และเขียนแนวคิดในการแก้ปัญหาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และเขียนแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนในสถานการณ์เดิม และสถานการณ์ใหม่
4	1. ครูควรให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จากการวางบัตรภาพเพื่อจำลองวิธีการวางจัดของใส่กล่อง เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนจนเกิดแนวคิดและสื่อสารผ่านการพูดและการเขียน 2. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสื่อสารทั้งการพูด และการเขียนโดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	1. นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติฝึกการแก้ปัญหาจากการวางบัตรภาพเพื่อจำลองวิธีการวางจัดของใส่กล่อง และสื่อสารความคิดตนเองผ่านการพูดและการเขียนโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	1. สถานการณ์ที่ใช้มีความซับซ้อนพอสมควรและใกล้ตัวนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง 2. สื่อมีความเป็นรูปธรรมเพื่อให้เห็นภาพชัดเจน 3. มีกิจกรรมเสริมทักษะการสื่อสารอย่างต่อเนื่อง เช่น การแลกเปลี่ยนความคิดนำเสนอหน้าชั้นเรียน เขียนแนวคิดในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเวียงมอกวิทยา จังหวัดลำปาง ผู้วิจัยได้สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

1.สรุปผลการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

1.1.2 เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 กลุ่มเป้าหมาย

ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนเวียงมอกวิทยา จังหวัดลำปาง จำนวน 10 คน

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ประเภท คือ

1) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการ ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ จำนวน 4 แผน เรื่อง หลักการบวก หลักการคูณ การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด และความน่าจะเป็น แต่ละแผนใช้ในแต่ละวงจรตามลำดับ แผนละ 100 นาที ใช้เวลาทั้งสิ้น 400 นาที

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียน แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด (ฉบับนักเรียนประเมินเพื่อนสมาชิกในกลุ่มและครูประเมินนักเรียน) และแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ (ท้ายวงจรปฏิบัติการแต่ละวงจร และท้ายการปฏิบัติการ)

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ชี้แจงกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ให้ผู้ร่วมวิจัยและนักเรียนเข้าใจวิธีการและขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังกล่าว 1 ชั่วโมง จากนั้นดำเนินการปฏิบัติตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน โดยแบ่งเป็น 4 วงจรปฏิบัติการ วงจรละ 1 แผน บันทึกวิดิโอขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ระหว่างการปฏิบัติการแต่ละวงจรจะมีการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พฤติกรรมการสอนของครู หลังจากสิ้นสุดการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละแผน จะมีการบันทึกการใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยนักเรียนประเมินเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม และครูประเมินนักเรียน และให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียน แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ท้ายวงจรแต่ละวงจร เพื่อให้ได้ข้อมูลมาสะท้อนผลการปฏิบัติและปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรต่อไป เมื่อผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนฉบับหลังเรียน แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) และร้อยละ นำเสนอในรูปแบบตาราง และกราฟเพื่อแสดงความก้าวหน้าพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การวิเคราะห์เนื้อหา ตีความหมายและลงข้อสรุป โดยนำเสนอในรูปความเรียงในประเด็นความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน และพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียน

1.3 ผลการวิจัย

1.3.1 ผลการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 80 โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยรวมร้อยละ 81.18 เพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่มีคะแนนเฉลี่ยรวมร้อยละ 86.43 แต่ลดลงในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.39 เนื่องจากการเลือกใช้สถานการณ์มีวิธีแก้ปัญหาที่มีขั้นตอนเพิ่มขึ้น ทำให้นักเรียนรีบร้อนในการอธิบาย และอธิบายไม่ชัดเจน ทำให้เพื่อนสับสน อีกทั้งสรุปสาระสำคัญไม่ครบถ้วนขาดประเด็นสำคัญ เขียนวิธีแก้ปัญหาไม่เป็นลำดับขั้นตอน โดยมักเขียนสั้น ๆ เพียงชื่อหลักการที่ใช้และการคำนวณผลลัพธ์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ครูจึงกระตุ้นและเน้นย้ำให้นักเรียนอธิบายและนำเสนออย่างค่อยเป็นค่อยไป อธิบายให้ครบถ้วนทุกประเด็น และเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนให้ครบถ้วนชัดเจน ทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ

85.75 ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายแนวคิด ร่วมแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน และนำเสนอหน้าชั้นเรียนได้ดีขึ้น อีกทั้งเขียนแผนภาพต้นไม้แสดงแนวคิด และเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนมากขึ้น พร้อมทั้งระบุชื่อและสัญลักษณ์ของหลักการในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น โดยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 95 ทุกวงจร คือ 95.25, 97.75, 96.75 และ 97.50 ตามลำดับ อยู่ในระดับดีมากซึ่งคะแนนมากตั้งแต่วงจรปฏิบัติการแรกจนสุดท้าย เห็นได้ว่าคะแนนมีความเฟ้อ เนื่องจากนักเรียนบางคนไม่กล้าประเมินคะแนนตามความเป็นจริงเท่าที่ควร เกรงใจเพื่อน กลัวเพื่อนได้คะแนนน้อย ส่วนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนในวงจรแรกมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 67.11 และเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 70 หลังจากนั้นทุกวงจรและหลังปฏิบัติการ คือ 75.11, 70.02, 74.00 และ 82.89 ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มจากระดับปานกลาง (วงจรปฏิบัติการที่ 2) เป็นดี (วงจรปฏิบัติการที่ 3 และ 4) และดีมาก (หลังวงจรปฏิบัติการ) ทำให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก หลังการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

1.3.2 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1) เลือกใช้กิจกรรมให้หลากหลาย ออกแบบสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป และมีสื่อวัสดุประกอบที่เป็นรูปธรรมอาจใช้ภาพจำลองหรือสิ่งของ เพื่อกระตุ้นความสนใจนักเรียนและทำให้นักเรียนอยากลงมือทำกิจกรรม

2) ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ ได้ลองผิดลองถูกจากการใช้สื่อจนเกิดแนวคิดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จนสามารถสื่อสารวิธีการแก้ปัญหาของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจผ่านการพูด และการเขียน

3) ครูควรใช้คำถามนำกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการสื่อสารทั้งการพูดและการเขียนอย่างต่อเนื่องผ่านการทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนแนวคิดภายในกลุ่ม การนำเสนอหน้าชั้นเรียน และการอภิปรายความคิดเห็นร่วมกัน อีกทั้งให้นักเรียนฝึกการเขียนแสดงแนวคิดของตนเองโดยใช้แผนภาพหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สู่การเขียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถสื่อสารแนวคิดได้อย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งพูดให้กำลังใจเมื่อนักเรียนสื่อสารแนวคิดตนเอง ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจและกล้าที่จะตอบคำถามมากขึ้น

2.อภิปรายผล

2.1 การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเวียงมอกวิทยา มีพัฒนาการดีขึ้นมากกว่าร้อยละ 80 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เป็นการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติที่ผู้วิจัยออกแบบให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเองผ่านสื่อที่เป็นรูปธรรม พร้อมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งการพูดและการเขียน โดยให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดร่วมกับเพื่อน การเขียนแสดงแนวคิดโดยใช้แผนภาพหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ นำเสนอวิธีแก้ปัญหาของกลุ่มหน้าชั้นเรียน และเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนโดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งมีการอภิปรายร่วมกัน ตอบคำถามจนสรุปเป็นสาระสำคัญของหลักการ โดยกิจกรรมเหล่านี้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงและใช้สื่อภาพประกอบช่วยให้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น โดยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 95 ทุกวงจร ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนไม่กล้าตอบคำถาม กลัวตอบผิด เนื่องจากไม่คุ้นเคยสถานการณ์ที่กำหนด ไม่แลกเปลี่ยนความคิดกับ มีความเขินอายในการนำเสนอ และการสรุปสาระสำคัญของหลักการไม่ครบถ้วน ครูได้เสริมแรงบวกและให้กำลังใจเพื่อเพิ่มความมั่นใจในการตอบคำถามและการนำเสนอ พร้อมกับใช้คำถามกระตุ้นความคิดเพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปสาระสำคัญได้ครบถ้วน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ครูปรับสถานการณ์ให้ใกล้ตัวนักเรียนมากขึ้น ทำให้นักเรียนสนใจและมีส่วนร่วมในการตอบคำถามและการแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่ไม่กล้าตอบคำถาม ครูจึงใช้การเรียกถามรายบุคคล ทำให้นักเรียนตอบคำถามและแลกเปลี่ยนความคิดมากขึ้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 กิจกรรมจากสถานการณ์ที่กำหนดไม่ยากแต่ต้องอธิบายวิธีแก้ปัญหาที่มีรายละเอียดหลายขั้นตอนทำให้นักเรียนรีบเร่งในการพูดและอธิบายสั้น ๆ ไม่ชัดเจน อีกทั้งสรุปสาระสำคัญของหลักการไม่ครบถ้วน และในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ครูกระตุ้นและเน้นย้ำให้นักเรียนอธิบายและนำเสนออย่างค่อยเป็นค่อยไปให้ครบถ้วนทุกประเด็น ทำให้นักเรียนสามารถตอบคำถาม ร่วมแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน นำเสนอหน้าชั้นเรียนได้ดีขึ้นและสรุปสาระสำคัญของหลักการได้ชัดเจน ครบถ้วนยิ่งขึ้น ดังนั้น การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้แสดงออกการพูดอย่างต่อเนื่องทั้งการแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน การนำเสนอหน้าชั้นเรียนบ่อยครั้ง ทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น มีความคุ้นเคยและพัฒนาความมั่นใจยิ่งขึ้น อีกทั้งการเสริมแรงบวกด้วยการให้กำลังใจ และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบจะทำให้

นักเรียนสื่อสารความคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี สอดคล้องกับพิชิต แก้วก่อง (2549) ที่กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างเต็มที่มีโอกาสได้พูดคุยสนทนากัน ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้อธิบายเหตุผลของตนเอง ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และมีประสิทธิภาพอย่างชัดเจน ซึ่งการเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเองนั้นเป็นแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้นได้ (สสวท, 2560) และพรรณทิภา ทองนวล (2554) กล่าวว่า การใช้คำถามของครูและการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้พูดโต้ตอบจะเป็นแนวทางการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนในวงจรแรกมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 67.11 และเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 70 หลังจากนั้นทุกวงจรและหลังปฏิบัติการ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนไม่เข้าใจการเขียนแสดงแนวคิดโดยใช้แผนภาพหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากสถานการณ์ที่ใช้ง่ายเกินไป นักเรียนสามารถตอบคำถามได้โดยไม่ต้องเขียนแผนภาพ และไม่ทราบวิธีการเขียนแสดงแนวคิดโดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ ครูจึงยกตัวอย่างการเขียนให้นักเรียนดู แต่ไม่เชื่อมโยงกับสื่อ ทำให้นักเรียนไม่เห็นความสำคัญของสื่อมาช่วยแสดงแนวคิด และนักเรียนไม่ได้เขียนแสดงแนวคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ครูปรับสถานการณ์ให้ซับซ้อนมากขึ้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาด้วยตนเองจากสื่อ ทำให้นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพต้นไม้แสดงแนวคิดได้มากขึ้น และครูเน้นย้ำให้นักเรียนชื่อและสัญลักษณ์ของหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหา รวมถึงเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ส่งผลให้นักเรียนเขียนขั้นตอนแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนพร้อมทั้งระบุชื่อหลักการมากขึ้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 การเขียนแก้ปัญหามีขั้นตอนและรายละเอียดเยอะขึ้น ทำให้นักเรียนเขียนแผนภาพต้นไม้ และระบุหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่ขาดการเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ครบถ้วน โดยมักเขียนสั้น ๆ เพียงชื่อหลักการที่ใช้และการคำนวณผลลัพธ์เพื่อลดปริมาณในการเขียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ครูเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างละเอียดและเป็นลำดับขั้นตอน ทำให้นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพต้นไม้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนมากขึ้น พร้อมทั้งระบุชื่อและสัญลักษณ์ของหลักการในการแก้ปัญหาได้ จากการทดสอบหลังเสร็จสิ้นทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนมีความคุ้นเคยและเข้าใจในกระบวนการเขียนแนวคิดโดยใช้แผนภาพต้นไม้หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มากขึ้น รวมทั้งสามารถเขียนวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน พร้อมทั้งระบุชื่อและหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ดังนั้น การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้แสดงออกการเขียนอย่างต่อเนื่องโดยเริ่มจากเขียนแสดงแนวคิดจากแผนภาพหรือแบบจำลอง สู่การเขียนเป็นลำดับขั้นตอน พร้อมทั้งระบุหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียน ได้ฝึกการเขียนอย่างเป็นระบบมากขึ้น สามารถถ่ายทอดความคิดตนเองในผู้อื่นเข้าใจได้อย่างมีหลักการ สอดคล้องกับ

ไพศาล แมลงทับทอง (2558) ที่กล่าวว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ฝึกฝนทักษะการเขียนของผู้เรียน โดยฝึกให้ผู้เรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิดของตนเองไม่ว่าจะเป็นการเขียนสรุปสูตร กฎเกณฑ์ หลักการต่าง ๆ หรือเขียนเหตุผลประกอบการตัดสินใจจากการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอ ทำให้นักเรียนมีความคุ้นเคยใน การเขียนสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจ และกรวิกา ปานศักดิ์ (2562) ที่กล่าวว่า การทำงานกลุ่ม นักเรียนจะได้ร่วมแสดงความคิดเห็นและปรึกษากับเพื่อนภายในกลุ่ม เพื่อช่วยกันเขียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบ โดยการกระทำเหล่านี้ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนแสดงแนวคิดซึ่งกันและกัน ซึ่งช่วยให้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์สามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียนของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวาสนา เพ็ชรพันธ์ (2564) และเรียมพร แสนซุ้ง (2558) ที่ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีผลการวิจัยที่สอดคล้องกันว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เช่นเดียวกับงานวิจัยของจตุพร ผ่องลุนหิต (2560) เกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ได้ผลการวิจัยว่า นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mo et al. (2021) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และงานวิจัยของ Chesimet et al. (2016) ที่ทำวิจัยเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสนใจในการเรียนรู้ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ช่วยเพิ่มความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียน

2.2 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อให้เกิดประสบการณ์จากการจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 - 4 ได้ว่าการเลือกใช้กิจกรรมให้หลากหลาย ออกแบบสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป และมีสื่อวัสดุประกอบที่เป็นรูปธรรมอาจใช้ภาพจำลองหรือสิ่งของ เพื่อกระตุ้นความสนใจนักเรียนและทำให้นักเรียนอยากลงมือทำกิจกรรม อีกทั้งให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ ได้ลองผิดลองถูกจากการใช้สื่อจนเกิดแนวคิดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จนสามารถสื่อสารวิธีการแก้ปัญหาของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจผ่านการพูด และการเขียน โดยครูควรใช้คำถามนำกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการสื่อสารทั้งการพูดและการเขียนอย่างต่อเนื่อง ผ่านการทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนแนวคิดภายในกลุ่ม การนำเสนอหน้าชั้นเรียน และการอภิปรายความคิดเห็นร่วมกัน ให้นักเรียนฝึกการเขียนแสดงแนวคิดของตนเองโดยใช้แผนภาพหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สู่การเขียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอนโดยใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งพูดให้กำลังใจเมื่อนักเรียนสื่อสารแนวคิดตนเอง ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจและกล้าที่จะตอบคำถามมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวาสนา เพ็ชรพันธ์ (2564) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้เชิงประสบการณ์มีขั้นตอนการเรียนรู้ที่ผู้สอนเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงโดยผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน มีการอภิปรายและออกมานำเสนอ ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ซึ่งกันและกัน จากนั้นนำความรู้ที่ได้มาคิดวิเคราะห์ และสังเคราะห์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในบทเรียน นับว่าบทบาทของผู้เรียนและผู้สอนเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการดำเนินขั้นตอนการจัดกิจกรรม โดยครูผู้สอนต้องคำนึงถึงการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงศักยภาพของตนเองในการเรียนรู้ให้ได้มากที่สุด อีกทั้งครูควรกระตุ้นให้นักเรียนฝึกทักษะการสื่อสารทั้งการพูดและการเขียนตลอดเวลา โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสังเกตและแก้ปัญหา เสริมแรงบวกด้วยการชื่นชมและให้กำลังใจ และงานวิจัยของกรวิกา ปานศักดิ์ (2562) ที่กล่าวว่า แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ควรเน้นให้การพัฒนาในด้านการพูดและการเขียนของนักเรียน ด้านการพูดพัฒนาโดยให้นักเรียนได้ออกมาพูดหน้าชั้นเรียน มีการตั้งคำถามโดยใช้คำถามปลายเปิดหรือการถามตอบจากเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้คิดและแสดงการโต้ตอบ และมีการนำเสนอเป็นกลุ่ม ส่วนด้านการเขียนควรสนับสนุนให้นักเรียนเขียนสื่อสารแนวคิดของตนเอง เพื่อให้นักเรียนตระหนักว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ส่งเสริมให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ให้นักเรียนได้ซักถามหลังการอธิบาย การได้แสดงแนวคิดหรือเหตุผลที่แตกต่างจากครู หรือการให้คำติชม รวมถึงการได้รับความรู้จากเนื้อหาลำดับที่ง่ายไปยาก และแบบฝึกหัดควรมีความท้าทายให้นักเรียนได้ฝึกคิด หรือโจทย์ปัญหาควรเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวนักเรียน

3.ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

3.1.1 ควรกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการพูดอธิบาย รวมทั้งนำเสนอแนวคิดของตนเอง เนื่องจากเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้นอีกทั้งครูและเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทราบถึงระดับความสามารถของนักเรียน เพื่อช่วยเหลือได้อย่างเหมาะสม

3.1.2 ควรมีการสะท้อนผลให้นักเรียนทราบเป็นรายบุคคล เพื่อทราบระดับความสามารถในการสื่อสารทั้งด้านการพูดและด้านการเขียนของตนเอง และนำผลที่ได้ไปพัฒนาความสามารถของตนเอง

3.1.3 ควรเริ่มสอนเนื้อหาที่มีความซับซ้อนน้อย เป็นรูปธรรม แล้วจึงพัฒนาความยากขึ้นไป เนื่องจากในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งด้านการพูดและด้านการเขียนต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจก่อนที่จะสามารถแสดงออกทางการพูดและการเขียน

3.1.4 ควรสร้างความมั่นใจในการสื่อสารของนักเรียนทั้งการพูดและการเขียน โดยอาจให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือเพื่อนที่ไม่มีความมั่นใจ

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรมีการเพิ่มการทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนก่อนเรียน เพื่อเห็นพัฒนาการของนักเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3.2.2 ควรมีการเพิ่มการทดลองในวงจรปฏิบัติการต่อไปหรือเพิ่มระยะเวลาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ เพื่อให้เห็นพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

3.2.3 ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.2.4 ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์กับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ

บรรณานุกรม

กรวิกา ปานศักดิ์. (2562). การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้ เรื่อง จำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 13*(2), 32-44.

จตุพร ผ่องลุนหิต. (2560). *ผลการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา]. DSpace Repository. https://buuir.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/7150

จีรนันท์ แก้วปินตา. (2562). *การส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]. Chiang Mai University Digital Collections (CMUDC). https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:143428

ชยางกูร จันทะวัน. (2564). การวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 1*(3), 44-61.

ทิศนา แขมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 17). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2558). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 19). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นริศรา ธรรมนันตา. (2563). ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 31*(3), 81-98.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2556). *ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรปภัสสร ปริญชาญกล. (2546). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเชิงประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างทักษะการทำงานสำหรับนักศึกษา สาขาวิชาศิลปะศาสตร์* [วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Digital Research Information Center. https://dric.nrct.go.th/Search/SearchDetail/155578

พรภัทร สินดี. (2557). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์*

และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่องลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ]. Srinakharinwirot University Institutional Repository (SWU IR). https://ir.swu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/4460/2/Pornpat_S

พรรณนิภา ทองนวล. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ]. Srinakharinwirot University Institutional Repository (SWU IR). https://ir.swu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/783/1/Phanthipha_T

พิชิต แก้วก่อง. (2549). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสันหนองควาย จังหวัดเชียงราย* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]. Digital Research Information Center. https://dric.nrct.go.th/index.php?/Search/SearchDetail/186337

ไพศาล แมลงทับทอง. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์, 26*(2), 102-113.

พินันทา ฉัตรวัฒนา. (2564). นวัตกรรมการศึกษาเชิงสร้างสรรค์ด้วยการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์เพื่อส่งเสริมการศึกษาในผู้เรียนยุคดิจิทัล. *วารสารครุศาสตร์อุสาหกรรม, 20*(1), C1-C9.

ภัสราภรณ์ บัวเขียว. (2565). *การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. NU Intellectual Repository. https://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/5078/1/63090725

เรียมพร แสนซุ้ง. (2558). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. ThaiLIS Digital Collection (TDC). https://tdc.thailis.or.th/tdc/dccheck.php?Int_code=107&RecId

=5231&obj_id=38520&showmenu=no

วรนารถ อยู่สุข. (2555). *การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). https://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/42073

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2545). *เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544*. สุวีริยสาส์น.

วาสนา เพ็ชรพันธ์. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารเทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *4*(12), 167-177.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2554). *เอกสารคำสอน วิชา 410541 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.* ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2* (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564, 25 มีนาคม). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. PISA THAILAND สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2018-fullreport/

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2560, 1 พฤษภาคม). *คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. คลังความรู้ SciMath. https://www.scimath.org/ebook-mathematics/item/8379-2560-2551-8379

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). 3-คิว มีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566, 31 ตุลาคม). *กรอบการประเมินด้านคณิตศาสตร์*. PISA THAILAND สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. https://pisathailand.ipst.ac.th/about-isa/mathematical_literacy_framework/

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระ*

การเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบประสบการณ์และที่เน้นการปฏิบัติ.* ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สุนทร สมบัติธีระ. (2012). การพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง จำนวนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลซิปปา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 35*(3), 80-86.

อรุณฉัตร คุรุวาณิชย์ และชนันญา น้อยสันเทียะ. (2564, 10 กันยายน). *ทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ หรือ Experiential Learning Theory (ELT)*. LIFE EDUCATION Thailand. https://www.lifeeducation.in.th/positive-education/

อัมพร ม้าคะนอง. (2547). *การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ใน ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. บพิธการพิมพ์.

อัมพร ม้าคะนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.* โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อารีย์ ศรีสุกอง. (2562). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบประสบการณ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. มหาวิทยาลัยนเรศวร. http://www.edu.nu.ac.th/th/news/docs/download/2020_06_15_12_21_05

Andrea E. Weinberg., Carole G. Basile., & Leonard Albright. (2021). The Effect of an Experiential Learning Program on Middle School Students' Motivation Toward Mathematics and Science. *RMLE Online, 35*(3), 1-12. https://doi.org/10.1080/19404476.2011.11462086

Chesimet M. C., Githua B.N., & Ng'eno, J. K. (2016). Effects of A Scratch-based Experiential Learning Approach on Student's Math Learning Achievements and Interest. *Journal of Education and Practice, 7*(35), 51-57.

Craig, R. (1987). *Training and development handbook a guide to human resource* (3rd ed.). Mc Gray-Hill Companies.

David A. Kolb. (1984). *Experiential Learning: Experience as The Source of Learning and Development*. Case Western Reserve University.

Elena Achkovska Leshkovska., & Suzana Miovska Spaseva. (2016). John Dewey's Educational Theory and Educational Implications of Howard Gardner's multiple intelligences Theory. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education, 4*(2), 57-66. https://doi.org/10.5937/IJCRSEE1602057A

Ester, Goh. (1998). Processing experiential learning. *Pfeiffer University*, *23*, 183-189.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1990). *The action research planner* (3rd ed.). Deakin University Press.

Lewin, A., & Smith, D. (1993). Defining higher order thinking. *Theory into Pratice*, 32(3), 131-137.

Lewis Jackson. (1994). Introduction to a new approach to experiential learning. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 62, 17-28. https://doi.org/10.1002/ace.36719946204

Pfeiffer, W. J., & Jones, J. E. (1983). *Guide to handbooks and annuals*. University Associates.

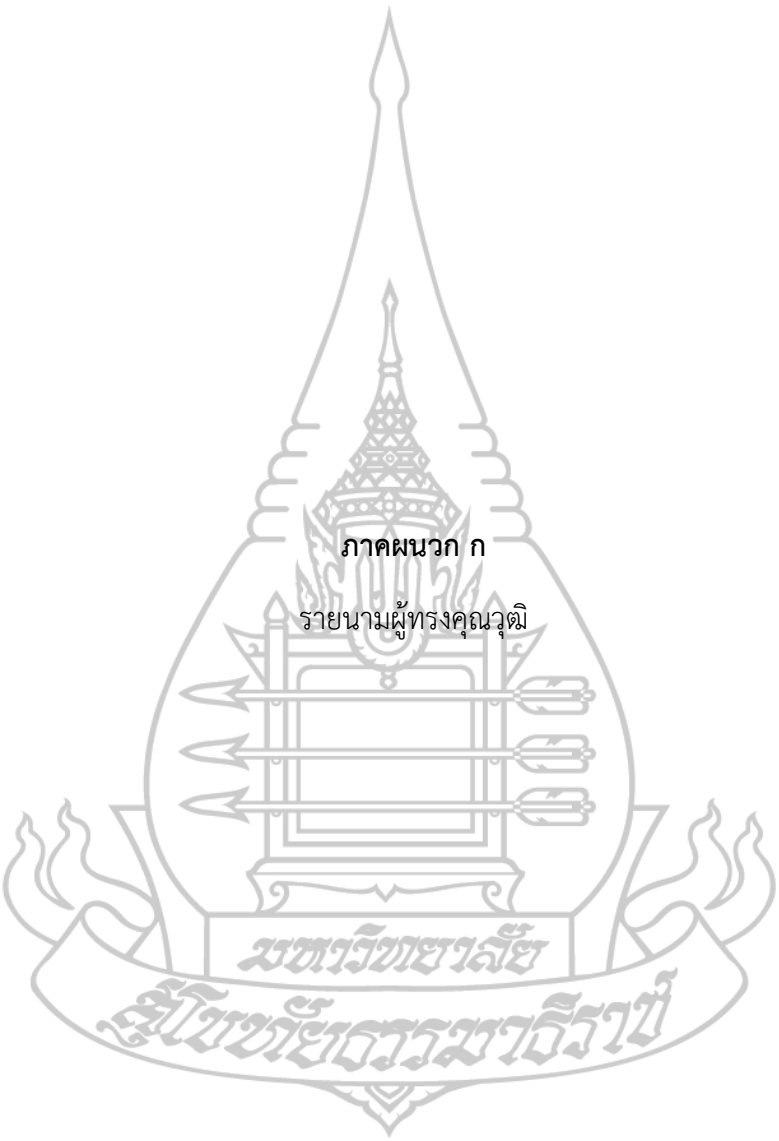
Rowan, T.E., & Morrow, L. J. (1993). *Implementing K-8 curriculum and evaluation standards: reading from the arithmetic Teacher*. The National Council of teachers of Mathematics.

Saul McLeod. (2017, February 2). *Kolb's Learning Styles and Experiential Learning Cycle*. SimplyPsychology. https://www.simplypsychology.org/learning-kolb

Wei Mo., Yi Zhang., Yunhua Fu Jia Lin., Hanrui Geo., & Yuru Lin. (2016). Effects of A Scratch-based Experiential Learning Approach on Student's Math Learning Achievements and Interest. *2021 International Symposium on Education Technology (ISET)*, 261-265. https://doi.org/10.1109/ISET52350.2021.00062

คลิกหรือแตะที่นี่เพื่อใส่ข้อความ

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ่ม

สถานที่ทำงาน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วุฒิการศึกษา

กศ.ด. (คณิตศาสตรศึกษา)	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ. 2554
วท.ม. (คณิตศาสตร์)	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2546
ค.บ. เกียรตินิยม (มัธยมศึกษา)	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2543

ประสบการณ์หรือความชำนาญ

ก. บทความวิจัยในวารสาร

1. จิรวัฒน์ ตัณทานนท์ และไพโรจน์ น่วมนุ่ม. ผลการใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบ สแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 . วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา (OJED) ปีที่ 17 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2565. จำนวน 18 หน้า. TCI 2
2. พลฐวัตร ฉิมทอง และไพโรจน์ น่วมนุ่ม. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ตัวอย่างงานที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา (OJED) ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2565. จำนวน 15 หน้า. TCI 2
3. ปวิตร เขตต์ชลประทาน และไพโรจน์ น่วมนุ่ม. การศึกษาความรู้ทางสถิติและการคิดเชิงสถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา (OJED) ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2563. จำนวน 11 หน้า. TCI 2
4. ณิชาพร เจริญวานิชกูร และไพโรจน์ น่วมนุ่ม. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบอย่างและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและ จูเลียน-ชูลต์ซ ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ . วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ปีที่ 47 ฉบับเพิ่มเติม 2. ตุลาคม - ธันวาคม 2562. หน้า 88-110. TCI 1
5. ไพโรจน์ น่วมนุ่ม. การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้กรอบแนวคิดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจ. วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีที่ 46 ฉบับที่ 2. เมษายน – มิถุนายน 2561. หน้า 138 -156. TCI 1

6. ทรรศมน วินัยโกศลและไพโรจน์ น่วมนุ่ม. (2562). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ที่มีต่อความรู้และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา (OJED) ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2562.
7. ณัชพล เผ่าทิพย์จันทร์ และไพโรจน์ น่วมนุ่ม. (2561). ผลของการสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพจากความไม่สมบูรณ์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา (OJED) . Vol. 13, No. 4, 2561, pp. 173-189
8. ไตรภพ คงเสน และไพโรจน์ น่วมนุ่ม. (2560). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตรโดยใชรูปแบบการเรียนการสอนโฟรพอยททที่มีตอความสามารถในการใหเหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตรของนักเรียนมัธยมศึกษาปที่ 5. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา (OJED). Vol. 12, No. 1, 2560, pp. 307 – 323
9. วีรพล เทพบรรหาร และไพโรจน์ น่วมนุ่ม. (2560). ผลการใช้ตัวแทนทางความคิดและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับแนวคิดการสอนแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถ ในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา (OJED), Vol. 12, No. 2, 2560, pp. 255 -272
10. ภมรเมษย์ เลาหวิรุฬห์กุล และไพโรจน์ น่วมนุ่ม. (2559).ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา (OJED),, Vol. 11, No. 1, 2559, pp. 311 – 325
11. ศุภลักษณ์ ครุฑคงและไพโรจน์ น่วมนุ่ม. (2557).ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถใน การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา (OJED), Vol.9, No.3, 2557, pp.31-45

ข. รายงานการประชุมฉบับสมบูรณ์

1. ณิชาพร เจริญวานิชกูร ไพโรจน์ น่วมนุ่ม และจิณดิษฐ์ ละออปักษิณ (2559). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดกิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดโมเดลเมธอดและวิธี 5 STEP.

การประชุมวิชาการทางคณิตศาสตร์ประจำปี 2559 (ครั้งที่ 21) และการประชุมวิชาการคณิตศาสตร์บริสุทธิ์และประยุกต์ประจำปี 2559. อาคารมหามกุฏ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พฤษภาคม ปี พ.ศ. 2559 หน้า 249 -259.

ค. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

1. ไพโรจน์ น่วมนุ่ม. การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้กรอบแนวคิดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้าใจ. เงินทุนสนับสนุนการวิจัยจาก “ศูนย์นวัตกรรมการเรียนรู้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาคปลาย ปีการศึกษา 2558” ปี พ.ศ. 2560

2. ชื่อ นายตระกูลพันธุ์ กันไว

สถานที่ทำงาน โรงเรียนแจ้ห่มวิทยา อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง

วุฒิการศึกษา

ศษ.ม. (คณิตศาสตร์)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2545
ศษ.บ. (คณิตศาสตร์)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2533

ประสบการณ์หรือความชำนาญ ประสบการณ์สอนวิชาคณิตศาสตร์ 32ปี

ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3. ชื่อ นางสิริจรรยา สุรินทร์

สถานที่ทำงาน โรงเรียนอนุบาลแจ้ห่ม อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง

วุฒิการศึกษา

ศษ.ม. (บริหารการศึกษา)	มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
ค.บ. (คณิตศาสตร์)	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ประสบการณ์หรือความชำนาญ ประสบการณ์สอนวิชาคณิตศาสตร์ 14 ปี

ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

- แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 1 เรื่อง หลักการบวก

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น

หน่วยย่อย เรื่อง หลักการคูณ เวลา 2 คาบเรียน (100 นาที)

---

1. สาระสำคัญ

ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น k ขั้นตอน ซึ่งต้องทำต่อเนื่องกัน โดยที่

ขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 สามารถทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไปได้ n_3 วิธี

$\vdots$

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ k - 1 สามารถทำขั้นตอนที่ k ต่อไปได้ n_k วิธี

แล้วจะสามารถทำงานนี้ได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times \cdots \times n_k$ วิธี **หลักการดังกล่าว เรียกว่า หลักการคูณ (multiplication principle)**

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

1. เขียนแนวคิดการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้
2. ใช้หลักการคูณในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้
3. พูดอธิบายวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้หลักการคูณได้

3. สาระการเรียนรู้

1. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์การทอดลูกเต๋า และการเลือกไพ่
2. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์การเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์
3. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์การแต่งกาย

4. กิจกรรมการเรียนรู้

ครูจัดชั้นเรียนโดยให้นักเรียนนั่งเรียนและทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน

ขั้นนำ (10 นาที)

1. ครูยกตัวอย่าง สถานการณ์เกี่ยวกับการเลือกทาน kfc ของแนน พร้อมทั้งแสดงภาพโปสเตอร์ที่มีรายละเอียดขององค์ประกอบในการเลือกจัดชุดอาหาร และใช้การถาม – ตอบ เพื่ออภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน ดังนี้

แนนไปเที่ยวห้างสรรพสินค้ากับแม่ และต้องการทานไก่ จึงไปสั่งไก่ที่ kfc แนนสนใจสั่งชุดสุดคุ้มราคาชุดละ 159 บาท ในชุดสุดคุ้มประกอบไปด้วยไก่ เครื่องเคียง และเครื่องดื่ม ให้เลือกประเภทละ 1 อย่าง โดยมีไก่ 2 แบบ คือ ไก่กรอบ และไก่นุ่ม เครื่องเคียง 2 อย่าง คือ เฟรนฟราย และนัตเก็ต และน้ำโค้ก

ครู : จากสถานการณ์ดังกล่าว แนนสามารถเลือกจัดชุดสุดคุ้มได้ทั้งหมดกี่แบบ อะไรบ้าง ให้เวลาคิด 2 นาที

นักเรียน : คำตอบได้หลากหลาย (อาจถูก หรือ ผิดได้)

แนวคำตอบที่ถูกต้อง คือ แนนสามารถเลือกจัดชุดสุดคุ้มได้ 4 แบบ คือ ไก่กรอบเฟรนฟรายน้ำโค้ก, ไก่กรอบนัตเก็ตน้ำโค้ก, ไก่นุ่มเฟรนฟรายน้ำโค้ก และไก่นุ่มนัตเก็ตน้ำโค้ก

2. ครูชี้แจงนักเรียนว่า จากสถานการณ์การสั่งชุดอาหารข้างต้น สามารถนำหลักการทางคณิตศาสตร์ นั่นคือ หลักการคูณเป็นการนำจำนวนวิธีในขั้นตอนย่อย ๆ มาคูณกัน ให้ได้ผลลัพธ์ทั้งหมด มาช่วยในการหาคำตอบได้ ดังนั้น วันนี้เราจะมาทำกิจกรรมเกี่ยวกับหลักการคูณ

ขั้นสอน (40 นาที) ดำเนินการสอนตามหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ 4 ขั้นตอน ผ่านการทำกิจกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์

<u>ประสบการณ์ที่ 1 การทอดลูกเต๋า</u>

ครูชี้แจงนักเรียนว่า วันนี้ครูจะให้นักเรียนได้ทดลองทอดลูกเต๋าเพื่อหาจำนวนวิธีที่ลูกเต๋าจะขึ้นหน้าที่ครูกำหนด แล้วให้นักเรียนลองสังเกตดูว่าเราจะใช้หลักการคูณช่วยหาจำนวนวิธีนี้ได้อย่างไร

1. ครูแจกลูกเต๋าให้นักเรียนกลุ่มละ 2 ลูก และให้นักเรียนลองทอดลูกเต๋า จากนั้นใช้การถาม - ตอบเพื่ออภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน ดังนี้

ครู : จากการทอดลูกเต๋า 1 ลูก จะได้หน้าลูกเต๋าเป็นแต้มทั้งหมดกี่แบบ อะไรบ้าง

นักเรียน : 6 แบบ คือ แต้ม 1, 2, 3, 4, 5 และ 6

ครู : จากการทอดลูกเต๋า 2 ลูก จะได้หน้าลูกเต๋าเป็นแต้มทั้งหมดกี่แบบ อะไรบ้าง

นักเรียน : 36 แบบ คือ (1,1), (1,2), (1,3), (1,4), (1,5), (1,6), (2,1), (2,2), (2,3), (2,4), (2,5), (2,6), (3,1), (3,2), (3,3), (3,4), (3,5), (3,6), (4,1), (4,2), (4,3), (4,4), (4,5), (4,6), (5,1), (5,2), (5,3), (5,4), (5,5), (5,6), (6,1), (6,2), (6,3), (6,4), (6,5) และ (6,6)

ครู : จากคำตอบ 36 แบบ นักเรียนหาได้อย่างไร

นักเรียน : $6 \times 6 = 36$

ครู : ถ้าเพิ่มการทอดลูกเต๋าเป็น 3 ลูก จะได้หน้าลูกเต๋าเป็นแต้มทั้งหมดกี่แบบ

นักเรียน : $6 \times 6 \times 6 = 216$ แบบ

2. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนจากการทอดลูกเต๋าจนได้ข้อสรุปว่า การทอดลูกเต๋าหลายลูกเหมือนการทำงานหนึ่งงานที่มีขั้นตอนย่อย ๆ ที่ต่อเนื่องกัน สามารถหาผลลัพธ์ทั้งหมดได้จากการหาจำนวนวิธีในแต่ละขั้นตอนย่อย แล้วนำจำนวนทั้งหมดมาคูณกัน ซึ่งสามารถนำหลักการนับเบื้องต้นไปใช้ในการนับหน่วยของจำนวนและสร้างจำนวนที่มากขึ้นได้

<u>ประสบการณ์ที่ 2 การเลือกไพ่</u>

ครูชี้แจงนักเรียนว่า ต่อไปครูจะให้นักเรียนได้ทดลองหยิบไพ่ 1 สำรับ เพื่อหาจำนวนวิธีที่จะหยิบไพ่จากสำรับได้ตามที่ครูกำหนด แล้วให้นักเรียนลองสังเกตดูว่าเราจะใช้หลักการคูณช่วยหาจำนวนวิธีนี้ได้อย่างไร

1. ครูแจกไพ่ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 สำรับ และให้นักเรียนลองเลือกไพ่ 1 ใบ จากนั้นใช้การถาม - ตอบเพื่ออภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน ดังนี้

ครู : จากการเลือกไพ่ 1 ใบจากสำรับ จะเลือกได้ทั้งหมดกี่แบบ

นักเรียน : 52 แบบ

ครู : ถ้าเลือกไพ่ 2 ใบ จากสำรับมาเรียง จะเลือกได้ทั้งหมดกี่แบบ อย่างไร

นักเรียน : เลือกไพ่ใบแรก ได้ 52 แบบ

เลือกไพ่ใบที่ 2 ได้ 51 แบบ

ดังนั้น เลือกไพ่ได้ทั้งหมด 52 x 51 = 2,652 แบบ

ครู : ถ้าเพิ่มการเลือกไพ่ 3 ใบ จากสำรับมาเรียง จะเลือกได้ทั้งหมดกี่แบบ อย่างไร

นักเรียน : เลือกไพ่ใบแรก ได้ 52 แบบ

เลือกไพ่ใบที่ 2 ได้ 51 แบบ

เลือกไพ่ใบที่ 3 ได้ 50 แบบ

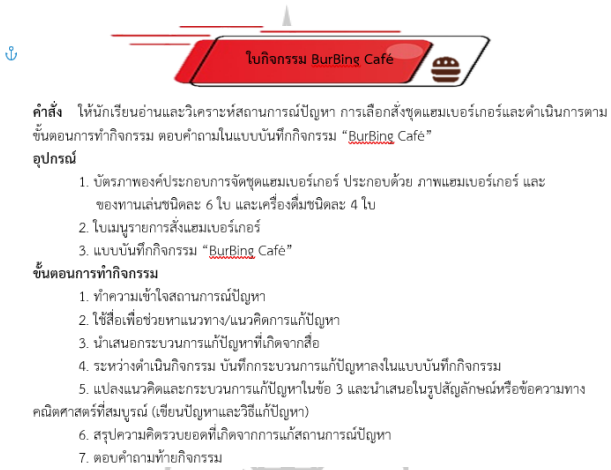
ดังนั้น เลือกไพ่ได้ทั้งหมด 52 x 51 x 50 = 132,600 แบบ

2. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนจากการเลือกไพ่จนได้ข้อสรุปว่า ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนจากการเลือกไพ่จนได้ข้อสรุปว่า การเลือกไพ่หลายใบเหมือนการทำงานหนึ่งงานที่มีขั้นตอนย่อย ๆ ที่ต่อเนื่องกัน สามารถหาผลลัพธ์ทั้งหมดได้จากการหาจำนวนวิธีในแต่ละขั้นตอนย่อย แล้วนำจำนวนทั้งหมดมาคูณกัน ซึ่งสามารถประยุกต์วิธีการนับดังกล่าวเพื่อหาผลรวมของการจัดเรียงได้

<u>ประสบการณ์ที่ 3 BurBing Café</u>

1. ครูชี้แจงนักเรียนว่าจากการทอดลูกเต๋าและการหยิบไพ่ข้างต้นเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงของเรา หากมีวิธีการหรือหลักการที่น่าเชื่อถือมาช่วยแก้ปัญหา จะทำให้เราสามารถแก้ปัญหาได้อีกหลากหลาย แก้ปัญหาใหญ่ขึ้น และแก้ปัญหาได้อย่างมั่นใจ ดังนั้น เราจะมาทำกิจกรรมเพื่อหาหลักการที่ว่า ชื่อกิจกรรม BurBing Café

2. นักเรียนจะได้ร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อแก้ปัญหาการหาวิธีทำงานจากสถานการณ์การเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ โดยครูแจกใบกิจกรรม BurBing Café พร้อมทั้งชี้แจงการทำกิจกรรมและแนะนำการใช้สื่อสติ๊กเกอร์องค์ประกอบการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์แต่ละขั้นตอน



ใบกิจกรรม BurBing Café

คำสั่ง ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา การเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์และดำเนินการตามขั้นตอนการทำกิจกรรม ตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรม "BurBing Café"

อุปกรณ์

1. บัตรภาพองค์ประกอบการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ ประกอบด้วย ภาพแฮมเบอร์เกอร์ และของทานเล่นชนิดละ 6 ใบ และเครื่องดื่มชนิดละ 4 ใบ
2. ใบเมนูรายการสั่งแฮมเบอร์เกอร์
3. แบบบันทึกกิจกรรม "BurBing Café"

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา
2. ใช้สื่อเพื่อช่วยหาแนวทาง/แนวคิดการแก้ปัญหา
3. นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดจากสื่อ
4. ระหว่างดำเนินกิจกรรม บันทึกกระบวนการแก้ปัญหาลงในแบบบันทึกกิจกรรม
5. แปลงแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาในข้อ 3 และนำเสนอในรูปสัญลักษณ์หรือข้อความทางคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์ (เขียนปัญหาและวิธีแก้ปัญหา)
6. สรุปความคิดรวบยอดที่เกิดจากการแก้สถานการณ์ปัญหา
7. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

3. ครูให้นักเรียนทุกคนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง พร้อมทั้งใช้สื่อบัตรภาพองค์ประกอบการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ ประกอบด้วย ภาพแฮมเบอร์เกอร์ ของทานเล่นชนิดละ 6 ใบ เครื่องดื่มชนิดละ 4 ใบ และใบเมนูรายการสั่งแฮมเบอร์เกอร์ ช่วยหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยครูแนะนำการใช้สื่อเพื่อประกอบการหาแนวทางแก้ปัญหาคือ นักเรียนศึกษาใบเมนูรายการสั่งแฮมเบอร์เกอร์ จากนั้นสามารถนำสื่อบัตรภาพองค์ประกอบการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ ประกอบด้วย ภาพแฮมเบอร์เกอร์ ของทานเล่นชนิดละ 6 ใบ และเครื่องดื่มชนิดละ 4 ใบ มาจัดเรียงวิธีการเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด

สถานการณ์ปัญหา การเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์

ในวันหยุดสุดสัปดาห์ น้ำและเพื่อนนัดกันไปเที่ยวคาเฟ่ BurBing Café โดยเป็นร้านคาเฟ่แฮมเบอร์เกอร์ เมื่อไปถึงร้าน น้ำและเพื่อนดูเมนูสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ โดยมีรายละเอียดการสั่งดังนี้ แฮมเบอร์เกอร์ 1 ชุด ราคา 159 บาท ในแต่ละชุดจะต้องเลือกองค์ประกอบสามอย่าง คือ ไส้แฮมเบอร์เกอร์ ของทานเล่น และเครื่องดื่ม ตามเมนูรายการสั่งแฮมเบอร์เกอร์

น้ำมีเงื่อนไขในการเลือกชุดแฮมเบอร์เกอร์ คือ 1. น้ำไม่ชอบทานไส้กรอก และ 2. น้ำไม่ดื่มกาแฟ

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย

1. นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้จากการใช้สื่อบัตรภาพองค์ประกอบการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ ประกอบด้วย ภาพแฮมเบอร์เกอร์ ของทานเล่นชนิดละ 6 ใบ เครื่องดื่มชนิดละ 4 ใบ และใบเมนูรายการสั่งแฮมเบอร์เกอร์ ในการแก้ปัญหาการเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ในแบบบันทึกกิจกรรม "BurBing Café" ตามประเด็นดังนี้

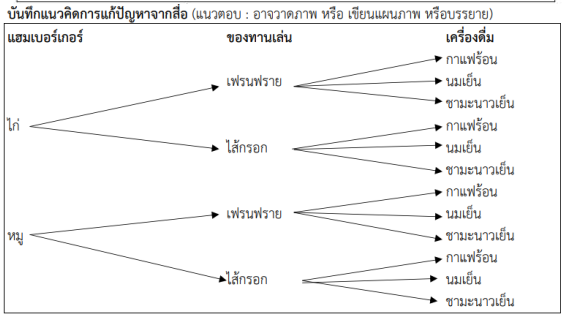
1.1 กระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อ (นำสื่อมาช่วยอย่างไร) โดยใช้บัตรภาพจัดเรียงวิธีที่เป็นไปได้ทั้งหมด

1.2 บันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อ (อาจวาดภาพ หรือ เขียนแผนภาพ หรือบรรยาย)

แบบบันทึกกิจกรรม “BurBing Café”

กระบวนการแก้ปัญหาจากสื่อ แนวตอบ : อาจใช้บัตรภาพจัดเรียงวิธีที่เป็นไปได้ทั้งหมด)

บันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อ (แนวตอบ : อาจวาดภาพ หรือ เขียนแผนภาพ หรือบรรยาย)



2. จากนั้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนภายในกลุ่มเกี่ยวกับแนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ และบันทึกข้อสังเกตหรือประเด็นน่าสนใจเพิ่มเติมจากการอภิปราย

ข้อสังเกต หรือประเด็นน่าสนใจเกี่ยวกับ แนวทางการแก้ปัญหา และการหาคำตอบเกี่ยวกับการเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์หลังจากอภิปรายกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม (35 นาที)

1. ให้เวลาแต่ละกลุ่ม 7 นาที ร่วมกันสรุปแนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งบันทึกวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและสมบูรณ์ (ใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์) ลงในแบบบันทึกกิจกรรม “BurBing Café” ดังนี้

แสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและสมบูรณ์ (ใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์)

ในการเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ จะต้องเลือกองค์ประกอบสามอย่าง คือ ไส้แฮมเบอร์เกอร์ ของทานเล่น และเครื่องดื่ม ดังนี้

เลือกไส้แฮมเบอร์เกอร์ ได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 2 แบบ คือ ไส้หมู และไส้ไก่

เลือกของทานเล่น ได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 2 แบบ คือ เฟรนฟราย และไส้กรอก

เลือกเครื่องดื่มได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 3 แบบ คือ กาแฟร้อน นมเย็น และชามะนาวเย็น

ดังนั้น สามารถเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ได้ทั้งหมด 2 x 2 x 3 = 12 แบบ

2. เมื่อครบกำหนดเวลา ครูให้แต่ละกลุ่ม ออกมานำเสนอแนวทางจากการแก้ปัญหา วิธีแก้ปัญหา การเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์

3. ครูนำสรุป การลำดับการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับวิธีคิดตามสาระสำคัญก่อน ว่าการแก้ปัญหาลักษณะนี้ เปรียบเสมือนการทำงานหรือแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนต่อเนื่องกัน โดยพิจารณาทีละขั้นตอนหรือแต่ละกรณี แล้วค่อยนำวิธีที่ทำได้ทั้งหมดมาคูณกัน จากปัญหาการเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ของน้ำ สามารถสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ได้ ดังนี้

การเลือกไส้แฮมเบอร์เกอร์ โดยเลือก 1 วิธี จากทั้งหมด 2 วิธี ทำได้ 2 วิธี

การเลือกของทานเล่น โดยเลือก 1 วิธี จากทั้งหมด 2 วิธี ทำได้ 2 วิธี

การเลือกเครื่องดื่ม โดยเลือก 1 วิธี จากทั้งหมด 3 วิธี ทำได้ 3 วิธี

ดังนั้น น้ำจึงเลือกสั่งแฮมเบอร์เกอร์ได้ทั้งหมด 2 x 2 x 3 = 12 วิธี

จากนั้นแนะนำว่า ครูจะลองเพิ่มข้อจำกัดหรือเงื่อนไขในการสั่งแฮมเบอร์เกอร์ของน้ำ แล้วลองให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่ม 10 นาที ช่วยกันหาว่า น้ำจะมีวิธีการสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ได้กี่วิธี (กี่แบบ) แต่ละวิธีประกอบด้วยอะไรบ้าง จากคำถามท้ายกิจกรรม ดังนี้

คำถามท้ายกิจกรรม

1. วิธีการเลือกสั่งแฮมเบอร์เกอร์ สามารถเลือกสั่งได้ทั้งหมดกี่วิธี แต่ละวิธีมีอะไรบ้าง

สามารถเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ โดยเลือกองค์ประกอบสามอย่าง ดังนี้

เลือกไส้แฮมเบอร์เกอร์ ได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 2 แบบ คือ ไส้หมู และไส้ไก่

เลือกของทานเล่น ได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 2 แบบ คือ เฟรนฟราย และไส้กรอก

เลือกเครื่องดื่มได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 3 แบบ คือ กาแฟร้อน นมเย็น และชามะนาวเย็น

ดังนั้น สามารถเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ได้ทั้งหมด 2 x 2 x 3 = 12 แบบ คือ

1. แฮมเบอร์เกอร์ไก่,เฟรนฟราย,กาแฟร้อน
2. แฮมเบอร์เกอร์ไก่,เฟรนฟราย,นมเย็น
3. แฮมเบอร์เกอร์ไก่,เฟรนฟราย,ชามะนาวเย็น
4. แฮมเบอร์เกอร์ไก่,ไส้กรอก,กาแฟร้อน
5. แฮมเบอร์เกอร์ไก่,ไส้กรอก,นมเย็น
6. แฮมเบอร์เกอร์ไก่,ไส้กรอก,ชามะนาวเย็น
7. แฮมเบอร์เกอร์หมู,เฟรนฟราย,กาแฟร้อน
8. แฮมเบอร์เกอร์หมู,เฟรนฟราย,นมเย็น
9. แฮมเบอร์เกอร์หมู,เฟรนฟราย,ชามะนาวเย็น
10. แฮมเบอร์เกอร์หมู,ไส้กรอก,กาแฟร้อน
11. แฮมเบอร์เกอร์หมู,ไส้กรอก,นมเย็น
12. แฮมเบอร์เกอร์หมู,ไส้กรอก,ชามะนาวเย็น

2. วิธีการเลือกสั่งแฮมเบอร์เกอร์ ตามเงื่อนไขของน้ำสามารถสั่งได้กี่วิธี แต่ละวิธีมีอะไรบ้าง

สามารถเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ โดยเลือกองค์ประกอบสามอย่าง ที่มีเงื่อนไข คือ ไม่ทานไส้กรอก และไม่ดื่มกาแฟ ดังนี้

เลือกไส้แฮมเบอร์เกอร์ ได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 2 แบบ คือ ไส้หมู และไส้ไก่

เลือกของทานเล่น ได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 1 แบบ คือ เฟรนฟราย

เลือกเครื่องดื่มได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 2 แบบ คือ นมเย็น และชามะนาวเย็น

ดังนั้น สามารถเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ได้ทั้งหมด 2 x 1 x 2 = 4 แบบ คือ

1. แฮมเบอร์เกอร์ไก่,เฟรนฟราย,นมเย็น
2. แฮมเบอร์เกอร์ไก่,เฟรนฟราย,ชามะนาวเย็น
3. แฮมเบอร์เกอร์หมู,เฟรนฟราย,นมเย็น
4. แฮมเบอร์เกอร์หมู,เฟรนฟราย,ชามะนาวเย็น

3. ถ้านักเรียนเป็นน้ำจะเลือกสั่งแฮมเบอร์เกอร์ แบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด โดยตั้งเงื่อนไขของนักเรียนเอง

เงื่อนไขการสั่งแฮมเบอร์เกอร์

วิธีตอบขึ้นกับเงื่อนไขของนักเรียนรายบุคคล

เช่น เงื่อนไข คือ ไม่ทานไส้หมู และไม่ดื่มชามะนาว

วิธีแก้ปัญหา

สามารถเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ โดยเลือกองค์ประกอบสามอย่าง ที่มีเงื่อนไข คือ ไม่ทานไส้หมู และไม่ดื่มชามะนาว ดังนี้

เลือกไส้แฮมเบอร์เกอร์ ได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 1 แบบ คือ ไส้ไก่

เลือกของทานเล่น ได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 2 แบบ คือ เฟรนฟราย และไส้กรอก

เลือกเครื่องดื่มได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 2 แบบ คือ กาแฟร้อน และนมเย็น

ดังนั้น สามารถเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ได้ทั้งหมด $1 \times 2 \times 2 = 4$ แบบ คือ

1. แฮมเบอร์เกอร์ไก่,เฟรนฟราย,กาแฟร้อน
2. แฮมเบอร์เกอร์ไก่,เฟรนฟราย,นมเย็น
3. แฮมเบอร์เกอร์ไก่,ไส้กรอก,กาแฟร้อน
4. แฮมเบอร์เกอร์ไก่,ไส้กรอก,นมเย็น

4. เมื่อครบกำหนดเวลา ครูให้แต่ละกลุ่ม ออกมานำเสนอการตอบคำถามท้ายกิจกรรมของกลุ่มตนเอง

5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดจากการทำกิจกรรม BurBing Café เกี่ยวกับการหาจำนวนวิธีการสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ โดยตั้งคำถาม “จากลำดับการแก้ปัญหาหรือการทำงานทีละขั้นตอนที่มีความต่อเนื่องกัน สามารถหาวิธีการทำงานได้ทั้งหมดอย่างไร” ให้นักเรียนตอบจนได้ข้อสรุป ดังนี้

ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้น

ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น k ขั้นตอน ซึ่งต้องทำต่อเนื่องกัน โดยที่

ขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 สามารถทำขั้นตอนที่ 3 ต่อไปได้ n_3 วิธี

⋮

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ k - 1 สามารถทำขั้นตอนที่ k ต่อไปได้ n_k วิธี

แล้วจะสามารถทำงานนี้ได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2 \times \cdots \times n_k$ วิธี **หลักการดังกล่าว เรียกว่า หลักการคูณ**

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ (10 นาที)

1. ให้นักเรียนนำองค์ความรู้ความคิดรวบยอดที่ได้ในขั้นที่ 3 ไปทำแบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง หลักการคูณโดยครูแจกแบบฝึกหัดและให้เวลาในการทำ 10 นาที ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาการแต่งกาย และตอบคำถาม ดังนี้

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น ..... เลขที่ .....

แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ

คำสั่ง ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา การแต่งกาย และตอบคำถาม

สถานการณ์ปัญหา การแต่งกาย

ในวันหยุดสุดสัปดาห์ น้ำและเพื่อนนัดกันไปเที่ยวคาเฟ่ น้ำจึงเลือกเสื้อผ้าในตู้เพื่อใส่สำหรับไปเที่ยว โดยน้ำได้เลือกเสื้อผ้าที่ชอบไว้จำนวนหนึ่ง และจัดเป็นชุดไว้หลาย ๆ แบบ โดยมีเสื้อ กางเกง และรองเท้าที่เลือกไว้ ดังนี้

1. เสื้อ มีทั้งหมด 4 สี คือ ดำ, น้ำตาล, ฟ้า และขาว
2. กางเกง มี 2 แบบ คือ กางเกงยีนส์ขายาว และกางเกงยีนส์ขาสั้น
3. รองเท้า มี 1 แบบ คือ รองเท้าผ้าใบ

น้ำมีเงื่อนไข คือ 1. ไม่สวมกางเกงยีนส์ขาสั้น และ 2. ไม่สวมเสื้อสีน้ำตาล

1. อยากทราบว่าในการแต่งกายไปเที่ยวครั้งนี้ สามารถเลือกได้ทั้งหมดกี่แบบ แต่ละแบบมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. อยากทราบว่าในการแต่งกายไปเที่ยวครั้งนี้ สามารถเลือกได้ทั้งหมดกี่แบบตามเงื่อนไขที่กำหนด แต่ละแบบมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อครบกำหนดเวลา นักเรียนและครูร่วมกันสรุปคำตอบในแต่ละข้อจากสถานการณ์การแต่งกาย ดังนี้

1. อยากทราบว่าในการแต่งกายไปเที่ยวครั้งนี้ สามารถเลือกได้ทั้งหมดกี่แบบ แต่ละแบบมีอะไรบ้าง

สามารถแต่งกาย โดยเลือกเสื้อ กางเกง กระเป๋า และรองเท้าดังนี้

เลือกเสื้อได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 4 แบบ คือ สีดำ, สีน้ำตาล, สีฟ้า และสีขาว

เลือกกางเกงได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 2 แบบ คือ กางเกงยีนส์ขายาว และกางเกงยีนส์ขาสั้น

เลือกรองเท้าได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 1 แบบ คือ รองเท้าผ้าใบ

ดังนั้น จากหลักการคูณ สามารถแต่งกายได้ทั้งหมด 4 x 2 x 1 = 8 แบบ คือ

1. เสื้อดำ,กางเกงยีนส์ขายาว,รองเท้าผ้าใบ
2. เสื้อน้ำตาล,กางเกงยีนส์ขายาว,รองเท้าผ้าใบ
3. เสื้อฟ้า,กางเกงยีนส์ขายาว,รองเท้าผ้าใบ
4. เสื้อขาว,กางเกงยีนส์ขายาว,รองเท้าผ้าใบ
5. เสื้อดำ,กางเกงยีนส์ขาสั้น,รองเท้าผ้าใบ
6. เสื้อน้ำตาล,กางเกงยีนส์ขาสั้น,รองเท้าผ้าใบ
7. เสื้อฟ้า,กางเกงยีนส์ขาสั้น,รองเท้าผ้าใบ
8. เสื้อขาว,กางเกงยีนส์ขาสั้น,รองเท้าผ้าใบ

2. อยากทราบว่าในการแต่งกายไปเที่ยวครั้งนี้ สามารถเลือกได้ทั้งหมดกี่แบบตามเงื่อนไขที่กำหนด แต่ละแบบมีอะไรบ้าง

สามารถแต่งกาย โดยเลือกเสื้อ กางเกง กระเป๋า และรองเท้า โดยมีเงื่อนไข คือ ไม่สวมกางเกงยีนส์ขาสั้น และไม่สวมเสื้อสีน้ำตาล ดังนี้

เลือกเสื้อได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 3 แบบ คือ สีดำ, สีฟ้า และสีขาว

เลือกกางเกงได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 1 แบบ คือ กางเกงยีนส์ขายาว

เลือกรองเท้าได้ 1 แบบ จากทั้งหมด 1 แบบ คือ รองเท้าผ้าใบ

ดังนั้น จากหลักการคูณ สามารถแต่งกายได้ทั้งหมด 3 x 1 x 1 = 3 แบบ คือ

1. เสื้อดำ,กางเกงยีนส์ขายาว,รองเท้าผ้าใบ
2. เสื้อฟ้า,กางเกงยีนส์ขายาว,รองเท้าผ้าใบ
3. เสื้อขาว,กางเกงยีนส์ขายาว,รองเท้าผ้าใบ

ขั้นสรุป (5 นาที)

1. ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการใช้หลักการคูณ จนนักเรียนสามารถสรุปได้ว่า วิธีการทำงานกรณีที่มีขั้นตอนย่อยและการทำงานในแต่ละขั้นตอนมีความต่อเนื่องกันแล้วจะสามารถทำงานได้ทั้งหมดโดยนำงานแต่ละกรณีมาคูณกัน

2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัย

5. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1. โปสเตอร์รายละเอียดขององค์ประกอบในการเลือกจัดชุดอาหาร
2. แบบบันทึกกิจกรรม “BurBing Café”
3. ลูกเต๋า
4. ไพ่
5. บัตรภาพองค์ประกอบการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์
6. ใบเมนูรายการสั่งแฮมเบอร์เกอร์
7. แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ

6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	การประเมินผล	ผลการประเมิน
นักเรียนสามารถ				
1. เขียนแนวคิดการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้	- การสังเกตจากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน - ตรวจจากแบบบันทึกกิจกรรม	- ใบกิจกรรม	- นักเรียนสามารถเขียนแนวคิดการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้มากกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด	
2. ใช้หลักการคูณในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้	- การสังเกตจากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน - ตรวจจากแบบบันทึกกิจกรรม - ตรวจจากแบบฝึกหัด	- ใบกิจกรรม - แบบฝึกหัด	- นักเรียนสามารถใช้หลักการคูณในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้มากกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด	
3. พูดอธิบายวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้หลักการคูณได้	- การสังเกตจากการสื่อสาร ด้านการพูด ในชั้นเรียน	- แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด	- นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูด ในระดับดี	

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น **หน่วยย่อย เรื่อง หลักการคูณ**

วิชา คณิตศาสตร์ 2 **ระดับชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 4 **แผนการจัดการเรียนรู้ที่** 2

---

1. ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

3. วิธีแก้ไข / ข้อเสนอแนะ

.....

.....

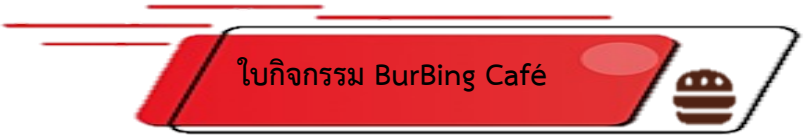
.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวศศิยา หมายมั่น)



คำสั่ง ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา การเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์และดำเนินการตามขั้นตอนการทำกิจกรรม ตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรม “BurBing Café”

อุปกรณ์

1. บัตรภาพองค์ประกอบการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์ ประกอบด้วย ภาพแฮมเบอร์เกอร์ และของทานเล่นชนิดละ 6 ใบ และเครื่องดื่มชนิดละ 4 ใบ
2. ใบเมนูรายการสั่งแฮมเบอร์เกอร์
3. แบบบันทึกกิจกรรม “BurBing Café”

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา
2. ใช้สื่อเพื่อช่วยหาแนวทาง/แนวคิดการแก้ปัญหา
3. นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดจากสื่อ
4. ระหว่างดำเนินกิจกรรม บันทึกกระบวนการแก้ปัญหาลงในแบบบันทึกกิจกรรม
5. แปลงแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาในข้อ 3 และนำเสนอในรูปสัญลักษณ์หรือข้อความทางคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์ (เขียนปัญหาและวิธีแก้ปัญหา)
6. สรุปความคิดรวบยอดที่เกิดจากการแก้สถานการณ์ปัญหา
7. ตอบคำถามท้ายกิจกรรม

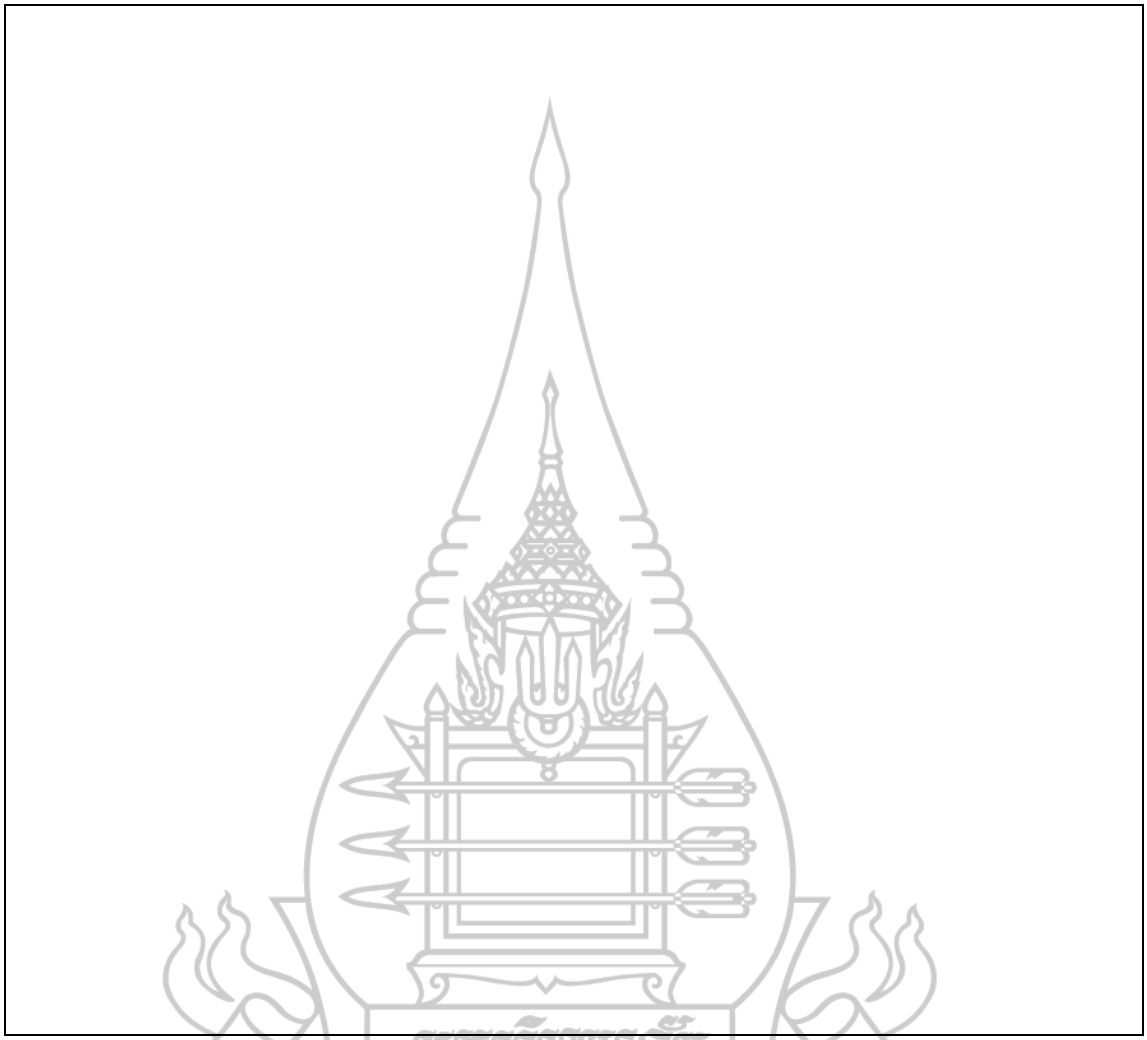
สถานการณ์ปัญหา การเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์

ในวันหยุดสุดสัปดาห์ น้ำและเพื่อนนัดกันไปเที่ยวคาเฟ่ BurBing Café โดยเป็นร้านคาเฟ่แฮมเบอร์เกอร์ เมื่อไปถึงร้าน น้ำและเพื่อนดูเมนูสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์ โดยมีรายละเอียดการสั่งดังนี้ แฮมเบอร์เกอร์ 1 ชุด ราคา 159 บาท ในแต่ละชุดจะต้องเลือกองค์ประกอบสามอย่าง คือ ไส้แฮมเบอร์เกอร์ ของทานเล่น และเครื่องดื่ม ตามเมนูรายการสั่งแฮมเบอร์เกอร์

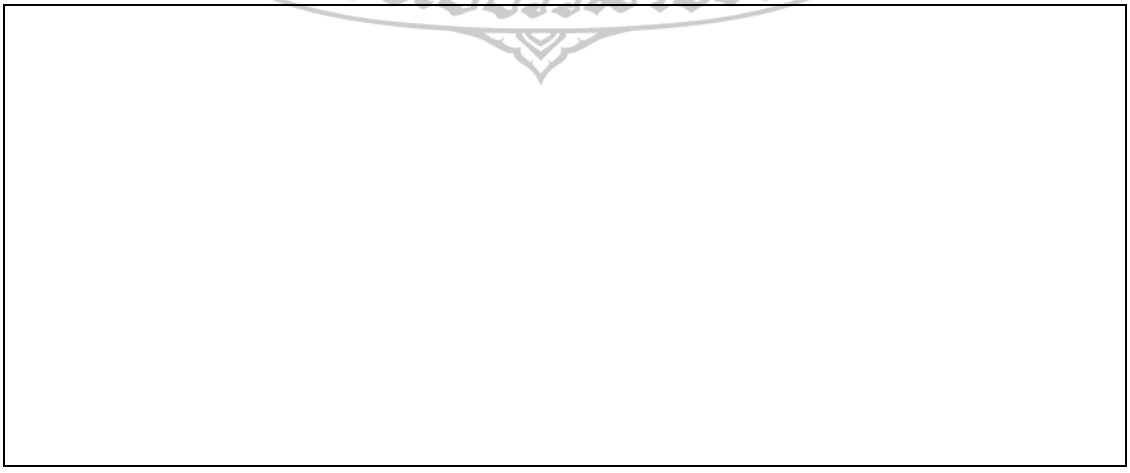
น้ำมีเงื่อนไขในการเลือกชุดแฮมเบอร์เกอร์ คือ 1. น้ำไม่ชอบทานไส้กรอก และ 2. น้ำไม่ดื่มกาแฟ

แบบบันทึกกิจกรรม “BurBing Café”

กระบวนการการแก้ปัญหาจากสื่อ (แนวตอบ : อาจใช้บัตรภาพจัดเรียงวิธีที่เป็นไปได้ทั้งหมด)



บันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาจากสื่อ (แนวตอบ : อาจวาดภาพ หรือ เขียนแผนภาพ หรือบรรยาย)



ข้อสังเกต หรือประเด็นน่าสนใจเกี่ยวกับ แนวทางการแก้ปัญหา และการหาคำตอบเกี่ยวกับการเลือกสั่งชุดแฮมเบอร์เกอร์หลังจากอภิปรายกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม

แสดงวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและสมบูรณ์ (ใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. วิธีการเลือกสั่งแฮมเบอร์เกอร์ สามารถเลือกสั่งได้ทั้งหมดกี่วิธี แต่ละวิธีมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. วิธีการเลือกสั่งแฮมเบอร์เกอร์ ตามเงื่อนไขของน้ำสามารถสั่งได้กี่วิธี แต่ละวิธีมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ถ้านักเรียนเป็นน้ำจะเลือกสั่งแฮมเบอร์เกอร์ แบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด โดยตั้งเงื่อนไขของนักเรียนเองเงื่อนไขการสั่งแฮมเบอร์เกอร์

.....

.....

.....

วิธีแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้น

แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ

คำสั่ง ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา การแต่งกาย และตอบคำถาม

สถานการณ์ปัญหา การแต่งกาย

ในวันหยุดสุดสัปดาห์ น้ำและเพื่อนนัดกันไปเที่ยวคาเฟ่ น้ำจึงเลือกเสื้อผ้าในตู้เพื่อใส่สำหรับไปเที่ยว โดยน้ำได้เลือกเสื้อผ้าที่ชอบไว้จำนวนหนึ่ง และจัดเป็นชุดไว้หลาย ๆ แบบ โดยมีเสื้อ กางเกง และรองเท้าที่เลือกไว้ ดังนี้

1. เสื้อ มีทั้งหมด 4 สี คือ ดำ, น้ำตาล, ฟ้า และขาว
2. กางเกง มี 2 แบบ คือ กางเกงยีนส์ขายาว และกางเกงยีนส์ขาสั้น
3. รองเท้า มี 1 แบบ คือ รองเท้าผ้าใบ

น้ำมีเงื่อนไข คือ 1. ไม่สวมกางเกงยีนส์ขาสั้น และ 2. ไม่สวมเสื้อสีน้ำตาล

1. อยากทราบว่าในการแต่งกายไปเที่ยวครั้งนี้ สามารถเลือกได้ทั้งหมดกี่แบบ แต่ละแบบมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. อยากทราบว่าในการแต่งกายไปเที่ยวครั้งนี้ สามารถเลือกได้ทั้งหมดกี่แบบตามเงื่อนไขที่กำหนด แต่ละแบบมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

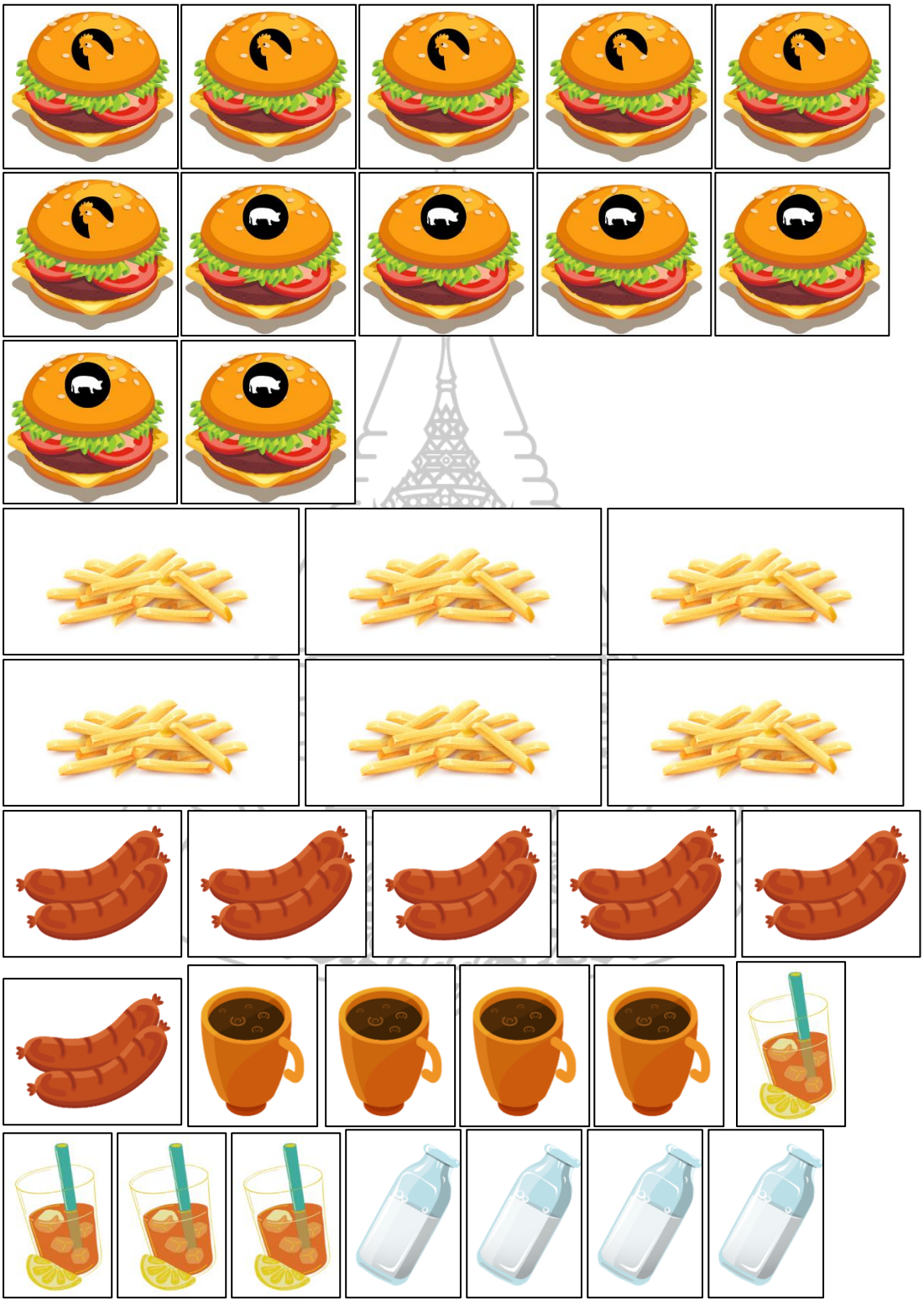
.....

โปสเตอร์รายละเอียดขององค์ประกอบในการเลือกจัดชุดอาหาร

ใบเมนูรายการอาหาร

บัตรภาพองค์ประกอบการจัดชุดแฮมเบอร์เกอร์

ประกอบด้วย ภาพแฮมเบอร์เกอร์ และของทานเล่นชนิดละ 6 ใบ และเครื่องดื่มชนิดละ 4 ใบ



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- แบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียน
- แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน
- แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ฉบับที่ 1 โดยนักเรียนประเมินสมาชิกในกลุ่ม
- แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ฉบับที่ 1 โดยครูประเมินนักเรียน
- แบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 1
- แบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนแบบอัตนัย ฉบับหลังเรียน

แบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียน โดยผู้สอน และผู้สังเกตเป็นผู้บันทึก

ชื่อผู้วิจัย นางสาวศศิยา หมายมั่น **ชื่อผู้สังเกต** .....

วงจรปฏิบัติการที่ ..... **แผนการจัดการเรียนรู้ที่**..... **เรื่อง**.....

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

คำชี้แจง แบบบันทึกพฤติกรรมการสอนของครูในชั้นเรียนของผู้วิจัยชุดนี้ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการสอนของผู้วิจัยในขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้สอน และผู้สังเกตเป็นผู้บันทึกเหตุการณ์ เพื่อเป็นข้อมูลสะท้อนผลการปฏิบัติเมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

1. ขั้นนำ

- สถานการณ์ที่ครูใช้ สามารถจูงใจนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร รวมถึงเห็นวิธีการอื่นที่ใช้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

- ครูนำเข้าสู่บทเรียนเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่จะเรียนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2. ขั้นสอน

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์

- ครูชี้แจงการทำกิจกรรม และแนะนำการใช้สื่อประกอบการหาแนวทางแก้ปัญหาอย่างชัดเจน เข้าใจง่าย จนนักเรียนสามารถทำกิจกรรมด้วยตนเองได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- ครูเตรียมสื่อและอำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมด้วยตนเองอย่างมากที่สุดหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย

- ครูกระตุ้นให้นักเรียนใช้สื่อในการช่วยหาแนวทางในการแก้ปัญหา บันทึกสิ่งที่ได้จากการใช้สื่อลงในแบบบันทึกกิจกรรม และร่วมแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่มหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม

- ครูกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันบันทึกวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและสมบูรณ์ (ใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์) ลงในแบบบันทึกกิจกรรมหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- ครูกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการนำเสนอของกลุ่มตนเองหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- ครูนำสรุปวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและสมบูรณ์ (ใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์) ได้และอธิบายการเพิ่มข้อจำกัดหรือเงื่อนไขในสถานการณ์ปัญหา อย่างชัดเจน และเข้าใจง่ายหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- ครูร่วมสรุปความคิดรวบยอดจากการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ข้อสรุปเป็นหลักการหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ

- ครูชี้แจงการทำแบบฝึกหัด เตรียมสื่อและอำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองอย่างมากที่สุดหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- ครูร่วมสรุปคำตอบจากการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาใหม่กับนักเรียน โดยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3. ขั้นสรุป

- ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับวิธีการใช้หลักการในสาระสำคัญ พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนถามข้อสงสัยหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้สังเกต

(.....)

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

แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน โดยผู้สอน และผู้สังเกตเป็นผู้บันทึก

ชื่อผู้วิจัย นางสาวศศิยา หมายมั่น **ชื่อผู้สังเกต** .....

วงจรปฏิบัติการที่ ..... **แผนการจัดการเรียนรู้ที่**..... **เรื่อง**.....

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

คำชี้แจง แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนของผู้วิจัยชุดนี้ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้สอนและผู้สังเกต เป็นผู้บันทึกเหตุการณ์ เพื่อเป็นข้อมูลสะท้อนผลการปฏิบัติเมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

1. ขั้นนำ

- นักเรียนให้ความสนใจ และมีส่วนร่วมในขั้นนำหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2. ขั้นสอน

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์

- นักเรียนได้อ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง พร้อมทั้งใช้สื่อ ช่วยหาแนวทางในการแก้ปัญหาหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนคิดจากการสังเกต และอภิปราย

- นักเรียนสามารถใช้สื่อ หาแนวทาง/แนวคิดการแก้ปัญหา และบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- นักเรียนสามารถบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดจากสื่อ ลงในแบบบันทึกกิจกรรมหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับแนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาจากสถานการณ์ และบันทึกข้อสังเกตหรือประเด็นน่าสนใจเพิ่มเติมจากการอภิปรายหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม

- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันบันทึกวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและสมบูรณ์ (ใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์) ลงในแบบบันทึกกิจกรรมหรือไม่ สอดคล้องกับแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

- นักเรียนในแต่ละกลุ่ม ออกมานำเสนอแนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน และทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการนำเสนอหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- เมื่อเพิ่มข้อจำกัดหรือเงื่อนไขในสถานการณ์ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถแก้ปัญหา และตอบคำถามท้ายกิจกรรม พร้อมทั้งนำเสนอการตอบคำถามดังกล่าวหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- นักเรียนร่วมสรุปความคิดรวบยอดจากการทำกิจกรรมกับครู จนได้ข้อสรุปเป็นหลักการหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นทดลองปฏิบัติ

- นักเรียนสามารถนำองค์ความรู้ความคิดรวบยอดที่ได้ในขั้นที่ 3 ไปวิเคราะห์และแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาใหม่ พร้อมทั้งตอบคำถามในแบบฝึกหัดหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- นักเรียนสามารถสรุปคำตอบในแต่ละข้อจากสถานการณ์ปัญหาใหม่ กับครูหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3. ขั้นสรุป

- นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับวิธีการใช้หลักการในสาระสำคัญ หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้สังเกต

(.....)

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

มหาวิทยาลัย
สโขทัยธรรมาธิราช

แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ฉบับที่ 1
โดยนักเรียนประเมินสมาชิกในกลุ่ม

วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง หลักการบวก

ชื่อผู้ประเมิน .....

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

คำชี้แจง แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดชุดนี้ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในขณะเรียน โดยนักเรียนประเมินสมาชิกภายในกลุ่ม เพื่อเป็นข้อมูลสะท้อนผลการปฏิบัติเมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องให้ตรงกับระดับคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับคะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏ
4 (ดีมาก)	พูดอธิบายความคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ โดยใช้หลักการบวกที่ถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน และมีรายละเอียดครบถ้วน
3 (ดี)	พูดอธิบายความคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ โดยใช้หลักการบวกที่ถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจนบางประเด็น แต่ขาดรายละเอียดที่ครบถ้วนบางประเด็น
2 (พอใช้)	พูดอธิบายความคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ โดยใช้หลักการบวก นำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนเป็นลำดับขั้นตอนได้บางประเด็น และมีรายละเอียดไม่ชัดเจน
1 (ปรับปรุง)	พูดอธิบายความคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ โดยใช้หลักการบวก และนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนไม่ถูกต้อง

ชื่อผู้ถูกประเมิน คนที่ 1 .....

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	1	2	3	4
1.นักเรียนพูดอธิบายความคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของตนเองให้เพื่อนเข้าใจง่าย และถูกต้อง				
2.นักเรียนพูดอธิบายขั้นตอนในการหาจำนวนวิธีในการเดินทาง โดยใช้หลักการบวกอย่างเป็นลำดับขั้นตอน				
3. นักเรียนนำเสนอ แนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของกลุ่มตนเอง ให้กลุ่มอื่นเข้าใจ เป็นลำดับขั้นตอน ถูกต้องและชัดเจน				

4. นักเรียนพูดอธิบายการหาจำนวนวิธีการเดินทาง เมื่อมีข้อกำจัดหรือเงื่อนไขเพิ่มเติม และอธิบายเหตุผลในการได้คำตอบโดยอ้างอิงหลักการบวกให้เพื่อนเข้าใจ				
5. นักเรียนสรุปวิธีการหาจำนวนวิธีในการเดินทาง และสาระสำคัญเกี่ยวกับหลักการบวกให้เพื่อนเข้าใจ และเป็นลำดับขั้นตอน				
6. นักเรียนพูดอธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้หลักการบวก อย่างเป็นลำดับขั้นตอน				
รวมคะแนน				

ชื่อผู้ถูกประเมิน คนที่ 2 .....

ประเด็นที่ประเมิน	**ระดับคะแนน**			
	1	**2**	**3**	**4**
1.นักเรียนพูดอธิบายความคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของตนเองให้เพื่อนเข้าใจง่าย และถูกต้อง				
2.นักเรียนพูดอธิบายขั้นตอนในการหาจำนวนวิธีในการเดินทาง โดยใช้หลักการบวก อย่างเป็นลำดับขั้นตอน				
3. นักเรียนนำเสนอ แนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของกลุ่มตนเอง ให้กลุ่มอื่นเข้าใจ เป็นลำดับขั้นตอน ถูกต้องและชัดเจน				
4. นักเรียนพูดอธิบายการหาจำนวนวิธีการเดินทาง เมื่อมีข้อกำจัดหรือเงื่อนไขเพิ่มเติม และอธิบายเหตุผลในการได้คำตอบโดยอ้างอิงหลักการบวกให้เพื่อนเข้าใจ				
5. นักเรียนสรุปวิธีการหาจำนวนวิธีในการเดินทาง และสาระสำคัญเกี่ยวกับหลักการบวกให้เพื่อนเข้าใจ และเป็นลำดับขั้นตอน				
6. นักเรียนพูดอธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้หลักการบวก อย่างเป็นลำดับขั้นตอน				
รวมคะแนน				

ชื่อผู้ถูกประเมิน คนที่ 3 .....

ประเด็นที่ประเมิน	**ระดับคะแนน**			
	1	**2**	**3**	**4**
1.นักเรียนพูดอธิบายความคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของตนเองให้เพื่อนเข้าใจง่าย และถูกต้อง				

2.นักเรียนพูดอธิบายขั้นตอนในการหาจำนวนวิธีในการเดินทาง โดยใช้หลักการบวกอย่างเป็นลำดับขั้นตอน				
3. นักเรียนนำเสนอ แนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของกลุ่มตนเอง ให้กลุ่มอื่นเข้าใจ เป็นลำดับขั้นตอน ถูกต้องและชัดเจน				
4. นักเรียนพูดอธิบายการหาจำนวนวิธีการเดินทาง เมื่อมีข้อกำจัดหรือเงื่อนไขเพิ่มเติม และอธิบายเหตุผลในการได้คำตอบโดยอ้างอิงหลักการบวกให้เพื่อนเข้าใจ				
5. นักเรียนสรุปวิธีการหาจำนวนวิธีในการเดินทาง และสาระสำคัญเกี่ยวกับหลักการบวกให้เพื่อนเข้าใจ และเป็นลำดับขั้นตอน				
6. นักเรียนพูดอธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้หลักการบวกอย่างเป็นลำดับขั้นตอน				
รวมคะแนน				

ชื่อผู้ถูกประเมิน คนที่ 4 .....

ประเด็นที่ประเมิน	**ระดับคะแนน**			
	1	**2**	**3**	**4**
1.นักเรียนพูดอธิบายความคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของตนเองให้เพื่อนเข้าใจง่าย และถูกต้อง				
2.นักเรียนพูดอธิบายขั้นตอนในการหาจำนวนวิธีในการเดินทาง โดยใช้หลักการบวกอย่างเป็นลำดับขั้นตอน				
3. นักเรียนนำเสนอ แนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของกลุ่มตนเอง ให้กลุ่มอื่นเข้าใจ เป็นลำดับขั้นตอน ถูกต้องและชัดเจน				
4. นักเรียนพูดอธิบายการหาจำนวนวิธีการเดินทาง เมื่อมีข้อกำจัดหรือเงื่อนไขเพิ่มเติม และอธิบายเหตุผลในการได้คำตอบโดยอ้างอิงหลักการบวกให้เพื่อนเข้าใจ				
5. นักเรียนสรุปวิธีการหาจำนวนวิธีในการเดินทาง และสาระสำคัญเกี่ยวกับหลักการบวกให้เพื่อนเข้าใจ และเป็นลำดับขั้นตอน				
6. นักเรียนพูดอธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้หลักการบวกอย่างเป็นลำดับขั้นตอน				
รวมคะแนน				

แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยครูประเมินนักเรียน

วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง หลักการบวก

ชื่อผู้ประเมิน .....

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

คำชี้แจง แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดชุดนี้ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในขณะเรียน โดยครูประเมินนักเรียน เพื่อเป็นข้อมูลสะท้อนผลการปฏิบัติเมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องให้ตรงกับระดับคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับคะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏ
4 (ดีมาก)	พูดอธิบายความคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน และมีรายละเอียดครบถ้วน
3 (ดี)	พูดอธิบายความคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจนบางประเด็น แต่ขาดรายละเอียดที่ครบถ้วนบางประเด็น
2 (พอใช้)	พูดอธิบายความคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ นำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนเป็นลำดับขั้นตอนได้บางประเด็น และมีรายละเอียดไม่ชัดเจน
1 (ปรับปรุง)	พูดอธิบายความคิดตนเองให้เพื่อนเข้าใจ โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนไม่ถูกต้อง

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน	เลขที่									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.นักเรียนพูดอธิบายความคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของตนเองให้เพื่อนเข้าใจง่าย และถูกต้อง	1										
	2										
	3										
	4										
	1										
	2										

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน	เลขที่									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.นักเรียนพูดอธิบายขั้นตอนในการหาจำนวนวิธีในการเดินทาง โดยใช้หลักการบวกอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	3										
	4										
3. นักเรียนนำเสนอ แนวทางจากการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาการเดินทางของกลุ่มตนเอง ให้กลุ่มอื่นเข้าใจ เป็นลำดับขั้นตอน ถูกต้องและชัดเจน	1										
	2										
	3										
	4										
4. นักเรียนพูดอธิบายการหาจำนวนวิธีการเดินทาง เมื่อมีข้อกำจัดหรือเงื่อนไขเพิ่มเติม และอธิบายเหตุผลในการได้คำตอบโดยอ้างอิงหลักการบวกให้เพื่อนเข้าใจ	1										
	2										
	3										
	4										
5. นักเรียนสรุปวิธีการหาจำนวนวิธีในการเดินทาง และสาระสำคัญเกี่ยวกับหลักการบวกให้เพื่อนเข้าใจ และเป็นลำดับขั้นตอน	1										
	2										
	3										
	4										
6. นักเรียนพูดอธิบายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้หลักการบวกอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	1										
	2										
	3										
	4										
รวมคะแนน											

แบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบ จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 20 นาที

2. ให้นักเรียนสามารถเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด และนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

3. ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน จะพิจารณาลักษณะความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ตามตัวชี้วัด ดังนี้

3.1 การเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

3.2 การอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด

3.3 การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

ข้อ 1 ทานตะวันต้องการเลือกเดินทางไปเที่ยวในภาคเหนือ ภาคตะวันออก หรือภาคใต้เพียง 1 ภาค ในช่วงวันหยุด ถ้าในภาคเหนือมีที่พักให้เลือกได้ 5 แห่ง ภาคตะวันออกมีที่พักให้เลือกได้ 2 แห่ง และภาคใต้มีที่พักให้เลือก 2 แห่ง ถามว่า ทานตะวันสามารถเลือกที่พักในการไปเที่ยวครั้งนี้ได้อย่างไร จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกที่พักในปัญหา

2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวก

ข้อ 2 เส้นทางจากบ้านแก้มไปห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งสามารถเดินทางได้หลายรูปแบบ และมีค่าใช้จ่ายแตกต่างกัน ดังนี้

1. นั่งวินมอเตอร์ไซด์ ราคา 20 บาท
2. นั่งรถเมล์ ราคา 16 บาท
3. นั่งแท็กซี่ ราคา 40 บาท
4. นั่งรถไฟฟ้า ราคา 24 บาท

อยากทราบว่า ถ้าแม่ให้เงินแก้ม 20 บาท เพื่อใช้ในการเดินทาง แก้มจะสามารถเดินทางจากบ้านไปห้างสรรพสินค้าได้อย่างไร จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการเดินทางในปัญหา
2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวก

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

ข้อ 3 พิมมีหนังสือการ์ตูนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 6 เล่ม หนังสือการ์ตูนเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ 3 เล่ม และหนังสือการ์ตูนภาษาอังกฤษ 3 เล่ม ถ้าเพื่อนขอยืมหนังสือการ์ตูนของพิม เพื่อนจะยืมได้ทั้งหมดอย่างไร โดยมีข้อกำจัดว่าพิมให้ยืมครั้งละ 1 เล่ม และเพื่อนไม่อ่านหนังสือการ์ตูนภาษาอังกฤษ จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกหนังสือในปัญหา

2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวก

ข้อ 4 นุกไปทานข้าวร้านอาหารแห่งหนึ่ง ในแต่ละวันร้านจะทำอาหารไม่เหมือนกันขึ้นกับวัตถุดิบในแต่ละวัน โดยในวันที่นุกไปทางร้านมีวัตถุดิบ 3 อย่าง คือ กุ้ง หมู และหอย และทางร้านได้นำวัตถุดิบมาทำเมนู ดังนี้

1. วัตถุดิบ กุ้ง คือ เมนูกุ้งผัดผงกะหรี่ และกุ้งแช่น้ำปลา
2. วัตถุดิบ หมู คือ เมนูหมูทอดกระเทียม หมูผัดพริกสด และหมูกรอบซอสน้ำปลา
3. วัตถุดิบ หอย คือ เมนูหอยทอด และยำหอยนางรม

เนื่องจากนุกไม่ทานกระเทียม และหอยนางรม อยากทราบว่านุกสามารถสั่งเมนูอาหารได้ทั้งหมดกี่แบบ อย่างไร จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการสั่งเมนูอาหารในปัญหา
2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวก

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

ข้อ 5 น้าของนุ่นไปเที่ยวต่างประเทศ และได้ซื้อของมาฝากนุ่น ดังนี้ คุกกี้ 3 แบบ ลูกอม 3 แบบ พวงกุญแจ 3 อัน กระเป๋า 2 ใบ และกระปุกน้ำ 4 อัน ของแต่ละแบบแตกต่างกันทั้งหมด นุ่นได้ของฝากจากน้าทั้งหมดกี่อย่าง และสามารถนำของไปแบ่งเพื่อนทานที่โรงเรียนได้ทั้งหมดกี่แบบ อย่างไร จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการนำของไปแบ่งเพื่อนในปัญหา

2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวก

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

1. การเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3 (ดีมาก)	เขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายได้เหมาะสมทั้งหมด
2 (ดี)	เขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายได้เหมาะสมเกือบทั้งหมด
1 (พอใช้)	เขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายได้เหมาะสมบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	ไม่มีการเขียน หรือ เขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายไม่เหมาะสมทั้งหมด

2. การอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3 (ดีมาก)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดได้ถูกต้องหรือชัดเจนทั้งหมด
2 (ดี)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดได้ถูกต้องหรือชัดเจนเกือบทั้งหมด
1 (พอใช้)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดได้ถูกต้องหรือชัดเจนบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	ไม่มีการเขียน หรือ เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดไม่ถูกต้องหรือไม่ชัดเจนทั้งหมด

3. การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3 (ดีมาก)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้ทั้งหมด
2 (ดี)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้เกือบทั้งหมด
1 (พอใช้)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้บางส่วน
0 (ปรับปรุง)	ไม่มีการเขียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

เฉลยแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ฉบับที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 20 นาที

2. ให้นักเรียนสามารถเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด และนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

3. ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน จะพิจารณาลักษณะความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ตามตัวชี้วัด ดังนี้

3.1 การเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

3.2 การอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด

3.3 การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

ข้อ 1 ทานตะวันต้องการเลือกเดินทางไปเที่ยวในภาคเหนือ ภาคตะวันออก หรือภาคใต้เพียง 1 ภาค ในช่วงวันหยุด ถ้าในภาคเหนือมีที่พักให้เลือกได้ 5 แห่ง ภาคตะวันออกมีที่พักให้เลือกได้ 2 แห่ง และภาคใต้มีที่พักให้เลือก 2 แห่ง ถามว่า ทานตะวันสามารถเลือกที่พักในการไปเที่ยวครั้งนี้ได้อย่างไร จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกที่พักในปัญหา

2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวก

วิธีทำ 1.

ภาคเหนือ	ภาคตะวันออก	ภาคใต้
1	1	1
2	2	2
3		
4		
5		

2. ในการเลือกที่พัก ในภาคต่าง ๆ สามารถทำได้ดังนี้

1. ภาคเหนือมีที่พักให้เลือก 5 แห่ง สามารถเลือกที่พักได้ 5 แบบ

2. ภาคตะวันออกมีที่พักให้เลือกได้ 2 แห่ง สามารถเลือกที่พักได้ 2 แบบ

3. ภาคใต้มีที่พักให้เลือก 2 แห่ง สามารถเลือกที่พักได้ 2 แบบ

ดังนั้น จากหลักการบวก สามารถเลือกที่พักได้ทั้งหมด 5 + 2 + 2 = 9 แบบ

ตอบ ทานตะวันสามารถเลือกที่พักได้ทั้งหมด 5 แบบ

ข้อ 2 เส้นทางจากบ้านแก้มไปห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งสามารถเดินทางได้หลายรูปแบบ และมีค่าใช้จ่ายแตกต่างกัน ดังนี้

1. นั่งวินมอเตอร์ไซด์ ราคา 20 บาท
2. นั่งรถเมล์ ราคา 16 บาท
3. นั่งแท็กซี่ ราคา 40 บาท
4. นั่งรถไฟฟ้า ราคา 24 บาท

อยากทราบว่า ถ้าแม่ให้เงินแก้ม 20 บาท เพื่อใช้ในการเดินทาง แก้มจะสามารถเดินทางจากบ้านไปห้างสรรพสินค้าได้อย่างไร จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการเดินทางในปัญหา

2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวก

วิธีทำ 1.

มอเตอร์ไซด์	รถเมล์	แท็กซี่	รถไฟฟ้า
ราคา 20 บาท	ราคา 16 บาท	ราคา 40 บาท	ราคา 24 บาท

2. ในการเลือกวิธีการเดินทาง ที่ราคาไม่เกิน 20 บาท สามารถเลือกได้ดังนี้

1. นั่งวินมอเตอร์ไซด์ ราคา 20 บาท
2. นั่งรถเมล์ ราคา 16 บาท

ดังนั้น จากหลักการบวก สามารถเลือกวิธีการเดินทาง ที่ราคาไม่เกิน 20 บาท ได้ทั้งหมด 1 + 1 = 2 วิธี

ตอบ แก้มสามารถเลือกวิธีการเดินทางได้ทั้งหมด 2 วิธี

ข้อ 3 พิมมีหนังสือการ์ตูนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 6 เล่ม หนังสือการ์ตูนเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ 3 เล่ม และหนังสือการ์ตูนภาษาอังกฤษ 3 เล่ม ทุกเล่มแตกต่างกันทั้งหมด ถ้าเพื่อนขอยืมหนังสือการ์ตูนของพิม เพื่อนจะยืมได้ทั้งหมดอย่างไร โดยมีข้อกำจัดว่าพิมให้ยืมครั้งละ 1 เล่ม และเพื่อนไม่อ่านหนังสือการ์ตูนภาษาอังกฤษ

จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกหนังสือในปัญหา

2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวก

วิธีทำ 1.

การ์ตูนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	หนังสือการ์ตูนเกี่ยวกับประวัติศาสตร์	หนังสือการ์ตูนภาษาอังกฤษ
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4		
5		
6		

2. ในการเลือกหนังสือให้เพื่อนยืม โดยเพื่อนไม่อ่านหนังสือการ์ตูนภาษาอังกฤษ สามารถเลือกได้ดังนี้

1. หนังสือการ์ตูนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 6 เล่ม สามารถเลือกได้ 6 วิธี

2. หนังสือการ์ตูนเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ 3 เล่ม สามารถเลือกได้ 3 วิธี

ดังนั้น จากหลักการบวก สามารถเลือกหนังสือให้เพื่อนยืมได้ทั้งหมด 6 + 3 = 9 วิธี

ตอบ พิมสามารถเลือกหนังสือให้เพื่อนยืมได้ทั้งหมด 9 วิธี

ข้อ 4 นุกไปทานข้าวร้านอาหารแห่งหนึ่ง ในแต่ละวันร้านจะทำอาหารไม่เหมือนกันขึ้นกับวัตถุดิบในแต่ละวัน โดยในวันที่นุกไปทางร้านมีวัตถุดิบ 3 อย่าง คือ กุ้ง หมู และหอย และทางร้านได้นำวัตถุดิบมาทำเมนู ดังนี้

1. วัตถุดิบ กุ้ง คือ เมนูกุ้งผัดผงกะหรี่ และกุ้งแช่น้ำปลา

2. วัตถุดิบ หมู คือ เมนูหมูทอดกระเทียม หมูผัดพริกสด และหมูกรอบซอสน้ำปลา

3. วัตถุดิบ หอย คือ เมนูหอยแมลงภู่ทอด และยำหอยนางรม

เนื่องจากนุกไม่ทานกระเทียม และหอยนางรม อยากทราบว่านุกสามารถสั่งเมนูอาหารได้ทั้งหมดกี่แบบ อย่างไร

จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการสั่งเมนูอาหารในปัญหา

2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวก

วิธีทำ 1.

กุ้ง	หมู	หอย
กุ้งผัดผงกะหรี่	หมูทอดกระเทียม	หอยแมลงภู่ทอด
กุ้งแช่น้ำปลา	หมูผัดพริกสด	ยำหอยนางรม
	หมูกรอบซอสน้ำปลา	

2. ในการเลือกสั่งอาหารของนุก โดยที่นุกไม่ทานกระเทียม และหอยนางรม สามารถเลือกสั่งอาหารได้ดังนี้

1. วัตถุดิบ กุ้ง มีเมนูกุ้งผัดผงกะหรี่ และกุ้งแช่น้ำปลา สามารถสั่งได้ 2 แบบ

2. วัตถุดิบ หมู มีเมนูหมูผัดพริกสด และหมูกรอบซอสน้ำปลา สามารถสั่งได้ 2 แบบ

3. วัตถุดิบ หอย คือ เมนูหอยแมลงภู่ทอด สามารถสั่งได้ 1 แบบ

ดังนั้น จากหลักการบวก สามารถเลือกสั่งอาหารได้ทั้งหมด 2 + 2 + 1 = 5 แบบ

ตอบ นุกสามารถเลือกสั่งอาหารได้ทั้งหมด 5 แบบ

ข้อ 5 น้าของนุ่นไปเที่ยวต่างประเทศ และได้ซื้อของมาฝากนุ่น ดังนี้ คุกกี้ 3 แบบ ลูกอม 3 แบบ พวงกุญแจ 3 อัน กระเป๋า 2 ใบ และกระปุกน้ำ 4 อัน ของแต่ละแบบแตกต่างกันทั้งหมด นุ่นได้ของฝากจากน้าทั้งหมดกี่อย่าง และสามารถนำของไปแบ่งเพื่อนทานที่โรงเรียนได้ทั้งหมดกี่แบบอย่างไร จากปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงใช้แผนภาพหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ/ข้อมูลเกี่ยวกับการนำของไปแบ่งเพื่อนในปัญหา

2. จงแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้ เรื่อง หลักการบวก

วิธีทำ

1.

คุกกี้	ลูกอม	พวงกุญแจ	กระเป๋า	กระปุกน้ำ
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3		3
				4

2. จากของที่น้าซื้อมาฝาก ประกอบด้วย ดังนี้ คุกกี้ 3 แบบ ลูกอม 3 แบบ พวงกุญแจ 3 อัน กระเป๋า 2 ใบ และกระปุกน้ำ 4 อัน

ดังนั้น จากหลักการบวก นุ่นได้ของฝากจากน้าทั้งหมด 3 + 3 + 3 + 2 + 4 = 15 อย่าง

ในการเลือกของฝากจากน้าไปแบ่งเพื่อนทานที่โรงเรียน สามารถเลือกได้ดังนี้

1. คุกกี้ 3 แบบ สามารถเลือกได้ 3 วิธี

2. ลูกอม 3 แบบ สามารถเลือกได้ 3 วิธี

ดังนั้น จากหลักการบวก สามารถเลือกของฝากจากน้าไปแบ่งเพื่อนทานที่โรงเรียนได้ทั้งหมด 3 + 3 = 6 วิธี

ตอบ นุ่นได้ของฝากจากน้าทั้งหมด 15 อย่าง และเลือกของฝากจากน้าไปแบ่งเพื่อนทานที่โรงเรียนได้ทั้งหมด 6วิธี

แบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ด้านการเขียน แบบอัตนัย ฉบับหลังเรียน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 50 นาที

2. ให้นักเรียนสามารถเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด และนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

3. ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน จะพิจารณาลักษณะความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ตามตัวชี้วัด ดังนี้

3.1 การเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

3.2 การอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด

3.3 การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

ข้อ 1 ข้าวปั้นไปร้านขนมไทย ที่ร้านขนมไทยจัดขนมแยกเป็นขนมไทย 4 ภาค ดังนี้

ภาคเหนือ มีขนมข้าวแต๋น ข้าวเหนียวแดง และขนมเทียน

ภาคกลาง มีขนมลูกชุบ กลีบลำดวน ฝอยทอง และทองหยิบ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีขนมบายมะขาม และข้าวโป่ง

ภาคใต้ มีขนมลา ขนมไข่ปลา และขนมพอง

ถ้าข้าวปั้นต้องการซื้อขนมที่มีส่วนประกอบของข้าว ข้าวปั้นจะเลือกซื้อขนมได้ตามความต้องการอย่างไร

ข้อ 2 ร้านไอศกรีมสเวนเซ่น จัดโปรโมชั่น Strawberry Bunny Land 2023 สำหรับเมนู สตรอว์เบอร์รีบันนี่ ซันเด ฟูลเซต ประกอบด้วยไอศกรีม 3 ลูก ซอสสตรอว์เบอร์รี และสตรอว์เบอร์รีสด โดยลูกค้าสามารถเลือกรสชาติ 3 ลูกเองได้ จากรสชาติทั้งหมด ดังนี้

ที่มา : https://www.hotpro.today/fpdetails.php

<u>เมนูหลัก</u>

1. สตรอว์เบอร์รีซอร์เบท์
2. สตรอว์เบอร์รี แบล็คแอนด์พิงก์
3. สตรอว์เบอร์รี มัทฉะ ไดฟุกุ

อยากทราบว่า ปีใหม่จะเลือกสั่งรสชาติไอศกรีมที่แตกต่างกันได้ทั้งหมดกี่แบบ อย่างไร

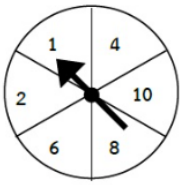
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ข้อ 3 จอยมีเสื้อ 5 ตัว เป็นเสื้อสีขาว 2 ตัว สีน้ำเงิน 1 ตัว สีเขียว 1 ตัว สีดำ 1 ตัว มีกางเกง 4 ตัว เป็นกางเกงสีน้ำเงิน 1 ตัว สีดำ 2 ตัว สีขาว 1 ตัว โดยแต่ละตัวแตกต่างกันทั้งหมด จะมีวิธีแต่งตัวโดยเลือกใส่เสื้อและกางเกงต่างสีกันได้ทั้งหมดอย่างไร

ข้อ 4 ร้านขายเครื่องสำอางแห่งหนึ่ง ต้องการจัดลิปสติกวางบนชั้น โดยมีลิปสติกยี่ห้อ4u2 จำนวน 3 แท่ง ยี่ห้อMaybelline จำนวน 4 แท่ง ยี่ห้อcute press จำนวน 2 แท่ง และยี่ห้อMac จำนวน 3 แท่ง ที่แตกต่างกัน อยากทราบว่า ร้านจะจัดลิปสติกวางบนชั้นได้กี่แบบ อย่างไร (คำตอบอยู่ในรูปแฟคทอเรียล)

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

ข้อ 5 งานวันเด็กแห่งหนึ่ง มีเกมเสี่ยงโชคด้วยการใช้วงล้อ ถ้าผู้เล่นหยิบไพ่ 1 ใบใน 1 สำรับ (52 ใบ) แล้วได้ไพ่สีดำ จะได้หมุนวงล้อ ซึ่งแสดงได้ดังรูป



ผู้เล่นจะได้รับรางวัล เมื่อหมุนวงล้อได้เลขคู่ ถ้าต้นหลิวเล่นเกม 1 ครั้ง ความเป็นไปได้ที่ต้นหลิวจะได้รับรางวัลเป็นอย่างไร

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

1. การเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3 (ดีมาก)	เขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายได้เหมาะสมทั้งหมด
2 (ดี)	เขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายได้เหมาะสมเกือบทั้งหมด
1 (พอใช้)	เขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายได้เหมาะสมบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	ไม่มีการเขียน หรือ เขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายไม่เหมาะสมทั้งหมด

2. การอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3 (ดีมาก)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดได้ถูกต้องหรือชัดเจนทั้งหมด
2 (ดี)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดได้ถูกต้องหรือชัดเจนเกือบทั้งหมด
1 (พอใช้)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดได้ถูกต้องหรือชัดเจนบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	ไม่มีการเขียน หรือ เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดไม่ถูกต้องหรือไม่ชัดเจนทั้งหมด

3. การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3 (ดีมาก)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้ทั้งหมด
2 (ดี)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้เกือบทั้งหมด
1 (พอใช้)	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอนได้บางส่วน
0 (ปรับปรุง)	ไม่มีการเขียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

เฉลยแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ด้านการเขียน แบบอัตนัย ฉบับหลังเรียน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 50 นาที

2. ให้นักเรียนสามารถเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด และนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

3. ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน จะพิจารณาลักษณะ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ตามตัวชี้วัด ดังนี้

3.1 การเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยใช้แผนภาพ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

3.2 การอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิด

3.3 การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือความคิดของตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

ข้อ 1 ข้าวปั้นไปร้านขนมไทย ที่ร้านขนมไทยจัดขนมแยกเป็นขนมไทย 4 ภาค ดังนี้

ภาคเหนือ มีขนมข้าวแต๋น ข้าวเหนียวแดง และขนมเทียน

ภาคกลาง มีขนมลูกชุบ กลีบลำดวน ฝอยทอง และทองหยิบ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีขนมบายมะขาม และข้าวโป่ง

ภาคใต้ มีขนมลา ขนมไข่ปลา และขนมรู

ถ้าข้าวปั้นต้องการซื้อขนมที่มีส่วนประกอบของข้าว ข้าวปั้นจะเลือกซื้อขนมได้ตามความต้องการอย่างไร

วิธีทำ

ภาคเหนือ	ภาคกลาง	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคใต้
ข้าวแต๋น	ขนมลูกชุบ	ขนมบายมะขาม	ขนมลา
ข้าวเหนียวแดง	กลีบลำดวน	ข้าวโป่ง	ขนมไข่ปลา
ขนมเทียน	ฝอยทอง		ขนมรู
	ทองหยิบ		

การเลือกขนมที่มีส่วนประกอบของข้าว สามารถเลือกได้ทั้งหมดดังนี้

ภาคเหนือ มีขนมข้าวแต๋น และข้าวเหนียวแดง สามารถเลือกได้ 2 วิธี

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีขนมข้าวโป่ง สามารถเลือกได้ 1 วิธี

จากหลักการบวก สามารถเลือกขนมได้ทั้งหมด 2 + 1 = 3 วิธี

ตอบ ข้าวปั้นสามารถเลือกขนมได้ทั้งหมด 3 วิธี

ข้อ 2 ร้านไอศกรีมสเวนเซ่น จัดโปรโมชั่น Strawberry Bunny Land 2023 สำหรับเมนู สตรอว์เบอร์รีบันนี่ ซันเด ฟูลเซต ประกอบด้วยไอศกรีม 3 ลูก ซอสสตรอว์เบอร์รี และสตรอว์เบอร์รีสด โดยลูกค้าสามารถเลือกรสชาติ 3 ลูกเองได้ จากรสชาติทั้งหมด ดังนี้

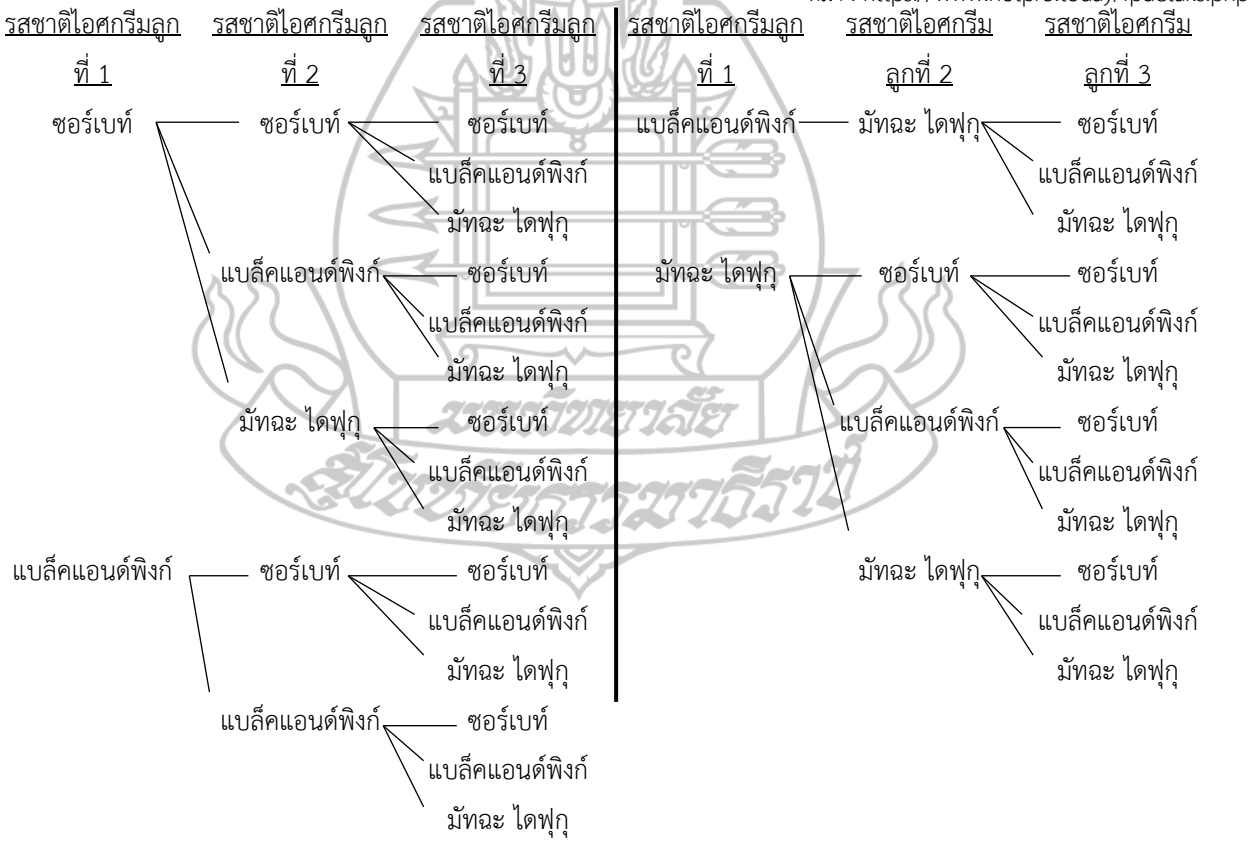
ที่มา : https://www.hotpro.today/fpdetails.php

<u>เมนูหลัก</u>

1. สตรอว์เบอร์รีซอร์เบท์
2. สตรอว์เบอร์รี แบล็คแอนด์พิงก์
3. สตรอว์เบอร์รี มัทฉะ ไดฟุกุ

อยากทราบว่า ปีใหม่จะเลือกสั่งรสชาติไอศกรีมที่แตกต่างกันได้ทั้งหมดกี่แบบ อย่างไร

วิธีทำ



ในการเลือกรสชาติไอศกรีม สามารถเลือก 3 รสชาติ คือ สตรอว์เบอร์รีซอร์เบท์ สตรอว์เบอร์รี แบล็คแอนด์พิงก์ และสตรอว์เบอร์รี มัทฉะ ไดฟุกุ

เลือกรสชาติไอศกรีมลูกที่ 1 ได้ 3 รสชาติ

เลือกรสชาติไอศกรีมลูกที่ 2 ได้ 3 รสชาติ

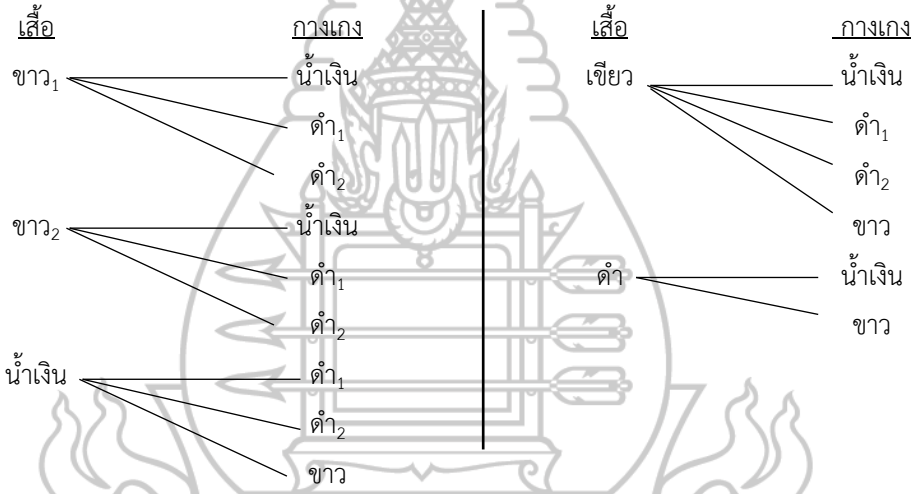
เลือกรสชาติไอศกรีมลูกที่ 3 ได้ 3 รสชาติ

จาก หลักการคูณ สามารถเลือกสั่งรสชาติไอศกรีมที่แตกต่างกันได้ทั้งหมด 3 x 3 x 3 = 27 แบบ

ตอบ ปีใหม่จะเลือกสั่งรสชาติไอศกรีมที่แตกต่างกันได้ทั้งหมด 27 แบบ โดยจะเลือกรสชาติเดียวกันทั้ง 3 ลูก หรือเหมือนกัน 2 ลูก หรือต่างกันทั้ง 3 ลูกได้

ข้อ 3 จอยมีเสื้อ 5 ตัว เป็นเสื้อสีขาว 2 ตัว สีน้ำเงิน 1 ตัว สีเขียว 1 ตัว สีดำ 1 ตัว มีกางเกง 4 ตัว เป็นกางเกงสีน้ำเงิน 1 ตัว สีดำ 2 ตัว สีขาว 1 ตัว โดยแต่ละตัวแตกต่างกันทั้งหมด จะมีวิธีแต่งตัวโดยเลือกใส่เสื้อและกางเกงต่างสีกันได้ทั้งหมดอย่างไร

วิธีทำ



ในการแต่งตัว โดยใส่เสื้อและกางเกงสีต่างกัน สามารถเลือกแต่งตัวได้ทั้งหมด ดังนี้

เสื้อสีขาว 2 ตัว สามารถเลือกใส่กางเกงสีน้ำเงิน 1 ตัว และดำ 2 ตัว สามารถแต่งตัวได้ 2 x 3 = 6 วิธี

เสื้อสีน้ำเงิน 1 ตัว สามารถเลือกใส่กางเกงสีดำ 2 ตัว และขาว 1 ตัว สามารถแต่งตัวได้ 1 x 3 = 3 วิธี

เสื้อสีเขียว 1 ตัว สามารถเลือกใส่กางเกงสีน้ำเงิน 1 ตัว ดำ 2 ตัว และขาว 1 ตัว สามารถแต่งตัวได้ 1 x 4 = 4 วิธี

เสื้อสีดำ 1 ตัว สามารถเลือกใส่กางเกงสีน้ำเงิน และขาวอย่างละ 1 ตัว สามารถแต่งตัวได้ 1 x 2 = 2 วิธี

จากหลักการบวก สามารถเลือกแต่งตัวได้ทั้งหมด 6 + 3 + 4 + 2 = 15 วิธี

ตอบ จอยสามารถเลือกแต่งตัวได้ทั้งหมด 15 วิธี

ข้อ 4 ร้านขายเครื่องสำอางแห่งหนึ่ง ต้องการจัดลิปสติกวางบนชั้น โดยมีลิปสติกยี่ห้อ4u2 จำนวน 3 แท่ง ยี่ห้อMaybelline จำนวน 4 แท่ง ยี่ห้อcute press จำนวน 2 แท่ง และยี่ห้อMac จำนวน 3 แท่ง ที่แตกต่างกัน อยากทราบว่า ร้านจะจัดลิปสติกวางบนชั้นได้กี่แบบ อย่างไร (คำตอบอยู่ในรูปแฟคทอเรียล)

วิธีทำ จัดลิปสติกวางบนชั้น

_12_ _11_ _10_ _9_ _8_ _7_ _6_ _5_ _4_ _3_ _2_ _1_

แท่ง 1 แท่ง 2 แท่ง 3 แท่ง 4 แท่ง 5 แท่ง 6 แท่ง 7 แท่ง 8 แท่ง 9 แท่ง10 แท่ง11 แท่ง12

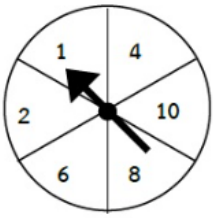
ร้านมีลิปสติกยี่ห้อ4u2 จำนวน 3 แท่ง ยี่ห้อMaybelline จำนวน 4 แท่ง ยี่ห้อcute press จำนวน 2 แท่ง และยี่ห้อMac จำนวน 3 แท่ง

ร้านค้ามีลิปสติกทั้งหมด 3 + 4 + 2 + 3 = 12 แท่ง

จากการเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด สามารถจัดลิปสติกวางบนชั้นได้ 12! แบบ

ตอบ ร้านจะจัดลิปสติกวางบนชั้นได้ 12! แบบ

ข้อ 5 งานวันเด็กแห่งหนึ่ง มีเกมเสี่ยงโชคด้วยการใช้วงล้อ ถ้าผู้เล่นหยิบไพ่ 1 ใบใน 1 สำรับ (52 ใบ) แล้วได้ไพ่สีดำ จะได้หมุนวงล้อ ซึ่งแสดงได้ดังรูป

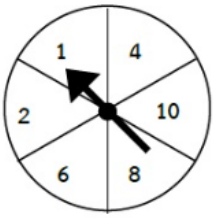


ผู้เล่นจะได้รับรางวัล เมื่อหมุนวงล้อได้เลขคู่ ถ้าต้นหลิวเล่นเกม 1 ครั้ง ความเป็นไปได้ที่ต้นหลิวจะได้รับรางวัลเป็นอย่างไร

วิธีทำ **หยิบไพ่** **หมุนวงล้อ**

โพดำ	2-10 A J Q K
ดอกจิก	2-10 A J Q K

โพแดง	2-10 A J Q K
ข้าวหลามตัด	2-10 A J Q K



ในการเล่นเกมเสี่ยงโชค โดยหยิบไพ่ 1 ใบ จาก 1 สำรับ ซึ่งมีไพ่ 52 ใบ โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 หยิบไพ่ 1 ใบ แล้วได้ไพ่สีแดง คือ ไพ่ชุดโพแดง 13 ใบ และไพ่ชุดข้าวหลามตัด 13 ใบรวมกันมีไพ่สีแดงทั้งหมด 13 + 13 = 26 ใบ

ดังนั้น หยิบไพ่ 1 ใบ แล้วได้ไพ่สีแดงทั้งหมด 26 แบบ

กรณีที่ 2 หยิบไพ่ 1 ใบ แล้วได้ไพ่สีดำ คือ ไพ่ชุดดอกจิก 13 ใบ และไพ่ชุดโพดำ 13 ใบ รวมกันมีไพ่สีดำทั้งหมด 13 + 13 = 26 ใบ

เมื่อได้ไพ่สีดำจะหมุนวงล้อต่อ ซึ่งวงล้อมีเลขทั้งหมด 6 ตัวเลข คือเลข 1 2 4 6 8 และ 10

จากหลักการคูณ หยิบไพ่ 1 ใบ แล้วได้ไพ่สีดำและหมุนวงล้อได้ทั้งหมด 26 x 6 = 156 แบบ

ดังนั้น จากหลักการบวก ในการเสี่ยงโชค เสี่ยงได้ทั้งหมด 26 + 156 = 182 แบบ

ในการเล่นเกมเสี่ยงโชค ผู้เล่นจะได้รับรางวัล เมื่อหยิบได้ไพ่สีดำ และหมุนวงล้อได้เลขคู่

โดยสามารถหยิบได้ไพ่สีดำ คือ ไพ่ชุดดอกจิก 13 ใบ และไพ่ชุดโพดำ 13 ใบ รวมกันมีไพ่สีดำทั้งหมด 13 + 13 = 26 ใบ และหมุนวงล้อได้เลขคู่ 5 ตัวเลข คือเลข 2 4 6 8 และ 10

ดังนั้น จากหลักการคูณ ในการเสี่ยงโชคและได้รับรางวัล ผู้เล่นเสี่ยงได้ 26 x 5 = 130 แบบ

จากความน่าจะเป็นของเหตุการณ์เสี่ยงโชคและได้รับรางวัล เท่ากับ $\frac{130}{182} \approx 0.71$

ดังนั้น ต้นหลิวมีความเป็นไปได้มากที่จะได้รับรางวัล

ตอบ ต้นหลิวมีความเป็นไปได้มากที่จะได้รับรางวัล

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวศศิยา หมายมั่น

วัน เดือน ปี เกิด 4 มีนาคม 2540

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง

ประวัติการศึกษา ครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา มัธยมศึกษา วิชาเอกคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2563

สถานที่ทำงาน โรงเรียนเวียงมอกวิทยา อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง

ตำแหน่ง สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน ครู (คศ.1)

มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช