



การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เบญจรัตน์ ขวัญคง

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดย
ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1"

ของ เบญจรัตน์ ขวัญคง

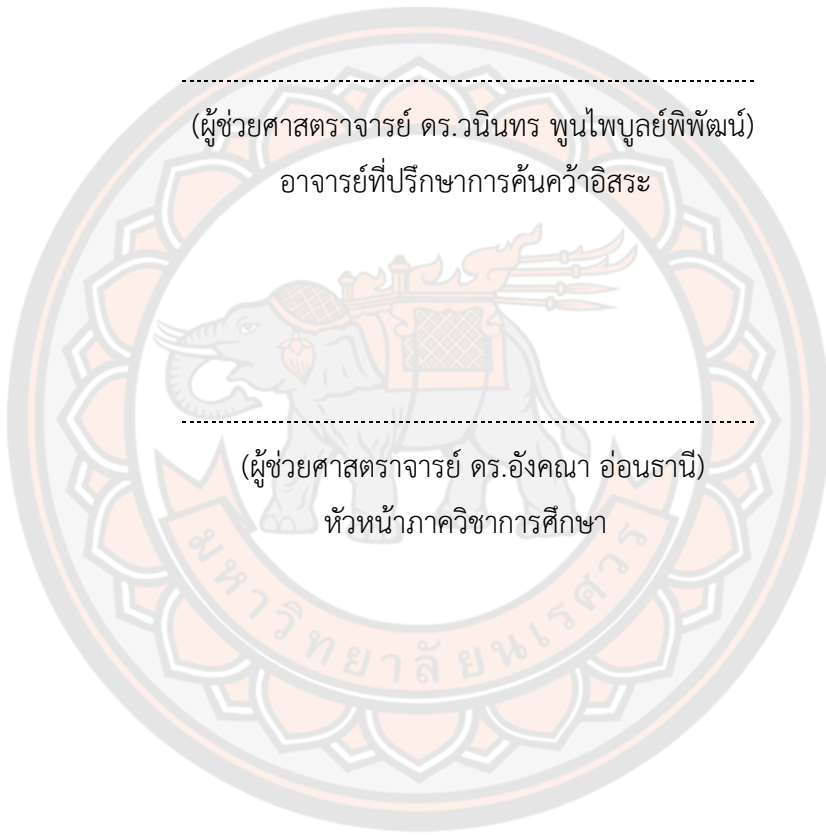
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



| | |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อเรื่อง | การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 |
| ผู้วิจัย | เบญจรัตน์ ขวัญคง |
| ประธานที่ปรึกษา | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ |
| ประเภทสารนิพนธ์ | การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2564 |
| คำสำคัญ | ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์, ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์, อัตราส่วน |

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย นักเรียนชาย 21 คน นักเรียนหญิง 23 คน รวม 44 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 9 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน จำนวน 3 แผน ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และตรวจสอบข้อข้อมูลแบบสามเส้า

ผลการวิจัยพบว่า

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร 3) ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4) วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ 5) ทำซ้ำ และ 6) ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ การสร้างสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียน และการใช้คำถามกระตุ้นที่เป็นคำถามปลายเปิด โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับวัยและระดับความสามารถของนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย และสามารถพัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ รวมถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิด วิเคราะห์ ตีความและประเมินผลลัพธ์ และการนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้กับชีวิตจริง

2. นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีเยี่ยม เมื่อพิจารณาตามกระบวนการทั้ง 3 กระบวนการ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนาการคิด/แปลงปัญหาได้ดีที่สุด รองลงมา คือการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และกระบวนการที่พัฒนาน้อยที่สุด คือ การตีความและประเมินผลลัพธ์ กล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้ โดยนักเรียนได้เรียนรู้จากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียน การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้สู่สถานการณ์อื่น ๆ จนสามารถระบุประเด็นปัญหา ใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาและสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้



| | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title | AN ACTION RESEARCH ON DEVELOPING GRADE 7 STUDENT'S MATHEMATICAL LITERACY THROUGH MATHEMATICAL MODELING IN TOPIC OF RATIO |
| Author | BENCHARAT KHWANKHONG |
| Advisor | Assistant Professor Wanintorn Poonpaiboonpipat, Ph.D. |
| Academic Paper | M.Ed. Independent Study in Mathematics Education, Naresuan University, 2021 |
| Keywords | Mathematical modeling, Mathematical literacy, Ratio |

ABSTRACT

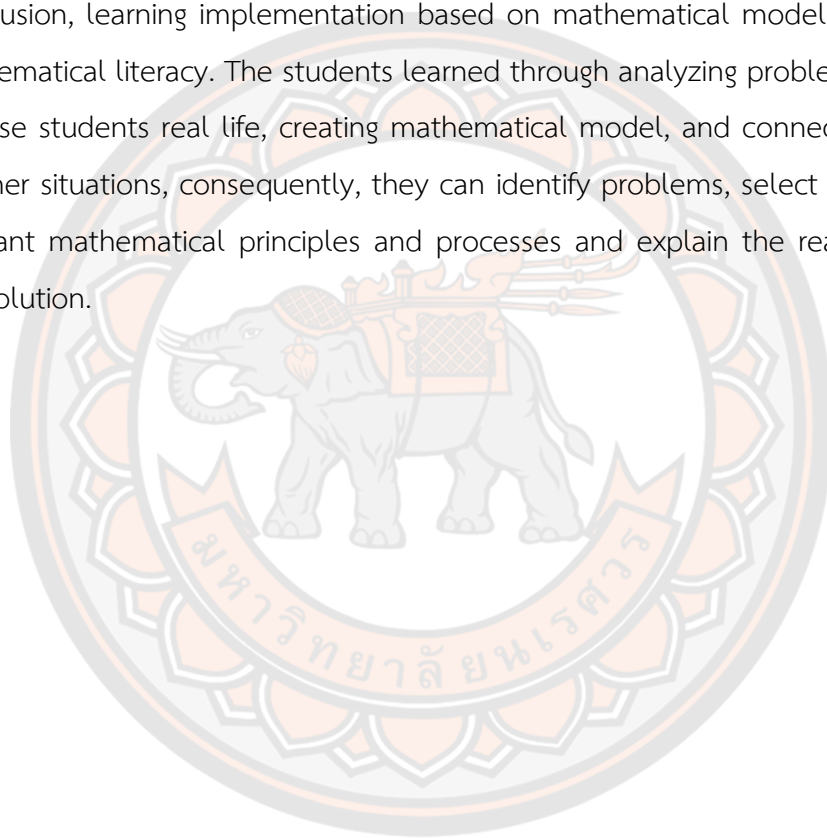
This research aimed to study the learning approach through mathematical modeling to enhance mathematical literacy, and to study the effects of learning implementation based mathematical modeling on mathematical literacy. The participants were 21 males and 27 females which totaled 44 students. The high school in Phichit Province in the second semester of 2021 academic year. The research methodology was the action research comprising of 3 cycles and took totally 9 hours in this study. The instruments used in the research were three lesson plans based on mathematical modeling in the topic of ratio, activity sheets, reflective learning journals, and mathematical literacy ability test. Data were analyzed by content analysis and data credibility by triangulation method.

The results revealed that

1. The learning approach through mathematical modeling to enhance mathematical literacy in the topic of ratio composed of 6 steps as follow: 1) identifying problems 2) making assumptions and identifying variables 3) implementing mathematical processes 4) analyzing and evaluating results 5) repeating and 6) using mathematical model. The highlights were creating a variety of problem situations and closed to real life and the use of open-ended provoking questions that appropriate for student's age and skill level in order to encourage students in using a variety of mathematical principles and processes and develop mathematical models. Moreover, we should focus on mathematical reasoning, discussion, exchange

of ideas, analysis, interpretation and evaluation of results and applying the knowledge learned to real life.

2. Most of students were in excellent level of mathematical literacy ability. For considering three processes of mathematical literacy, the most developed process was formulating situations mathematically, followed by employing mathematical concepts, facts, procedures, and reasoning and the least developed process was interpreting, applying and evaluating mathematical outcomes. In conclusion, learning implementation based on mathematical modeling can improve mathematical literacy. The students learned through analyzing problem situation that is close students real life, creating mathematical model, and connect knowledge to another situations, consequently, they can identify problems, select appropriate and relevant mathematical principles and processes and explain the reasonableness of the solution.



ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ ที่ได้ให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนตรวจสอบข้อบกพร่องให้ผู้วิจัยนำกลับไปปรับปรุง แก้ไข เพื่อประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าอิสระให้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อีกทั้งยังช่วยเป็น แรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า อิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม อาจารย์ประจำภาควิชา คณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก และนางภริษญา ขาวพราย ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จังหวัด พิษณุโลก ที่กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าอิสระ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็น แนวทางในการปรับเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้จนได้เครื่องมือที่สมบูรณ์และเป็น ประโยชน์ในการเก็บข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ คณะครู และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปี การศึกษา 2564 ที่ได้ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าอิสระ ครั้งนี้เป็นอย่างดี

กราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติมิตร และเพื่อน ๆ ที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญ และคอย ส่งเสริมสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเสมอมา ตลอดจนกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาคการศึกษาทุกท่าน และขอใจเพื่อนนิสิตปริญญาโทที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีให้กับผู้วิจัย ตลอดมา

คุณประโยชน์จากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะ เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ ต่อไป

เบญจรัตน์ ขวัญคง

สารบัญ

| | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ค |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| ประกาศคุณูปการ..... | ช |
| สารบัญ..... | ซ |
| สารบัญตาราง..... | ญ |
| สารบัญภาพ..... | ฎ |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| ความเป็นมาของปัญหา..... | 1 |
| คำถามของการวิจัย..... | 5 |
| วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 5 |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 5 |
| ขอบเขตการวิจัย..... | 6 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 6 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 10 |
| หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551..... | 11 |
| การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์..... | 13 |
| ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์..... | 22 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 45 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย..... | 50 |
| ผู้เข้าร่วมการวิจัย..... | 50 |
| รูปแบบการวิจัย..... | 50 |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 51 |
| ขั้นตอนการดำเนินการทำวิจัย | 64 |
| การเก็บและรวบรวมข้อมูล..... | 64 |
| วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 65 |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย | 69 |
| ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริม ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 | 69 |
| ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อความ ฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 .. | 124 |
| บทที่ 5 บทสรุป..... | 137 |
| สรุปผลการวิจัย..... | 137 |
| อภิปรายผลการวิจัย..... | 141 |
| ข้อเสนอแนะ | 148 |
| บรรณานุกรม..... | 150 |
| ภาคผนวก..... | 155 |
| ประวัติผู้วิจัย | 211 |

สารบัญตาราง

หน้า

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตาราง 1 ตารางแสดงความสอดคล้องของตัวชี้วัดกับสาระการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน | 12 |
| ตาราง 2 แสดงระดับความสามารถความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน..... | 34 |
| ตาราง 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ | 39 |
| ตาราง 4 แสดงความสัมพันธ์ของจุดประสงค์ของการวิจัยกับเครื่องมือการวิจัย..... | 52 |
| ตาราง 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ... | 53 |
| ตาราง 6 แสดงความสัมพันธ์ของการสร้างและใช้แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วน | 58 |
| ตาราง 7 แสดงเกณฑ์ระดับคุณภาพด้านการคิด/แปลงปัญหา | 59 |
| ตาราง 8 แสดงเกณฑ์ระดับคุณภาพด้านการใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหา | 61 |
| ตาราง 9 แสดงเกณฑ์ระดับคุณภาพด้านการตีความ และประเมินผลลัพธ์ | 62 |
| ตาราง 10 เกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์โดยรวม | 63 |
| ตาราง 11 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดประสงค์ของ งานวิจัย | 65 |
| ตาราง 12 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 | 84 |
| ตาราง 13 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 | 103 |
| ตาราง 14 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 | 120 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตาราง 15 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามเกณฑ์การจัดระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ | 126 |
| ตาราง 16 แสดงจำนวนนักเรียนตามเกณฑ์การจัดระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จาก แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ทั้งสามสถานการณ์..... | 134 |
| ตาราง 17 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน..... | 157 |
| ตาราง 18 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน | 163 |



สารบัญภาพ

| | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพ 1 แสดงแบบจำลองความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในทางปฏิบัติ..... | 25 |
| ภาพ 2 แสดงกรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022.. | 26 |
| ภาพ 3 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ..... | 51 |
| ภาพ 4 แสดงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ..... | 64 |
| ภาพ 5 แสดงตัวอย่างเอกสารและอุปกรณ์สำหรับนักเรียนที่แจกในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน..... | 72 |
| ภาพ 6 แสดงการตอบคำถามสถานการณ์จากใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์..... | 76 |
| ภาพ 7 แสดงการเลือกส่วนสำคัญที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์..... | 78 |
| ภาพ 8 แสดงการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการคูณ..... | 79 |
| ภาพ 9 แสดงการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้การวาดรูป..... | 80 |
| ภาพ 10 แสดงการออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์จากกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์..... | 82 |
| ภาพ 11 แสดงการนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง.... | 83 |
| ภาพ 12 แสดงการตอบคำถามสถานการณ์จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์..... | 94 |
| ภาพ 13 แสดงการเลือกส่วนสำคัญที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ขาย เจลแอลกอฮอล์..... | 96 |
| ภาพ 14 แสดงการเลือกส่วนสำคัญ ระบุตัวแปร และเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์..... | 96 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ภาพ 15 แสดงเหตุผลการเลือกส่วนสำคัญและเหตุผลการในระบุตัวแปร จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์..... | 98 |
| ภาพ 16 แสดงการร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มระหว่างดำเนินกิจกรรม | 99 |
| ภาพ 17 แสดงการออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์จากกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ | 101 |
| ภาพ 18 แสดงการให้คำปรึกษาและช่วยชี้แนะนักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ผิดพลาด จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์..... | 102 |
| ภาพ 19 แสดงการตอบคำถามสถานการณ์จากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา | 112 |
| ภาพ 20 แสดงการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นของนักเรียนกับผู้วิจัยจากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา..... | 114 |
| ภาพ 21 แสดงการดำเนินการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยนำรูปแบบของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่สัมพันธ์ มาจัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการแก้ปัญหอย่างเหมาะสมและดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์จากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา..... | 115 |
| ภาพ 22 แสดงการออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์จากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา | 117 |
| ภาพ 23 แสดงการยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงของของผู้วิจัยจากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา..... | 119 |
| ภาพ 24 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อยระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์..... | 128 |
| ภาพ 25 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อยทำสถานการณ์ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย และระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทน จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์.. | 128 |

- ภาพ 26 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อยให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริง จากใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์..... 129
- ภาพ 27 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อย คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไปใช้ และนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์..... 130
- ภาพ 28 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อย คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไปใช้ และนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา จากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา..... 131
- ภาพ 29 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อยให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์..... 132
- ภาพ 30 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อย อธิบายและให้เหตุผลว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา..... 132
- ภาพ 31 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อย ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง จากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา..... 133
- ภาพ 32 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการการคิด/แปลงปัญหาจากสถานการณ์ที่ 1 ขนมดัลโดนาหรือทลโกนา..... 135
- ภาพ 33 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ 2 นักลงทุน..... 135
- ภาพ 34 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการการตีความ และประเมินผลลัพธ์จากสถานการณ์ที่ 3 ร้านค้าขายของขวัญ..... 136

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สำคัญในการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติ หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สมรรถนะ สำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์เป็นเป้าหมายสำคัญสำหรับการพัฒนาเด็กและ เยาวชนโดยยึดหลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเอง ได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตาม ธรรมชาติและเต็มศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้และ คุณธรรม ผู้สอนต้องพยายามคัดสรรกระบวนการเรียนรู้ ออกแบบการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับศักยภาพ และบริบทของผู้เรียน การกำหนดบทบาทของผู้สอนและผู้เรียน การใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย และการออกแบบการวัดและประเมินผล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ และนำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 2)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจาก คณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้เกิดการค้นคว้าวางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ และพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1)

ปกติคนเราจะต้องพบกับสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การจับจ่ายใช้สอย การเดินทาง การ ทำอาหาร การจัดการระเบียบการเงินของตน การประเมินสถานการณ์ การตัดสินใจประเด็นปัญหาทาง สังคมการเมือง ฯลฯ ซึ่งความรู้คณิตศาสตร์สามารถเข้ามาช่วยทำให้การมองประเด็น การตั้งปัญหา หรือการแก้ปัญหา มีความชัดเจนยิ่งขึ้น การใช้คณิตศาสตร์ดังกล่าวนี้ แม้จะต้องมีรากฐานมาจาก ทักษะคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน แต่ก็จำเป็นต้องมีความสามารถในการใช้ทักษะนั้น ๆ ในสถานการณ์

อื่น ๆ นอกเหนือไปจากสถานการณ์ของปัญหาคณิตศาสตร์ล้วน ๆ หรือแบบฝึกคณิตศาสตร์ที่เรียนในโรงเรียนที่นักเรียนจะสามารถคิดอยู่ในวงจำกัดของเนื้อหาวิชาโดยไม่ต้องคำนึงถึงความเป็นจริงมากนัก แต่การใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริงนักเรียนต้องรู้จักสถานการณ์ หรือสิ่งแวดล้อมของปัญหา ต้องเลือกตัดสินใจว่าจะใช้ความรู้คณิตศาสตร์อย่างไร

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการทำงานและการใช้ชีวิตประจำวัน มีความเกี่ยวข้องกับการพักผ่อนหย่อนใจ การใช้ชีวิตในโรงเรียน การใช้ชีวิตในท้องถิ่น เป็นต้น และเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการเผชิญหน้ากับการเปลี่ยนแปลงไปของสังคม ผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จะสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจ ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ถูกบรรจุอยู่ในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดย PISA เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้ทางทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรโรงเรียน การประเมิน PISA ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอภาพที่ชัดเจนของระบบการศึกษาให้แก่ระดับนโยบายและฝ่ายปฏิบัติ และช่วยให้สามารถติดตามแนวโน้มของความรู้และทักษะของนักเรียนในประเทศต่าง ๆ และประชากรนักเรียนต่างกลุ่มภายในประเทศหนึ่ง ๆ ด้วยเหตุนี้ PISA จึงถูกใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลในหลายภูมิภาคทั่วโลก โดยการประเมินครั้งแรก (PISA 2000) ใน 43 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจ ครั้งที่สอง (PISA 2003) ใน 41 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจ ครั้งที่สาม (PISA 2006) ใน 57 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจ ครั้งที่สี่ (PISA 2009) ใน 75 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจ ครั้งที่ห้า (PISA 2012) ใน 65 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจ ครั้งที่หก (PISA 2015) ใน 72 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจ และการประเมินครั้งล่าสุดใน PISA 2018 มีประเทศที่เข้าร่วมทั้งหมด 79 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจ (OECD, 2019) ซึ่งกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 ปรับเปลี่ยนไปจากกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ของ PISA 2018 โดย PISA 2022 คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตมากขึ้น และการพัฒนา

ทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 จึงทำให้มีการเน้นความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน รวมถึงบริบทที่สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกรอบการประเมินนี้ โดยผนวกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เข้ากับกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการ กระบวนการ และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ไว้ด้วยกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563)

ที่ผ่านมาผลการประเมิน PISA พบว่าประเทศไทยมีผลการประเมินอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD แนวโน้มผลการประเมินคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยนับตั้งแต่ประเมินครั้งแรก ใน PISA 2000 ถึงแม้ว่าประเทศไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์น้อยกว่าค่าเฉลี่ย OECD แต่ก็ยังเป็นคะแนนคณิตศาสตร์ที่นักเรียนทำได้สูงสุดตั้งแต่ที่มีการประเมินมา โดยมีคะแนน 432 คะแนน หลังจากนั้น PISA 2003 และ PISA 2006 มีคะแนนลดลง โดยมีคะแนนอยู่ที่ 417 คะแนน แต่หลังจากนั้น PISA 2009 มีคะแนนเพิ่มขึ้น โดยมีคะแนน 421 คะแนน และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องใน PISA 2012 โดยมีคะแนนอยู่ที่ 427 คะแนน แต่ PISA 2015 มีคะแนนลดลง โดยมีคะแนน 415 คะแนน และเพิ่มขึ้นอีกครั้งใน PISA 2018 ถึงแม้ PISA ของประเทศไทยในบางปีจะเพิ่มขึ้นแต่เป็นการเพิ่มขึ้นของคะแนนที่ค่อนข้างน้อยมากและผลการประเมินอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD และเมื่อนำคะแนนในแต่ละปีที่ผ่านมาเทียบกับ คะแนน PISA 2000 ตลอดระยะเวลาเกือบ 20 ปี ความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยไม่ได้มีการพัฒนาขึ้นเท่าที่ควร และมีแนวโน้มที่จะต่ำลงเรื่อย ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563)

จากการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะเน้นการบรรยายเนื้อหา นักเรียนมีหน้าที่จดเนื้อหาในสิ่งที่สอน และเนื้อหาที่สอนจะอยู่ในหนังสือเรียนเท่านั้น ไม่มีการประยุกต์สถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งผลจากการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัย พบว่า นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากเนื้อหาที่เรียนในชั้นเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทที่ท้าทายหรือปัญหาที่พบเจอในโลกชีวิตจริงได้ โดยเมื่อผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง นักเรียนไม่สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ นักเรียนไม่ทราบว่าส่วนสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา และปัญหาที่พบจากสถานการณ์ปัญหาคืออะไร รวมไปถึงสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ นักเรียนไม่สามารถอ่านสถานการณ์ปัญหาแล้วแปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์ หรือระบุตัวแปรได้ พร้อมทั้งไม่สามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ โดยไม่สามารถนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กัน หรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการในการแก้ปัญหอย่างเหมาะสม และดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ได้ รวมไปถึงนักเรียนไม่สามารถประเมินความเป็นเหตุ

เป็นผลของวิธีการแก้ปัญหา อธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์และไม่สามารถตีความผลลัพธ์ที่ได้กลับไปสู่ชีวิตจริงได้ ซึ่งในแต่ละกระบวนการแก้ปัญหาจะต้องอาศัยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการคิดไตร่ตรองถึงกระบวนการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมิน ซึ่งจากปัญหาที่พบในชั้นเรียนเหล่านี้สอดคล้องกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้วิจัยกล่าวไว้ข้างต้นนั้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ใช้คณิตศาสตร์เป็นตัวแสดงแทน วิเคราะห์สังเคราะห์ คาดการณ์ หรือข้อมูลเชิงลึกอื่น ๆ ที่อยู่ในสถานการณ์จริง (GAIMME, 2016, p.8) โดยที่จุดสำคัญคือ เน้นไปที่กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ตัวแบบจะมีการทำซ้ำและประกอบกับการแก้ไขเป็นจำนวนหลายครั้ง มากไปกว่านั้น ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังประกอบไปด้วยคำถามที่มีความหลากหลายและหลายระดับ มีการใช้ปัญหาปลายเปิดที่ต้องการให้นักเรียนสร้างตัวเลือกที่เป็นจริงเกี่ยวกับวิธีการที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีกระบวนการในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา ครูให้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนพบเจอหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริงและเป็นปัญหาที่มีความน่าสนใจ โดยครูมีบทบาทเป็นผู้ถามคำถามเกี่ยวกับปัญหาเพื่อกระตุ้นความสนใจ และดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงที่ต้องการจะรู้ ต้องการจะทำ หรือต้องการจะเข้าใจที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วนำไปสู่การสร้างข้อคำถามของนักเรียน ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมุติฐานและระบุตัวแปร นักเรียนเลือกส่วนสำคัญในสถานการณ์แล้วกำหนดความสัมพันธ์ และเลือกความสัมพันธ์ที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือย่อสถานการณ์หรือปัญหา โดยแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของตัวแปรทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์โดยครูมีบทบาทเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กัน หรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม และดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ โดยมีครูและนักเรียนคนอื่น ๆ มีหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการที่นักเรียนทำและให้คำแนะนำเพื่อพัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ นักเรียนภายในกลุ่ม และนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ทำการพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลและความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายและโต้แย้งการให้เหตุผล เมื่อนำกลับมาอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้สังเกตการณ์ รวมถึงตรวจสอบการวิเคราะห์ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน พร้อมทั้งให้คำแนะนำ ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ นักเรียนลงมือทำกระบวนการใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้ง เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของประเด็นปัญหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และกระบวนการหรือขั้นตอนวิธีในการ

แก้ปัญหา โดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์และให้คำแนะนำ ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนอธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ และนักเรียนนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ รวมไปถึงการตัดสินใจในการนำไปใช้ โดยครูมีบทบาทเป็นผู้สังเกตการณ์ ตรวจสอบและให้คำแนะนำเกี่ยวกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้น ผู้วิจัยสนใจศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำถามของการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ควรมีแนวทางอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับผู้ที่สนใจหรือผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษา

ขอบเขตการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ห้อง ม.1/10 ประกอบด้วย นักเรียนชาย 21 คน และนักเรียนหญิง 23 คน รวม 44 คน

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง อัตราส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ดังนี้

เรื่องที่ 1 อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน

เรื่องที่ 2 สัดส่วน

เรื่องที่ 3 การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้

ปัญหา

3. ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมเป็น 9 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีกระบวนการในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา ครูให้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนพบเจอหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริงและเป็นปัญหาที่มีความน่าสนใจ โดยครูมีบทบาทเป็นผู้ถามคำถามเกี่ยวกับปัญหาเพื่อกระตุ้นความสนใจ และดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงที่ต้องการจะรู้ ต้องการจะทำ หรือต้องการจะเข้าใจที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วนำไปสู่การสร้างข้อคำถามของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร นักเรียนเลือกส่วนสำคัญในสถานการณ์แล้วกำหนดความสัมพันธ์ และเลือกความสัมพันธ์ที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในรู้อย่างง่ายหรือย่อยสถานการณ์หรือปัญหา โดยแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของตัวแปรทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์โดยครูมีบทบาทเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กัน หรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม และดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ โดยมีครูและนักเรียนคนอื่น ๆ ทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการที่นักเรียนทำ และให้คำแนะนำเพื่อพัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ อัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการคูณ และหลักการหาร สมการ แผนภาพ บาร์โมเดล สัดส่วน ร้อยละ

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ นักเรียนภายในกลุ่ม และนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ทำการพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลและความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายและโต้แย้งการให้เหตุผล เมื่อนำกลับมาอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้สังเกตการณ์และตรวจสอบการวิเคราะห์ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนพร้อมทั้งให้คำแนะนำ

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ นักเรียนลงมือทำกระบวนการใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้ง เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของประเด็นปัญหา ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และกระบวนการหรือขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา โดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์และให้คำแนะนำ

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนอธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ และนักเรียนนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ รวมไปถึงการตัดสินใจในการนำไปใช้ โดยครูมีบทบาทเป็นผู้สังเกตการณ์ ตรวจสอบและให้คำแนะนำเกี่ยวกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การคิด/แปลงปัญหา การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา การตีความและประเมินผลลัพธ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงที่หลากหลาย รวมถึงการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ประกอบไปด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

1. การคิด/แปลงปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถรับรู้และระบุโอกาสในการใช้คณิตศาสตร์ ตัดสินใจว่าส่วนใดที่สามารถดึงคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และแก้ปัญหา โดยสามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือย่อยสถานการณ์หรือปัญหา โดยแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ และกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ การใช้เครื่องหมายแทนและลักษณะจำเพาะให้กับปัญหาในโลกชีวิตจริง ซึ่งสามารถให้เหตุผลและเข้าใจถึง

ข้อจำกัดและสมมติฐานในปัญหา พร้อมทั้งสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล ประกอบไปด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

1.1 ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ จากสถานการณ์ปัญหา

1.2 ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์ เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น คือ นักเรียนสามารถเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

1.3 ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทน คือ นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือต่างหน่วยกัน

1.4 ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกส่วนสำคัญนั้นจากสถานการณ์มาใช้ในการแก้ปัญหา และเพราะเหตุใดจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์

2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์ สามารถนำเสนอวิธีการ ลำดับขั้นตอน ชัดเจน พร้อมทั้งให้เหตุผลในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

2.1 คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ คือ นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์ โดยนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันหรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ อัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการคูณ และหลักการหาร สมการ แผนภาพ บาร์โมเดล สัดส่วน ร้อยละ

2.2 นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา คือ นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์

2.3 ให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้กระบวนการหรือขั้นตอนดังกล่าวในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์

3. การตีความ และประเมินผลลัพธ์ หมายถึง นักเรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง สามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ และสามารถให้เหตุผลได้ ประกอบไปด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

3.1 ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายผลลัพธ์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง และนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

3.2 ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหา และความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

3.3 อธิบายและให้เหตุผลว่า เหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหา

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนประเมินจาก ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน ตามแนวข้อสอบของ PISA ซึ่งเป็นคำถามที่มีรูปแบบการเขียนตอบอย่างอิสระ โดยใบกิจกรรมจะใช้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จะใช้หลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีบทและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า “การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์” ผู้ศึกษาได้ศึกษาตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

- 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
- 1.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- 1.3 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- 2.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- 2.3 ความสำคัญของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน
- 2.4 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

3. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

- 3.1 โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA)
- 3.2 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
- 3.3 กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
- 3.4 ระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
- 3.5 ตัวอย่างข้อสอบสำหรับการวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
- 3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับความ

ฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 4.1 งานวิจัยในประเทศ
- 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้วิจัยได้นำเสนอเฉพาะข้อมูลของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรสถานศึกษา
ของโรงเรียนในงานวิจัยนี้เท่านั้น โดยมีรายละเอียดตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน
การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ
สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและ
อนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วย
แก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่
ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต
ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต
และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการ
แก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็นและนำไปใช้

2. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระ
การเรียนรู้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 ตารางแสดงความสอดคล้องของตัวชี้วัดกับสาระการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน

| สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ | | |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| มาตรฐานการเรียนรู้ | ตัวชี้วัด | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
| มาตรฐาน ค 1.1 | ม.1/3 | - อัตราส่วนของ |
| เข้าใจความหลากหลายของ | เข้าใจและประยุกต์ใช้ | จำนวนหลาย ๆ จำนวน |
| การแสดงจำนวน ระบบจำนวน | อัตราส่วน สัดส่วน และ | - สัดส่วน |
| การดำเนินการของจำนวน | ร้อยละ ในการแก้ปัญหา | - การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน |
| ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการ | คณิตศาสตร์และปัญหาใน | สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการ |
| ดำเนินการสมบัติของการ | ชีวิตจริง | แก้ปัญหา |
| ดำเนินการ และนำไปใช้ | | |

3. คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

ค21102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาอัตราส่วน อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน อัตราส่วนที่เท่ากัน สัดส่วน การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในชีวิตจริง การสร้างพื้นฐาน การสร้างเกี่ยวกับส่วนของเส้นตรง การสร้างเกี่ยวกับมุม การสร้างเกี่ยวกับเส้นตั้งฉาก การสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติ โดยใช้การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต การสร้างมุมที่มีขนาดต่าง ๆ การสร้างเส้นขนาน การนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตไปใช้ในชีวิตจริง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์เชิงเส้น สมการเชิงเส้นสองตัวแปร คำตอบของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร กราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และการนำความรู้เกี่ยวกับกราฟของความสัมพันธ์เชิงเส้นไปใช้ในชีวิตจริง การตั้งคำถามทางสถิติ ความหมายของคำถามทางสถิติ ประเภทของคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูล การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง การนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟเส้น การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิวงกลม และการนำความรู้เกี่ยวกับสถิติไปใช้ในชีวิตจริง

โดยใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กระบวนการค้นคว้าหาความรู้ความสามารถในการใช้ทักษะการคิด การแก้ปัญหา การให้เหตุผล ที่เกิดจากความรู้ ความคิด ความเข้าใจ

เพื่อให้เห็นคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมได้อย่างเป็นระบบตามสมรรถนะของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์มีคุณภาพผู้เรียนตามยุทธศาสตร์ชาติ อารงความเป็นไทย ยึดค่านิยมร่วมของสังคม เป็นคนดีมีคุณธรรม และแข่งขันได้ในเวทีโลก

ตัวชี้วัด

ค1.1 ม. 1/3

ค1.3 ม. 1/2, ม.1/3

ค2.2 ม. 1/1

ค3.1 ม. 1/1

รวมทั้งหมด 5 ตัวชี้วัด

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

Mathematical model มีการใช้คำแทนในภาษาไทยหลากหลายคำ เช่น แบบจำลอง คณิตศาสตร์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ตัวแบบคณิตศาสตร์ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โมเดล คณิตศาสตร์ โมเดลเชิงคณิตศาสตร์ โมเดลทางคณิตศาสตร์ สมการคณิตศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้คำว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นคำแทน

1. ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

สสวท. (2555) ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายลักษณะบางอย่างของสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษา ซึ่งอาจกล่าวง่าย ๆ ว่าเป็นสื่อที่ใช้อธิบายสมมุติฐานต่าง ๆ และผลที่ปรากฏในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษาในรูปแบบของคณิตศาสตร์ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มีหลากหลาย เช่น สมการ อสมการ กราฟและรูปเรขาคณิต ช่างงาน และแผนภาพต้นไม้ การนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาใช้เป็นการนำคณิตศาสตร์มาช่วยแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่ปรากฏในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษา ทั้งนี้เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลและกระบวนการเกิดสถานการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจนำไปสู่การหาทางเลือกที่เหมาะสมในการหาคำตอบสำหรับแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจนั้นเรียกกระบวนการที่ใช้ในการหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่าการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

อารียา บัวทา (2560) ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หมายถึง การแทนสถานการณ์ปัญหาให้ง่ายต่อการแก้ปัญหาด้วย ตัวแปร สมการ อสมการ ฟังก์ชัน ตาราง กราฟ รูปเรขาคณิต สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และแผนภาพต่างๆ

Edwards and Hamson (1989) ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง ตัวแบบที่สร้างขึ้นโดยอาศัยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ฟังก์ชันและสมการ โดยเมื่อทำการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์นั้นจะเป็นการย้ายจากโลกของความเป็นจริงไปสู่โลกที่เป็นนามธรรมของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

NCTM (2000) ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง ตัวแบบที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติที่สำคัญซึ่งถูกเลือกขึ้นมาจากคุณสมบัติทั้งหมดโดยเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของโลกแห่งความจริง โดยใช้เครื่องหมายสัญลักษณ์ ซึ่งเป็นตัวแทนของคุณสมบัติเหล่านั้น การวิเคราะห์และการให้เหตุผลเกี่ยวกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ลักษณะพิเศษของสถานการณ์และการพิจารณาความถูกต้องและข้อจำกัดของตัวแบบเป็นสิ่งที่นักเรียนควรคำนึงถึง ในขณะที่นักเรียนอยู่ในการคิดเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ

Pollak (2011) and Bliss et al. (2014) ได้อธิบายตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยอธิบายไปในทางเดียวกันว่า การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างโลกจริงกับคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในโลกจริง หรือ/และเพื่อใช้ในการพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นบนโลกจริงในอนาคต ซึ่งการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นั้นเป็นกระบวนการที่มีลักษณะเป็นวัฏจักรมีการทำซ้ำ ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์การตัดสินใจ และการเลือกสร้างสมมุติฐานอย่างสมเหตุสมผล

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง ตัวแบบที่สร้างขึ้นโดยอาศัยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การแทนสถานการณ์ปัญหาให้ง่ายต่อการแก้ปัญหาด้วย ตัวแปร สมการ อสมการ ฟังก์ชัน ตาราง กราฟ รูปเรขาคณิต สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และแผนภาพต่าง ๆ เป็นต้น สำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจ

2. ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

สกล ตั้งแก้วสกุล (2560) ได้กล่าวว่า การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการแปลงสถานการณ์ปัญหาในโลกรจริงกับคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการอธิบายหาคำตอบ หรือพยากรณ์คำตอบของปัญหาสถานการณ์ในโลกรจริงที่มีความคลุมเครือ จำเป็นต้องพิจารณาข้อมูลหรือปัจจัยสำคัญ เพื่อสร้างข้อตกลง สร้างสมมุติฐาน แล้วจึงใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของปัญหาในโลกรจริงอย่างเหมาะสม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในโลกรจริง โดยการอ่าน ตีความ และสรุปใจความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาให้เข้าใจง่ายด้วยรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนบรรยาย สรุปความ การวาดแผนภาพประกอบ หรือการสร้างแบบจำลองอื่น ๆ

ขั้นตอนที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้นโดยการวิเคราะห์ เพื่อกำหนดตัวแปร สมมุติฐาน ขอบเขตและข้อมูลที่สำคัญต่อการดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยการพิจารณาวิเคราะห์ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถเป็นเครื่องมือในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณการแก้สมการ การหาแบบรูป

ขั้นตอนที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยการอธิบายผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาให้สอดคล้องตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด แล้วพิจารณาความสมเหตุสมผลความสอดคล้องเหมาะสมของผลลัพธ์ และดำเนินการตรวจสอบทบทวนกระบวนการทั้งหมดอีกครั้ง เพื่อยืนยันเป็นข้อสรุป ซึ่งตรวจสอบแล้วพบข้อผิดพลาดหรือข้อขัดแย้งระหว่างผลลัพธ์ที่ได้กับสถานการณ์ปัญหาให้ดำเนินการแก้ปัญหาและดำเนินการตามกระบวนการอีกครั้งให้ถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้น

ขั้นตอนที่ 6 การนำผลลัพธ์ โดยการสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบผลลัพธ์การทำความเข้าใจเพื่อยืนยันข้อมูลสรุปและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว

Burkhardt (1998) ได้ศึกษาขั้นตอนของการศึกษาสถานการณ์จริง โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ซึ่งเริ่มต้นที่สถานการณ์ปัญหาจริงและสิ้นสุดที่สถานการณ์ปัญหาจริงโดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำสถานการณ์จริงให้อยู่ในรูปแบบของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่มีความซับซ้อนยุ่งยากและท้าทายที่สุด ด้วยขั้นตอนนี้จะต้องระบุตัวแปรที่สำคัญและหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อหาผลลัพธ์

ขั้นตอนที่ 2 การแก้ปัญหาจากตัวแบบ โดยการใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 3 การแปลความหมายของคำตอบเชิงคณิตศาสตร์ไปยังสถานการณ์จริงจากคำตอบที่ได้ นักเรียนสามารถแปลความหมายของคำตอบจากสถานการณ์จริง ซึ่งคำตอบที่ถูกต้องจากการค้นพบไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะเข้าใจสถานการณ์จริง

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตรวจสอบหรือรับรองว่าใช้ได้ เป็นขั้นที่สำคัญเพราะเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องรู้ว่าแบบจำลองนั้นใช้ได้หรือไม่ หรือมีความถูกต้องแม่นยำเพียงใด

Isoda (2003 อ้างอิงใน เทพสุดา, 2551, น. 30) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำกระบวนการของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาใช้โดยมีหลักการสำคัญของกระบวนการ คือ เน้นการแก้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง หรือสถานการณ์ปัญหาเสมือนในชีวิตจริง โดยการแทนสถานการณ์

ปัญหาด้วยตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แล้วนำคำตอบทางคณิตศาสตร์ไปอธิบายสถานการณ์ปัญหา ดังกล่าว ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา (Description) หมายถึง ขั้นตอนของการทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหา ซึ่งอาจเป็นสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงหรือสถานการณ์ปัญหาเสมือนในชีวิตจริง ซึ่งสถานการณ์ปัญหาเหล่านั้นอาจอยู่ในรูปของโจทย์ปัญหา ไดอะแกรม สูตร ตารางข้อมูล โดยใช้ความรู้พื้นฐานและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา การระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง การระบุความสัมพันธ์ของตัวแปร การให้ความสำคัญกับตัวแปร แล้วแทนสถานการณ์ปัญหาด้วยตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของ ไดอะแกรม สูตร ตาราง กราฟ ตัวแปร นิพจน์ สมการอสมการ ฟังก์ชัน สัญลักษณ์

ขั้นตอนที่ 2 การจัดการเชิงคณิตศาสตร์ (Manipulation) หมายถึง ขั้นตอนของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้คำตอบจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้ มโนทัศน์ หลักการทางคณิตศาสตร์ และยุทธวิธีต่าง ๆ ในการดำเนินการ

ขั้นตอนที่ 3 การทำนายคำตอบ (Prediction) หมายถึง ขั้นตอนของการแปลความหมายของคำตอบ การพิจารณาและวินิจฉัยคำตอบที่ได้จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้คำตอบทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคำตอบที่ได้ไปทำนายสถานการณ์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบ (Verification) หมายถึง ขั้นตอนของการพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้ โดยที่รายละเอียดของการหาข้อมูลมาสนับสนุนคำตอบ การสะท้อนความคิดเห็น การประเมินคำตอบที่ได้อย่างมีวิจารณญาณ และการนำเสนอคำตอบ

NGA Center and CCSSO (2010) ได้ระบุไว้ว่า กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของมลรัฐในประเทศสหรัฐอเมริกาหรือ The Common Core State Standards for Mathematics (CCSSM) นั้นแบ่งออกเป็นวงจรที่ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุตัวแปรที่สำคัญ

ขั้นตอนที่ 2 สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยอาศัยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ระบุไว้

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าวและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการดำเนินการหาคำตอบเพื่อสร้างข้อสรุป

ขั้นตอนที่ 4 พิจารณาคำตอบที่ได้ แล้วตีความคำตอบนั้นกลับไปสู่สถานการณ์ปัญหา เริ่มต้น

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อสรุปกับข้อมูลและตัวแปรในสถานการณ์ปัญหาเริ่มต้น เพื่อพิจารณาว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจำเป็นต้องแก้ไขหรือไม่ และจำเป็นดำเนินการซ้ำเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้น

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอคำตอบที่ได้จากการพิจารณาความสอดคล้องและความสมเหตุสมผล

Blum (2011) ได้แสดงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงระหว่างการแปลงปัญหาจากสถานการณ์ในโลกกับโลกคณิตศาสตร์ โดยได้แบ่งการดำเนินการออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจกับงาน/สถานการณ์ปัญหา โดยต้องสร้างตัวแบบของสถานการณ์ปัญหาขึ้นมา เพื่อเป็นร่องรอยแสดงความเข้าใจกับสถานการณ์

ขั้นตอนที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้นโดยการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ตั้งสมมุติฐาน สร้างขอบเขตและตีความหมายเพื่อสร้างข้อตกลงเกี่ยวกับข้อมูลในปัญหาให้ชัดเจน และสร้างตัวแบบปัญหาจริง

ขั้นตอนที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์โดยการแปลงจากตัวแบบปัญหาจริงมาสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินงานทางคณิตศาสตร์โดยการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณ การแก้สมการ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในโลกคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 การแปลความหมายของคำตอบโดยการแปลผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้เป็นผลลัพธ์ในโลกจริงตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบความสมเหตุสมผล โดยการแสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ในโลกจริงที่แปลงมาจากผลลัพธ์ในโลกคณิตศาสตร์นั้นมีความสมเหตุสมผลกัน ด้วยการอธิบายเหตุผลให้ชัดเจน

ขั้นตอนที่ 7 การนำเสนอด้วยการสรุปผลลัพธ์สุดท้ายที่ผ่านการพิจารณาแล้ว

Hernandez et al. (2016) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ GAIMME (2016) คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีกระบวนการในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา ครูเลือกปัญหาในชีวิตจริงที่มีความใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียน หรือเป็นที่น่าสนใจและให้นักเรียนทำการตัดสินใจว่านักเรียนจะสามารถประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับปัญหานี้ได้หรือไม่ ซึ่งนักเรียนได้ระบุสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงที่ต้องการจะรู้ ต้องการจะทำหรือต้องการจะเข้าใจที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างข้อคำถามของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมุติฐานและระบุตัวแปร ครูให้นักเรียนเลือกส่วนสำคัญในสถานการณ์และกำหนดความสัมพันธ์และทำการตัดสินใจที่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับความสัมพันธ์นั้นที่กำหนดไว้ เพื่อสร้างข้อคำถามสำหรับสถานการณ์ โดยครูมีบทบาทในการให้คำแนะนำ

ขั้นตอนที่ 3 การลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูให้นักเรียนทำการแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้เป็นภาษาทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบของ ตัวแปร รูปแบบทางคณิตศาสตร์นี้จะถูกเรียกว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาผลลัพธ์

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ ครูให้นักเรียนทำการพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลและความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เมื่อนำมากับอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริง

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ ครูให้นักเรียนลงมือทำกระบวนการใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้ง เพื่อแก้ข้อผิดพลาดของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หรือเป็นการขยายตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความสอดคล้องของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้ทำการสร้างและวิเคราะห์แล้ว

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูให้นักเรียนนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ พร้อมทั้งรายงานผลของการใช้และผลลัพธ์ที่ได้ รวมไปถึงตัดสินใจในการนำไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตจริง

นักเรียนจะได้รับการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอนดังนี้

1. การตั้งปัญหา นักเรียนจะได้ดำเนินการตามกระบวนการตั้งปัญหาในขั้นตอนที่ 1 และ 2
2. สร้างผลลัพธ์ นักเรียนจะได้ดำเนินการตามกระบวนการสร้างผลลัพธ์ในขั้นตอนที่ 3 และ 4
3. ตรวจสอบผลสรุปของตนเอง นักเรียนจะได้ดำเนินการตามกระบวนการตรวจสอบผลลัพธ์ของตนเองในขั้นตอนที่ 5 และ 6

จากการศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของ Hernandez et al. (2016) ตามแนวคิดของ GAIMME (2016) โดยเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมุติฐานและระบุตัวแปร เป็นขั้นตอนที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถระบุตัวแปรที่สำคัญ แปรสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปอย่างง่าย

ขั้นตอนที่ 3 การลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถได้นำตัวแปรทางคณิตศาสตร์ หรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาดำเนินการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ เป็นขั้นตอนที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสมเหตุสมผล วิเคราะห์กระบวนการและประเมินผลของตนเอง

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรอบคอบในการทำงาน และดำเนินการแก้ไขปัญหาในส่วนที่มีความคลาดเคลื่อน

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ

3. ความสำคัญของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

Hodgson (1995) ได้กล่าวความสำคัญของการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน โดยแบ่งออกเป็นด้าน ๆ ได้ดังนี้

ด้านการแก้ปัญหาตัวแบบ คือ การแก้ปัญหานักเรียนต้องเผชิญหน้ากับการแก้ปัญหา และตั้งคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์จริง โดยสถานการณ์ที่เป็นความสนใจของนักเรียนจะให้นักเรียนต้องการหาคำตอบ อย่างไรก็ตาม ใ้ตามตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ภายใต้สถานการณ์จริง อาจยังไม่ชัดเจน มีความคลุมเครือ นักเรียนอาจไม่สามารถแก้ปัญหาได้โดยตรง นักเรียนต้องใช้ความพยายามในการแก้ปัญหา โดยสรุปแล้วตัวแบบได้รวมบริบทของการแก้ปัญหาเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

ด้านการเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาประยุกต์ไม่ใช่สิ่งใหม่ในการศึกษาคณิตศาสตร์ดังจะเห็นได้จากปีค.ศ. 1983 PEA (Progressive Education Association) ได้กล่าวในรายงานไว้ว่า ครูคณิตศาสตร์ได้ให้นักเรียนแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงโดยนำความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาใช้เช่นเดียวกับมาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM) ได้เน้นกิจกรรมที่นำไปสู่ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์ปลายทาง เพื่อผลิตพลเมืองให้เป็นบุคคลซึ่งมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ นั่นคือ หลักสูตรคณิตศาสตร์ เช่น กราฟตาราง สถิติ และใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนทำให้เกิดการคิดและนำเอาความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ามามีส่วนร่วม คือ สามารถเตรียมนักเรียนให้ใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหา ซึ่งเกิดขึ้นในชีวิตของนักเรียน

ครูสามารถจำลองสถานการณ์จริงโดยการนำเสนอโจทย์ปัญหาในสถานการณ์จริงให้กับนักเรียนและแนะนำให้เกิดความพยายามหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องใช้ทักษะหลาย ๆ ทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาให้สำเร็จ

ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ การศึกษาในปัจจุบันได้ให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นบูรณาการระหว่างวิชา เช่นเดียวกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ก็เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ในหลักสูตร เช่น วิทยาศาสตร์ ศิลปะ สังคมศึกษา เป็นต้น ยิ่งไปกว่านั้นความยุ่งยากซับซ้อนที่เกิดจากระบบการของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ยังมีความเหมาะสมในการใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งครูจำนวนมากได้ใช้วิธีการเรียนแบบนี้โดยเมื่อนักเรียนสร้างตัวแบบขึ้นมาจะเกิดการมีปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนกับเพื่อนคนอื่น ๆ และทำให้การอภิปรายในชั้นเรียน เช่น อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแบบกับสถานการณ์ปัญหาเริ่มต้น ขั้นตอนการสร้างตัวแบบ การใช้ตัวแบบ และข้อจำกัดของตัวแบบ เป็นต้น

ด้านเจตคติ กลุ่มนักศึกษา Constructivist ได้ให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติ โดยนักเรียนที่มีส่วนร่วม อย่างไรก็ตามการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการปฏิบัติตามกิจกรรมจะไม่เกิดขึ้น ถ้านักเรียนไม่มีความต้องการที่จะเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งความต้องการเรียนคณิตศาสตร์ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของผลด้านเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน การสอนคณิตศาสตร์โดยวิธีการปกตินั้น ครูได้นำเสนอเนื้อหาที่เชื่อว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักเรียนแต่ล้มเหลวในการพิจารณาความสำคัญด้านเจตคติของนักเรียน ทำอย่างไรจึงจะทำให้นักเรียนได้ศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นไป หรือนักเรียนที่ไม่ได้เข้าสู่วิชาชีพที่ใช้คณิตศาสตร์เห็นความสำคัญหรือมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ของครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (NCTM) ได้เสนอแนะว่าควรจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับศักยภาพและการประยุกต์ของคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกับปัญหาในชีวิตของนักเรียน คณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตไม่ได้แยกออกมาจากชีวิตจริง ซึ่งถือว่าเป็นข้อดีของแบบตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และทำให้นักเรียนต้องการเรียนคณิตศาสตร์

ด้านความรู้ด้านสถิติ บ่อยครั้งที่พบว่า ความรู้ทางสถิติเข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในสังคมปัจจุบัน เช่น หนังสือพิมพ์ ได้นำเสนอข้อมูลข่าวสารที่อยู่ในรูปสถิติ เช่น รูปของกราฟต่าง ๆ หรือการนำเสนอข้อมูลเชิงตัวเลข มาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (NCTM) ได้เสนอว่า หลักสูตรทุก ๆ ระดับควรจะทำให้มีความสำคัญเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลในชั้นเรียน นักเรียนจะทำการสืบสวนปัญหาในสถานการณ์จริง โดยการระบุตัวแปรของปัญหา ออกแบบและทำการทดลองเพื่อศึกษาเชิงพฤติกรรมของตัวแปร วิเคราะห์ข้อมูล แสดงความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ ตัวแบบซึ่งอธิบายผลของการทดลองและใช้ตัวแบบตอบคำถามของสถานการณ์จริง โดยกระบวนการเหล่านี้ นักเรียนต้องพัฒนากุญแจวิธีเพื่อหาข้อมูลที่เป็นไปได้จริงและ

ทดสอบข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจ บ่อยครั้งที่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในรูปของ สมการ ซึ่งเหมาะสมที่สุดกับข้อมูล โดยสามารถได้จากการวิเคราะห์ โดยทั่ว ๆ ไปแล้วการเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ถือเป็นพื้นฐานที่มีบทบาทสำคัญในกิจกรรมตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ยิ่งไปกว่านั้นข้อมูลที่ถูกรวบรวมจะอยู่ภายใต้บริบทของปัญหาจริง ซึ่งเป็นการให้นักเรียนรู้จักการประยุกต์การใช้สถิติในชีวิต

จากความสำคัญของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่กล่าวมาข้างต้น ความสำคัญของการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนนั้น จะทำให้นักเรียนสามารถรู้ขั้นตอนการแก้ปัญหา ด้วยการเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับการดำเนินชีวิตและต่อยอดความรู้ไปยังศาสตร์ต่าง ๆ

4. บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

วิจารณ์ พานิช (2556) กล่าวว่า การเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 “ครู” ต้องเปลี่ยนบทบาทเป็น “โค้ช” ด้วยเนื่องจากในปัจจุบันความรู้มีมาก ครูจะจัดการอย่างไรเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งหมด ผลวิจัยแนะนำว่าให้สอนเฉพาะที่สำคัญ ๆ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ไปบูรณาการและต่อยอดได้ ส่วนความรู้ที่ไม่ได้สอนนักเรียนจะเรียนรู้ได้เอง สิ่งสำคัญในการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 คือ ต้องเปลี่ยนวิธีการของการศึกษา คือ เปลี่ยนเป้าหมายจาก “ให้ความรู้” ไปสู่ให้ “ทักษะ” เปลี่ยนจาก “ครูเป็นหลัก” เป็น “นักเรียนเป็นหลัก”

ศันสนีย์ เณรเทียน (2560) กล่าวว่า 1) ครูต้องตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่จะใช้ในการแก้ปัญหาและทบทวนความรู้ของนักเรียนให้เพียงพอที่จะเลือกตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา เพื่อไม่ให้นักเรียนรู้สึกว่ายากเกินไปในชีวิตจริงเป็นเรื่องยากจนทำให้นักเรียนเกิดเจตคติไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ 2) ปัญหาในชีวิตจริงที่ครูออกแบบต้องเป็นปัญหาที่น่าสนใจและท้าทาย สัมพันธ์กับชีวิตของนักเรียนและเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา 3) สำหรับครูที่เริ่มใช้แนวคิดของการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูอาจเลือกรวบรวมหรือกระบวนการที่มีจำนวนขั้นตอนไม่มากนัก หรือขั้นตอนไม่ซับซ้อน เพื่อให้นักเรียนได้คุ้นชินและทำความเข้าใจขั้นตอนได้ง่าย 4) ในช่วงแรกของการใช้กระบวนการ ครูต้องคอยแนะนำและให้การช่วยเหลือนักเรียนเมื่อจำเป็น เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการมีความคุ้นเคยกับกระบวนการและไม่รู้สึกว่ายากจนเกินไป 5) ครูต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียนและใช้เวลานักเรียนในการคิดแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ

Blum (2011) กล่าวว่า การสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้ตรงต่อความต้องการของนักเรียน โดยให้โอกาสแก่นักเรียนในการได้รับความสามารถทางคณิตศาสตร์ และการสร้างการเชื่อมโยงภายใน และภายนอกคณิตศาสตร์ จะสามารถสร้างความรู้ที่ถาวรแก่นักเรียนโดยใช้กิจกรรมที่ส่งเสริมการคิด และให้อิสระต่อนักเรียน รวมถึงการจัดการห้องเรียนที่มีประสิทธิภาพและมุ่งเน้นผู้เรียนโดยวิธีการที่ แตกต่างกันอย่างยืดหยุ่น ใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพแยกการเรียนรู้และการประเมิน

GAIMME (2016) กล่าวว่า ครูมีบทบาทในการจัดระเบียบ ตรวจสอบ จัดกลุ่มใหม่ ซึ่งใน ขั้นการประเมินนักเรียนจะต้องมีการประเมินนักเรียน โดยที่จะเน้นไปการให้นักเรียนได้อธิบายถึง กระบวนการในการทำ หรือวิธีการทำงานแบบกลุ่มของนักเรียน แต่ว่าผลลัพธ์นั้น สามารถ เปลี่ยนแปลงได้ เนื่องด้วยนักเรียนมีอิสระในการเลือกตัวแปรเพื่อทำการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งส่วนสำคัญที่สุดในการประเมินนักเรียนนั้น อยู่ที่กระบวนการทำงานของนักเรียนและผลลัพธ์ที่ได้ ออกมาโดยแนวทางในการปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับครูเพื่อสนับสนุนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) การเลือกหรือพัฒนาปัญหาในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 2) การคาดการณ์ถึงคำตอบ ที่นักเรียนจะตอบ 3) พัฒนากระบวนการที่อำนวยความสะดวกให้นักเรียนสามารถสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 4) จัดระเบียบในการจัดการเรียนรู้และการดำเนินกิจกรรมของนักเรียน 5) ให้คำแนะนำและให้ความ ช่วยเหลือแก่นักเรียน 6) ใช้คำถามที่แตกต่างเพื่อช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหาได้อย่างทันที 7) ให้ความสำคัญในการประเมินกระบวนการให้มากกว่าผลลัพธ์ โดยตัวอย่างคำถามที่ควรใช้นั้น ได้แก่ “คำถามแบบไหนที่นักเรียนคิดว่าเกี่ยวข้องกับสถานการณ์นี้” “มีข้อมูลอะไรบ้างที่สถานการณ์นี้ ต้องการ” “นักเรียนคิดว่ามีกลยุทธ์ไหนที่จะสามารถใช้ในการแก้ปัญหา” เป็นต้น

จากการวิเคราะห์บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้ การสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน ต้องจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้อง กับในศตวรรษที่ 21 โดย “ครู” ต้องเปลี่ยนบทบาทเป็น “โค้ช” คอยให้คำแนะนำสร้างการเชื่อมโยง ภายในและภายนอกคณิตศาสตร์ ออกแบบปัญหาในชีวิตจริงต้องเป็นปัญหาที่มีความน่าสนใจ โดย งานวิจัยนี้จะขอยึดบทบาทของครูตาม GAIMME (2016) ซึ่งเป็นบทบาทที่สอดคล้องกับการจัดการ เรียนรู้ที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

Programme for International Student Assessment หรือ PISA มีการประเมินครั้งแรก คือ PISA 2000 จนถึง PISA 2018 ใช้คำว่า “การรู้เรื่องคณิตศาสตร์” แต่ PISA 2022 ได้เปลี่ยน จากคำว่า “การรู้เรื่องคณิตศาสตร์” เป็นคำว่า “ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์” ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงใช้คำว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับ PISA 2022

1. โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA)

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ถูกบรรจุอยู่ในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดย PISA เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้ทางทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรโรงเรียน โดย PISA 2022 ประเมินสมรรถนะที่เรียกว่า “Literacy” ซึ่งเปลี่ยนจากคำว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นคำว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และประเมินความฉลาดรู้ในสามด้าน คือ ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และ ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563)

PISA มีสัดส่วนของคะแนนแต่ละวิชาแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าในรอบการประเมินนั้นเน้นการประเมินวิชาใด หากเป็นวิชาหลักในรอบการประเมิน จะมีสัดส่วนของข้อสอบประมาณ 60% ส่วนวิชารองจะมีสัดส่วนของข้อสอบประมาณ 20% สำหรับรอบการประเมิน PISA 2022 เน้นการประเมินด้านความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ จึงมีสัดส่วนของข้อสอบด้านความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ประมาณ 60% ส่วนความฉลาดรู้ด้านการอ่านและความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มีสัดส่วนของข้อสอบประมาณวิชาละ 20% การประเมินคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 ปรับเปลี่ยนไปจากกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ของ PISA 2018 โดย PISA 2022 คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตมากขึ้น และการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 จึงทำให้มีการเน้นความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน รวมถึงบริบทที่สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกรอบการประเมินนี้ โดยผนวกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เข้ากับกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการกระบวนการ และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ไว้ด้วยกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563)

2. ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

สุชาติ ปัทมวิภาต (2557, น. 35) ได้ให้ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้ และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

อัมพร ม้าคนอง (2557, น. 11) ได้ให้ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการประมวลความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการคิด เพื่อหาวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในบริบทต่าง ๆ และสามารถนำคำตอบมาใช้ได้อย่างเหมาะสมในชีวิตจริง

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (1999, p. 41) ให้นิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) ว่าความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นความสามารถส่วนบุคคลที่สามารถรู้และเข้าใจบริบทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลกหรือในสถานการณ์จริง สามารถตัดสินใจปัญหาต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์และรู้จักใช้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาของตนเองและเตรียมพร้อมให้ตนเองเป็นพลเมืองที่มีวิจรรณญาณห่วงใยและสร้างสรรค์สังคมในอนาคต

OECD (2018) ให้นิยาม ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ

OECD (2022) ให้นิยาม ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม

จากการวิเคราะห์ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การคิด/แปลงปัญหา การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา การตีความและประเมินผลลัพธ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงที่หลากหลาย รวมถึงการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ

3. กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

กรอบการประเมินของ PISA 2018 เน้นที่การเมินว่านักเรียนอายุ 15 ปี รู้เรื่องคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด นั่นคือ สามารถนำฐานความรู้คณิตศาสตร์มาใช้และเผชิญหน้ากับปัญหาในโลกจริงได้เพียงใดใน PISA 2018 เป็นการประเมินในรูปแบบการทำข้อสอบด้วยคอมพิวเตอร์ต่างจากกรอบที่ผ่านมาที่ทำข้อสอบด้วยการเขียนตอบลงบนกระดาษ แม้ว่าการประเมินด้านการรู้เรื่อง

คณิตศาสตร์ไม่ใช่การประเมินหลักในรอบนี้แต่กรอบการประเมินไม่ได้เปลี่ยนแปลงจาก PISA 2015 ขอบเขตการประเมินครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ด้านเช่นเดียวกับกรอบการประเมิน PISA 2015 ได้แก่

1. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Process) ที่อธิบายสิ่งที่แต่ละคนทำเพื่อเชื่อมโยงบริบทของปัญหา กับคณิตศาสตร์แล้วนำไปสู่การแก้ปัญหา
2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ (Content) ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
3. สถานการณ์หรือบริบท (Context) ที่ปัญหานั้นตั้งอยู่



ภาพ 1 แสดงแบบจำลองความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในทางปฏิบัติ

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560: หน้า 37

กรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้ถูกพัฒนาให้ทันสมัยและสอดคล้องกับรูปแบบการประเมินที่เปลี่ยนไป แต่ยังคงไว้ซึ่งแนวคิดพื้นฐานของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาก่อนหน้านี้ โดย PISA ยังคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

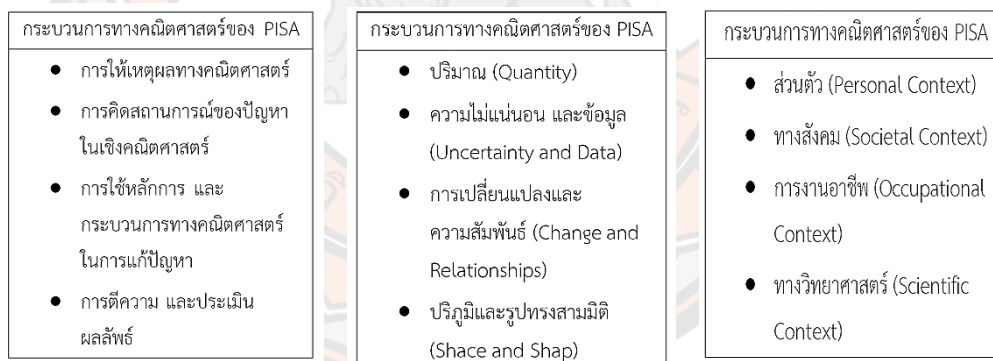
ของเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตมากขึ้น และการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการเน้นความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน รวมถึงบริบทที่สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกรอบการประเมินนี้ โดยกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ PISA 2022 มี 3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่

1. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ทั้งแบบนิรนัย – การอ้างเหตุผลที่มีข้อสรุปตามหลัก การความรู้พื้นฐานหรือสิ่งที่เป็นจริงอยู่แล้ว และแบบอุปนัย – การอ้างเหตุผลจากข้อมูลการคาดคะเน และความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ได้มา) และกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งรวมถึงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงสิ่งที่แต่ละบุคคลกระทำเพื่อเชื่อมโยงบริบทของปัญหาด้วยคณิตศาสตร์ แล้วนำไปสู่การแก้ปัญหานั้น

2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

3. บริบท ที่ใช้ในแบบทดสอบซึ่งสัมพันธ์กับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

กรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 แบ่งออกเป็น 3 ภาพ ดังนี้



ภาพ 2 แสดงกรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022

ที่มา: PISA 2022 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี PISA THAILAND

3.1 กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของ PISA

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของ PISA แบ่งออกได้ดังนี้

3.1.1 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลและนำเสนอข้อโต้แย้งที่น่าเชื่อถือว่าเป็นไปได้โดยตรงไปตรงมา ด้วยคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีกรอบแนวคิดที่ชัดเจน แต่ก็สามารถวิเคราะห์และแปลความได้หลากหลาย การให้เหตุผล

ทางคณิตศาสตร์ จึงมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นในการลงข้อสรุปที่ชัดเจนและเป็นจริงอยู่เสมอ นอกจากนี้ นักเรียนจะรู้ว่าในบริบทโลกชีวิตจริงที่มีความหมายผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อถือได้จะต้องเกิดจากการให้เหตุผลและการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและสิ่งที่สำคัญที่สุดคือการลงข้อสรุปนั้นจะต้องทำอย่างเป็นกลาง แม้จะไม่มี การตรวจสอบจากผู้อื่นก็ตาม กระบวนการนี้ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) แสดงข้อสรุปที่ไม่ซับซ้อนได้
- 2) เลือกใช้เหตุผลที่เหมาะสม
- 3) อธิบายได้ว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่กับบริบทของปัญหา
- 4) นำเสนอปัญหาในรูปแบบที่แตกต่าง รวมถึงจัดการกับปัญหาให้สอดคล้องกับโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นที่เหมาะสม
- 5) ใช้บทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอน และวิธีการที่ชัดเจน รวมถึงอันกอร์ทิม และการคิดเชิงคำนวณ
- 6) อธิบาย และหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้ นั้นสมเหตุสมผล
- 7) อธิบายหรือหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับกระบวนการรวมถึงขั้นตอนหรือการจำลองที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล
- 8) ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
- 9) เข้าใจบทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอน และวิธีการที่ชัดเจนรวมถึงการใช้อันกอร์ทิมและการให้เหตุผลเชิงคำนวณ
- 10) ให้เหตุผลว่าการใช้การแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงนั้นสมเหตุสมผล
- 11) ให้เหตุผลว่ากระบวนการและขั้นตอนในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล
- 12) สะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้
- 13) วิพากษ์ข้อจำกัดของแบบจำลองในการแก้ปัญหา
- 14) ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ และอธิบายความหมายของผลลัพธ์ที่ได้ว่าสมเหตุสมผลกับบริบทโลกจริง
- 15) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคำเฉพาะที่ใช้กับโจทย์ปัญหาในบริบทนั้น ๆ กับภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

3.1.2 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ นิยามของคำว่า “การคิด” ในความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาสถานการณ์และ

ตัดสินใจนำกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และนำแก้ไขปัญหา ผ่านการแปลงปัญหาจากสถานการณ์ชีวิตจริง ให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์ กำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และใช้การแสดงแทนให้เหมาะสมกับบริบทในชีวิตจริง รวมถึงสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นได้อย่างสมเหตุสมผล กระบวนการนี้ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ต่อไปนี้

- 1) เลือกการอธิบายหรือการแสดงแทนเชิงคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายปัญหา
- 2) ระบุตัวแปรหลักที่ใช้ในแบบจำลอง
- 3) เลือกการแสดงแทนที่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา
- 4) อ่าน แปลความหมาย และทำความเข้าใจข้อความ คำถาม กิจกรรมสิ่งของ หรือรูปภาพ เพื่อสร้างแบบจำลองของสถานการณ์นั้น
- 5) รู้ถึงโครงสร้างคณิตศาสตร์ (รวมถึง กฎเกณฑ์ ความสัมพันธ์ และแบบรูป) ของปัญหาหรือสถานการณ์
- 6) ระบุและอธิบายประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริง รวมถึงการระบุตัวแปรที่สำคัญ
- 7) จัดเอารูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหา เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้
- 8) รู้ถึงประเด็นต่าง ๆ ของปัญหาซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือหลักการ ข้อเท็จจริง รวมทั้งกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- 9) แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานหรือในรูปอัลกอริทึม
- 10) ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (ตัวแปร สัญลักษณ์ หรือแผนภาพ) ที่เหมาะสมเพื่ออธิบายโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และ/หรือ ความสัมพันธ์ของปัญหา
- 11) ประยุกต์ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์และเครื่องมือเชิงคำนวณเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์
- 12) ระบุเงื่อนไข ข้อตกลงเบื้องต้น และทำให้สถานการณ์อยู่ในรูปอย่างง่ายในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

3.1.3 การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา นิยามของ

คำว่า "การใช้" ในความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิด หลักการ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการ กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาที่ผ่านการคิด/แปลงปัญหามาแล้ว เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การแสดงการคำนวณ การแก้สมการ การลงข้อสรุปจากสมมุติฐานทาง

คณิตศาสตร์การใช้สัญลักษณ์ การสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์ จากตาราง และกราฟ การจัดการกับรูปร่างและรูปทรง และการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ สร้างกฎเกณฑ์ ระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้คณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ กระบวนการนี้ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) คำนวณอย่างง่าย
- 2) เลือกยุทธวิธี เช่น แผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมจากสถานการณ์ที่กำหนด
- 3) ใช้ยุทธวิธีที่กำหนดให้ เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหา
- 4) สร้างแผนภาพกราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ หรือ สิ่งประดิษฐ์ทางคอมพิวเตอร์ (computing artifacts) ได้
- 5) เข้าใจและใช้แนวคิดบนพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์ (บทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน) รวมถึงอัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหา
- 6) พัฒนาแผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นหรือ สิ่งประดิษฐ์ทางคอมพิวเตอร์ (computing artifacts) และการเลือกข้อมูลทางคณิตศาสตร์ไปใช้
- 7) จัดกระทำจำนวน ข้อมูลและสาระสนเทศเชิงกราฟและสถิติ นิพจน์พีชคณิตและสมการพีชคณิต และการแสดงแทนทางเรขาคณิตอย่างง่าย
- 8) บอกวิธีการแก้ปัญหา การแสดง หรือ/และ สรุปและนำผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอน
- 9) ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ รวมถึงเทคโนโลยี การจำลอง (simulation) และการคิดเชิงคำนวณ เพื่อหาวิธีการที่ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือผลลัพธ์โดยประมาณ
- 10) จากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนด สามารถเชื่อมโยงและใช้การแสดงแทนที่หลากหลายได้อย่างสมเหตุสมผล
- 11) ใช้วิธีอื่น ๆ ในการแสดงแทนกระบวนการแก้ปัญหาเดียวกันได้
- 12) ใช้กระบวนการที่มีหลายขั้นตอน เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาคำตอบหรือข้อสรุปทั่วไปได้
- 13) ใช้ความเข้าใจในบริบทเพื่อเป็นแนวทางหรือกระตุ้นให้เกิดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 14) นำผลลัพธ์ที่เกิดจากการประยุกต์ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อสร้างข้อสรุปทั่วไป

3.1.4 การตีความ และประเมินผลลัพธ์ นิยามของคำว่า "ตีความ" ในความฉลาดรู้คณิตศาสตร์มุ่งเน้นไปที่ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลลัพธ์ หรือข้อสรุป แล้วตีความภายใต้บริบทของปัญหาในโลกชีวิตจริง ซึ่งรวมถึงการแปลความหมายผลลัพธ์หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับเข้าไปในบริบทของปัญหา และประเมินว่าผลลัพธ์เหล่านั้นสมเหตุสมผลกับบริบทนั้น ๆ หรือไม่ ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง
- 2) ระบุได้ว่าผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ หรือข้อสรุปที่ได้ สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหาหรือไม่
- 3) ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
- 4) ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์หรือคอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์เพื่อทำให้แน่ใจว่าวิธีการและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ข้อจำกัด และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหาและบริบทของปัญหานั้นสมเหตุสมผล
- 5) ตีความ ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหามาแสดงแทน ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่หลากหลาย เพื่อเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรือการใช้งาน เช่น การเปรียบเทียบหรือประเมินการแสดงแทนอย่างน้อย 2 รูปแบบที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์
- 6) ใช้ความรู้ในการพิจารณาว่า สถานการณ์ในชีวิตจริง ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ และการคำนวณตามขั้นตอนหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างไร เพื่อที่จะตัดสินใจได้ว่าควรปรับปรุงหรือนำผลลัพธ์นั้นไปประยุกต์ใช้ได้
- 7) สร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหา
- 8) อธิบาย หรือตีความ หรือแสดงขอบเขตข้อจำกัดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
- 9) เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของปัญหากับการแสดงแทน เพื่อช่วยในการตีความและประเมินความเป็นไปได้และข้อจำกัดของวิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์

3.2 เนื้อหาที่ประเมิน PISA 2022 ได้กำหนดกรอบการประเมินด้านเนื้อหาเป็น 4 เรื่อง ได้แก่

3.2.1 ปริมาณ (Quantity) เป็นคณิตศาสตร์ที่พบเห็นและเกี่ยวข้อง

- 1) ความเข้าใจในเรื่อง การวัด การนับขนาดของปริมาณ หน่วย ดัชนี ขนาดเปรียบเทียบ และแบบรูปและแนวโน้มของจำนวน ด้านความเป็นเหตุเป็นผลทางปริมาณ เช่น ความรู้สึกเชิงจำนวน การใช้ตัวแทนแบบพหุนาม การคำนวณคล่อง การคิดคำนวณในใจ การประมาณ การ และการประเมินความสมเหตุสมผล การใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนที่เหมาะสมจะให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ตรงไปตรงมาที่กลับกัน หรือที่ต้องการเรื่องสัดส่วนมาใช้

2) สามารถประมาณอัตราการเปลี่ยนแปลงและบอกเหตุผลในการเลือกใช้ข้อมูล และระดับความถูกต้องสำหรับเรื่องหนึ่ง สามารถเลือกวิธีการและลำดับขั้นตอนเพื่อแสดงว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น และมีกรณีใดบ้างที่ทำได้ สามารถสร้างตัวแบบของวิธีการใช้สำหรับแก้ปัญหาที่ใช้ข้อมูลจากที่มีอยู่ในโลกจริง

3.2.2 ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data)

1) เป็นเรื่องที่มีอยู่ในวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและชีวิตประจำวัน และเป็นเรื่องที่เป็นหัวใจสำคัญของการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย รวมทั้งทฤษฎี ความน่าจะเป็นและสถิติและเทคนิคการพัฒนา การนำเสนอข้อมูลซึ่งถูกสร้างขึ้นมา

2) เนื้อหาเรื่องความไม่แน่นอนและข้อมูล รวมถึงการรู้ว่าตำแหน่งใดที่มีความแปรผันในกระบวนการ มีการรับรู้ถึงปริมาณความแปรผัน การรับรู้ถึงความไม่แน่นอนและความผิดพลาดจากการวัดและความรู้ในเรื่องโอกาสที่จะเกิดขึ้น

3) การคิด การตีความ เป็นการประเมินข้อสรุปในสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนเป็นจุดสำคัญ ซึ่งการนำเสนอและการตีความข้อมูลเป็นแนวคิดหลักของเนื้อหาประเภทนี้

4) ความไม่แน่นอนพบได้ในการทำนายทางวิทยาศาสตร์ การสำรวจความคิดเห็น การพยากรณ์อากาศและแบบแผนทางเศรษฐกิจมีความแปรผันในกระบวนการผลิต คะแนนสอบ และผลการสำรวจรวมทั้งโอกาสซึ่งพบได้ในกิจกรรมสันตนาการต่าง ๆ ของแต่ละคน

3.2.3 การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships)

1) ความเข้าใจเรื่องการเปลี่ยนแปลงแบบต่าง ๆ และการรู้ว่าเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงจะใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่ออธิบายและทำนายการเปลี่ยนแปลงนั้นได้อย่างไร ซึ่งในทางคณิตศาสตร์ การทำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของฟังก์ชันและสมการที่เหมาะสมได้ รวมถึงการคิด การตีความ และการแปลความตัวแทน ความสัมพันธ์ในเชิงความสัมพันธ์และกราฟด้วย

2) การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ พบได้ในหลากหลายสถานการณ์ เช่น การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ดนตรี วัฏจักรของฤดูกาล แบบแผนของสภาพอากาศ ระดับการจ้างงาน และสถานะทางเศรษฐกิจ

3) มุมมองทางคณิตศาสตร์ตามหลักสูตร เช่น เรื่องฟังก์ชันและพีชคณิต ได้แก่ นิพจน์ทางคณิตศาสตร์ สมการ และอสมการ การแสดงในรูปตารางและกราฟ ก็เป็นส่วนหนึ่งในการสร้างคำอธิบาย การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และการตีความการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

3.2.4 ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ (Space and Shape)

1) ครอบคลุมปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ซึ่งมีอยู่ทั่วทุกแห่งในโลกที่เราสามารถเห็นได้ และมีลักษณะเป็นกายภาพ ได้แก่ แบบรูป สมบัติของวัตถุ ตำแหน่ง และทิศทางการแสดงแทนวัตถุ การเข้ารหัส และการถอดรหัสของสาระที่มองเห็นจากภาพได้ การนำทางและปฏิสัมพันธ์ของกลศาสตร์กับรูปร่างจริงและการแทน

2) เรขาคณิตเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับปริภูมิและรูปทรงแต่เนื้อหาปริภูมิและรูปทรงมีรายละเอียดเกินกว่าสาระของวิชาเรขาคณิต ทั้งเรื่องความหมายและวิธีการที่คนจะการมองเห็น การวัดขนาดและพีชคณิต

3) PISA ถือว่าความเข้าใจแนวคิดหลักและทักษะเป็นสิ่งสำคัญความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับปริภูมิและรูปทรง ด้วยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องปริภูมิและรูปทรง ประกอบด้วย การดำเนินการขอข่ายต่าง ๆ เช่น ความเข้าใจภาพวาดตามสัดส่วนที่มองเห็น การสร้างและการอ่านแผนที่ การเปลี่ยนรูปร่างโดยใช้และไม่ใช้เทคโนโลยี การตีความมุมมองภาพสามมิติจากมุมมองต่าง ๆ ที่มองเห็น และสร้างภาพแทนรูปร่าง

3.3 บริบท

ลักษณะสำคัญของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คือ การที่คณิตศาสตร์ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่อยู่ในบริบทหนึ่ง ๆ ซึ่งเป็นบริบทในโลกจริง ที่มีปัญหานั้นตั้งอยู่ PISA 2022 ได้แบ่งบริบทออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

3.3.1 บริบทส่วนตัว (Personal Context) ตัวบริบทนี้จะเน้นที่กิจกรรมของบุคคล ครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อนโดยอาจเป็นเรื่องส่วนบุคคล ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมอาหาร การช้อปปิ้ง การเล่นเกม สุขภาพส่วนบุคคล การเดินทาง กีฬา การท่องเที่ยว การจัดตารางเวลาส่วนบุคคล และการจัดการทางการเงินส่วนบุคคล

3.3.2 บริบททางการงานอาชีพ (Occupational Context) บริบทนี้เน้นที่การทำงานในโลกชีวิตจริง เช่น การวัดขนาด การคิดค่าใช้จ่าย และการสั่งซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้าง การเงิน การบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดทำหนดการ รายการสินค้า การออกแบบสถาปัตยกรรม และการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ บริบทเกี่ยวกับอาชีพอาจมีความเกี่ยวข้องต้งแต่งานที่ใช้แรงงานโดยไม่ต้องใช้ทักษะจนถึงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง

3.3.3 บริบทสังคม (Societal Context) บริบทนี้เน้นที่ชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก เช่น ระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครอง นโยบายภาครัฐ ประชากร การโฆษณา สถิติแห่งชาติ และเศรษฐกิจ แม้ว่าบริบทดังกล่าวจะเป็นเรื่องส่วนบุคคลแต่ถือว่ามีผลต่อสังคมในภาพรวม

3.3.4 บริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context) บริบทนี้เกี่ยวข้องกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในโลกชีวิตจริง และประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาพภูมิอากาศ หรือภูมิประเทศ ระบบนิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์อวกาศ พันธุกรรม การวัด และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโลกของคณิตศาสตร์ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์

จากองค์ประกอบของกรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 โดยผู้วิจัยจะประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบไปด้วย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา การตีความและการประเมินผล โดยใช้เนื้อหา เรื่อง อัตราส่วน ซึ่งถือว่าเป็นของเนื้อหาที่ประเมิน PISA 2022 เรื่อง ปริมาณ (Quantity) โดยครอบคลุมทั้ง 4 บริบท ได้แก่ บริบทส่วนตัว บริบททางสังคม บริบทการงานอาชีพ และบริบททางวิทยาศาสตร์

4. ระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ระดับต่ำที่สุดนั้น นักเรียนจะทำได้เฉพาะปัญหาที่ง่าย ๆ ขั้นตอนเดียวจบเป็นเรื่องในบริบทที่คุ้นเคย มีกฎ มีสูตรชัดเจน และอยู่ในกลุ่มสมรรถนะการทำงานใหม่

ที่ระดับสูงขึ้นไปนักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนที่มีขั้นตอนมากกว่าหนึ่งขั้นตอน ต้องอาศัยสาระเนื้อความหลากหลายมาประกอบกันหรืออาศัยการแปลความสัญลักษณ์และการแสดงแทนของแนวคิดคณิตศาสตร์หลายอย่าง รู้ว่าองค์ประกอบได้และสำคัญและเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับส่วนใดของปัญหา สามารถใช้ตัวแบบหรือสูตรการคำนวณที่กำหนดให้ ซึ่งส่วนมากมักมีสูตรทางพีชคณิตมาระบุ บอกปัญหาทางคณิตศาสตร์และสามารถคำนวณเป็นขั้นเป็นตอนเพื่อแก้ปัญหา

ที่ระดับสูงสุดนักเรียนสามารถสร้างสรรค์และมีบทบาทเชิงรุกในการหาทางแก้ปัญหา สามารถตีความและแปลสาระที่ซับซ้อนและเลือกที่จะใช้วิธีการหรือขั้นตอนได้หลายแบบ สามารถทำเป็นปัญหาเป็นสูตรคณิตศาสตร์ สร้างตัวแบบที่ใช้แก้ปัญหาได้ สามารถเลือกและใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ และเลือกใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในบริบทที่ไม่คุ้นเคย มองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปร และมองเห็นกลยุทธ์การแก้ปัญหาและแสดงให้เห็นว่าใช้ความคิดระดับสูง เช่น การลงข้อสรุป การให้เหตุผล การโต้แย้งเพื่ออธิบายหรือสื่อสารให้เข้าใจผลของการแก้ปัญหานั้น

ความคิดหลักในการวัดผลของ PISA คือ นักเรียนได้เรียนรู้อะไร และนักเรียนนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ทำอะไรได้บ้าง PISA จึงมีวิธีการวัดความสามารถเรื่องความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อแยกแยะความสามารถของนักเรียนออกเป็น 6 ระดับ ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงระดับความสามารถความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน

| ระดับ | นักเรียนทำอะไรได้บ้าง |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ระดับ 6 | <p>ที่ระดับ 6 นักเรียนสามารถ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ใช้สาระและข้อมูลที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนนำมาลงเป็นข้อสรุป และสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และแบบจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนออกมาสร้างเป็นตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ - เชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ หรือจากการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ นำมาเชื่อมโยงระหว่างกันได้ - ใช้เหตุผลและใช้ความคิดระดับสูงในเชิงคณิตศาสตร์ สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ และสามารถเข้าใจและปฏิบัติภารกิจทางคณิตศาสตร์ - สร้างสูตรคณิตศาสตร์จากแนวความคิดหรือข้อมูลที่มี - สามารถสื่อสารได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อบอกสิ่งที่ตนพบ ดีความ แผลความ ได้แย้งและอธิบายความสอดคล้องเหมาะสมของสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้กับสถานการณ์ที่เป็นมาตั้งแต่ต้น |
| ระดับ 5 | <p>ที่ระดับ 5 นักเรียนสามารถ</p> <ul style="list-style-type: none"> - สร้างตัวแทนและใช้ตัวแทนในเรื่องที่มีความซับซ้อน สามารถระบุออกข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นเฉพาะเรื่องนั้น ๆ สามารถเลือกเปรียบเทียบและประเมินกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนมีสัมพันธ์กับตัวแทน - สามารถใช้ทักษะการคิด และทักษะการใช้เหตุผล สามารถเชื่อมโยงการนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ สัญลักษณ์และลักษณะของโจทย์คณิตศาสตร์ และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้าที่เป็นส่วนประกอบของสถานการณ์ สามารถคิดวิเคราะห์การทำงานของตนและสามารถสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ - สามารถคิดวิเคราะห์การทำงานของตนและสามารถสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ - สามารถสื่อสารถึงการแปลความ ดีความ และการใช้เหตุผลของตนได้ |
| ระดับ 4 | <p>ที่ระดับ 4 นักเรียนสามารถ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทำโจทย์คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่มีตัวแทนชัดเจนและเป็นสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมที่ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งอาจมีข้อจำกัดบ้างหรือต้องมีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นบ้าง |

| ระดับ | นักเรียนทำอะไรได้บ้าง |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> - สามารถเลือกและผสมผสานรูปแบบต่าง ๆ ที่มีให้ รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ด้วย โดยนำมาเชื่อมโยงโดยตรงกับสถานการณ์ในโลกจริง - สามารถใช้ทักษะคณิตศาสตร์ที่พัฒนามาแล้วและสามารถใช้เหตุผลอย่างยืดหยุ่นได้ และมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในสถานการณ์นั้น ๆ ได้ดี - สามารถสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้ง บนพื้นฐานของการแปลความการโต้แย้งและการทำงานของตน |
| ระดับ 3 | <p>ที่ระดับ 3 นักเรียนสามารถ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทำโจทย์ที่มีวิธีการที่บอกไว้ชัดเจน รวมทั้งโจทย์ที่ตัดสินใจเลือกลำดับขั้นตอนด้วย - เลือกและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหา - แปลความและใช้สถานการณ์ที่นำเสนอมาจากหลายแหล่งและสามารถให้เหตุผลได้ตามแหล่งที่มา นั้น ๆ สามารถสร้างคำอธิบายหรือรายงานการตีความแปลความนั้น ๆ - แสดงการให้เหตุผลได้ และสามารถบอกและสื่อสารผลที่เกิดขึ้น |
| ระดับ 2 | <p>ที่ระดับ 2 นักเรียนสามารถ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตีความรู้อสถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อนที่ต้องการ การอ้างอิงไม่เกินสองตัว - สกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูลแหล่งเดียวและสามารถใช้สถานการณ์ที่นำเสนออย่างง่ายขั้นเดียว - สามารถใช้วิธีการคิดสูตรคณิตศาสตร์ วิธีการหรือข้อตกลงเบื้องต้น สามารถใช้เหตุผลตรงไปตรงมาและตีความที่พบอย่างตรงไปตรงมา |
| ระดับ 1 | <p>ที่ระดับ 1 นักเรียนสามารถ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่คุ้นเคย ที่มีข้อมูลชัดเจนให้ และคำถามต้องถามอย่างชัดเจน - ระบุสาระที่ต้องการและสามารถทำโจทย์แบบเดิมที่คุ้นเคยที่มีวิธีการทำหรือสถานการณ์กำหนดชัดเจน - ทำโจทย์ตามตัวอย่างที่กำหนดให้ |

หมายเหตุ: ถ้านักเรียนไม่สามารถปฏิบัติการกิจที่ระดับหนึ่งได้ จะถูกจัดไว้กลุ่ม “ต่ำกว่าระดับ 1”

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2558, หน้า 21-23

5. ตัวอย่างข้อสอบสำหรับการวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ข้อสอบ PISA จะครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (process) ที่อธิบายสิ่งที่แต่ละคนทำเพื่อเชื่อมโยงบริบทของปัญหากับคณิตศาสตร์แล้วนำไปสู่การแก้ปัญหาเนื้อหาคณิตศาสตร์ (content) ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและสถานการณ์หรือบริบทที่ปัญหานั้นตั้งอยู่ ดังตัวอย่างต่อไปนี้ ในที่นี้ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างการออกข้อสอบของแต่ละกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยมีรายละเอียด ดังนี้

การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

สถานการณ์: เครื่องเล่นที่ชำรุด

บริษัท อิเล็กทรอนิกส์ ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าสองชนิด คือ เครื่องเล่นวิดีโอ และเครื่องเล่นเพลง ในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตแต่ละวัน เครื่องเล่นจะถูกทดสอบและหากเครื่องเล่นเหล่านั้นชำรุด จะถูกคัดออกแล้วส่งไปซ่อม

ตารางต่อไปนี้ แสดงจำนวนเครื่องเล่นแต่ละชนิดที่ผลิตโดยเฉลี่ยต่อวันและร้อยละของเครื่องเล่นที่ชำรุดโดยเฉลี่ยต่อวัน

| ชนิดเครื่องเล่น | จำนวนเครื่องเล่น ที่ผลิตโดยเฉลี่ยต่อวัน | ร้อยละของเครื่องเล่น ที่ชำรุดโดยเฉลี่ยต่อวัน |
|-------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| เครื่องเล่นวิดีโอ | 2,000 | 5% |
| เครื่องเล่นเพลง | 6,000 | 3% |

คำถาม : ข้อความต่อไปนี้เกี่ยวกับการผลิตในแต่ละวันของ บริษัท อิเล็กทรอนิกส์ ข้อความเหล่านี้ถูกต้องใช่หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่.” ในแต่ละข้อความ

| ข้อความ | ข้อความถูกต้องใช่หรือไม่ใช่ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| หนึ่งในสามของเครื่องเล่นที่ผลิตแต่ละวันเป็นเครื่องเล่นวิดีโอ | ใช่ / ไม่ใช่ |
| ในแต่ละกลุ่มของเครื่องเล่นวิดีโอที่ผลิตทุก ๆ 100 เครื่อง จะมีเครื่องที่ชำรุด 5 เครื่องพอดี | ใช่ / ไม่ใช่ |
| การสุ่มเลือกเครื่องเล่นเพลงที่ผลิตในแต่ละวันไปทดสอบ ความน่าจะเป็นที่เครื่องเล่นเพลงที่สุ่มได้จะต้องนำไปซ่อม เป็น 0.03 | ใช่ / ไม่ใช่ |

จากตัวอย่างข้างต้นสรุปได้ว่า ข้อสอบที่เป็นกระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ จะต้องประกอบด้วยสถานการณ์และคำถามที่ทำให้นักเรียนได้ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงหรือสามารถนำเสนอสถานการณ์โดยใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพหรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย

การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

สถานการณ์: เพนกวิน

มอง แบบติสต์ นักถ่ายภาพสัตว์ได้ ใช้เวลาเดินทางตลอดปี เพื่อถ่ายภาพเพนกวินและลูก ๆ ของมันไว้จำนวนมากมาย เขาใช้ความสนใจเป็นพิเศษกับการขยายขนาดของฝูงเพนกวินที่แตกต่างกัน

คำถามที่ 1 เพนกวิน

โดยทั่วไปเพนกวินหนึ่งคู่จะวางไข่ปีละสองฟอง และลูกเพนกวินจากไข่ฟองใหญ่กว่าในไข่สองฟองนั้น มักจะมีชีวิตรอดเพียงตัวเดียวเท่านั้น

สำหรับเพนกวินพันธุ์ร็อคฮอปเปอร์ ไข่ฟองแรกมีน้ำหนักประมาณ 78 กรัม ส่วนไข่ฟองที่สองมีน้ำหนักประมาณ 110 กรัม โดยประมาณไข่ฟองที่หนักกว่าไข่ฟองแรกร้อยละเท่าใด

1. 29%
2. 32%
3. 41%
4. 71%



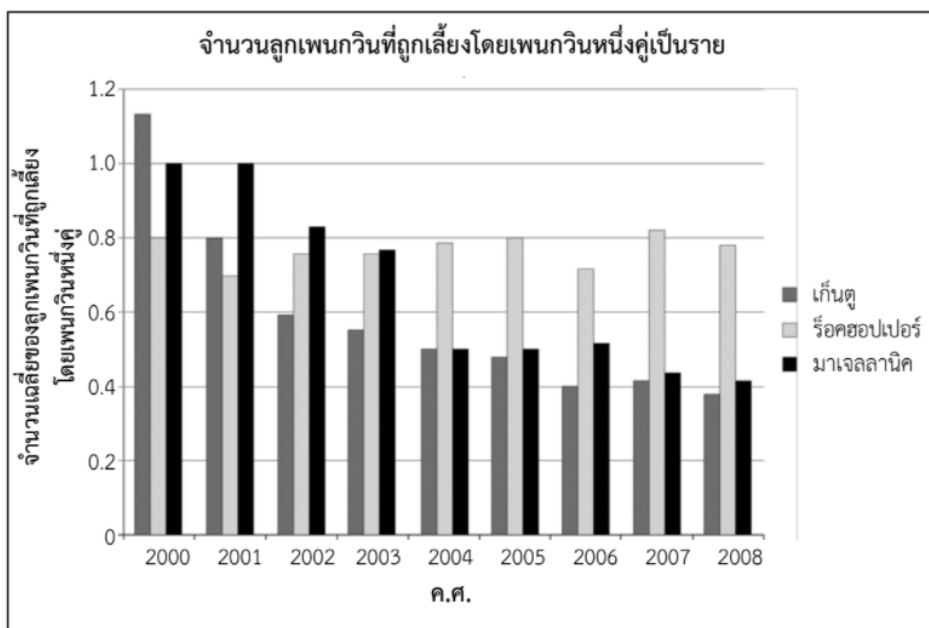
จากตัวอย่างข้างต้นสรุปได้ว่า ข้อสอบที่เป็นกระบวนการใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา จะต้องประกอบด้วยสถานการณ์และคำถามที่ทำให้นักเรียนได้นำ ทฤษฎีบท บทนิยาม หรือสูตรทางคณิตศาสตร์ มาใช้หาวิธีการแก้ปัญหาหรือสามารถนำ กฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา

การตีความและการประเมินผลลัพธ์

สถานการณ์: เพนกวิน

หลังจากที่เขาเดินทางกลับถึงบ้าน มอง แบบติสต์ ค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตเพื่อหาว่า โดยเฉลี่ยเพนกวินหนึ่งคู่เลี้ยงลูกเพนกวินจำนวนเท่าใด

เขาพบแผนภูมิแท่งต่อไปนี้ของเพนกวินสามชนิด ได้แก่ เพนกวินเกินตุ เพนกวินร็อคฮอปเปอร์ และเพนกวินมาเจลลานิค



จากแผนภูมิข้างบนข้อความเกี่ยวกับเพนกวินสามชนิดต่อไปนี้ เป็นจริงหรือเท็จ จงเขียนวงกลมล้อมคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่.” ในแต่ละข้อความ

| ข้อความ | ข้อความ เป็นจริงหรือเท็จ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| ในปี ค.ศ. 2000 จำนวนเฉลี่ยของลูกเพนกวินที่ถูกเลี้ยงโดยเพนกวินหนึ่งคู่มีมากกว่า 0.6 | จริง / เท็จ |
| ในปี ค.ศ. 2006 โดยเฉลี่ยน้อยกว่า 80% ของคู่เพนกวินเลี้ยงลูกเพนกวินหนึ่งตัว | จริง / เท็จ |
| ประมาณ ค.ศ. 2015 เพนกวินสามชนิดนี้จะสูญพันธุ์ | จริง / เท็จ |
| จำนวนเฉลี่ยของลูกเพนกวินมาเจลลานิก ที่ถูกเลี้ยงโดยเพนกวินหนึ่งคู่ลดลงในระหว่างค.ศ. 2001 ถึงค.ศ. 2004 | จริง / เท็จ |

จากตัวอย่างข้างต้นสรุปได้ว่า ข้อสอบที่เป็นกระบวนการตีความ และการประเมินผลลัพธ์ จะต้องประกอบด้วย สถานการณ์และคำถามที่ทำให้นักเรียนได้อธิบายว่า เพราะเหตุใดผลลัพธ์จึงเหมาะสม หรือไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา หรือสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ และสามารถบอก

จะเห็นได้ว่าความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในแต่ละปีได้แตกต่างกันออกไป และมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด รวมไปถึงจุดเน้นสำคัญก็ได้ปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับบริบทในปัจจุบันมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า PISA 2022 ได้คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตมากขึ้น และการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 จึงทำให้มีการเน้นความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน รวมถึงบริบทที่สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกรอบการประเมินนี้ โดยผนวกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เข้ากับกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการ กระบวนการ และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ไว้ด้วยกัน โดยในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ตามกรอบการประเมินของ PISA 2022

6. ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

| การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ | ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา ครูให้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนพบเจอหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริงและเป็นปัญหาที่มีความน่าสนใจ โดยครูมีบทบาทเป็นผู้ถามคำถามเกี่ยวกับปัญหาเพื่อกระตุ้นความสนใจและดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงที่ต้องการจะรู้ ต้องการจะทำ หรือต้องการจะเข้าใจที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วนำไปสู่การสร้าง | 1. การคิด/แปลงปัญหา 1.1 ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการจากสถานการณ์ปัญหา |

| การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ | ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ข้อความคำถามของนักเรียน</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมุติฐานและระบุตัวแปร นักเรียนเลือกส่วนสำคัญในสถานการณ์ แล้ว กำหนดความสัมพันธ์ และเลือกความสัมพันธ์ ที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งแปลงสถานการณ์ในชีวิต จริงให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือย่อยสถานการณ์ หรือปัญหา โดยแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการ นำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่ สัมพันธ์โดยครุมีบทบาทเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ</p> | <p>1. การคิด/แปลงปัญหา</p> <p>1.2 ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูป อย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์ เพื่อให้ การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น คือ นักเรียนสามารถเลือกส่วนสำคัญจาก สถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา</p> <p>1.3 ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลง ปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทาง คณิตศาสตร์หรือการแสดงแทน คือ นักเรียน สามารถกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ที่แสดง การเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมี หน่วยเดียวกันหรือต่างหน่วยกัน</p> <p>1.4 ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุ ตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบ ต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ ในโลกจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผล ว่าเหตุใดจึงเลือกส่วนสำคัญนั้นจาก สถานการณ์มาใช้ในการแก้ปัญหา และเพราะ เหตุใดจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้นเพื่อนำมาใช้ใน การแก้ปัญหาจากสถานการณ์</p> |
| <p>ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนนำตัวแปรทาง คณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความ สัมพันธ์กัน หรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาอย่าง เหมาะสม และดำเนินการตามกระบวนการทาง</p> | <p>1. การคิด/แปลงปัญหา</p> <p>1.3 ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลง ปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทาง คณิตศาสตร์หรือการแสดงแทน คือ นักเรียน สามารถกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ที่แสดง</p> |

| การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ | ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>คณิตศาสตร์ เพื่อหาผลลัพธ์ โดยมีครูและนักเรียนคนอื่น ๆ หน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการที่นักเรียนทำและให้คำแนะนำเพื่อพัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ อัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการคูณ และหลักการหาร สมการ แผนภาพ บาร์โมเดล สัดส่วน ร้อยละ</p> | <p>การเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือต่างหน่วยกัน</p> <p>2. การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา</p> <p>2.1 คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ คือ นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหอย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์ โดยนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันหรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ อัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการคูณ และหลักการหาร สมการ แผนภาพ บาร์โมเดล สัดส่วน ร้อยละ</p> <p>2.2 นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา คือ นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์</p> |
| <p>ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์นักเรียนทำการพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลและความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายและโต้แย้งการให้เหตุผล เมื่อนำกลับมาอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้สังเกตรวมถึงตรวจสอบการวิเคราะห์ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน พร้อมทั้งให้คำแนะนำ</p> | <p>2. การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา</p> <p>2.1 คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ คือ นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหอย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์ โดยนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันหรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ อัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการคูณ และหลักการหาร สมการ</p> |

| การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ | ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>แผนภาพ บาร์โมเดล สัดส่วน ร้อยละ</p> <p>2.2 นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา คือ นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์</p> <p>2.3 ให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้กระบวนการหรือขั้นตอนดังกล่าวในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์</p> <p>3. การตีความ และประเมินผลลัพธ์</p> <p>3.1 ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายผลลัพธ์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง และนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง</p> <p>3.2 ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหา และความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์</p> <p>3.3 อธิบายและให้เหตุผลว่าเหตุใด ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลในบริบทของปัญหา</p> |
| <p>ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ นักเรียนลงมือทำกระบวนการใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้ง เพื่อแก้ไข</p> | <p>1. การคิด/แปลงปัญหา</p> <p>1.1 ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหา</p> |

| การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ | ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ข้อผิดพลาดของประเด็นปัญหา ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และกระบวนการหรือขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา โดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์และให้คำแนะนำ | <p>ในชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการจากสถานการณ์ปัญหา</p> <p>1.2 ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์ เพื่อให้ทำการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น คือ นักเรียนสามารถเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา</p> <p>1.3 ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทน คือ นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือต่างหน่วยกัน</p> <p>1.4 ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกส่วนสำคัญนั้นจากสถานการณ์มาใช้ในการแก้ปัญหา และเพราะเหตุใดจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์</p> <p>2. การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา</p> <p>2.1 คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ คือ นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหอย่างเหมาะสม และ</p> |

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบ
เชิงคณิตศาสตร์

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

สอดคล้องกับสถานการณ์ โดยนำตัวแปรทาง
คณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มี
ความสัมพันธ์กันหรือเรียกว่าตัวแบบเชิง
คณิตศาสตร์ ได้แก่ อัตราส่วนที่เท่ากันโดย
หลักการคูณ และหลักการหาร สมการ
แผนภาพ บาร์โมเดล สัดส่วน ร้อยละ

2.2 นักทฤษฎี ขั้นตอนวิธี กระบวนการ
ที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
ไปใช้ในการแก้ปัญหา คือ นักเรียนสามารถ
ดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์
เพื่อหาผลลัพธ์

2.3 ให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและ
ขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธี
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถ
ให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้
กระบวนการหรือขั้นตอนดังกล่าวในการ
แก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์

3. การตีความ และประเมินผลลัพธ์

3.1 ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้
อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถ
อธิบายผลลัพธ์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง
และนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้
กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

3.2 ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธี
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริง
คือ นักเรียนสามารถอธิบายความเป็นเหตุ
เป็นผลของวิธีการแก้ปัญหา และความเป็นไปได้
ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

| การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ | ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 3.3 อธิบายและให้เหตุผลว่าเหตุใด ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ จึงสมเหตุสมผล หรือไม่สมเหตุสมผลในบริบทของปัญหา |
| <p>ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียน อธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผล ต่อผลลัพธ์ และนักเรียนนำตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ รวมไปถึงการตัดสินใจในการนำไปใช้ โดยครู มีบทบาทเป็นผู้สังเกตการณ์ ตรวจสอบและให้ คำแนะนำเกี่ยวกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ นักเรียน</p> | <p>3. การตีความ และประเมินผลลัพธ์</p> <p>3.1 ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้ อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถ อธิบายผลลัพธ์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง และนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ กับสถานการณ์ในชีวิตจริง</p> <p>3.2 ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธี แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายความเป็นเหตุ เป็นผลของวิธีการแก้ปัญหา และความเป็นไปได้ ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์</p> <p>3.3 อธิบายและให้เหตุผลว่าเหตุใด ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ จึงสมเหตุสมผล หรือไม่สมเหตุสมผลในบริบทของปัญหา</p> |

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

กุลนิดา ปลื้มปิติวิริยะเวช (2559) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตาม แนวคิดการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการแก้ปัญหาและการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายมัธยม ปีการศึกษา 2559 จำนวน 64 คน ใช้เวลาในการทดลอง 24 คาบ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชุด ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พบว่า 1. กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และแนวคิดการ เสริมต่อการเรียนรู้มีหลักการสำคัญ 5 หลักการคือ 1) หลักการใช้ปัญหาเสมือนโลกแห่งความเป็นจริง

และการเข้าใจปัญหา 2) หลักการกำหนดเป้าหมายและการแปลงจากสถานการณ์ในโลกแห่งความจริง ไปยังโลกแห่งความคิด 3) หลักการดำเนินการตามตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 4) หลักการทบทวน ความคิด และ 5) หลักการประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาที่หลากหลายประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1) การ นำเสนอปัญหาเพื่อสร้างความสนใจ 2) การกำหนดเป้าหมายและการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 3) การดำเนินการแก้ปัญหาและอ้างอิงผลลัพธ์สู่บริบทในโลกแห่งความเป็นจริง 4) การประเมินตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์และการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 5) การขยายความคิดสู่ สถานการณ์ใหม่ 2. คุณภาพของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หลังเรียนสูง กว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในทิศทางที่ดีขึ้น

ชนน คันธาวัตร์ (2561) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มี ต่อผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.1 จำนวน 36 คน ในโรงเรียนมัธยม ในจังหวัดพิษณุโลก โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามวงจร PAOR ทั้งหมด 4 วงจร ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อาจจะเป็นตัวช่วยส่งเสริมนักเรียนให้ สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ กระบวนการด้านที่พัฒนาหลัก ๆ คือ กระบวนการคิด สถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และกระบวนการใช้หลักการและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ส่วนกระบวนการตีความ และประเมินผลลัพธ์มีพัฒนาที่น้อย แต่อย่างไร ก็ตามทั้ง 3 กระบวนการยังคงเป็นสิ่งที่ต้องพัฒนาควบคู่กันไป นั่นคือ นักเรียนควรมีความเข้าใจใน ทักษะในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและสามารถทำความเข้าใจสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เป็น อย่างดี รวมไปถึงสามารถที่จะระบุประเด็นปัญหาและสร้างตัวแปรสมมุติฐาน พร้อมทั้งการวิเคราะห์ ตีความตัวแปรเชิงคณิตศาสตร์กลับสู่ชีวิตจริง และเกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียนได้ นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นั้น ต้องใช้เวลาที่จัดการเรียน การสอนมากพอสมควรเพียง 12 ชั่วโมง อาจไม่เพียงพอที่จะพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ นักเรียนได้อย่างครบถ้วนทุกกระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์หรือควรจัดการเรียนรู้ใน ลักษณะที่แฝงหรือสอดแทรกและความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ให้อยู่ในการจัดการเรียนรู้อย่างเป็น ปกติ

นุชิตา ตันทา (2562) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง ฟังก์ชัน การวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้เข้าร่วมวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 34 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามวงจร PAOR ทั้งหมด 4 วงจร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบงาน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า มีประเด็นที่ควรเน้น ดังนี้ 1) ครูควรใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีความน่าสนใจสอดคล้องกับชีวิตจริง และควรเป็นสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองได้มากกว่าหนึ่งแบบ 2) ครูควรทบทวนเนื้อหาและความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นเกี่ยวกับสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ในการสร้างความสัมพันธ์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ 3) ครูควรอธิบายวิธีการและชี้ให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการแปลความหมายของผลลัพธ์และการตรวจคำตอบ 4) ครูควรสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในขณะที่ทำใบงาน และใช้คำถามเพื่อประเมินหรือกระตุ้นนักเรียนระหว่างกระบวนการสร้างแบบจำลอง และผลการวิจัยจากใบงาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับดีเยี่ยม และผลจากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับดี โดยภาพรวมนักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

พงศกร วังศิลา (2561) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้เข้าร่วมวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 34 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามวงจร PAOR ทั้งหมด 4 วงจร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยครูควรเลือกสถานการณ์ที่มีแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายประยุกต์ใช้แก้ปัญหาของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้โดยต้องใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและสอดคล้องกับความรู้ นักเรียนสามารถสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ และครูควรสังเกตและพิจารณาถึงความเหมาะสมในการช่วยเหลือเมื่อนักเรียนเกิดอุปสรรคในการทำงาน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ระดมความคิดเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อ

ปรับแต่งแบบจำลองให้สมบูรณ์ และผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเรียงลำดับจากมากไปน้อย

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Saxena et al. (2016) ได้นำเสนอการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการศึกษาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในประเทศอินเดีย ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และได้อธิบายว่าการสร้างแบบเชิงคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งการใช้แบบเชิงคณิตศาสตร์มีความท้าทายในการเรียนการสอนและยังช่วยปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งจากการวิจัยได้นำเสนอการแก้ปัญหาการสร้างแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งการแก้ปัญหการสร้างแบบเชิงคณิตศาสตร์มีเทคนิคหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การกำหนด 2. แนวทางแก้ไข 3. การสื่อความหมาย และ 4. การตรวจสอบความถูกต้อง โดยขั้นตอนการแก้ปัญหการสร้างแบบเชิงคณิตศาสตร์นี้ จะสามารถทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากหนังสือเรียนสู่สถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงได้ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ใช้การสอนแบบเชิงคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้โจทย์สถานการณ์ปัญหา ได้รวดเร็วกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบดั้งเดิม ซึ่งสรุปได้ว่าการสร้างแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ดีที่สุดสำหรับเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง และยังสามารถแสดงถึงแนวคิดของนักเรียนในกระบวนการสร้างแบบเชิงคณิตศาสตร์

Ulu (2017) ได้ศึกษาการตรวจสอบกระบวนการของการสร้างแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปัญหาการ Shopping โดยการวิจัยครั้งนี้ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการคิดของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาในกระบวนการสร้างแบบเชิงคณิตศาสตร์ และความท้าทายที่ได้พบเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพขั้นพื้นฐาน ที่ดำเนินการในโรงเรียน ในเมือง kutahya ในปีการศึกษา 2015-2016 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการคัดเลือกโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม ซึ่งเป็นวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์และการรายงาน โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้คำตอบที่สมจริงและกลุ่มที่ไม่สามารถทำได้ มีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่สามารถให้การแก้ปัญหาที่เสมือนจริง กลุ่มที่ไม่สามารถแก้ปัญหที่สมจริงได้ พยายามที่จะสร้างและแสดงออกทางอารมณ์ของสถานการณ์จริงผ่านความเข้าใจที่แท้จริง ซึ่งไม่เพียงพอในการเปิดเผยสถานการณ์ที่ซ่อนอยู่ในข้อความปัญหาไม่สังเกตเห็นการกระทำที่ซ่อนอยู่ในข้อความ ทำให้นักเรียนสร้างสมการทางคณิตศาสตร์โดยไม่มีการจัดโครงสร้างปัญหา และทำให้การแก้ปัญหาของนักเรียนไม่สมจริง ในทางตรงกันข้าม ผู้ที่สามารถเสนอทางออกที่สมจริงในการตัดสินใจในบริบทของตัวอักษรเวลา สถานที่ และความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งช่วยให้การเป็นตัวแทนของข้อความปัญหาในการอ่าน

เชิงวิเคราะห์และความเข้าใจแบบอนุমান เน้นความเข้าใจในตัวอักษรและจดจ่ออยู่กับตัวเอง ทำให้ นักเรียนสามารถเปิดเผยสถานการณ์ที่ซ่อนอยู่ในข้อความได้ ดังนั้น นักเรียนจึงนำเสนอปัญหาใหม่ ๆ โดยรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นเพิ่มเติม ตามสถานการณ์ที่ซ่อนอยู่เหล่านั้นและไปหาตัวแบบจริง ดังนั้น การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา คือ บริบทต่าง ๆ นักเรียนจึงสามารถแก้ไขปัญหได้ตามเงื่อนไขต่าง ๆ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่ใช้วิธีการที่เหมือนจริงใช้กระบวนการตรวจสอบเพื่อตรวจสอบความ สอดคล้องและความไม่สอดคล้องกันในการแก้ปัญหาในบริบทชีวิตจริง ในขณะที่ผู้ที่ใช้วิธีการที่ไม่ สมจริงใช้เพื่อตรวจสอบการปฏิบัติงาน

Leong (2013) ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาของ ประเทศมาเลเซีย สาเหตุที่ควรจะนำการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาในประเทศมาเลเซีย ความสำคัญของกระบวนการสร้างตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์ และการวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีที่ประเทศสิงคโปร์ และประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดการ สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน ตัวอย่างบางตัวอย่างของการอธิบาย งานการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถเชื่อมโยง กับการเรียนการสอนในปัจจุบันในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาของประเทศมาเลเซียได้ ประโยชน์ของ การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มีอย่างมากในห้องเรียนคณิตศาสตร์ไม่เพียงแต่จะเข้าใจการใช้ คณิตศาสตร์ในโลกแห่งความเป็นจริง แต่ยังสามารถสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หรือการแสดงลักษณะทาง กายภาพที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยการนำกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาใน โลกแห่งความจริงจะช่วยให้การคาดการณ์และการให้เหตุผลที่เป็นหนึ่งในการมุ่งเน้นความสำคัญใน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์

จากเอกสารงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุป ได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สามารถพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการ แก้ปัญหาและการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มีความท้าทายในการ เรียนการสอนและยังช่วยปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมให้มีประสิทธิภาพ รวมไปถึง ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ขั้นตอนการดำเนินการทำวิจัย
5. การเก็บและรวบรวมข้อมูล
6. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ห้อง ม.1/10 ประกอบด้วย นักเรียนชาย 21 คน และนักเรียนหญิง 23 คน รวม 44 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (2000) เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนใน 1 วงจร ได้แก่

1. ขั้นวางแผน (Plan)
2. ขั้นปฏิบัติการ (Action)
3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observation)
4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

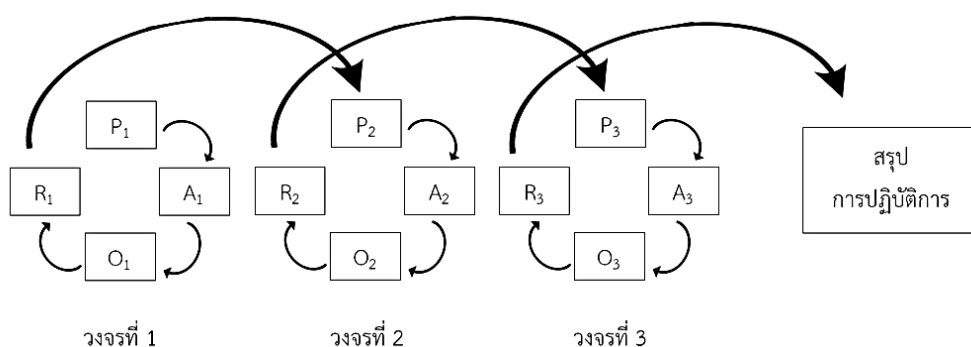
การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรทั้งหมด 3 วงจร แบ่งได้ดังนี้

วงจรที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน

วงจรที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน

วงจรที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหา

โดยลักษณะวงจรทั้ง 3 แสดงดังภาพ 3



ภาพ 3 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 9 ชั่วโมง ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหา จำนวน 3 ชั่วโมง

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.2.1 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.2.2 ใบกิจกรรม

1.2.3 แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน

โดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะจำแนกตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย แสดงดังตาราง 4 แสดงความสัมพันธ์ของจุดประสงค์ของการวิจัยกับเครื่องมือการวิจัย

ตาราง 4 แสดงความสัมพันธ์ของจุดประสงค์ของการวิจัยกับเครื่องมือการวิจัย

| ที่ | จุดประสงค์ | เครื่องมือที่ใช้ |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความ ฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 | - แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน - แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ |
| 2 | เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 | - ใบกิจกรรม - แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน |

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นไปตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการบันทึกสะท้อนจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดบันทึก บรรยายเหตุการณ์ ปัญหา และสิ่งที่เกิดขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ว่ามีความเหมาะสมหรือควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง และคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.1.2 ศึกษากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022

2.1.3 ศึกษาบริบทสำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 เพื่อนำมาใช้ประกอบสถานการณ์ในการจัดการเรียนรู้

2.1.4 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

2.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 9 ชั่วโมง แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

| แผนที่ | ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ | เวลา (ชั่วโมง) | สถานการณ์ | บริบท สถานการณ์ |
|------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 1 | อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน | 3 | บาร์ิสต้า ผู้สร้างสรรค์ | ส่วนตัว |
| 2 | สัดส่วน | 3 | สร้างรายได้ ขาย เจลแอลกอฮอล์ | อาชีพ/สังคม/ วิทยาศาสตร์ |
| 3 | การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการ แก้ปัญหา | 3 | คุ่มค่า คุ่มราคา | ส่วนตัว |
| รวม | | 9 | | |

โดยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
- 2) สารระสำคัญ
- 3) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4) สารการเรียนรู้
- 5) กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิง

คณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

6) สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

7) การวัดและประเมินผล

2.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นจำนวนทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาคณาจารย์ เพื่อตรวจสอบและพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

เพื่อประเมินตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยใช้แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบลิเคิร์ท (Likert) ให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นในแบบประเมิน โดยมีรายละเอียดเทียบเกณฑ์ การให้คะแนนดังนี้

| | |
|-------------------|------------------|
| เหมาะสมมากที่สุด | ให้คะแนน 5 คะแนน |
| เหมาะสมมาก | ให้คะแนน 4 คะแนน |
| เหมาะสมปานกลาง | ให้คะแนน 3 คะแนน |
| เหมาะสมน้อย | ให้คะแนน 2 คะแนน |
| เหมาะสมน้อยที่สุด | ให้คะแนน 1 คะแนน |

หลังจากนั้นนำผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาคำนวณหา ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละรายการ แล้วนำไปเทียบเกณฑ์การแปลความหมาย (รัตนะ บัวสนธ์, 2556) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมเหมาะสม ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน คือ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม โดยเมื่อประเมินตรวจสอบความ เหมาะสมในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านสาระสำคัญ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้าน กิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล พบว่า มีค่าเฉลี่ย ทุกด้านเท่ากับ 4.49 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.12 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว มีความเหมาะสมมากและสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

2.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้ในประเด็นของสถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพราะบาง สถานการณ์ยังไม่เน้นให้นักเรียนใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและรูปแบบการเขียน แผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความกระชับ

2.1.8 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ต่อไป

2.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวม ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยขณะที่ดำเนินกิจกรรม โดยมีผู้ร่วมสะท้อนผลการจัดการ เรียนรู้เป็นครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยร่วมกับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทำ การจดบันทึก บรรยายเหตุการณ์ ปัญหา ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในแต่ละวงจรวาเป็นอย่างไร การจัดการ เรียนรู้มีความเหมาะสมหรือไม่ มากน้อยเพียงใด สามารถช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่ อย่างไร และควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์ครั้งต่อไป ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.2.2 กำหนดขอบเขตของการสังเกต ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้จริงหรือไม่ อย่างไร โดยพิจารณาจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้น การจัดการเรียนรู้มีปัญหาและอุปสรรคอย่างไร และมีแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขอย่างไร

2.2.3 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.2.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาคณาจารย์อิสระเพื่อตรวจสอบและพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสมและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.2.5 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

2.2.6 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ การจัดรูปแบบให้เข้าใจง่ายมากขึ้น และเพิ่มหัวข้อข้อเสนอแนะ

2.2.7 จัดทำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการจัดบันทึกการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2.3 ไบกิจกรรม

ผู้วิจัยสร้างไบกิจกรรมขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ไบกิจกรรมเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนจะเขียนบันทึกลงในไบกิจกรรมในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในแต่ละไบกิจกรรมมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างไบกิจกรรม

2.3.2 ศึกษาลักษณะของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

2.3.3 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

2.3.4 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค21101 เรื่องอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.3.5 สร้างไบกิจกรรม ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน โดยชื่อไบกิจกรรม บาริสต้าผู้สร้างสรรค์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน โดยชื่อไบกิจกรรม สร้างรายได้ขายเจลแอลกอฮอล์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหา ชื่อใบกิจกรรม คุ่มค่าคุ่มราคา

2.3.6 นำใบกิจกรรมเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาชั้นคว่ำอิสระเพื่อตรวจสอบและพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสมและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.3.7 นำใบกิจกรรมเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

2.3.8 นำใบกิจกรรมมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ปรับข้อความในใบกิจกรรมให้สอดคล้องกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และปรับแก้เกณฑ์การประเมินให้มีความครอบคลุมมากขึ้น

2.3.9 จัดทำใบกิจกรรมฉบับสมบูรณ์

2.4 แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน

แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์หลังจากการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย โดยนักเรียนจะได้รับแบบทดสอบเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรแล้ว ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022

2.4.2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยศึกษาระยะและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางและคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน ค 21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบ

2.4.3 การกำหนดรูปแบบของการทดสอบ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสร้างข้อคำถามเป็นแบบอัตนัยประกอบไปด้วย 3 คำถาม แต่ละคำถามจะมี 6 คำถามย่อย ข้อคำถามย่อยที่ 1,2 และ 3 จะเน้นในการประเมินการการคิด/แปลงปัญหาสถานการณ์ คำถามย่อยที่ 4 จะเน้นการประเมินการใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และคำถามย่อยที่ 5 คำถามย่อยที่ 6 จะเน้นในการประเมินการตีความและประเมินผลลัพธ์ โดยแบบทดสอบจะใช้รูปแบบการตอบแบบเขียนตอบอิสระ และเนื่องด้วยรูปแบบการเขียนตอบแบบอิสระ ผู้วิจัยจะสามารถได้เห็นถึงกระบวนการคิดของนักเรียนได้อย่างชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยต้องการที่จะทราบกระบวนการคิดของนักเรียน จึงได้เลือกการเขียนตอบแบบอิสระรูปแบบเดียวพร้อมทั้งสร้างเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

2.4.4 สร้างแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จำนวน 3 ข้อที่ครอบคลุม 3 กระบวนการและเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงความสัมพันธ์ของการสร้างและใช้แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน

| เรื่อง | กิจกรรม | จำนวน (ข้อ) | บริบท |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน | ขนมดัลโดนา หรือ ทัลโกนา | 1 | ส่วนตัว |
| สัดส่วน | นักลงทุน | 1 | อาชีพ/สังคม |
| การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหา | ร้านค้าขายของขวัญ | 1 | ส่วนตัว |
| รวม | 3 | 3 | |

2.4.5 นำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และเกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าอิสระเพื่อตรวจสอบและพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสมของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา (ไพศาล วรคำ, 2552) ดังนี้

คะแนน +1 ถ้าเห็นด้วยว่าแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

พิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไปมาสร้างแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เมื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อ พบว่า ข้อคำถามทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหา เท่ากับ 1.00 ซึ่งถือว่ามี ความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

ใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การประเมินโดยแยกตามกระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กระบวนการ ได้แก่ การคิด/แปลงปัญหา การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และการตีความและประเมินผลลัพธ์ ดังตาราง 7-9 และผู้วิจัยใช้เกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์โดยรวม ดังตาราง 10

ตาราง 7 แสดงเกณฑ์ระดับคุณภาพด้านการคิด/แปลงปัญหา

| การคิด/แปลงปัญหา | ระดับ คุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ระบุประเด็นทาง คณิตศาสตร์ของปัญหา ในชีวิตจริง | ดีเยี่ยม (2) | ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ ถูกต้อง สมบูรณ์ |
| | ดี (1) | ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ ถูกต้องบางส่วน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาใน ชีวิตจริงได้ |
| 2. ทำสถานการณ์หรือ ปัญหาให้อยู่ในรู้อย่าง ง่ายหรือแยกย่อย สถานการณ์ เพื่อให้ การวิเคราะห์ทาง คณิตศาสตร์ง่ายขึ้น | ดีเยี่ยม (2) | ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรู้อย่างง่ายหรือแยก ย่อยสถานการณ์เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ ง่ายขึ้นได้ถูกต้อง ครบถ้วน |
| | ดี (1) | ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรู้อย่างง่ายหรือแยก ย่อยสถานการณ์เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ ง่ายขึ้นได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรู้อย่าง ง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์เพื่อให้การวิเคราะห์ทาง |

| การคิด/แปลงปัญหา | ระดับ คุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | คณิตศาสตร์ง่ายขึ้น ได้ถูกต้อง ครบถ้วน |
| 3. ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหา ให้อยู่ในรูปของการ นำเสนอทาง คณิตศาสตร์หรือการ แสดงแทน | ดีเยี่ยม (2) | ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูป ของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนได้ ถูกต้อง ครบถ้วน |
| | ดี (1) | ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูป ของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนได้ อย่างถูกต้องบางส่วน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้ อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดง แทนได้ |
| 4. ให้เหตุผลสำหรับ การระบุประเด็น ระบุ ตัวแปรที่สำคัญ หรือ นำเสนอปัญหา ในรูปแบบต่าง ๆ และ สำหรับการแสดงแทน สถานการณ์ใน โลกจริง | ดีเยี่ยม (2) | ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการ แสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงได้อย่างถูกต้องและ สมเหตุสมผล |
| | ดี (1) | ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการ แสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงได้ไม่ครบถ้วนและ สมเหตุสมผลบางส่วน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปร ที่สำคัญหรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับ การแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงได้ |

ตาราง 8 แสดงเกณฑ์ระดับคุณภาพด้านการใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

| ใช้หลักการ และ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ในการ แก้ปัญหา | ระดับ คุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ | ดีเยี่ยม (2) | คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ถูกต้อง สอดคล้องกับปัญหา |
| | ดี (1) | คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ถูกต้องบางส่วน แต่ไม่สอดคล้องกับปัญหา |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และสอดคล้องกับปัญหา |
| 2. นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการ ที่หลากหลาย และ โครงสร้างทาง คณิตศาสตร์ไปใช้ ใน การแก้ปัญหา | ดีเยี่ยม (2) | นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน และได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง |
| | ดี (1) | นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน แต่ได้ผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้อง |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ |
| 3. ให้เหตุผลสำหรับ กระบวนการและ ขั้นตอนที่ใช้ในการ กำหนดผลลัพธ์หรือวิธี แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ | ดีเยี่ยม (2) | ให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและสมเหตุสมผล |
| | ดี (1) | ให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ครบถ้วนและสมเหตุสมผลบางส่วน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ |

| ใช้หลักการ และ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ในการ แก้ปัญหา | ระดับ คุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|---------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------|
| | | ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ |

ตาราง 9 แสดงเกณฑ์ระดับคุณภาพด้านการตีความ และประเมินผลลัพธ์

| การตีความและ ประเมินผลลัพธ์ | ระดับ คุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ดีความผลลัพธ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ ในบริบทโลกชีวิตจริง | ดีเยี่ยม (2) | ดีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลก ชีวิตจริงได้ถูกต้อง และชัดเจน |
| | ดี (1) | ดีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลก ชีวิตจริงได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ใน บริบทโลกชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน |
| 2. ประเมินความเป็น เหตุเป็นผลของวิธี แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ในบริบท ของชีวิตจริง | ดีเยี่ยม (2) | ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริงได้ถูกต้องและชัดเจน |
| | ดี (1) | ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริงได้ถูกต้องและชัดเจน บางส่วน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ในบริบทของชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน |
| 3. อธิบายและให้ เหตุผลว่าเหตุใด ผลลัพธ์หรือข้อสรุป ทางคณิตศาสตร์ จึงสมเหตุสมผลหรือ | ดีเยี่ยม (2) | อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทาง คณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาได้ถูกต้อง และชัดเจน |
| | ดี (1) | อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทาง คณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่ ชัดเจน |

| การตีความและ ประเมินผลลัพธ์ | ระดับ คุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ไม่สมเหตุสมผลกับ บริบทของปัญหา | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือ ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาได้อย่าง ถูกต้อง และชัดเจน |

ตาราง 10 เกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์โดยรวม

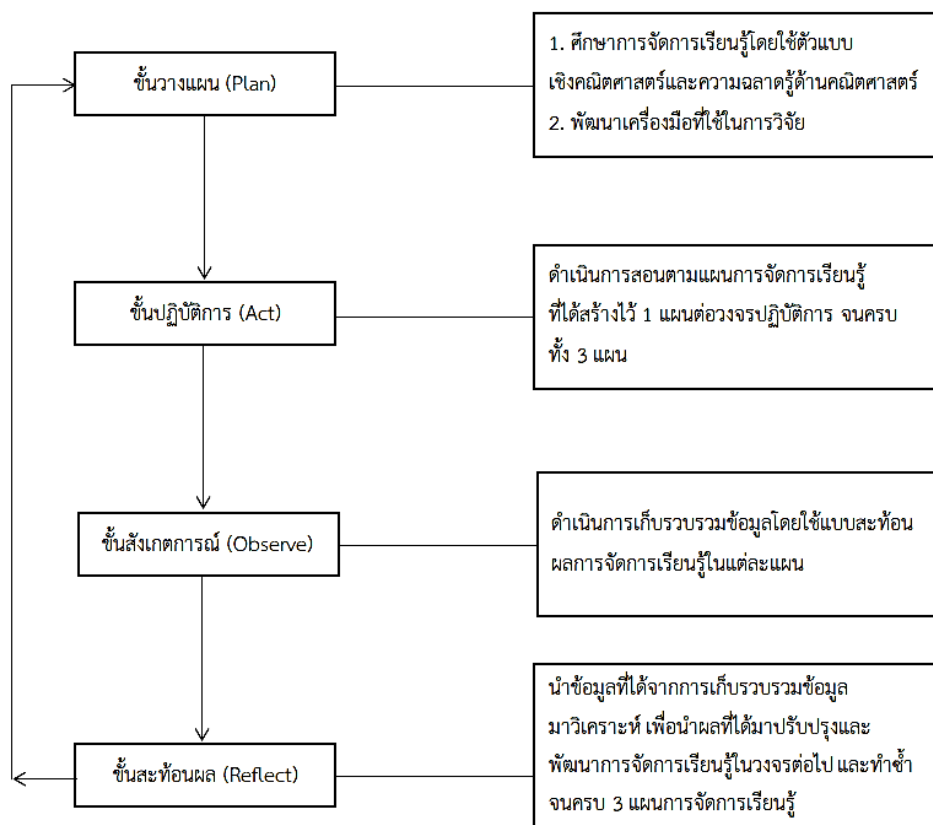
| ช่วงคะแนน | ระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์โดยรวม |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|
| | การคิด/แปลงปัญหา |
| 6 - 8 | ดีเยี่ยม |
| 3 - 5 | ดี |
| 0 - 2 | ปรับปรุง |
| | การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการตีความและประเมินผลลัพธ์ |
| 5 - 6 | ดีเยี่ยม |
| 3 - 4 | ดี |
| 0 - 2 | ปรับปรุง |

2.4.6 นำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ
ของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ปรับในส่วนของข้อความให้เป็นภาษาที่เข้าใจง่าย และครอบคลุมจุดประสงค์
การเรียนรู้

2.4.7 จัดทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์

ขั้นตอนการดำเนินการทำวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนดังภาพ 4 ต่อไปนี้



ภาพ 4 แสดงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การเก็บและรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมการวิจัย
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ในชั่วโมงเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ตามชั่วโมงเรียนของโรงเรียนโดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 9 ชั่วโมง
3. ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทำใบกิจกรรมการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ในขณะที่ผู้วิจัยและครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ จะสังเกตและจดบันทึกการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

4. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ของผู้วิจัยและครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ร่วมสังเกต จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้มาทำการสะท้อนผลเพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป
5. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ หรือ 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
6. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ มาวิเคราะห์ โดยการวิเคราะห์นั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตามวัตถุประสงค์ทั้ง 2 ข้อ ได้แก่

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รายละเอียดดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดประสงค์ของงานวิจัย

| วัตถุประสงค์ | แบบสะท้อนผล การจัดการเรียนรู้ | ใบกิจกรรม | แบบทดสอบ วัดความฉลาดรู้ ด้านคณิตศาสตร์ |
|--------------|----------------------------------|-----------|----------------------------------------------|
| ข้อที่ 1 | √ | | |
| ข้อที่ 2 | | √ | √ |

โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนโดยจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อสิ้นสุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และจะวิเคราะห์

ข้อมูลภาพรวมทั้งหมดเมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรแล้ว โดยมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.2 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มาทำการมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และตีความข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.2.2 ผู้วิจัยทำการจัดระเบียบเนื้อหาของข้อมูลตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ได้แก่ 1) การจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้หรือไม่อย่างไร 2) ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และ 3) แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป โดยประเด็นเหล่านี้จะแสดงถึงความเกี่ยวข้องต่อการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2.3 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่มีความสอดคล้องกันมาจับกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกันเพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล โดยมีประเด็นการจัดกลุ่มดังนี้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และปัญหาและอุปสรรคที่พบ โดยแต่ละกลุ่มจะถูกนำมาจำแนกเป็นข้อมูลเชิงบวกและเชิงลบ

1.2.4 ผู้วิจัยทำการสรุปข้อมูล โดยรายงานผลในลักษณะการเขียนบรรยายผลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน ปัญหาอุปสรรค และแนวทางการแก้ไข เพื่อทำการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

1.2.5 ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพ ด้วยการตรวจสอบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource Triangulation) ที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จากผู้วิจัยและครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นผู้สังเกตการจัดการเรียนรู้ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์และพิจารณาถึงผลการดำเนินการ ว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ใบกิจกรรม เมื่อสิ้นสุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และจะวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดกับวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบ 3 วงจร จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งสองแหล่งมาเปรียบเทียบกัน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม

2.1.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากการตอบคำถามของนักเรียนจากใบกิจกรรม มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น ดังตาราง 7 - 9

2.1.2 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เพื่อจัดระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนตามกระบวนการทั้ง 3 กระบวนการ โดยใช้เกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น ดังตาราง 10 และสรุปผลโดยแสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนตามระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของแต่ละกระบวนการ

2.1.3 ผู้วิจัยเปรียบเทียบคะแนนความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ได้จากใบกิจกรรมที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งหาร้อยละของกลุ่มนักเรียนตามระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สูงขึ้นตาม ใบกิจกรรมที่ได้จากวงจรปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3 แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้มีการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน

2.2.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากการตอบคำถามของนักเรียนจากใบกิจกรรม มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น เช่นเดียวกับใบกิจกรรม

2.2.2 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เพื่อจัดระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนตามกระบวนการทั้ง 3 กระบวนการ โดยใช้เกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น ดังตาราง 10 และสรุปผลโดยแสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนตามระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของแต่ละกระบวนการ

2.2.3 ผู้วิจัยเปรียบเทียบระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งหากระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้มีการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

2.2.4 ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพ ด้วยการตรวจสอบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource Triangulation) เครื่องมือวิจัยมากกว่าหนึ่งชนิด โดยนำข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์และพิจารณาถึงผลการดำเนินการว่าให้ข้อมูลในประเด็นสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่



บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งเป็นวิจัยเชิงคุณภาพและดำเนินการตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 3 แผน แผนละ 1 วงจรปฏิบัติการ รวมจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Action) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และ ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 9 ชั่วโมง สำหรับแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน
ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1. การเตรียมแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตรตามหลักสูตรของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชา ค21102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งเป็นรายวิชาพื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อัตราส่วน โดยได้วางแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน และแผนการจัดการเรียนรู้ 3 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปในการแก้ปัญหา ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 สร้างสมมุติฐานและระบุตัวแปร

ขั้นที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ขั้นที่ 5 ทำซ้ำ

ขั้นที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสรุป

โดยแต่ละแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนเรียนรู้จากการดูภาพจากสถานการณ์จริงที่เกี่ยวกับเรื่องอัตราส่วน เช่น ภาพการขายผักในตลาด การหุงข้าว และราคาไข่ จากนั้นให้นักเรียนดูวิดีโอการทำน้ำโกโก้ และให้นักเรียนออกแบบสูตรน้ำโกโก้ที่ตนเองชื่นชอบ และตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ พร้อมทั้งให้เหตุผลในแต่ละข้อคำถาม โดยกิจกรรมเป็นกิจกรรมที่ใช้ความรู้ เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวนมาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ จากนั้นนักเรียนออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ ต่อมาครูนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายของนักเรียนออกมาอธิบายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ภายใต้เงื่อนไขที่ครูกำหนด เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายแต่อยู่ภายใต้เงื่อนไขเดียวกันและให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สามารถนำความรู้ เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน มาใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งสรุป และให้เหตุผลการได้มาซึ่งผลลัพธ์และความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ รวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนเรียนรู้จากสถานการณ์ในชีวิตจริงที่กำลังเกิดขึ้น คือ สถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 และให้นักเรียนเล่นเกม Vonder go เพื่อทบทวนความรู้และจับกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน 4 กลุ่ม และกลุ่มละ 5 คน 4 กลุ่ม จากนั้นเชื่อมโยงสิ่งที่จะสอนกับสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยนักเรียนจำลองตนเองว่าเป็นพ่อค้าแม่ค้าเพื่อลงทุนขายเจลแอลกอฮอล์ และตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ พร้อมทั้งให้เหตุผลในแต่ละข้อคำถาม โดยเป็นกิจกรรมที่สามารถใช้ความรู้ เรื่อง สัดส่วนมาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ จากนั้นนักเรียนออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ ต่อมาครูนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายของนักเรียนออกมาอธิบายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขครูกำหนด

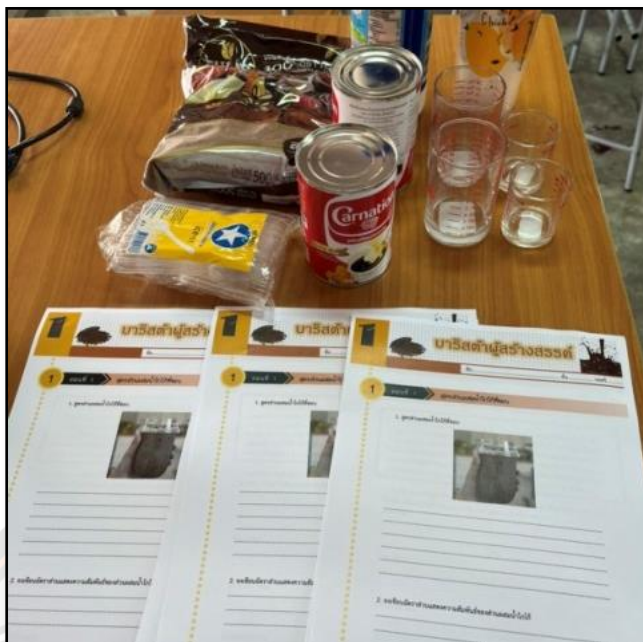
เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายแต่อยู่ภายใต้สถานการณ์ และเงื่อนไขเดียวกันพร้อมทั้งสรุป และให้เหตุผลการได้มาซึ่งผลลัพธ์และความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ รวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และ ร้อยละไปในการแก้ปัญหา เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนเรียนรู้จากสถานการณ์ในชีวิตจริงที่กำลังเกิดขึ้น คือ สถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โดยใช้ข้อมูลผู้ติดเชื้อ โควิด 19 ในการ เชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาที่เรียนและเชื่อมโยงมาถึงรูปแบบการเรียนการสอน 5 รูปแบบ ตามบริบท และ ความเหมาะสมของแต่ละโรงเรียน คือ ON-AIR, ONLINE, ON-DEMAND, ON-HAND และ ON-SITE จากนั้นจับกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 6 คน 4 กลุ่ม และกลุ่มละ 5 คน 4 กลุ่ม และให้นักเรียนตอบ คำถามลงในใบกิจกรรมที่ 3 คำนวณค่า คำนวณราคา พร้อมทั้งให้เหตุผลในแต่ละข้อคำถาม โดยเป็นกิจกรรมที่ ใช้ความรู้ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ จากนั้นนักเรียน ออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ ต่อมาครูนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่หลากหลายของนักเรียนออกมาอธิบายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขครูกำหนด เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์ที่หลากหลายแต่อยู่ภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขเดียวกันพร้อมทั้งสรุป และให้เหตุผล การได้มาซึ่งผลลัพธ์และความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ รวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

2. การเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยจัดเตรียมเอกสารโดยจำแนกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เอกสารสำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินใบ กิจกรรมพร้อมเกณฑ์การประเมินฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ส่วนที่ 2 เอกสารสำหรับครูกลุ่มสาระการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แบบสะท้อนผลการจัดการ เรียนรู้ และส่วนที่ 3 เอกสารสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัยหรือนักเรียน ประกอบด้วย ใบกิจกรรมและ แบบทดสอบวัดฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ของนักเรียน

สำหรับเอกสารที่เป็นใบกิจกรรม ผู้วิจัยได้ออกแบบสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง พร้อม จัดทำภาพประกอบสถานการณ์เพื่อเพิ่มความเข้าใจให้กับนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าถึงสถานการณ์ได้ง่ายขึ้น และดึงดูดความสนใจในการแก้ปัญหายิ่งขึ้น ตัวอย่างเอกสารดัง ภาพ 5



ภาพ 5 แสดงตัวอย่างเอกสารและอุปกรณ์สำหรับนักเรียนที่แจกในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน

3. การเตรียมสถานที่หรือห้องเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นลักษณะกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มละ 5-6 คน โดยนักเรียนทำกิจกรรมในห้องเรียนของตนเอง ในการนั่งโต๊ะแบบกลุ่ม จะแบ่งออกเป็นทั้งหมด 8 กลุ่ม โดยกลุ่มที่มีนักเรียน 6 คน จะมีทั้งหมด 4 กลุ่ม และกลุ่มที่มีนักเรียน 5 คนจะมีทั้งหมด 4 กลุ่มเช่นเดียวกัน และการดำเนินการตามแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จะมีช่วงที่ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเครื่องฉายที่บแสงไว้สำหรับอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนตามความเหมาะสม

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

ขั้นปฏิบัติการเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน ใช้ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน และขั้นตอนที่ 3 ขั้นสรุป

ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ผู้วิจัยและนักเรียนได้ร่วมกันทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอัตราส่วนโดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง และเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริงกลับเข้ามาสู่เนื้อหาที่จะสอน จากนั้นให้นักเรียนดูวิดีโอเกี่ยวกับการทำน้ำโกโก้ และให้นักเรียนออกแบบสูตรน้ำโกโก้ที่ตนเองชอบ โดยมีเงื่อนไขว่านักเรียนจะต้องใช้ส่วนผสมในการทำน้ำโกโก้มากกว่าหรือเท่ากับ 3 อย่าง และส่วนผสมน้ำโกโก้ที่ได้จะต้องมีปริมาณมากกว่า 150 มิลลิลิตร โดยผู้วิจัยเตรียมอุปกรณ์เพื่อให้นักเรียน

ได้ทำน้ำโก้ของตัวเอง จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนสูตรน้ำโก้ที่ตนเองออกแบบ พร้อมทั้งเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ของส่วนผสมน้ำโก้ ลงในใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตอนที่ 1 สำหรับชั้นสอนโดยใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

1. ระบุปัญหา

ผู้วิจัยจับกลุ่มนักเรียนทั้งหมด 8 กลุ่ม โดยกลุ่มที่มีนักเรียน 6 คนจะมีทั้งหมด 4 กลุ่ม และกลุ่มที่มีนักเรียน 5 คนจะมีทั้งหมด 4 กลุ่ม จากนั้นผู้วิจัยสร้างสถานการณ์ปัญหาโดยเชื่อมโยงกับใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตอนที่ 1 และให้นักเรียนร่วมกับพิจารณาสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งเขียนส่วนสำคัญที่นักเรียนคิดว่าสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนปัญหาที่พบจากสถานการณ์ สิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการ ลงในใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 1 ในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้แนวทางในการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา

2. สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

ผู้วิจัยให้นักเรียนพิจารณาสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการจากใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 1 จากนั้นให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 2 คือ เลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปแบบง่ายหรือย่อยสถานการณ์หรือปัญหา โดยแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่สัมพันธ์ พร้อมทั้งให้เหตุผลในการเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์มาใช้ในการแก้ปัญหา และเหตุผลในการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่สัมพันธ์ ในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้แนวทางในการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา

3. ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนนำรูปแบบของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่สัมพันธ์ มาจัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการแก้ปัญหอย่างเหมาะสมและดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการหาผลลัพธ์จะใช้ข้อมูลจากข้อที่ 2 ในกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตอนที่ 2 มาดำเนินการโดยให้นักเรียนทำลงในกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 3

4. วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหารวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายและให้เหตุผลถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกกระบวนการหรือขั้นตอนใน

การแก้ปัญหาขึ้นเพื่อแก้ปัญหสถานการณ์ โดยให้นักเรียนทำลงในกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 4 ในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้แนวทางในการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา จากนั้นนักเรียนออกมาแนะนำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และรูปแบบของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่สัมพันธ์ ที่ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ และผู้วิจัยนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายของนักเรียนออกมาอธิบายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายแต่อยู่ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน

5. ทำซ้ำ

นักเรียนทำการตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์จากการดำเนินการทั้ง 4 ขั้นตอน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นถึงข้อผิดพลาดของตนเอง เมื่อนักเรียนมีข้อผิดพลาดจากกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนแก้ไขข้อผิดพลาดโดยดำเนินการตามกระบวนการในขั้นตอนที่ตนเองผิดพลาดอีกครั้ง

6. ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

นักเรียนตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงหรือสถานการณ์ปัญหา และยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนที่สามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ และใช้ความรู้ เรื่อง อัตราส่วน ไปใช้ในการแก้ปัญหา

ในขั้นสรุป ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน และเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนกลับสู่ชีวิตจริง โดยผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ขั้นสังเกตการณ์เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำใบกิจกรรมของนักเรียน (ในส่วนของคำถาม) โดยผู้วิจัยขณะทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นดังนี้

1. ระบุปัญหา

ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงจากใบกิจกรรมพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความสนใจและกระตือรือร้นกับสถานการณ์ที่ได้รับเมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับใบกิจกรรม นักเรียนบางกลุ่มช่วยกันอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา บางกลุ่มให้เพื่อนอ่านให้ฟัง เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงแล้วนักเรียนบางกลุ่มเริ่มจับใจความประเด็น

ที่สำคัญโดยแสดงร่องรอยการขีดเขียนลงบนสถานการณ์ในใบกิจกรรม จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียนในการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ ดังนี้

ผู้วิจัย : นักเรียนลองดูสถานการณ์ปัญหาจากใบกิจกรรมนะคะ นักเรียนคิดว่าจากสถานการณ์ปัญหาส่วนสำคัญที่นักเรียนคิดว่าสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้างและอยู่ตรงส่วนใด

นักเรียน : จำนวนสมาชิกในครอบครัว อัตราส่วนของส่วนผสมน้ำโกโก้ ปริมาณของส่วนผสม (นักเรียนกลุ่มที่ 4)

ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่นักเรียนสงสัยมีอะไรบ้างคะ

นักเรียน : จะต้องเพิ่มอัตราส่วนเท่าใด อัตราส่วนของส่วนผสมน้ำโกโก้ทั้งหมดเป็นเท่าไร (นักเรียนกลุ่มที่ 6)

(นักเรียน, 7 กุมภาพันธ์ 2565)

การตอบคำถามของนักเรียนข้างต้นทำให้ทราบว่า นักเรียนบางส่วนสามารถอ่านสถานการณ์แล้วบอกได้ว่าส่วนสำคัญใดที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ และมีนักเรียนบางส่วนที่อ่านสถานการณ์ปัญหาแล้วไม่สามารถบอกได้ว่าส่วนสำคัญใดที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ โดยนักเรียนจะตอบคำถามนอกเหนือจากสถานการณ์ปัญหานั้น และจากการตอบคำถามของนักเรียนว่าปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่นักเรียนสงสัยมีอะไรบ้าง ทำให้ทราบว่านักเรียนบางส่วนที่สามารถบอกได้ว่าปัญหาที่พบจากสถานการณ์คืออะไร และมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถบอกได้ว่าปัญหาที่พบจากสถานการณ์คืออะไร โดยนักเรียนจะตอบคำถามนอกเหนือจากสถานการณ์ปัญหานั้น จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นถึงขอบเขตของสถานการณ์เพื่อนำไปสู่คำถามข้อที่ 2 ดังนี้

ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าจากสถานการณ์ปัญหาสิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไรคะ

นักเรียน : หนูขีดไว้คะอัตราส่วนของส่วนผสมน้ำโกโก้ ตามสูตรของหนู ใช่ไหมคะ (นักเรียนกลุ่มที่ 6)

ผู้วิจัย : ถูกต้องคะ แล้วมีสิ่งที่โจทย์กำหนดอะไรเพิ่มเติมอีกไหมคะ

นักเรียน : จำนวนสมาชิกในครอบครัวผมหรือเปล่าครับ (นักเรียนกลุ่มที่ 3)

ผู้วิจัย : นั่นสีใช่หรือเปล่านะ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดนะคะว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไรบ้างแล้วเขียนลงในใบกิจกรรมนะคะ

(นักเรียน, 7 กุมภาพันธ์ 2565)

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ว่าจากสถานการณ์ปัญหาสิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไร แต่จะมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถตอบได้ว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไร อาจเป็นเพราะนักเรียนไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหา จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย : เมื่อสักครู่นี้เราได้เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดแล้ว และจากสถานการณ์นักเรียนคิดว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไรคะ

นักเรียน : ทำน้ำโกโก้ให้สมาชิกในครอบครัวคนละ 1 แก้ว จะต้องเพิ่มอัตราส่วนของส่วนผสมโกโก้เป็นเท่าใด และอัตราส่วนของส่วนผสมน้ำโกโก้ที่ได้ทั้งหมดเป็นเท่าใด (นักเรียนกลุ่มที่ 4)

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดนะคะว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไรบ้างแล้วเขียนลงในใบกิจกรรม

(นักเรียน, 7 กุมภาพันธ์ 2565)

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ว่าจากสถานการณ์ปัญหาสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง อาจเป็นเพราะนักเรียนมีประสบการณ์และสถานการณ์บอกอย่างชัดเจนว่าต้องการอะไรจึงช่วยให้นักเรียนสามารถพิจารณาและตอบคำถามได้ ดังภาพ 6 แสดงถึงการตอบคำถามของนักเรียนชั้นระบุปัญหาจากใบกิจกรรม บาริสต้าผู้สร้างสรรค์



ภาพ 6 แสดงการตอบคำถามสถานการณ์จากใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์

2. สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอ่านคำถามจากใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 2 เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านคำถามแล้ว จะมีนักเรียนบางกลุ่มที่กลับไปดูการตอบคำถามจากใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 1 ของกลุ่มตนเองเพื่อนำมาสู่การตอบคำถามในข้อที่ 2 พร้อมทั้งร่วมกันระดมความคิด อภิปราย และแสดงความคิดเห็น โดยนักเรียนบางกลุ่มเริ่มตอบคำถามใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 2 และมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังไม่ได้ตอบคำถาม จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย : จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้นนักเรียนคิดว่าส่วนสำคัญจากสถานการณ์ที่นักเรียนจะสามารถนำมาแก้ปัญหาคืออะไร อยู่ตรงส่วนใดของสถานการณ์ปัญหาบ้าง

นักเรียน : สูตรน้ำโกโก้ของตนเองกับสมาชิกในครอบครัวใช้ไหมครับ
(นักเรียนกลุ่มที่ 3)

ผู้วิจัย : แล้วส่วนสำคัญที่นักเรียนตอบคำถามอยู่ตรงส่วนใด นักเรียนเอามาจากตรงไหนคะ

นักเรียน : อยู่ตรงการตอบคำถามข้อ 1 ใช้ไหมคะ หนูไม่แน่ใจ (นักเรียนกลุ่มที่ 1)

ผู้วิจัย : ถูกต้องแล้วค่ะ จากการตอบคำถามของนักเรียนในข้อที่ 1 สามารถทำให้นักเรียนเลือกส่วนที่สำคัญที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ค่ะ

(นักเรียน, 7 กุมภาพันธ์ 2565)

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ว่าส่วนสำคัญจากสถานการณ์ที่นักเรียนจะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาคืออะไร อยู่ตรงส่วนใดของสถานการณ์ปัญหา แต่จะมีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถตอบคำถามได้ ซึ่งเป็นเพราะนักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 1 ไม่ถูกต้อง ดังภาพ 7 โดยนักเรียนร่วมกันเลือกส่วนสำคัญที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ข้อที่ 1 โดยนักเรียนเชื่อมโยงความรู้ ข้อมูลจากการตอบคำถามข้อที่ 1 และร่วมกันตัดข้อมูลส่วนที่ไม่จำเป็นออกให้เหลือแต่ข้อมูลที่จำเป็นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป



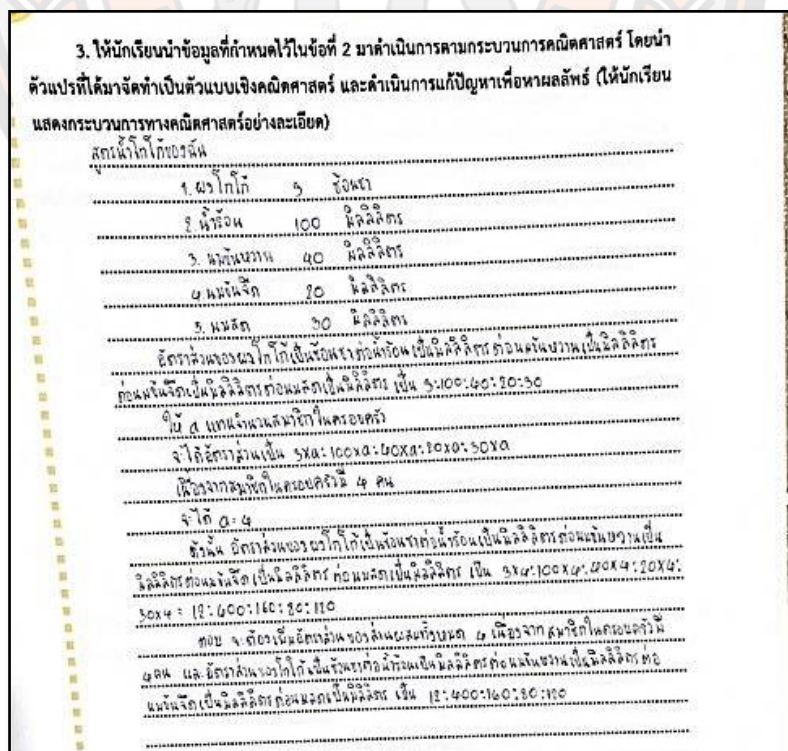
ภาพ 7 แสดงการเลือกส่วนสำคัญที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 1 บาร์สต๊าผู้
สร้างสรรค์

จากนั้นนักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันระดมความคิด อภิปราย แสดงความคิดเห็นในการกำหนดตัวแปรเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์นั้นมาใช้ในการแก้ปัญหา และเพราะเหตุใดนักเรียนจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นเป็นอย่างดี นักเรียนบางกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงาน และมีนักเรียนบางกลุ่มทำงานเพียงคนเดียวหรือ 2-3 คน เท่านั้น นักเรียนบางกลุ่มสามารถกำหนดตัวแปรได้ แต่ก็จะมีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถกำหนดตัวแปรได้ นักเรียนกลุ่มนั้นจะเดินไปถามเพื่อนกลุ่มข้าง ๆ ว่าทำอะไร โดยระหว่างการทำงานมีนักเรียนคนหนึ่งกล่าวว่า “ครูคะ หนูอยากแก้ปัญหาโดยการวาดรูป แต่ถ้าหนูวาดรูปมันไม่ต้องกำหนดตัวแปร ถ้าหนูไม่กำหนดตัวแปรได้ไหมคะ” และในส่วนของ การตอบคำถามเกี่ยวกับการให้เหตุผลนักเรียนส่วนใหญ่เมื่อเลือกส่วนสำคัญที่ใช้ในการแก้ปัญหาและกำหนดตัวแปรจากสถานการณ์ได้ถูกต้องนักเรียนจะสามารถให้เหตุผลได้ และมีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถกำหนดตัวแปรจากสถานการณ์และให้เหตุผลได้ หรือให้เหตุผลไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนให้เหตุผลนอกเหนือจากสิ่งที่โจทย์ต้องการ อาจเป็นเพราะในขั้นการเลือกส่วนสำคัญนักเรียนเลือกผิดพลาด และในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้ได้แนวทางในการตอบคำถามจากสถานการณ์

3. ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด อภิปราย และแสดงความคิดเห็น และนำข้อมูลที่ตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 2 มาดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนำมาจัดเป็นตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ โดยพบว่า นักเรียนบางกลุ่มร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์เป็นอย่างดี นักเรียนบางกลุ่มใช้วิธีการแก้ปัญหาจากการกำหนดตัวแปรโดยใช้หลักการคูณเพื่อหาผลลัพธ์ นักเรียนบางกลุ่มใช้วิธีการแก้ปัญหาจากการวาดรูป และกำหนดเงื่อนไข เช่น รูปวาดแก้วน้ำ 1 แก้ว มีค่าเท่ากับน้ำร้อน 50 มิลลิลิตร เพื่อหาผลลัพธ์ ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนกลุ่มที่ใช้วิธีการแก้ปัญหาจากการกำหนดตัวแปรโดยใช้หลักการคูณจะใช้เวลาในการดำเนินการเพื่อหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว และนักเรียนกลุ่มที่ใช้วิธีการแก้ปัญหาจากการวาดรูปจะใช้เวลาในการดำเนินการเพื่อหาคำตอบค่อนข้างนานพอสมควร ทำให้ให้นักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการแก้ปัญหาจากการกำหนดตัวแปรโดยใช้หลักการคูณรอบนักเรียนกลุ่มที่แก้ปัญหาจากการวาดรูปเป็นเวลาค่อนข้างนาน เพราะนักเรียนจะต้องวาดรูปส่วนผสมน้ำโกโก้ของตนเองทั้งหมด และในขั้นนี้จะมีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้เนื่องจากนักเรียนตอบคำถามใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ไม่ถูกต้อง จึงส่งผลให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาในข้อที่ 3 ไม่ได้ ดังภาพ 8-9



ภาพ 8 แสดงการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการคูณ

ภาพ 8 แสดงการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการคูณ ซึ่งนักเรียนจะกำหนดตัวแปรโดยตัวแปรที่นักเรียนกำหนดคือจำนวนสมาชิกในครอบครัวของตัวแทนนักเรียนในกลุ่ม แล้วจึงใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน และใช้หลักการคูณโดยนำตัวแปรที่กำหนดมาคูณกับอัตราส่วนของส่วนผสมน้ำโกนในกลุ่มตนเอง

3. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดไว้ในข้อที่ 2 มาดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนำตัวแปรที่ได้มาจัดทำเป็นตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ (ให้นักเรียนแสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด)

.....

.....

.....

| จำนวนตัวแปร | สมการ | พื้นที่ผสม | | | | | รวม (รวมพื้นที่ผสม) |
|-------------|-------|------------|---------|-------|-----------|---------|------------------------------------------------------------------------------|
| | | นมสด | นมไขมัน | นมข้น | นมเปรี้ยว | น้ำร้อน | |
| 1 ตัว | x | $2x$ | $3x$ | $4x$ | $5x$ | $6x$ | สมการ: $x + 2x + 3x + 4x + 5x + 6x = 2100$ รวม: $21x = 2100$ $x = 100$ |
| 5 ตัว | x | $2x$ | $3x$ | $4x$ | $5x$ | $6x$ | สมการ: $x + 2x + 3x + 4x + 5x + 6x = 2100$ รวม: $21x = 2100$ $x = 100$ |
| | $2x$ | $4x$ | $6x$ | $8x$ | $10x$ | $12x$ | |
| | $3x$ | $6x$ | $9x$ | $12x$ | $15x$ | $18x$ | |
| | $4x$ | $8x$ | $12x$ | $16x$ | $20x$ | $24x$ | |
| | $5x$ | $10x$ | $15x$ | $20x$ | $25x$ | $30x$ | |

ภาพ 9 แสดงการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้การวาดรูป

ภาพ 9 แสดงการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้การวาดรูปโดยนักเรียนที่เลือกใช้วิธีการนี้นักเรียนจะไม่กำหนดตัวแปร แต่นักเรียนจะใช้วิธีการวาดรูปและกำหนดเงื่อนไขของรูปภาพแทน

4. วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์พร้อมทั้งอธิบายและให้เหตุผลถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย : จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้นเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกใช้กระบวนการดังกล่าวในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์

นักเรียน : เพราะว่าเราเคยเรียนเรื่องอัตราส่วนที่เท่ากันโดยใช้หลักการคูณพอมานเจอ กับสถานการณ์ปัญหาจึงสามารถนำมาใช้ได้ค่ะ (นักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการคูณ) (นักเรียนกลุ่มที่ 1)

ผู้วิจัย : แล้วนักเรียนกลุ่มที่ใช้วิธีการวาดรูปล่ะ ทำไมนักเรียนจึงใช้วิธีการนั้นคะ

นักเรียน : มันง่ายค่ะ แต่ใช้เวลานานไปหน่อย (นักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการแก้ปัญหาโดยวิธีการวาดรูป) (นักเรียนกลุ่มที่ 1)

ผู้วิจัย : นักเรียนลองช่วยกันตรวจสอบผลลัพธ์ของกลุ่มตนเองหน่อยนะคะ นักเรียนคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัญหาหรือไม่

นักเรียน : น่าจะสมเหตุสมผลนะค่ะ (นักเรียนกลุ่มที่ 1)

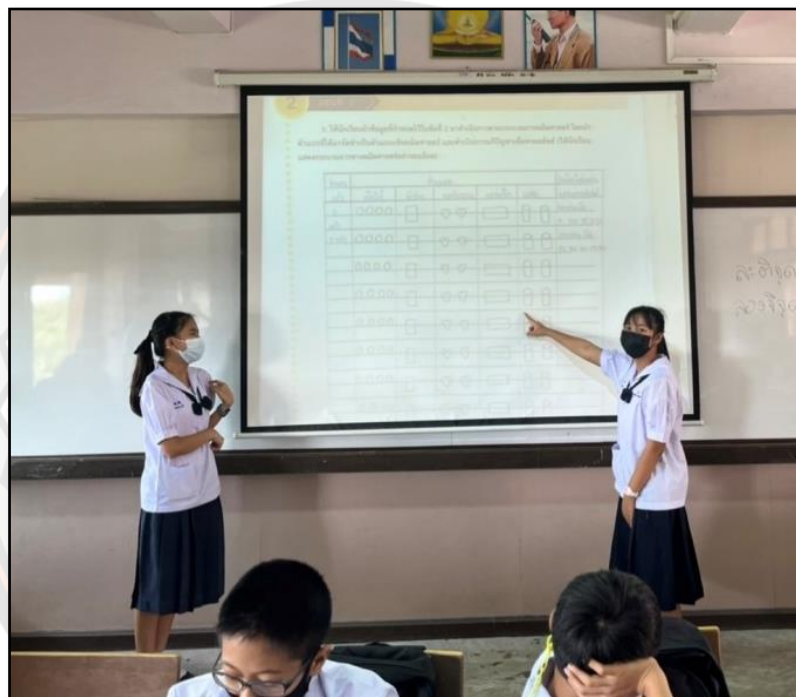
(นักเรียน, 7 กุมภาพันธ์ 2565)

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ว่าเพราะเหตุใดกลุ่มตนเองจึงใช้กระบวนการดังกล่าวในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ นักเรียนบางกลุ่มอธิบายให้เหตุผลได้อย่างครบถ้วนและละเอียด บางกลุ่มอธิบายให้เหตุผลเพียงสั้นๆ เช่น “มันง่าย” โดยไม่อธิบายรายละเอียดเหตุผลเพิ่มเติม และมีนักเรียนบางกลุ่มสามารถตอบคำถามโดยอธิบายให้ผู้วิจัยฟังได้ แต่เมื่อนำมาเขียนในใบกิจกรรมไม่สามารถเขียนในสิ่งที่ตนเองอธิบายให้ผู้วิจัยฟังได้ครบถ้วน

ในระหว่างนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และให้เหตุผลในการเลือกใช้กระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ พร้อมทั้งให้เหตุผลถึงความสมเหตุสมผลของสถานการณ์ปัญหานั้น ผู้วิจัยเดินรอบ ๆ ห้องเรียน จากนั้นสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ของกลุ่มตนเอง และครูนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายของนักเรียนออกมาอธิบายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ภายใต้เงื่อนไขที่ครูกำหนด เพื่อให้ นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายแต่อยู่ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน

เมื่อนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 8 กลุ่ม ผู้วิจัยสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอทั้งหมด 5 กลุ่ม มีนักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม ที่นำเสนอได้อย่างชัดเจน คือ

สามารถออกมาแนะนำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ของกลุ่มตนเองได้เป็นอย่างดี และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา และมีนักเรียน 2 กลุ่ม เมื่อออกมาแนะนำหน้าชั้นเรียนยังไม่มี ความมั่นใจในการนำเสนอผลงานของตนเอง และนักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ไม่ถูกต้องเริ่มได้แนวทางในการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งจัดวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มที่ ออกมาแนะนำเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนส่วนใหญ่ได้เห็นถึงตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์ที่หลากหลาย และเห็นถึงความสัมพันธ์ของ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายแต่อยู่ ภายใต้ง่อนไขเดียวกัน ดังภาพ 10



ภาพ 10 แสดงการออกมาแนะนำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์จากกิจกรรม ที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์

5. ทำซ้ำ

นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาว่าจากการตอบ คำถามในใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ตั้งแต่กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 นักเรียนมี ข้อผิดพลาดในส่วนใด นักเรียนสามารถเลือกส่วนสำคัญ ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ สิ่งที่โจทย์ กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้หรือไม่ พร้อมทั้งสามารถแปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปของตัว แบบเชิงคณิตศาสตร์และเลือกวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือไม่ รวมถึง

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน ผู้วิจัยและครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ พบปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนและได้เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการ ที่ 1 สรุปดังตาราง 12

ตาราง 12 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

| ขั้นตอน | ปัญหาที่พบในชั้นเรียน | แนวทางการปรับปรุงแก้ไข |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ระบุปัญหา | <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาแล้ว บางกลุ่มไม่สามารถระบุส่วนสำคัญที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ - นักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจคำถามจากใบกิจกรรมที่ถามว่า ปัญหาที่พบจากสถานการณ์คืออะไร - นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถตอบได้ว่าจากสถานการณ์ปัญหา สิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไร | <ul style="list-style-type: none"> - ผู้วิจัยอธิบายสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนเข้าใจว่าสถานการณ์ปัญหากำหนดสิ่งใดมาให้และต้องการให้นักเรียนทำอะไร และร่วมกันวิเคราะห์ว่า จากสถานการณ์ข้อมูลส่วนใดที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ - ผู้วิจัยอธิบายความหมายของคำถามเพิ่มเติม และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้แนวทางในการตอบคำถาม - ผู้วิจัยสร้างสถานการณ์ปัญหาที่ชัดเจนไม่ทำให้นักเรียนเกิดความสับสน |
| สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร | <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถเลือกส่วนสำคัญมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ | <ul style="list-style-type: none"> - ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนมองเห็นว่าข้อมูลใดสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ และข้อมูลส่วนใดที่ควรตัดทิ้ง เนื่องจากไม่มีความเกี่ยวข้องที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา |

| ขั้นตอน | ปัญหาที่พบในชั้นเรียน | แนวทางการปรับปรุงแก้ไข |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | - นักเรียนไม่สามารถกำหนดตัวแปรและให้เหตุผลในการเลือกส่วนสำคัญและเหตุผลในการกำหนดตัวแปรได้ เนื่องจากในชั้นการเลือกส่วนสำคัญนักเรียนเลือกไม่ถูกต้อง | - ผู้วิจัยตรวจสอบชั้นการเลือกส่วนสำคัญของนักเรียนให้มีความถูกต้อง เพื่อให้ให้นักเรียนมีข้อมูลที่ถูกต้องและสามารถกำหนดตัวแปรและเหตุผลในการกำหนดตัวแปรได้ |
| ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ | - นักเรียนกลุ่มที่ใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีการวาดรูปจะใช้เวลาในการดำเนินการเพื่อหาคำตอบค่อนข้างนาน - นักเรียนบางกลุ่มดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ไม่ได้ เนื่องจากตอบคำถามข้อที่ 1 และ 2 ไม่ถูกต้อง | - ผู้วิจัยกำหนดเวลาให้ชัดเจนและส่งสัญญาณเตือนเมื่อใกล้หมดเวลากระตุ้นให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาให้มีความเหมาะสม - ผู้วิจัยตรวจสอบคำตอบของนักเรียนเป็นระยะ และเมื่อเจอข้อผิดพลาดของนักเรียนผู้วิจัยควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนมองเห็นข้อผิดพลาดของตนเองและมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา |
| วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ | - นักเรียนบางกลุ่มสามารถตอบคำถามโดยอธิบายให้ผู้วิจัยฟังได้ว่าเพราะเหตุใดกลุ่มตนเองจึงใช้กระบวนการดังกล่าวในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ แต่เมื่อนำมาเขียนในใบกิจกรรมนักเรียนไม่สามารถเขียนในสิ่งที่ตนเองอธิบายให้ผู้วิจัยฟังได้ครบถ้วน - นักเรียนจำนวน 2 กลุ่มยังไม่มี ความมั่นใจในการนำเสนอผลงานของตนเอง | - ผู้วิจัยให้นักเรียนที่ไม่ได้อธิบายช่วยกันจดคำตอบของเพื่อนให้มีความครบถ้วนมากที่สุด - ผู้วิจัยควรสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้มีความเป็นกันเองทำให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลายและไม่กดดันตนเองในการออกมา |

| ขั้นตอน | ปัญหาที่พบในชั้นเรียน | แนวทางการปรับปรุงแก้ไข |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>- นักเรียนอธิบายถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นเพื่อแก้สถานการณ์เพียงสั้น ๆ โดยไม่อธิบายขยายความเพิ่มเติมให้ความเข้าใจมากขึ้น</p> | <p>นำเสนอผลงาน</p> <p>- ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เช่น เพราะอะไร ทำไม อย่างไร เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้อธิบายเพิ่มเติม และใช้อุบายการให้คะแนนเกี่ยวกับการอธิบายเพิ่มเติมอย่างละเอียด</p> |
| ทำซ้ำ | <p>- นักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการตามกระบวนการตั้งแต่เริ่มแรกใหม่ใช้เวลานาน ทำให้นักเรียนที่ดำเนินการถูกต้องนั่งรอ</p> | <p>- ผู้วิจัยกำหนดเวลาให้ชัดเจนและส่งสัญญาณเตือนเมื่อใกล้หมดเวลา กระตุ้นให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาให้มีความเหมาะสม และให้นักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการถูกต้องแล้วคอยช่วยให้คำแนะนำและให้คำปรึกษานักเรียนกลุ่มอื่น เพื่อให้ได้แนวทางในการหาคำตอบ</p> |
| ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ | <p>- นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนด ทำให้สถานการณ์ไม่มีความหลากหลาย</p> | <p>- ผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่พบในชีวิตจริงในมุมอื่น ๆ ที่มีความหลากหลายมากขึ้น</p> |

ตาราง 12 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาในแต่ละขั้นตอนสำหรับการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรถอบปฏิบัติที่ 2 สักส่วน

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรถอบปฏิบัติที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยเห็นแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรถอบปฏิบัติที่ 1 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สักส่วน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับประเด็นคำถามในแต่ละขั้นตอนให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ใช้คำถามกระตุ้นและยกตัวอย่างให้นักเรียนได้แนวทางในการแก้ปัญหา อธิบายรายละเอียดที่นักเรียนต้องรู้เพื่อนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1. ระบุปัญหา

ผู้วิจัยได้ปรับในส่วนของส่วนสำคัญในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยนักเรียนไม่สามารถอ่านสถานการณ์คำถามแล้วบอกได้ว่าส่วนสำคัญใดจากสถานการณ์ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งนักเรียนไม่เข้าใจขอบเขตของสถานการณ์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนช่วยกันอ่านสถานการณ์ปัญหาภายในกลุ่มหนึ่งครั้งและผู้วิจัยอ่านให้นักเรียนฟังอีกครั้ง หลังจากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า “นักเรียนลองดูสถานการณ์ปัญหาจากใบกิจกรรมนะคะ นักเรียนคิดว่าจากสถานการณ์ปัญหาส่วนสำคัญที่นักเรียนสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหามีอะไรบ้าง แต่ก่อนที่นักเรียนจะเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม เราลองมาอ่านสถานการณ์กันอีกครั้งนะคะ เราลองมาช่วยกันดูก่อนนะคะ ว่า จากสถานการณ์ปัญหาสิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไร และสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร ให้นักเรียนขีดเส้นใต้ไว้ นะคะ” และจากผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรถอบปฏิบัติที่ 1 นักเรียนไม่เข้าใจคำถามที่กล่าวว่า ปัญหาที่พบจากสถานการณ์คืออะไร โดยนักเรียนจะตีความของคำถามที่ถามว่า ปัญหาที่พบจากสถานการณ์คืออะไร คือ สิ่งที่โจทย์ต้องการ ดังนั้น ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนคือ “เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์นี้แล้วนักเรียนเกิดปัญหาอะไร เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์นี้แล้วนักเรียนพบปัญหาหรืออุปสรรคอะไรบ้าง” ซึ่งเป็นคำถามที่กระตุ้นเพื่อให้นักเรียนตอบคำถามได้ชัดเจน ให้นักเรียนได้เขียนปัญหาของกลุ่มตนเองออกมา และเป็นข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรถอบปฏิบัติที่ 1 อีกปัญหาหนึ่ง คือ นักเรียนไม่สามารถตอบได้ว่าจากสถานการณ์ปัญหาสิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไร ดังนั้น ผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์ปัญหาที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นไม่ทำให้นักเรียนเกิดความสับสน

2. สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

ผู้วิจัย พบว่า ในขั้นนี้นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถเลือกส่วนสำคัญมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ โดยผู้วิจัยได้ปรับในส่วนของการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนเลือกส่วนสำคัญได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ นักเรียนได้ตัดข้อมูลส่วนที่ไม่จำเป็นออก เพื่อให้เหลือข้อมูลที่มีความจำเป็นที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน โดยให้นักเรียนอ่านว่าส่วนสำคัญที่ตนเองเขียนในข้อที่ 1 คืออะไรบ้าง ซึ่งนักเรียนอาจจะเขียนส่วนสำคัญที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนโดยให้นักเรียนดูว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร เพื่อให้ให้นักเรียนได้มองเห็นขอบเขตของสถานการณ์ปัญหา และให้นักเรียนเลือกตัดข้อมูลที่ไม่จำเป็นทิ้งและเหลือข้อมูลส่วนที่สำคัญไว้เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการดำเนินการต่อไป และระหว่างที่นักเรียนดำเนินการเลือกส่วนสำคัญผู้วิจัยจะเดินรอบ ๆ ห้องเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเพื่อให้นักเรียนมีข้อมูลที่ถูกต้อง และสามารถนำข้อมูลนั้นมาใช้ในการวางแผนการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำมากำหนดตัวแปร และให้เหตุผลในการกำหนดตัวแปรได้

3. ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยและครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ พบว่า ในขั้นนี้นักเรียนกลุ่มที่ใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีการวาดรูปจะใช้เวลาในการดำเนินการเพื่อหาคำตอบค่อนข้างนาน เพราะนักเรียนจะต้องวาดรูปอัตราส่วนของส่วนผสมทุกรูปและการวาดรูปแต่ละรูปจะเสียเวลา ผู้วิจัยจึงกำหนดเวลาในการดำเนินการของขั้นนี้อย่างชัดเจน ผู้วิจัยจับเวลาโดยฉายขึ้นจอโปรเจกเตอร์ เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นเวลาที่ชัดเจน และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นเมื่อใกล้หมดเวลา ผู้วิจัยจะส่งสัญญาณเตือนนักเรียนเพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาให้มีความเหมาะสม โดยในระหว่างที่นักเรียนดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจะเดินรอบ ๆ ห้อง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของนักเรียนเป็นระยะ และเมื่อเจอข้อผิดพลาดผู้วิจัยจะใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนมองเห็นข้อผิดพลาดของตนเองและแก้ไขส่วนที่ผิดพลาดได้ทันเวลาและสามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ต่อไป

4. วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายให้ฟังว่าเพราะเหตุใดกลุ่มตนเองจึงใช้กระบวนการดังกล่าวในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนสามารถอธิบายปากเปล่าให้ผู้วิจัยฟังได้อย่างชัดเจน แต่ไม่สามารถนำมาเขียนอธิบายในใบกิจกรรมได้ โดยผู้วิจัยให้นักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้อธิบายเหตุผลคอยช่วยจดคำตอบของเพื่อนในกลุ่มอย่างละเอียด หรือถ้านักเรียนจดไม่ทันให้นักเรียนในกลุ่มอ้อมวิดีโอ ในขณะที่เพื่อนอธิบายเพื่อที่จะได้นำมาดูย้อนหลังและนำมาเขียนได้ และใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนในการอธิบายความสมเหตุสมผลและเหตุผลในการได้มาซึ่งผลลัพธ์ โดยถามคำถาม เช่น เพราะอะไรทำไม

นักเรียนถึงคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผล ทำไมนักเรียนถึงใช้กระบวนการนี้ในการแก้ปัญหา กระบวนการที่นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหามีความพิเศษหรือมีจุดเด่นอย่างไร เป็นต้น โดยในขั้นนี้ จะให้นักเรียนออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ของกลุ่มตนเองโดย ผู้วิจัยจะสร้างบรรยากาศภายในห้องให้มีความเป็นกันเอง โดยอาจจะพูดคุยในเรื่องอื่น ๆ ก่อนที่จะให้นักเรียนนำเสนอเพื่อให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลายและลดความกังวลไม่กดดันตัวเอง

5. ทำซ้ำ

ผู้วิจัย พบว่า นักเรียนที่มีข้อผิดพลาดจากกระบวนการต่าง ๆ ใช้เวลาในการดำเนินการแก้ไขเป็นเวลาดำเนินการนาน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดเวลาในการดำเนินการของขั้นนี้อย่างชัดเจน ผู้วิจัยจับเวลาโดยฉายขึ้นจอโปรเจคเตอร์ เพื่อให้นักเรียนเห็นเวลาที่ชัดเจน และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น เมื่อใกล้หมดเวลา ผู้วิจัยจะส่งสัญญาณเตือนนักเรียนเพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาให้มีความเหมาะสม ในระหว่างที่นักเรียนบางกลุ่มดำเนินการแก้ไข ผู้วิจัยจะให้นักเรียนที่ดำเนินการถูกต้องแล้วช่วยเดินดูเพื่อน ๆ กลุ่มอื่นและช่วยให้คำแนะนำและให้คำปรึกษา เพื่อให้นักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการผิดพลาดได้แนวทางในการหาคำตอบและสามารถดำเนินการได้

6. ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ผู้วิจัย พบว่า นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนด โดยนักเรียนเปลี่ยนหรือดัดแปลงสถานการณ์ที่ผู้วิจัยยกตัวอย่างเพียงเล็กน้อย แล้วนำมาเป็นสถานการณ์ของตนเอง ทำให้สถานการณ์ไม่มีความหลากหลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงในมุมอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงความหลากหลาย และเพื่อให้นักเรียนได้เห็น ว่า เรื่อง สัตส่วน ที่ตนเองกำลังเรียนนั้นสามารถนำมาใช้หรือเชื่อมโยงกับชีวิตจริงอะไรได้บ้าง

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

จากการวางแผนโดยนำผลการสะท้อนจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัตส่วน ใช้ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ต่อไปนี้

ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ผู้วิจัยและนักเรียนได้ร่วมกันทบทวนความรู้พื้นฐาน เรื่อง การหาค่าตัวแปรของสัตส่วน โดยใช้หลักการคูณไขว้และการแก้สมการ โดยผู้วิจัยยกตัวอย่างโจทย์บนกระดาน จากนั้นผู้วิจัยทบทวนความรู้เพิ่มเติมโดยเปลี่ยนรูปแบบการทบทวน โดยใช้เกม Vonder go ซึ่งเป็นเกมที่ใช้ในการทบทวนความรู้ ทำให้นักเรียนมีความสนุกสนาน ดึงดูดความสนใจ และมีความกระตือรือร้น รวมไปถึงการเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนเนื้อหา และเมื่อนักเรียนเล่นเกมจบแล้ว เกมจะเรียงลำดับผู้ที่ชนะลำดับ 1-3 จากนั้นผู้วิจัยแจกรางวัลให้กับนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นลำดับ 1-3 เพื่อเป็นการเสริมแรงทางบวกให้กับนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยใช้ลำดับการเล่นเกมที่

นักเรียนทุกคนในการจับกลุ่ม โดยแบ่งเป็นกลุ่มเก่ง กลาง อ่อน กลุ่มละ 6 คน 4 กลุ่ม และกลุ่มละ 5 คน 4 กลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนทุกคนจัดโต๊ะเก้าอี้และนั่งเป็นกลุ่มของตนเอง เมื่อจัดกลุ่มแล้วผู้วิจัยเชื่อมโยงเนื้อหาที่จะสอนกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนโดยใช้สถานการณ์ในประเทศไทยและต่างประเทศตอนนี้ก็คือ สถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โดยสร้างสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนจำลองตนเองเป็นพ่อค้าและแม่ค้าลงทุนขายเจลแอลกอฮอล์ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด และช่วยกันสืบค้นร้านค้าขายเจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีกและราคาส่ง และตัดสินใจเลือกร้านค้าที่จะลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขาย

1. ระบุปัญหา

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำราคาเจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีกและราคาส่งที่กลุ่มตนเองตัดสินใจเลือกซื้อเพื่อมาลงทุน และจำนวนเงินที่ใช้ในการลงทุน เขียนลงในใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ จากนั้นนักเรียนร่วมกันระดมความคิดพิจารณาสถานการณ์ปัญหา โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เห็นถึงประเด็นของสถานการณ์ปัญหา และอธิบายความหมายของสถานการณ์ให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนส่วนสำคัญในการแก้ปัญหา ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ สิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการ ลงในใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ ข้อที่ 1 ในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเป็นระยะ เพื่อให้นักเรียนได้แนวทางในการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา

2. สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

ผู้วิจัยให้นักเรียนพิจารณาส่วนสำคัญที่นักเรียนเขียนในใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ ข้อที่ 1 จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นขอบเขตของสถานการณ์ปัญหา และให้นักเรียนเลือกตัดข้อมูลที่จำเป็นทิ้งและเหลือข้อมูลส่วนที่สำคัญไว้เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการดำเนินการ พร้อมทั้งให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ ข้อที่ 2 โดยเลือกส่วนที่สำคัญจากสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปแบบง่ายหรือย่อยสถานการณ์หรือปัญหา โดยแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่สัมพันธ์ พร้อมทั้งให้เหตุผลในการเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ และเหตุผลในการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่สัมพันธ์ ในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้แนวทางในการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา

3. ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนนำรูปแบบของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่สัมพันธ์ มาจัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการหาผลลัพธ์จะใช้ข้อมูลจากข้อที่ 2 จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ มาดำเนินการโดยให้นักเรียนทำลงในกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ ข้อที่ 3 ในระหว่างการดำเนินการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยจะกำหนดเวลาในการดำเนินการของขั้นนี้อย่างชัดเจน ในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นและเดินรอบ ๆ ห้องเรียนคอยตรวจสอบความถูกต้องและข้อผิดพลาด เพื่อให้นักเรียนได้แนวทางในการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา

4. วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายและให้เหตุผลถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ โดยให้นักเรียนทำลงในกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ ข้อที่ 4 ในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนได้แนวทางในการ อธิบายความสมเหตุสมผลและเหตุผลในการได้มาซึ่งผลลัพธ์ จากนั้นสุ่มนักเรียน ออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ของตนเอง และครูนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายของนักเรียนออกมาอธิบายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ภายใต้อาณาการณและเงื่อนไขครูกำหนด เพื่อให้ นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายแต่อยู่ภายใต้อาณาการณและเงื่อนไขเดียวกัน พร้อมทั้งให้นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์ อภิปรายโต้แย้งกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหารวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์

5. ทำซ้ำ

นักเรียนตรวจสอบตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหารวมถึงผลลัพธ์ จากทั้ง 4 ขั้นตอน จะทำให้นักเรียนเห็นถึงข้อผิดพลาดของตนเอง เมื่อนักเรียนมีข้อผิดพลาดจากกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนแก้ไขข้อผิดพลาดโดยดำเนินการตามกระบวนการในขั้นตอนที่ตนเองผิดพลาดอีกครั้ง และนักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการแก้ไขข้อผิดพลาดเสร็จแล้วหรือนักเรียนที่ไม่มีข้อผิดพลาดในการดำเนินการให้เดินดูนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ที่ยังไม่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ โดยช่วยให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาเพื่อให้ได้แนวทางในการดำเนินการ ซึ่งใน

ระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยจะกำหนดเวลาอย่างชัดเจนเมื่อใกล้หมดเวลาผู้วิจัยจะส่งสัญญาณเตือนนักเรียนเพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาให้มีความเหมาะสม

6. ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

นักเรียนตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงหรือสถานการณ์ปัญหา และยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนที่สามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ และใช้ความรู้ เรื่อง สัดส่วน ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนทำลงในใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ ข้อที่ 5 และผู้วิจัยจะยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงในหลาย ๆ มุม และมีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนมองเห็นว่า เรื่อง สัดส่วน ที่ตนเองกำลังเรียนนั้นสามารถนำมาใช้หรือเชื่อมโยงกับชีวิตจริงอะไรได้บ้าง

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ขั้นสังเกตการณ์เป็นการรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง สัดส่วน โดยเก็บข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำใบกิจกรรมของนักเรียน (ในส่วนของคำถาม) โดยผู้วิจัยขณะทำการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จะบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

1. ระบุปัญหา

ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงจากใบกิจกรรมพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความสนใจและกระตือรือร้นกับสถานการณ์ที่ได้รับเช่นเคย เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับใบกิจกรรม นักเรียนบางกลุ่มช่วยกันอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา บางกลุ่มให้เพื่อนอ่านให้ฟัง เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงแล้วนักเรียนบางกลุ่มเริ่มจับใจความประเด็นที่สำคัญโดยแสดงร่องรอยการขีดเขียนลงบนสถานการณ์ในใบกิจกรรม เช่นเดียวกับชั่วโมงที่ผ่านมา จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียนในการกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ ดังนี้

ผู้วิจัย : นักเรียนลองดูสถานการณ์ปัญหาจากใบกิจกรรมนะคะ นักเรียนคิดว่าจากสถานการณ์ปัญหาส่วนสำคัญที่นักเรียนสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง แต่ก่อนที่นักเรียนจะเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม เราลองมาย้อนดูสถานการณ์กันอีกครั้งนะคะ เราลองมาช่วยกันดูก่อนนะคะว่าจากสถานการณ์ปัญหาสิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไร และสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร ให้นักเรียนขีดเส้นใต้ไว้ นะคะ

นักเรียน : ขีดเส้นใต้ไว้แล้วค่ะครู (นักเรียนกลุ่มที่ 7)

ผู้วิจัย : เมื่อเราขีดเส้นใต้แล้ว เราลองมาพิจารณาสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการ แล้วลองวิเคราะห์ดูว่าสิ่งที่เราขีดเส้นใต้นี้ข้อมูลตรงส่วนใดที่เป็นส่วนสำคัญที่นักเรียนคิดว่าสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ให้นักเรียนเขียนลงในใบกิจกรรมนะคะ

นักเรียน : จำนวนเงินในการลงทุนใช้ไหมครับ (นักเรียนกลุ่มที่ 7)

นักเรียน : ค่าส่งด้วยนะ กับราคาเจลแอลกอฮอล์แบบพกพา (นักเรียนกลุ่มที่ 5)

(นักเรียน, 14 กุมภาพันธ์ 2565)

การตอบคำถามของนักเรียนข้างต้นทำให้ทราบว่า นักเรียนบางส่วนสามารถอ่านสถานการณ์แล้วบอกได้ว่าส่วนสำคัญใดที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้เช่นเคย ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มที่สามารถตอบได้ในกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวนที่ผ่านมา และมีนักเรียนบางส่วนที่อ่านสถานการณ์คำถามแล้วไม่สามารถบอกได้ว่าส่วนสำคัญใดสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่เมื่อผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นทำให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้และเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยจะมีนักเรียนบางกลุ่มที่เขียนส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ และมีนักเรียนบางกลุ่มที่เขียนส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย : ต่อมาเรามาดูพิจารณาปัญหาที่พบบ้าง นักเรียนคิดว่าเมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์นี้แล้วนักเรียนเกิดปัญหาอะไร หรือเมื่ออ่านสถานการณ์นี้แล้วนักเรียนพบปัญหาหรืออุปสรรคอะไรบ้าง

นักเรียน : จะใช้เรทราคาเจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาใด (นักเรียนกลุ่มที่ 5)

นักเรียน : จะสามารถลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์แบบพกพามาขายให้ได้จำนวนมากที่สุดเท่าใด (นักเรียนกลุ่มที่ 2)

นักเรียน : หาร้านขายเจลแอลกอฮอล์ยาก (นักเรียนกลุ่มที่ 3)

(นักเรียน, 14 กุมภาพันธ์ 2565)

การตอบคำถามของนักเรียนข้างต้นทำให้ทราบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เกิดความสับสนระหว่างคำถามที่ถามว่าปัญหาที่พบกับสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร นักเรียนสามารถตอบคำถามในส่วนนี้ได้เป็นอย่างดี จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าจากสถานการณ์ปัญหาสิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไรคะ

นักเรียน : ราคาเจลแอลกอฮอล์ที่เราเลือกมาใช้ในการลงทุนคะ (นักเรียนกลุ่มที่ 1)

ผู้วิจัย : ถูกต้องค่ะ แล้วมีสิ่งที่โจทย์กำหนดอะไรเพิ่มเติมอีกไหมคะ

นักเรียน : จำนวนเงินในการลงทุนคะ แต่กลุ่มหนูรวมกันแล้วมีเงินลงทุนน้อย

(นักเรียนกลุ่มที่ 2)

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดนะคะว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไรบ้างแล้ว
เขียนลงในใบกิจกรรมนะคะ

(นักเรียน, 14 กุมภาพันธ์ 2565)

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ว่าจากสถานการณ์ปัญหาสิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไร
โดยนักเรียนสามารถตอบได้ถูกต้อง เนื่องจากสถานการณ์ค่อนข้างมีความชัดเจน จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้
คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

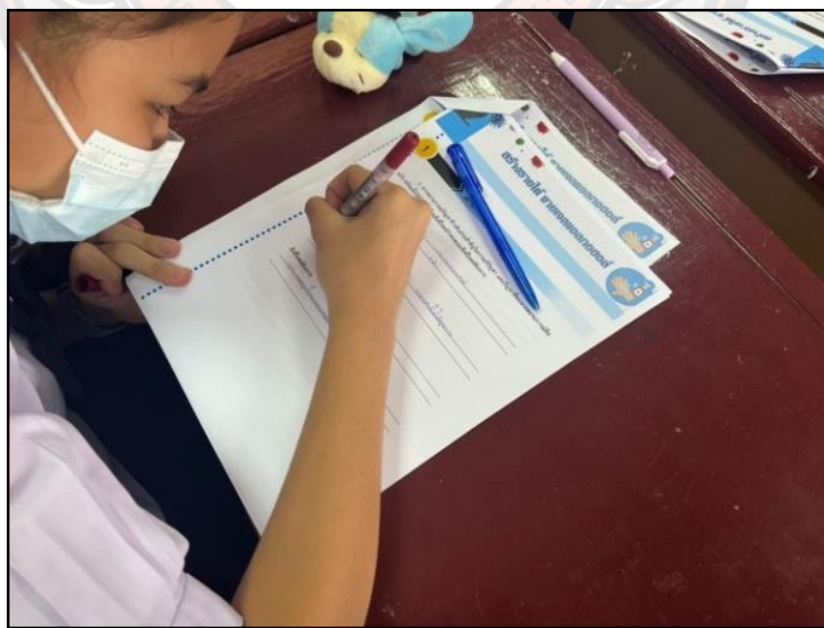
ผู้วิจัย : เมื่อสักครู่เราได้เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดแล้ว และจากสถานการณ์นักเรียน
คิดว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไรคะ

นักเรียน : จะสามารถลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขายให้ได้จำนวนมากที่สุดเป็นจำนวน
เท่าใด (นักเรียนกลุ่มที่ 2)

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดนะคะว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไรบ้างแล้ว
เขียนลงในใบกิจกรรม

(นักเรียน, 14 กุมภาพันธ์ 2565)

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ว่าจากสถานการณ์ปัญหาสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร
โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง อาจเป็นเพราะนักเรียนมีประสบการณ์และ
สถานการณ์บอกอย่างชัดเจนว่าต้องการอะไรจึงสามารถทำให้นักเรียนสามารถพิจารณาและตอบ
คำถามได้ ดังภาพ 12



ภาพ 12 แสดงการตอบคำถามสถานการณ์จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์

2. สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอ่านคำถามจากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ขายเจลแอลกอฮอล์ ข้อที่ 2 จากนั้นนักเรียนบางกลุ่มร่วมกันระดมความคิด อภิปราย และแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งเริ่มเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม โดยนักเรียนที่สามารถตอบคำถามได้จะเป็นนักเรียนกลุ่มเดิม แต่จะมีนักเรียนบางกลุ่มที่นอกเหนือจากนักเรียนที่สามารถตอบคำถามได้จากครั้งที่แล้วที่สามารถตอบคำถามได้ โดยนักเรียนเปิดยอดการตอบคำถามของใบกิจกรรมข้อที่ 1 แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการตอบคำถามในใบกิจกรรมข้อที่ 2 และมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังไม่ได้ตอบคำถาม จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย : คำถามข้อนี้คือ ให้นักเรียนเลือกส่วนสำคัญ ซึ่งนักเรียนได้เขียนลงในใบกิจกรรมข้อที่ 1 แล้ว โดยนักเรียนอาจจะเขียนส่วนสำคัญที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนบางกลุ่มอาจเขียนส่วนสำคัญเยอะแยะมากมายนั่น เพราะนักเรียนคิดว่าสิ่งนั้นสามารถนำมาเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้

นักเรียน : หนูเขียนเยอะมากเลยคะครู เขียนไว้ก่อนไม่รู้อันไหนถูกคะ
(นักเรียนกลุ่มที่ 2)

ผู้วิจัย : ไม่ผิดเลยคะ นักเรียนสามารถเขียนได้เลย แต่เดี๋ยวเราจะมาช่วยกันดูว่าข้อมูลไหนที่เราสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ โดยเราจะตัดข้อมูลที่ไม่น่าจำเป็นออกเพื่อให้เหลือข้อมูลที่มีความจำเป็นที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

ผู้วิจัย : นักเรียนดูว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร ครูอยากให้นักเรียนทุกคนได้เห็นขอบเขตของสถานการณ์ปัญหา ลองพิจารณาว่าข้อมูลส่วนสำคัญที่เราเขียนไว้ในข้อที่ 1 ข้อมูลใดมีความสัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ แล้วนำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกส่วนสำคัญ พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ ข้อที่ 2

นักเรียน : นักเรียนหัวเราะแล้วพูดว่า ถ้าอย่างนั้นชื่อร้านค้าที่หนูเขียนไว้ไม่ใช่ละ
(นักเรียนกลุ่มที่ 8)

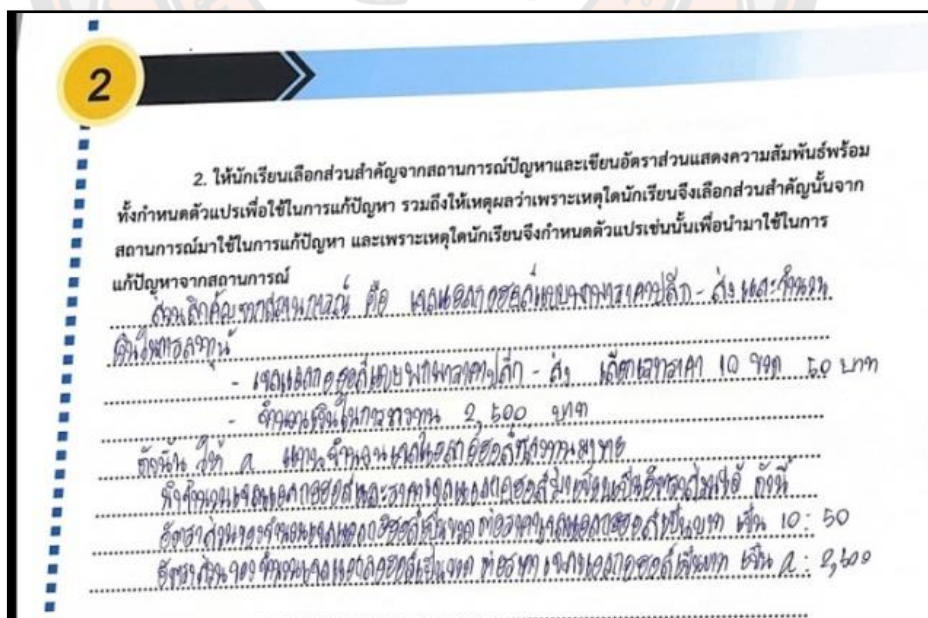
(นักเรียน, 14 กุมภาพันธ์ 2565)

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ว่าส่วนสำคัญจากสถานการณ์ที่นักเรียนจะสามารถนำมาแก้ปัญหาคืออะไร นักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถตอบได้ แต่เมื่อได้ฟังคำอธิบายและการใช้คำถามกระตุ้นของผู้วิจัยทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถเลือกส่วนสำคัญได้อย่างถูกต้อง

และมีนักเรียนบางกลุ่มที่พูดคุยกันว่าส่วนสำคัญคืออะไรบ้างแต่นักเรียนไม่มั่นใจในคำตอบของตนเอง จึงทำให้นักเรียนไม่กล้าเขียนส่วนสำคัญลงในใบกิจกรรม ดังภาพ 13-14



ภาพ 13 แสดงการเลือกส่วนสำคัญที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ขายเจลแอลกอฮอล์



ภาพ 14 แสดงการเลือกส่วนสำคัญ ระบุตัวแปร และเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์

จากนั้นนักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันระดมความคิด อภิปราย แสดงความคิดเห็นในการกำหนดตัวแปรเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ และให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์นั้นมาใช้ในการแก้ปัญหา และให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นเป็นอย่างดี นักเรียนบางกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงาน และมีนักเรียนบางกลุ่มทำงานเพียงคนเดียวหรือ 2-3 คน เท่านั้น นักเรียนบางกลุ่มสามารถกำหนดตัวแปรได้ และนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถกำหนดตัวแปรได้ แต่นักเรียนกลุ่มนั้นจะเดินไปถามเพื่อนกลุ่มข้าง ๆ ว่าทำอย่างไร และมีนักเรียน บางกลุ่มกล่าวว่า “ครูครับมาช่วยดูหน่อยว่าผมกำหนดตัวแปรถูกหรือเปล่า” ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มมีประสบการณ์จากการจัดการเรียนรู้ในครั้งที่แล้ว ทำให้นักเรียนเริ่มมีแนวทางในการดำเนินการ และนักเรียนมีความกระตือรือร้นเป็นอย่างมาก จากนั้นนักเรียนกลุ่ม ที่กำหนดตัวแปรแล้ว เริ่มเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและราคาเจลแอลกอฮอล์กับจำนวนเจลแอลกอฮอล์ที่ตนเองได้เลือกไว้ โดยนักเรียนบางกลุ่มสามารถเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณได้ และมีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณได้ โดยนักเรียนไม่รู้ว่าจะนำข้อมูลในส่วนใดมาเขียนให้อยู่ในรูปของอัตราส่วน นักเรียนไม่รู้ว่าปริมาณทั้งสองปริมาณคืออะไร และนักเรียนบางกลุ่มสามารถเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณได้ แต่เขียนข้อมูลสลับที่กัน จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย : ตอนนี้เราได้เขียนส่วนสำคัญ กำหนดตัวแปร และอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์กันแล้ว ต่อไปนักเรียนลองให้เหตุผลนะคะว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์นั้นมาใช้ในการแก้ปัญหา และเพราะเหตุใดนักเรียนจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้น และเขียนลงในใบกิจกรรมนะคะ

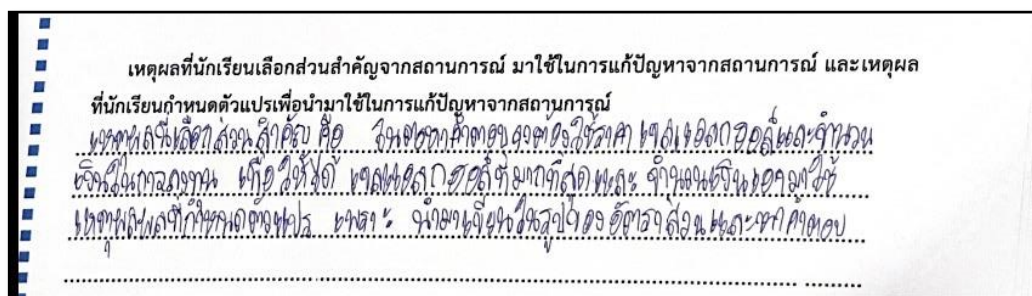
นักเรียน : ก็เพราะว่ามันเอาไปใช้ในการหาคำตอบได้คะครู (นักเรียนกลุ่มที่ 4)

ผู้วิจัย : ใครมีเหตุผลอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากนี้เพิ่มเติมไหมคะ

นักเรียน : ที่ผมกำหนดตัวแปรแบบนี้เพราะว่าตอนเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์จะใช้ข้อมูลนี้และข้อมูลนี้เป็นข้อมูลที่เราต้องการหาคำตอบเลยกำหนดตัวแปรแบบนี้ครับ (นักเรียนกลุ่มที่ 3)

(นักเรียน, 14 กุมภาพันธ์ 2565)

จากการตอบคำถามพบว่า นักเรียนบางกลุ่มสามารถให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ มาใช้ในการแก้ปัญหา และเพราะเหตุใดนักเรียนจึงกำหนดตัวแปร เช่นนั้น โดยนักเรียนสามารถให้เหตุผลได้อย่างละเอียดและถูกต้อง แต่มีนักเรียนบางกลุ่มสามารถให้เหตุผลได้เพียงสั้น ๆ โดยไม่อธิบายให้มีความละเอียด และมีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถให้เหตุผลได้ ดังภาพ 15



ภาพ 15 แสดงเหตุผลการเลือกส่วนสำคัญและเหตุผลการในระบุตัวแปร จากใบกิจกรรมที่ 2
สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์

3. ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด อภิปราย และแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งดำเนินการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์ มาจัดทำเป็นตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการแก้ปัญหอย่างเหมาะสมและดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการหาผลลัพธ์จะใช้ข้อมูลจากข้อที่ 2 ในใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ มาดำเนินการ

ขณะนักเรียนลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนบางกลุ่มร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ได้เป็นอย่างดี โดยนักเรียนแบ่งงานกับเพื่อนในกลุ่มให้ดำเนินการแก้ปัญหาคนละส่วนพร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการดำเนินการเพื่อหาคำตอบให้เพื่อนเข้าใจและดำเนินการแก้ปัญหาคได้ เพื่อให้เพื่อนในกลุ่มช่วยกันทำแล้วนำข้อมูลที่ได้มารวมกัน โดยนักเรียนส่วนใหญ่ใช้วิธีดำเนินการโดยเขียนเป็นอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ แล้วใช้การคูณไขว้และแก้สมการ เพื่อหาสัดส่วน และมีนักเรียนบางกลุ่มที่เขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณสลับที่กัน จึงไม่สามารถแก้สมการเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องได้ และมีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาคได้ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ และไม่สามารถคูณไขว้และแก้สมการในการหาสัดส่วนได้ ในระหว่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือดำเนินการแก้ปัญหาค ผู้วิจัย พบว่า มี

นักเรียนบางกลุ่มที่ทำงานเพียงแค่ 2-3 คนเท่านั้น และในระหว่างดำเนินกิจกรรมนักเรียนเริ่มรู้จักการบริหารจัดการเวลาที่ตีมากยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยกำหนดเวลาในการดำเนินการอย่างชัดเจน และจับเวลาโดยฉายขึ้นจอโปรเจคเตอร์ นักเรียนจะดูเวลาที่เหลือเป็นระยะ และช่วยกันกระตุ้นเพื่อนๆให้รีบดำเนินการเพื่อให้ทันเวลาที่ผู้วิจัยกำหนด ดังภาพ 16



ภาพ 16 แสดงการร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มระหว่างดำเนินกิจกรรม

4. วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์พร้อมทั้งอธิบายและให้เหตุผลถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

- ผู้วิจัย : จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้นเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกใช้กระบวนการดังกล่าวในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์
- นักเรียน : เพราะว่ามันง่ายกว่าวิธีอื่น ๆ (นักเรียนกลุ่มที่ 7)
- ผู้วิจัย : แล้วนอกจากมันง่ายกว่าวิธีอื่น ๆ แล้วกระบวนการนี้ความพิเศษหรือมีจุดเด่นกว่าวิธีอื่น ๆ เพิ่มเติมอย่างไร
- นักเรียน : เพราะเป็นวิธีการทำที่ใช้ความรู้ เรื่อง สัดส่วน ในการหาคำตอบ โดยใช้ส่วนสำคัญที่เราเขียนตอนแรกกับสิ่งที่ต้องการแก้ปัญหามาเขียนเป็นอัตราส่วน

แล้วใช้ความรู้เรื่องสัดส่วนมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยเราก็แค่ใช้การคูณไขว้ และการแก้สมการในการหาคำตอบ (นักเรียนกลุ่มที่ 5)

(นักเรียน, 14 กุมภาพันธ์ 2565)

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบได้ว่าเพราะเหตุใดกลุ่มตนเองจึงใช้กระบวนการดังกล่าว ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ นักเรียนบางกลุ่มอธิบายให้เหตุผลได้อย่างครบถ้วนและละเอียด บางกลุ่มอธิบายให้เหตุผลเพียงสั้นๆ แต่เมื่อผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นทำให้นักเรียนสามารถอธิบาย เหตุผลเพิ่มเติมได้มากยิ่งขึ้นแต่เหตุผลบางส่วนยังไม่สอดคล้องเท่าที่ควร

ในระหว่างนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และให้เหตุผลในการเลือกใช้ กระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ พร้อมทั้งให้เหตุผลถึงความสมเหตุสมผลของสถานการณ์ปัญหานั้น ผู้วิจัยเดินรอบ ๆ ห้องเรียน จากนั้นสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผล ต่อผลลัพธ์ของกลุ่มตนเอง และครูนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายของนักเรียนออกมาอธิบาย และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ภายใต้เงื่อนไขที่ครูกำหนด เพื่อให้ นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายแต่อยู่ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน โดยผู้วิจัยจะสร้างบรรยากาศให้มีความเป็นกันเอง โดยชวนนักเรียนคุยในเรื่องอื่น ๆ ก่อนมีการพูดชม นักเรียนเกี่ยวกับการทำงานภายในกลุ่มอย่างเป็นระบบเพื่อให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลายและลดความ กังวลไม่กดดันตัวเอง จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้ของตนเองมีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ หรือไม่ เพราะเหตุใด

นักเรียน : มีความสมเหตุสมผล เพราะหนูดู ๆ แล้วคิดว่ามันถูกค่ะ (นักเรียนกลุ่มที่ 5)

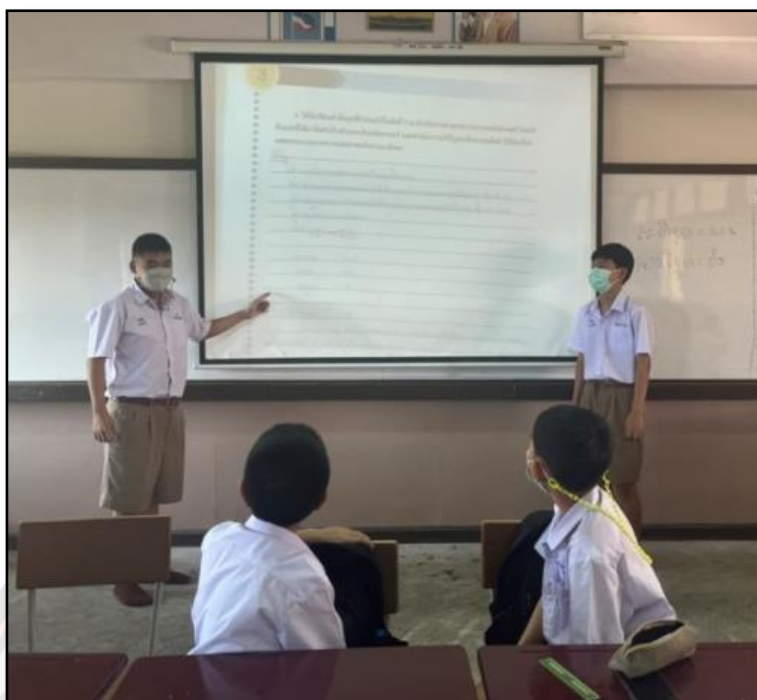
ผู้วิจัย : แล้วเพราะอะไรถึงคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องคะ

นักเรียน : ก็เพราะว่าจำนวนเงินแอลกอฮอล์ที่ได้มีความสอดคล้องกันจำนวนเงิน

ในการลงทุนและเป็นจำนวนเงินแอลกอฮอล์ที่มากที่สุด (นักเรียนกลุ่มที่ 5)

(นักเรียน, 14 กุมภาพันธ์ 2565)

เมื่อนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 8 กลุ่ม มีนักเรียน จำนวน 3 กลุ่ม ออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ของกลุ่มตนเองได้ เป็นอย่างดี และนักเรียนจำนวน 3 กลุ่ม ที่ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีความมั่นใจและกล้าที่จะนำเสนอมากยิ่งขึ้น โดยนักเรียนทั้ง 6 กลุ่มนี้สามารถให้เหตุผลได้ว่าผลลัพธ์ที่ ได้ของตนเองมีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์หรือไม่ เพราะเหตุใด และมีนักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม ยังไม่สามารถให้เหตุผลได้อย่างละเอียด แต่เมื่อผู้วิจัยถามคำถามกระตุ้นทำให้นักเรียนสามารถให้ เหตุผลเพิ่มเติมได้มากยิ่งขึ้น ดังภาพ 17



ภาพ 17 แสดงการออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์จากกิจกรรม
ที่ 2 สร้างรายได้ ขยายเจลแอลกอฮอล์

5. ทำซ้ำ

นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาว่าจากการตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ขยายเจลแอลกอฮอล์ ตั้งแต่กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 นักเรียนมีข้อผิดพลาดในส่วนใด นักเรียนสามารถเลือกส่วนสำคัญ ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ สิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้หรือไม่ พร้อมทั้งสามารถแปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และเลือกวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือไม่ รวมถึงผลลัพธ์ที่ได้ของกลุ่มตนเองว่าถูกต้องและให้เหตุผลของการได้มาซึ่งผลลัพธ์สอดคล้องหรือไม่ ซึ่งจากการออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนทำให้นักเรียนเห็นถึงข้อผิดพลาดของกลุ่มตนเอง

เมื่อนักเรียนดำเนินการตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนบางกลุ่มได้เห็นข้อผิดพลาดของตนเองในการดำเนินการ นักเรียนส่วนใหญ่มีข้อผิดพลาดเพียงเล็กน้อยเพราะผู้วิจัยได้ตรวจสอบการดำเนินการและตรวจสอบความถูกต้องเป็นระยะ จึงทำให้ขั้นนี้ นักเรียนไม่ต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ตั้งแต่เริ่มแรก นักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการถูกต้องแล้วเดินดูเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ และมีตรงส่วนใดที่เพื่อนยังมีข้อผิดพลาดนักเรียนจะคอยให้คำปรึกษาและช่วยชี้แนะได้เป็นอย่างดี นักเรียนภายในชั้นเรียนมีความกระตือรือร้น และจากการสังเกต พบว่า นักเรียนจะเรียกให้เพื่อนไปช่วยให้คำปรึกษาและคอยชี้แนะ โดยไม่ขอความช่วยเหลือจากผู้วิจัย ซึ่งทำให้ชั้นเรียนมีเสียง

ค่อนข้างดีพอสมควร ในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยได้กำหนดเวลาอย่างชัดเจน โดยจับเวลาฉายขึ้นจอโปรเจคเตอร์ นักเรียนส่วนใหญ่บริหารเวลาได้ดียิ่งขึ้นเพื่อให้ทันเวลาที่ผู้วิจัยกำหนด ดังภาพ 18



ภาพ 18 แสดงการให้คำปรึกษาและช่วยชี้แนะนักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ผิดพลาด จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ นายเจลดแอลกอฮอลล์

6. ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

นักเรียนร่วมกันระดมความคิด อภิปราย เสนอแนะ ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงหรือสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนที่สามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ และใช้ความรู้ เรื่อง สัดส่วน ไปใช้ในการแก้ปัญหา

การยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ใช้ความรู้ เรื่อง สัดส่วน ไปใช้ได้ โดยคำตอบส่วนใหญ่ที่นักเรียนตอบจะเป็นคำตอบที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนด ทำให้สถานการณ์ปัญหาไม่มีความหลากหลายหรือแปลกใหม่ อาจเป็นเพราะนักเรียนมีประสบการณ์น้อยในการฝึกทำโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ เรื่อง สัดส่วน จึงยังไม่สามารถเห็นแนวทางในการนำความรู้เรื่องสัดส่วนไปใช้ในชีวิตจริง

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงจากปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เพื่อนำมาวางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สัดส่วน พบว่าสามารถแก้ปัญหาที่พบได้เพียง 5 ชั้น ยกเว้นขั้นที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พบว่า คำตอบส่วนใหญ่ที่นักเรียนตอบจะเป็นคำตอบที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด ทำให้สถานการณ์ปัญหาไม่มีความหลากหลายหรือแปลกใหม่ นอกจากนี้ยังพบปัญหาระหว่างการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนอื่นและได้เสนอแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 สรุปได้ดังตาราง 13

ตาราง 13 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

| ขั้นตอน | ปัญหาที่พบในชั้นเรียน | แนวทางการปรับปรุงแก้ไข |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ระบุปัญหา | - | - |
| สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร | - นักเรียนบางกลุ่มไม่กล้าเขียนส่วนสำคัญเนื่องจากไม่มั่นใจว่าถูกต้องหรือไม่ | - ผู้วิจัยสอบถามนักเรียนว่าส่วนสำคัญที่นักเรียนเลือกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาคืออะไร จากนั้นสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนกล้าที่จะเขียนคำตอบ |
| | - นักเรียนไม่สามารถเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณได้ | - ผู้วิจัยให้นักเรียนดูสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการจากนั้นใช้คำถามกระตุ้นและให้นักเรียนนำปริมาณทั้งสองปริมาณมาเขียนเป็นอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์เพื่อหาคำตอบ |
| | - นักเรียนเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณสลับที่กัน | - ผู้วิจัยให้นักเรียนดูอัตราส่วนแรกว่าเขียนข้อมูลใดเป็นจำนวนที่หนึ่งและข้อมูลใดเป็นจำนวนที่สอง จากนั้นอัตราส่วนที่สองให้นักเรียน |

| ขั้นตอน | ปัญหาที่พบในชั้นเรียน | แนวทางการปรับปรุงแก้ไข |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | เขียนจำนวนที่หนึ่งและจำนวนที่สองให้ข้อมูลตรงกัน |
| ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ | - นักเรียนไม่แบ่งหน้าที่กันทำงาน มีเพียงสมาชิกในกลุ่ม 2-3 คน ที่ช่วยกัน | - ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาและมอบหมายงานให้สมาชิกภายในกลุ่มทุกคน โดยหน้าที่ที่มอบหมายต้องมีความเหมาะสมกับสมาชิกทุกคนมากที่สุด เพื่อให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกคน |
| | - นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถคูณไขว้และแก้สมการในการหาสัดส่วนได้ | - ผู้วิจัยยกตัวอย่างและทบทวนความรู้เรื่องการคูณไขว้และการแก้สมการให้กับนักเรียนเพิ่มเติม |
| วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ | - นักเรียนอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้กระบวนการในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์บางส่วน ยังไม่มีความสอดคล้องเท่าที่ควร | - ผู้วิจัยให้สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันพิจารณา ระดมความคิด และช่วยกันตัดข้อมูลเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้อง และถ้ามีข้อมูลในส่วนใดเพิ่มเติมให้นักเรียนช่วยกันพิจารณาและเขียนลงในใบกิจกรรม |
| ทำซ้ำ | - นักเรียนพูดคุยกันค่อนข้างดัง ทำให้การจัดการชั้นเรียนยากขึ้น | - ผู้วิจัยอธิบายถึงผลกระทบของการจัดการชั้นเรียนและสร้างข้อตกลงกันภายในชั้นเรียนโดยมีนักเรียนทุกคนร่วมกันสร้างข้อตกลง |
| ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ | - นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนด ทำให้สถานการณ์ไม่มีความหลากหลาย | - ผู้วิจัยให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่คิดว่าสามารถนำความรู้เรื่อง สัดส่วนไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ จากนั้น |

| ขั้นตอน | ปัญหาที่พบในชั้นเรียน | แนวทางการปรับปรุงแก้ไข |
|---------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกัน อภิปรายว่า สถานการณ์เหล่านั้น ใช้ความรู้เรื่องสัดส่วนตรงส่วนใด และแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ อย่างไร |

ตาราง 13 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบในแต่ละขั้นตอนสำหรับการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3 การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปในการแก้ปัญหา

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยเห็นแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับเกี่ยวกับประเด็นคำถามโดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงเนื้อหา ระดมความคิด ร่วมเรียนรู้ กันภายในกลุ่ม ให้นักเรียนร่วมกันทำงานมีการวางแผนการทำงาน โดยแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจนและตรงกับความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล พร้อมทั้งอธิบายและยกตัวอย่างให้นักเรียนได้แนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา และนำมาประยุกต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1. ระบุปัญหา

ผู้วิจัยอธิบายสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนเข้าใจ พร้อมทั้งให้นักเรียนเลือกส่วนสำคัญปัญหาที่พบ สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด และสิ่งที่เกี่ยวข้องต้องการ พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและตั้งใจเรียนเช่นเคย

2. สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

ผู้วิจัย พบว่า ในชั้นนี้นักเรียนบางกลุ่มไม่กล้าเขียนส่วนสำคัญเนื่องจากไม่มั่นใจว่าถูกต้องหรือไม่ โดยผู้วิจัยได้ปรับในส่วนของการสร้างความมั่นใจในการทำงานให้กับนักเรียน โดยเมื่อผู้วิจัย

เห็นว่านักเรียนเลือกส่วนสำคัญแต่นักเรียนไม่เขียนลงในใบกิจกรรม ผู้วิจัยจะเข้าไปสอบถามนักเรียนว่าส่วนสำคัญที่นักเรียนเลือกมีอะไรบ้าง ให้นักเรียนลองเขียนใส่ในกระดาษเปล่าก่อน จากนั้นให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันระดมความคิด ร่วมกันตัดสินใจว่าส่วนสำคัญที่เขียนลงในกระดาษเปล่า ข้อมูลใดคือส่วนสำคัญและใช้ส่วนสำคัญที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจริงหรือไม่ เพื่อให้ทุกคนในกลุ่มมีความมั่นใจมากยิ่งขึ้นและเมื่อนักเรียนร่วมกันลงข้อสรุปว่าส่วนสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้คืออะไร จากนั้นให้นักเรียนเขียนลงในใบกิจกรรม และผู้วิจัย พบว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณได้ โดยผู้วิจัยจะปรับในส่วนของการใช้คำถามกระตุ้นพร้อมทั้งให้นักเรียนดูจากสถานการณ์สิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไร และสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร จากนั้นให้นักเรียนนำมาเขียนเป็นอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์พร้อมทั้งใช้ความรู้เรื่องร้อยละในการเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ และเมื่อนักเรียนเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณแล้วนักเรียนมักจะเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณสลับที่กัน โดยผู้วิจัยจะคอยเน้นย้ำนักเรียนในระหว่างการดำเนินการนี้ และให้นักเรียนดูอัตราส่วนแรกว่าเขียนข้อมูลใดเป็นจำนวนที่หนึ่งและข้อมูลใดเป็นจำนวนที่สอง จากนั้นอัตราส่วนที่สองให้นักเรียนเขียนจำนวนที่หนึ่งและจำนวนที่สองให้ข้อมูลตรงกัน

3. ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัย พบว่า ในระหว่างการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์นักเรียนในกลุ่มไม่แบ่งหน้าที่กันทำงานมีเพียงสมาชิกในกลุ่ม 2-3 คนที่ช่วยกันเท่านั้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาก่อนที่จะใช้วิธีการหรือกระบวนการใดในการแก้ปัญหาจากนั้นให้นักเรียนภายในกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงานอย่างชัดเจนโดยหน้าที่ที่มอบหมายต้องมีความเหมาะสมกับสมาชิกทุกคน เพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน และในระหว่างการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยจะยกตัวอย่างและทบทวนความรู้ เรื่อง การคูณไขว้และการแก้สมการ ให้กับนักเรียนเพิ่มเติม สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ยังไม่สามารถคูณไขว้และแก้สมการในการหาสัดส่วนได้

4. วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ผู้วิจัย พบว่า นักเรียนอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้กระบวนการในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์บางส่วนยังไม่มีคำตอบที่ควร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงปรับโดยเมื่อนักเรียนในกลุ่มเขียนอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้กระบวนการแก้ปัญหาแล้วให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนร่วมกันระดมความคิด พิจารณาอีกครั้ง ว่าเหตุผลที่เขียนนั้นข้อมูลส่วนใดที่เกี่ยวข้องและข้อมูลส่วนใดที่ไม่เกี่ยวข้อง จากนั้นให้นักเรียนตัดข้อมูลส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออก และถ้าในระหว่างที่นักเรียนร่วมกันระดมความคิด พิจารณา มีสมาชิกในกลุ่มคนใดมีเหตุผลเพิ่มเติมให้นักเรียนเขียนลงในใบกิจกรรมเพื่อให้ข้อมูลมีความสมบูรณ์และละเอียดมากยิ่งขึ้น

5. ทำซ้ำ

ผู้วิจัยอธิบายให้นักเรียนว่าการที่นักเรียนเดินดูเพื่อน ๆ กลุ่มอื่น คอยให้คำปรึกษาและแนะนำเพื่อเป็นแนวทางให้เพื่อน ๆ ได้แนวทางในการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่ดีมาก แต่นักเรียนในห้องมีจำนวนมากและเมื่อนักเรียนในห้องพูดคุยพร้อมกันจะทำให้ห้องเรียนของเรามีเสียงค่อนข้างดังทำให้รบกวนเพื่อนที่เรียนในห้องอื่นๆ จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันสร้างข้อตกลงเกี่ยวกับแนวทางการแก้ไขปัญหาว่าจะทำอย่างไร

6. ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ผู้วิจัย พบว่า นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนด โดยนักเรียนเปลี่ยนสถานการณ์เพียงเล็กน้อย ทำให้สถานการณ์ไม่มีความหลากหลาย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียนที่คิดว่าสามารถนำความรู้เรื่อง สัดส่วนไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า สถานการณ์เหล่านั้นใช้ความรู้เรื่อง สัดส่วน ตรงส่วนใด และแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์อย่างไร โดยในระหว่างที่นักเรียนดำเนินการขั้นนี้ผู้วิจัยจะเดิน รอบ ๆ ห้อง เพื่อดูว่านักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์อะไรที่น่าสนใจและนอกเหนือจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยยกตัวอย่างบ้าง จากนั้นผู้วิจัยเลือกสถานการณ์ที่นักเรียนยกตัวอย่างที่น่าสนใจ และให้นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนพร้อมอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงยกตัวอย่างสถานการณ์นี้ เพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ได้แนวทางมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

การวางแผนโดยนำผลการสะท้อนจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ชีวิตจริง ใช้ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ต่อไปนี้

ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ผู้วิจัยและนักเรียนได้ร่วมกันทบทวนความรู้พื้นฐาน เรื่อง ร้อยละ และทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ เรื่อง การหาค่าตัวแปรของสัดส่วน โดยใช้หลักการคูณไขว้และการแก้สมการ จากนั้นผู้วิจัยเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริงกับเนื้อหาที่จะเรียนโดยสอบถามเกี่ยวกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่ทำให้เกิดโรคโควิด 19 และให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือว่าวันนี้ประเทศไทยมีผู้ติดเชื้อทั้งหมดจำนวนกี่คน จากนั้นนำข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นมาเชื่อมโยงกับเรื่อง ร้อยละ โดยให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาว่าจำนวนผู้ติดเชื้อในประเทศไทยวันนี้คิดเป็นร้อยละเท่าใดของประชากรทั้งหมดในประเทศไทย เมื่อนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบแล้วผู้วิจัยสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน จากนั้นเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โดยสร้างสถานการณ์ที่

เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนในโรงเรียนและมาตรการการป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 นั่นก็คือ ถ้าห้องใดมีนักเรียนที่ติดเชื้อโควิด 19 หรือครอบครัวยุติเชื้อโควิด 19 ทางโรงเรียนจะให้นักเรียนห้องนั้นกักตัวเป็นเวลา 14 วัน และเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนเป็น ONLINE ซึ่งนักเรียนไม่มีทางรู้ล่วงหน้าได้เลยว่าในห้องเรียนของเราจะมีนักเรียนคนใดที่ติดเชื้อโควิด 19 หรือมีครอบครัวยุติเชื้อโควิด 19 ดังนั้น การเรียนในรูปแบบ ONLINE จึงเป็นเรื่องที่นักเรียนจะต้องเตรียมเผชิญรับมือ และเตรียมพร้อมเมื่อเกิดปัญหาจากสถานการณ์นั้น ๆ โดยให้นักเรียนช่วยกันตัดสินใจเลือกร้านขาย Ipad Gen 9 ว่าจะเลือกซื้อ Ipad Gen 9 จากร้านใด ภายใต้กิจกรรมชื่อว่า คุ่มค่าคุ่มราคา จากนั้นผู้แบ่งนักเรียนออกเป็น เก่ง กลาง อ่อน โดยแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน 4 กลุ่ม และกลุ่มละ 5 คน 4 กลุ่มเช่นเดิม จากนั้นให้นักเรียนทุกคนจัดโต๊ะเก้าอี้และนั่งเป็นกลุ่มของตนเอง เพื่อร่วมกิจกรรม

1. ระบุปัญหา

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันทบทวนสถานการณ์จากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดเห็นพิจารณาสถานการณ์ปัญหา โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เห็นถึงประเด็นของสถานการณ์ปัญหา และอธิบายความหมายของสถานการณ์ให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนส่วนสำคัญในการแก้ปัญหา ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ สิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการ ลงในใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา ในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเป็นระยะ เพื่อให้นักเรียนได้แนวทางในการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา

2. สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

ผู้วิจัยให้นักเรียนพิจารณาส่วนสำคัญที่นักเรียนเขียนในใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา ข้อที่ 1 จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นขอบเขตของสถานการณ์ปัญหา และให้นักเรียนเลือกตัดข้อมูลส่วนที่ไม่จำเป็นทิ้งและเหลือข้อมูลส่วนที่สำคัญไว้เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการดำเนินการ และถ้ามีนักเรียนกลุ่มใดไม่มั่นใจในการเลือกส่วนสำคัญที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจะใช้คำถามกระตุ้นและสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับส่วนสำคัญที่นักเรียนเลือกมีอะไรบ้าง ให้นักเรียนลองเขียนใส่ในกระดาษเปล่าไว้ จากนั้นให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันระดมความคิดเห็น ร่วมกันตัดสินใจว่าส่วนสำคัญที่เขียนลงในกระดาษเปล่าข้อมูลใดคือส่วนสำคัญและใช้ส่วนสำคัญที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจริงหรือไม่ พร้อมทั้งให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา ข้อที่ 2 และให้นักเรียนแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปแบบง่ายหรือย่อยสถานการณ์หรือปัญหา โดยแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่สัมพันธ์ โดยเขียนให้อยู่ในรูปแบบของอัตราส่วน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ และใช้คำถามกระตุ้นเป็นระยะเพื่อให้นักเรียนสามารถ

เขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ได้ พร้อมทั้งให้เหตุผลในการเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ และเหตุผลในการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่สัมพันธ์ ในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้แนวทางในการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา

3. ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนนำรูปแบบของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่สัมพันธ์ มาจัดทำเป็นตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการหาผลลัพธ์จะใช้ข้อมูลจากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา ข้อที่ 2 มาใช้ในการดำเนินการ โดยให้นักเรียนทำลงในกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา ข้อที่ 3 ในระหว่างการทำกิจกรรมตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยยกตัวอย่างและทบทวนความรู้ เรื่องการคูณไขว้และการแก้สมการ ให้กับนักเรียนเพิ่มเติม สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ยังไม่สามารถคูณไขว้และแก้สมการในการหาสัดส่วนได้ และจะกำหนดเวลาในการดำเนินการของขั้นนี้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นและผู้วิจัยเดินรอบ ๆ ห้องเรียนคอยตรวจสอบความถูกต้องและข้อผิดพลาด เพื่อให้ นักเรียนได้แนวทางในการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา และให้นักเรียนในกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงานโดยหน้าที่ที่มอบหมายต้องมีความเหมาะสมกับสมาชิกทุกคน

4. วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายและให้เหตุผลถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ โดยให้นักเรียนทำลงในกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา ข้อที่ 4 ในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนได้แนวทางในการอธิบายความสมเหตุสมผลและเหตุผลในการได้มาซึ่งผลลัพธ์ และเดินรอบ ๆ ห้องเรียนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของนักเรียน โดยถ้ามีนักเรียนกลุ่มใดที่อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้กระบวนการในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์บางส่วนยังไม่มีคำตอบที่ควร ผู้วิจัยจะให้นักเรียนในกลุ่มเขียนอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้กระบวนการแก้ปัญหาแล้วให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนร่วมกันระดมความคิดพิจารณาอีกครั้งว่าเหตุผลที่เขียนนั้นข้อมูลส่วนใดที่เกี่ยวข้องและข้อมูลส่วนใดที่ไม่เกี่ยวข้อง จากนั้นให้นักเรียนตัดข้อมูลส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออก จากนั้นสุ่มนักเรียนออกมาเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ของตนเอง และครุ่นนำตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายของนักเรียนออกมาอธิบายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อให้ นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายแต่อยู่

ภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขเดียวกัน พร้อมทั้งให้นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์ อภิปรายโต้แย้งกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์

5. ทำซ้ำ

นักเรียนตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์จากขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอน ซึ่งจะทำให้เห็นถึงข้อผิดพลาดของตนเอง เมื่อนักเรียนมีข้อผิดพลาดจากกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนแก้ไขข้อผิดพลาดโดยดำเนินการตามกระบวนการในขั้นตอนที่ตนเองผิดพลาดอีกครั้ง และนักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการแก้ไขข้อผิดพลาดเสร็จแล้วหรือนักเรียนที่ไม่มีข้อผิดพลาดในการดำเนินการให้เดินดูนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ที่ยังไม่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ โดยให้นักเรียนช่วยให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาเพื่อให้ได้แนวทางในการดำเนินการ โดยก่อนที่จะให้นักเรียนกลุ่มที่สำเร็จแล้วไปช่วยให้คำแนะนำเพื่อนหรือให้คำปรึกษา ผู้วิจัยจะสร้างข้อตกลงกับนักเรียนเกี่ยวกับการจัดการชั้นเรียน และในระหว่างการทำกิจกรรมผู้วิจัยจะกำหนดเวลาอย่างชัดเจนเมื่อใกล้หมดเวลา ผู้วิจัยจะส่งสัญญาณเตือนนักเรียนเพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาให้มีความเหมาะสม

6. ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

นักเรียนตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงหรือสถานการณ์ปัญหา และยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนที่สามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ และใช้ความรู้ เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับ อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ไปใช้ในในชีวิตจริง โดยให้นักเรียนทำลงในกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา ข้อที่ 5 ผู้วิจัยจะยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียน และให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันระดมความคิด แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนว่ามีเรื่องสัดส่วนไปเกี่ยวข้องในส่วนใด และในระหว่างที่นักเรียนดำเนินการขั้นนี้ผู้วิจัยจะเดินรอบ ๆ ห้องเพื่อดูว่านักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์อะไรที่น่าสนใจและนอกเหนือจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยยกตัวอย่าง จากนั้นให้นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนพร้อมอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงยกตัวอย่างสถานการณ์นี้ เพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ได้แนวทางมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ขั้นสังเกตการณ์เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับ อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในในชีวิตจริง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำใบกิจกรรมของนักเรียน (ในส่วนของคำถาม) โดยผู้วิจัยขณะทำการจัดการเรียนรู้จะบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมถึง

ปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดแต่ละชั้นดังนี้

1. ระบุปัญหา

ขณะสังเกตนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงจากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความสนใจและกระตือรือร้นกับสถานการณ์ที่ได้รับเช่นเคย เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับใบกิจกรรมนักเรียนบางกลุ่มช่วยกันอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา บางกลุ่มให้เพื่อนอ่านให้ฟัง เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงแล้ว นักเรียนเริ่มจับใจความประเด็นที่สำคัญโดยแสดงร่องรอยการขีดเขียนลงบนสถานการณ์ในใบกิจกรรม เช่นเดียวกับชั่วโมงที่ผ่านมา จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มลงมือดำเนินการตอบคำถามจากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา ข้อที่ 1 โดยนักเรียนจะขีดเส้นใต้สิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ เพื่อเป็นข้อมูลในการเขียนส่วนสำคัญที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นเพื่อเป็นแนวทางในการหาคำตอบ จากการสังเกตของผู้วิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนส่วนสำคัญ และปัญหาที่พบจากสถานการณ์ได้ สามารถตอบคำถามได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาและตรงประเด็นกับคำถามของผู้วิจัย ผู้วิจัยยกตัวอย่างบทสนทนาของผู้วิจัยกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย : นักเรียนลองดูสถานการณ์ปัญหาจากใบกิจกรรมนะคะ นักเรียนคิดว่าจากสถานการณ์ปัญหาส่วนสำคัญที่นักเรียนสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหามีอะไรบ้าง

นักเรียน : ราคา Ipad Gen 9 (นักเรียนกลุ่มที่ 3)

นักเรียน : ของแถมที่ได้ฟรีจากแต่ละร้าน กับ งบประมาณครับ (นักเรียนกลุ่มที่ 5)

ผู้วิจัย : ทำไมรอบนี้หาคำตอบได้ไวคะ

นักเรียน : ดูจากสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ (นักเรียนกลุ่มที่ 3)

(นักเรียน, 21 กุมภาพันธ์ 2565)

การตอบคำถามของนักเรียนข้างต้นทำให้ทราบว่า จากคำถามกระตุ้นนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน โดยการเขียนส่วนสำคัญ นักเรียนจะต้องใช้ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการ ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 3 นักเรียนนำประสบการณ์จากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา มาใช้เพื่อหาคำตอบ ทำให้นักเรียนสามารถดำเนินการเขียนส่วนสำคัญได้อย่างรวดเร็ว และมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา รวมถึงนักเรียนสามารถตอบคำถามในหัวข้อปัญหาที่พบจากสถานการณ์ สิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้เป็นอย่างดี ดังภาพ



ภาพ 19 แสดงการตอบคำถามสถานการณ์จากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา

2. สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอ่านคำถามจากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา ข้อที่ 2 และร่วมกันระดมความคิด อภิปราย และแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งเริ่มเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม โดยนักเรียนสามารถเลือกส่วนสำคัญเพื่อให้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยยกตัวอย่างบทสนทนาของผู้วิจัยกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย : คำถามข้อนี้คือ ให้นักเรียนเลือกส่วนสำคัญซึ่งนักเรียนได้เขียนลงในใบกิจกรรมที่ 3 ข้อที่ 1 แล้วโดยนักเรียนอาจจะเขียนส่วนสำคัญที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนบางกลุ่มอาจเขียนส่วนสำคัญเยอะแยะมากมามาก เพราะนักเรียนคิดว่าสิ่งนั้นสามารถนำมาเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้ มีนักเรียนกลุ่มใดที่เขียนส่วนสำคัญที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่คะ

นักเรียน : หนูว่าหนูเขียนถูกทั้งหมดคะ ไม่ได้ตัดส่วนไหนในข้อนี้ออก (นักเรียนกลุ่มที่ 5)

นักเรียน : หนูก็ไม่ได้ตัด ข้อ 1 กับข้อ 2 เหมือนกันเลยคะ (นักเรียนกลุ่มที่ 6)
(นักเรียน, 21 กุมภาพันธ์ 2565)

การตอบคำถามของนักเรียน พบว่า คำตอบของนักเรียนจากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคาข้อที่ 1 ที่ให้นักเรียนเขียนส่วนสำคัญ โดยจุดประสงค์ในข้อนี้ คือ ให้นักเรียนเขียนข้อมูลที่นักเรียนคิดว่าสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งข้อมูลที่นักเรียนคิดอาจจะสอดคล้องหรือไม่

สอดคล้องก็ได้ และคำถามในข้อที่ 2 จุดประสงค์ คือ เมื่อนักเรียนเขียนส่วนสำคัญแล้ว นักเรียนจะต้องตัดข้อมูลส่วนที่ไม่สำคัญออก โดยเลือกส่วนสำคัญที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งคำตอบข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ของนักเรียนเหมือนกัน ทำให้พบว่านักเรียนสามารถเข้าใจและวิเคราะห์ได้ว่าจากสถานการณ์ปัญหานักเรียนจะต้องใช้ข้อมูลส่วนใดและข้อมูลอะไรบ้างเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันระดมความคิด อภิปราย และแสดงความคิดเห็น เพื่อกำหนดตัวแปร จากการสังเกต พบว่า นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรได้อย่างถูกต้อง จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้อง และมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ แต่มีนักเรียนบางกลุ่มยังสับสนว่าจะเขียนอัตราส่วนอย่างไร โดยนักเรียนไม่รู้ว่าจะนำปริมาณสองปริมาณที่จะนำมาเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์คืออะไร จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย : ในการเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถเขียนได้อย่างถูกต้อง นักเรียนมาดูไปพร้อม ๆ ครุ่นะคะ

ผู้วิจัย : ในการเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ คือ นักเรียนจะต้องรู้ก่อนว่าปริมาณทั้งสองปริมาณนี้คืออะไร โดยปริมาณทั้งสองปริมาณนี้จะต้องมีความสัมพันธ์กันเพื่อนำมาเขียนเป็นอัตราส่วน เรามาย้อนดูที่โจทย์ และส่วนสำคัญที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้นคะ นักเรียนลองสังเกตดูนะคะว่า สิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไร และสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร และส่วนสำคัญที่ใช้ในการแก้ปัญหานักเรียนคืออะไร ข้อมูลทั้งสามส่วนนี้เราจะนำมาใช้ในการเขียนปริมาณทั้งสองปริมาณนะคะ

(นักเรียน, 21 กุมภาพันธ์ 2565)

เมื่อผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน พบว่า นักเรียนเริ่มย้อนกลับไปดูสิ่งที่ผู้วิจัยอธิบาย โดยมีนักเรียนกลุ่มหนึ่งพูดว่า “หนูว่าหนูรู้แล้วคะ ว่าคืออะไร” ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณได้ มีเพียงนักเรียนหนึ่งกลุ่มเท่านั้นที่ไม่สามารถเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณได้ โดยระหว่างที่นักเรียนเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ ผู้วิจัยได้เน้นย้ำนักเรียนเพื่อไม่ให้เขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์สลับที่กัน ดังนี้

ผู้วิจัย : นักเรียนอย่าสับสนนะคะ เวลาเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ นักเรียนจะต้องดูอัตราส่วนแรกว่าเขียนข้อมูลใดเป็น

จำนวนที่หนึ่งและข้อมูลใดเป็นจำนวนที่สอง จากนั้นอัตราส่วนที่สองให้นักเรียนเขียนจำนวนที่หนึ่งและจำนวนที่สองให้ข้อมูลตรงกัน

นักเรียน : นั่นไงเกือบไปแล้ว ดิณะครูบอกก่อน (นักเรียนกลุ่มที่ 2)

(นักเรียน, 21 กุมภาพันธ์ 2565)

จากการเน้นย้ำนักเรียนทำให้ พบว่า นักเรียนเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นเป็นอย่างดี นักเรียนมีความกระตือรือร้น ตั้งใจฟังในสิ่งที่ผู้วิจัยอธิบาย และร่วมสนทนากับผู้วิจัย ร่วมแสดงความคิดเห็นกับผู้วิจัยเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และนักเรียนแบ่งหน้าที่กันทำงานอย่างเป็นระบบ ไม่มีนักเรียนกลุ่มใดที่ทำงานเพียงคนเดียวหรือทำงาน 2-3 คน ดังภาพ 20



ภาพ 20 แสดงการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นของนักเรียนกับผู้วิจัยจากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่า คุ่มราคา

3. ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด อภิปราย และแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งดำเนินการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการหาผลลัพธ์จะใช้ข้อมูลจากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา ข้อที่ 2 มาดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยพบว่า

นักเรียนร่วมกันระดมความคิด อภิปราย แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ได้เป็นอย่างดี โดยผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งหน้าที่การทำงานกับเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งนักเรียนสามารถแบ่งหน้าที่การทำงานกับเพื่อนในกลุ่มได้อย่างเป็นระบบ โดยนักเรียนให้สมาชิกในกลุ่มดำเนินการแก้ปัญหาคนละส่วน โดยหน้าที่ที่นักเรียนแต่ละคนได้รับมอบหมายเป็นหน้าที่ที่นักเรียนมีความถนัดและเหมาะสมกับนักเรียนแต่ละบุคคล พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการดำเนินการเพื่อหาคำตอบให้เพื่อนเข้าใจและดำเนินการแก้ปัญหาได้ เพื่อให้เพื่อนในกลุ่มช่วยกันทำแล้วนำข้อมูลที่ได้มารวมกัน ซึ่งวิธีดำเนินการของนักเรียนส่วนใหญ่ คือ เขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ โดยใช้ความรู้ เรื่อง ร้อยละ และดำเนินการโดยใช้การคูณไขว้และแก้สมการ เพื่อหาสัดส่วนในระหว่างที่นักเรียนดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างและทบทวนความรู้เรื่องการคูณไขว้และการแก้สมการให้กับนักเรียนเพิ่มเติมอีกครั้ง จากการสังเกต พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถ คูณไขว้และแก้สมการเพื่อหาสัดส่วนได้โดยผลลัพธ์ของนักเรียนส่วนใหญ่มีความถูกต้อง แต่มีนักเรียนบางกลุ่มเมื่อคูณไขว้และแก้สมการแล้วสัดส่วนที่ได้ยังไม่ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนยังคิดเลขไม่ถูกต้อง ซึ่งในระหว่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือดำเนินการแก้ปัญหาผู้วิจัยกำหนดเวลาในการดำเนินการอย่างชัดเจน และจับเวลาโดยฉายขึ้นจอโปรเจคเตอร์ นักเรียนจะดูเวลาที่เหลือเป็นระยะ และช่วยกันกระตุ้นเพื่อนๆให้รีบดำเนินการเพื่อให้ทันเวลาที่ผู้วิจัยกำหนด โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มรู้จักการบริหารเวลา และบริหารเวลาได้เป็นอย่างดี ดังภาพ 21



ภาพ 21 แสดงการดำเนินการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยนำรูปแบบของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่สัมพันธ์ มาจัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหา

ผลลัพธ์จากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา

4. วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์พร้อมทั้งอธิบายและให้เหตุผลถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ โดยพบว่าแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด อภิปรายเสนอแนะ และมีความกระตือรือร้นกันเป็นอย่างดี นักเรียนบางกลุ่มอธิบายถึงความสมเหตุสมผลและเหตุผลในการได้มาซึ่งผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้อง นักเรียนบางกลุ่มตอบเพียงสั้น ๆ และมีนักเรียนบางกลุ่มอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้กระบวนการในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์บางส่วนยังไม่มีคำตอบคล่องเท่าที่ควร โดยนักเรียนอธิบายนอกเหนือจากสิ่งที่นักเรียนทำ จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย : นักเรียนลองพิจารณาคำตอบของกลุ่มตนเองนะคะว่านักเรียนอธิบายความสมเหตุสมผลและเหตุผลในการได้มาซึ่งผลลัพธ์มีความสอดคล้องหรือไม่

นักเรียน : ไม่แน่ใจเลยครับ เขียนให้เยอะไว้ก่อน เพื่อมีส่วนที่ถูก (นักเรียนกลุ่มที่ 2)
(นักเรียน, 21 กุมภาพันธ์ 2565)

การตอบคำถามของนักเรียน พบว่า นักเรียนอธิบายความสมเหตุสมผลและเหตุผลในการได้มาซึ่งผลลัพธ์ได้ แต่นักเรียนให้เหตุผลโดยไม่คำนึงว่าสิ่งที่ให้เหตุผลนั้นถูกต้องและสมเหตุสมผลหรือสอดคล้องหรือไม่ โดยนักเรียนจะเขียนอธิบายให้เหตุผลให้เยอะ โดยหวังว่าคำตอบที่เขียนลงไปจะต้องมีส่วนใดส่วนหนึ่งที่ถูกต้อง จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนในชั้นเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย : ถ้าอย่างนั้นเรามาช่วยกันตัดเหตุผลที่ไม่เกี่ยวข้องออกกันนะคะ

นักเรียน : หนูก็คิดแบบนี้ค่ะ เพื่อนเขียนเยอะเกิน (นักเรียนกลุ่มที่ 2)

ผู้วิจัย : ให้นักเรียนนำกระดาษมาคนละหนึ่งแผ่น จากนั้นให้นักเรียนในกลุ่มดูเหตุผลที่กลุ่มตนเองเขียนนะคะ แล้วพิจารณาพร้อมทั้งเขียนเหตุผลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องจากเหตุผลที่นักเรียนเขียนในใบกิจกรรมลงในกระดาษของตนเอง นะคะ (ผู้วิจัยให้นักเรียนดำเนินการ 5 นาที)

ผู้วิจัย : นักเรียนเขียนเสร็จหรือยังคะ

นักเรียน : เสร็จแล้วครับ/ค่ะ (นักเรียนทุกกลุ่ม)

ผู้วิจัย : เมื่อนักเรียนเขียนเสร็จแล้ว ให้นักเรียนทุกคนนำสิ่งที่ตนเขียนมาวางรวมกันตรงกลาง แล้วช่วยกันดูว่า สิ่งที่เหมาะสมทุกคนในกลุ่มเขียนนั้น ข้อมูลส่วนใดที่เกี่ยวข้อง และไม่เกี่ยวข้อง นักเรียนเขียนเหมือนกันหรือไม่ จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิด และร่วมกันตกลงกันภายในกลุ่มเลือกเหตุผลที่แท้จริงและถูกต้อง และตัดเหตุผลที่ไม่ถูกต้องออก

(นักเรียน, 21 กุมภาพันธ์ 2565)

จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิด และร่วมกันตกลงกันภายในกลุ่มเลือก เหตุผลที่แท้จริงและถูกต้อง และตัดเหตุผลที่ไม่ถูกต้องออก นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความร่วมมือ และ กระตือรือร้นในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายความสมเหตุสมผลและ เหตุผลในการได้มาซึ่งผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้อง

ผู้วิจัยให้นักเรียนออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ของ กลุ่มตนเอง และครูนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายของนักเรียนออกมามาอธิบายและเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ภายใต้เงื่อนไขที่ครูกำหนด เพื่อให้นักเรียนเห็นถึง ความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายแต่อยู่ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน

เมื่อนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 8 กลุ่ม มีนักเรียน จำนวน 7 กลุ่ม ออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ของกลุ่มตนเองได้ เป็นอย่างดี โดยนักเรียนทั้ง 7 กลุ่มนี้สามารถให้เหตุผลได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้ของตนเองมีความ สมเหตุสมผลกับสถานการณ์หรือไม่ เพราะเหตุใด และมีนักเรียนจำนวน 1 กลุ่มยังไม่สามารถให้เหตุ ผลได้อย่างละเอียด และเป็นการให้เหตุผลเพียงสั้น ๆ แต่เมื่อผู้วิจัยถามคำถามกระตุ้นทำให้นักเรียน สามารถให้เหตุผลเพิ่มเติมได้มากยิ่งขึ้น ดังภาพ 22



ภาพ 22 แสดงการออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์จากใบ
กิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา

5. ทำซ้ำ

นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาว่าจากการตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา ตั้งแต่กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 นักเรียนมีข้อผิดพลาดในส่วนใด นักเรียนสามารถเลือกส่วนสำคัญ ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ สิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้หรือไม่ พร้อมทั้งสามารถแปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และเลือกวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือไม่ รวมถึงผลลัพธ์ที่ได้ของกลุ่มตนเองว่าถูกต้องและให้เหตุผลของการได้มาซึ่งผลลัพธ์สอดคล้องหรือไม่ ซึ่งจากการออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนทำให้นักเรียนเห็นถึงข้อผิดพลาดของกลุ่มตนเอง

เมื่อนักเรียนดำเนินการตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา พบว่า มีนักเรียนเพียงกลุ่มเดียวที่ดำเนินการแก้ไขข้อผิดพลาด นักเรียนกลุ่มอื่นสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนที่ดำเนินการในขั้นนี้มีข้อผิดพลาดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทำให้การดำเนินการในขั้นนี้ใช้เวลาค่อนข้างรวดเร็ว

6. ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

นักเรียนร่วมกันระดมความคิด อภิปราย เสนอแนะ ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงหรือสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนที่สามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ และใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละไปใช้ในในชีวิตจริง

การยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ ในชีวิตจริงที่ใช้ความรู้ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละได้ โดยคำตอบส่วนใหญ่ที่นักเรียนตอบ จะเป็นคำตอบที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนด ทำให้สถานการณ์ปัญหาไม่มีความหลากหลายหรือแปลกใหม่ จากนั้นผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ใหม่ที่มีความเกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียนมากยิ่งขึ้น และมีความหลากหลายมากขึ้น โดยมีนักเรียนพูดขึ้นว่า “อันนี้ใช้ความรู้เรื่องนี้ด้วยหรือครับ ไม่รู้เลย” จากคำตอบของนักเรียน พบว่า นักเรียนยังมีประสบการณ์เกี่ยวกับการนำความรู้ในเรื่องที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์น้อย และนักเรียนยังมองไม่เห็นในชีวิตจริงของนักเรียนมีเรื่องที่เรียนไปเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันด้วย และจากการสุ่มนักเรียนออกมายกตัวอย่างสถานการณ์หน้าชั้นเรียนพร้อมให้นักเรียนอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงยกตัวอย่างสถานการณ์นี้ นักเรียนกลุ่มที่ออกมาแนะนำเสนอสามารถอธิบายเหตุผลได้เป็นอย่างดี และจากการสังเกตพฤติกรรมของเพื่อนที่รับฟังในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนเห็นด้วยกับการยกตัวอย่างสถานการณ์ของเพื่อนและปรบมือให้กับนักเรียนกลุ่มที่ออกมาแนะนำเสนอ จากนั้นมีนักเรียนกลุ่มหนึ่งถามว่า “หนูยกตัวอย่างเกี่ยวกับการขายของให้ได้กำไรได้ไหมคะ” ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนอธิบายสถานการณ์เพิ่มเติมจากการอธิบายเพิ่มเติม พบว่า นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ที่นอกเหนือจากสถานการณ์ที่

ผู้วิจัยยกตัวอย่างได้ และทำให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ เริ่มคิดสถานการณ์ที่มีความหลากหลายขึ้นแต่นักเรียนยังไม่เขียนลงในใบกิจกรรม นักเรียนจะถามผู้วิจัยเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กลุ่มตนเองคิดก่อน จากนั้นจึงเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม จากการสังเกต พบว่า นักเรียนยังไม่มั่นใจว่าสถานการณ์ที่ตนเองคิดนั้นถูกต้องหรือไม่ จึงทำให้นักเรียนยังไม่กล้าเขียนคำตอบและรอกถามผู้วิจัยเพื่อความมั่นใจก่อน ดังภาพ 23



ภาพ 23 แสดงการยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงของผู้วิจัยจากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่ม
ราคา

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงจากปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เพื่อนำมาวางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหา พบว่า สามารถแก้ปัญหาที่พบในชั้นเรียนได้ทุกชั้น นอกจากนี้ยังพบปัญหาระหว่างการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนอื่นและได้เสนอแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 สรุปได้ดังตาราง 14

ตาราง 14 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

| ขั้นตอน | ปัญหาที่พบในชั้นเรียน | แนวทางการปรับปรุงแก้ไข |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ระบุปัญหา | - | - |
| สร้างสมมติฐาน และระบุตัวแปร | - นักเรียนไม่สามารถเขียน อัตราส่วนแสดงความพันธ์ระหว่าง ปริมาณสองปริมาณได้ | - ผู้วิจัยให้นักเรียนเพียงกลุ่มเดียว ที่ไม่สามารถเขียนอัตราส่วนแสดง ความพันธ์ระหว่างปริมาณสอง ปริมาณได้ เรียนซ่อมเสริม นอกเวลา ให้นักเรียนฝึกทำโจทย์ ที่มีความหลากหลาย เพื่อให้เข้าใจ และเกิดความชำนาญมากยิ่งขึ้น |
| ลงมือดำเนินการ ตามกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ | - นักเรียนสามารถคูณไขว้และ แก้สมการในการหาสัดส่วนได้ แต่นักเรียนคิดเลขไม่ถูกต้องจึง ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง | - ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ตรวจสอบผลลัพธ์และตรวจสอบ ความถูกต้องของวิธีดำเนินการ อีกครั้ง |
| วิเคราะห์และ ประเมินผลลัพธ์ ทำซ้ำ | - | - |
| ใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์ | - เมื่อนักเรียนยกตัวอย่าง สถานการณ์ในชีวิตจริงนักเรียน ไม่มั่นใจว่าสถานการณ์นั้นถูกต้อง หรือไม่ จึงทำให้นักเรียนไม่กล้า เขียนคำตอบและรอกถามผู้วิจัย เพื่อความมั่นใจก่อน | - ผู้วิจัยสร้างความมั่นใจให้กับ นักเรียน และให้นักเรียนมองเห็น ว่าสถานการณ์ที่นักเรียนคิด สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ ชีวิตประจำวันได้ |

จากปัญหาที่พบในชั้นเรียนนำมาสู่แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่ามีประเด็นที่ครูผู้สอนควรเน้นเมื่อนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรวางแผนและจัดเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนรู้ รวมถึงขั้นตอนการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจของนักเรียนในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนได้ทราบ ดังนั้น ก่อนการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนควรเน้นและคำนึงถึงประเด็นต่อไปนี้

1.1 ออกแบบสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน และเป็นสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนเจอในชีวิตจริง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงมีความเกี่ยวข้องกับห้องและเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตจริง อีกทั้งเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เหมาะสมกับวัย เหมาะสมกับระดับความสามารถและเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน มีความยากง่ายที่เหมาะสม ครูผู้สอนต้องศึกษาตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาเพิ่มเติมจากแหล่งต่าง ๆ เช่น สถานการณ์ปัญหาจากหนังสือ ตำรา หรือแบบฝึกหัดทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อให้ครูได้สถานการณ์ที่มีความแปลกใหม่และหลากหลาย มีความท้าทายที่เหมาะสมกับนักเรียน และมีความน่าสนใจ นอกจากนี้สถานการณ์ที่ครูผู้สอนออกแบบควรเป็นสถานการณ์ที่มีความกระชับ ชัดเจน เข้าใจง่าย มีภาพประกอบสถานการณ์ที่จะช่วยถ่ายทอดเรื่องราวในชีวิตประจำวัน หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น สร้างห้องเรียนให้กลายเป็นคาเฟ่ โดยจัดห้องให้กลายเป็นคาเฟ่ ให้นักเรียนจำลองตนเองเป็นพ่อค้าแม่ค้า ตามที่นักเรียนคนหนึ่งได้กล่าวว่า “หนูเหมือนบาร์ิสต้าเลย” (นักเรียน, 7 กุมภาพันธ์ 2565) ซึ่งทำให้นักเรียนไม่รู้สึกก่าลังแก่ปัญหาสถานการณ์ที่มีความยากมีเพียงตัวเลขหรือมีความเป็นนามธรรม โดยไม่เกิดความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียน อีกทั้งยังสามารถทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง

1.2 การทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการแก้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูผู้สอนควรทบทวนความรู้เดิมและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาในวงจรปฏิบัติการนั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน ครูผู้สอนควรทบทวนความรู้เกี่ยวกับหลักการคูณ และหลักการหาร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน ครูผู้สอนควรทบทวนความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน การกำหนดตัวแปร การเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ การคูณไขว้และการแก้สมการ สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหา ครูผู้สอนควรทบทวนความรู้เรื่องอัตราส่วน

สัดส่วน และร้อยละ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาอย่างง่าย เป็นต้น หากครูผู้สอนไม่ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นให้กับนักเรียนเพื่อนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา จะทำให้นักเรียนไม่มีความรู้ที่เพียงพอต่อการแก้สถานการณ์ปัญหานั้น และส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้หรือแก้ปัญหาไม่ประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายการเรียนรู้ ตลอดจนไม่สามารถสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ ตามที่นักเรียนได้กล่าวว่า “ผมเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ไม่ได้ ผมไม่รู้ว่ามีปริมาณทั้งสองปริมาณคืออะไร” (นักเรียน, 14 กุมภาพันธ์ 2565) และส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าทำไม่ได้ ยาก การเรียนมีความน่าเบื่อ ดังนั้น การทบทวนความรู้พื้นฐานเป็นสิ่งจำเป็นมาก ครูผู้สอนควรเน้นและให้ความสำคัญในทุกวงจรปฏิบัติการ เพราะจะทำให้ นักเรียนสามารถนำความรู้มาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดได้ นอกจากนี้จะทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแก้ไขปัญหาที่พบในชั้นเรียนได้ทันที จนส่งผลให้นักเรียนสามารถบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ได้ ดังนั้น ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนควรเน้นและคำนึงถึงประเด็นต่อไปนี้

2.1 การระบุปัญหาจากสถานการณ์แล้วจึงสร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา เมื่อนักเรียนอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาแล้วนักเรียนจะต้องระบุประเด็นปัญหา ส่วนสำคัญ ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ สิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการ เพื่อนำไปสู่ขั้นที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร โดยทั้ง 2 ขั้นนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของสถานการณ์ปัญหาเพื่อนำไปสู่การดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ โดยครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้สะท้อนผลว่า “ถ้านักเรียนไม่รู้ว่ามีส่วนสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาคืออะไร นักเรียนไม่รู้สิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ จะทำให้นักเรียนไม่สามารถกำหนดตัวแปร และเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณได้ ครูผู้สอนควรจะอธิบายและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนดำเนินการทั้ง 2 ขั้นนี้ให้ถูกต้อง เพราะขั้นระบุปัญหา ขั้นสร้างสมมติฐาน และระบุตัวแปรเป็นขั้นที่มีความสำคัญ ถ้านักเรียนทำถูกนักเรียนจะสามารถดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ต่อไปได้ แต่ถ้านักเรียนทำ 2 ขั้นนี้ไม่ถูกต้องตั้งแต่แรกจะทำให้กระบวนการถัดไปผิดทั้งหมด” จากการสะท้อนจากครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญที่จะต้องอธิบายสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนมีความเข้าใจที่แท้จริง ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนไปสู่การคิด และเป็นแนวทางในการหาคำตอบ และตอบคำถามให้ตรงจุดมุ่งหมายในแต่ละขั้นของการจัดกิจกรรม

2.2 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันระดมความคิด อภิปราย และแสดงความคิดเห็น ดำเนินการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มา จัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและดำเนินการตาม กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่เป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้สะท้อนผลว่า “ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำตัวแปรทาง คณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เราจะได้เห็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ของนักเรียน ครูผู้สอนจึงไม่ควรไปชี้แนะนักเรียนว่าควรทำวิธีการแก้ปัญหาแบบใด แต่ให้นักเรียน เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือก” จากการสะท้อนจากครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็น ผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญโดยเป็นผู้ที่คอยให้คำแนะนำนักเรียน โดย ครูผู้สอนจะไม่เป็นผู้ชี้ให้นักเรียนดำเนินตามกระบวนการแก้ปัญหาที่ครูผู้สอนบอกหรือครูผู้สอน กำหนด แต่ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความหลากหลาย แต่อยู่ ภายใต้งื่อนไขที่กำหนด เพื่อไม่เป็นการปิดกั้นอิสระทางความคิดของนักเรียนด้วย

2.3 การวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนหลังจากที่นักเรียนดำเนินการตามกระบวนการทาง คณิตศาสตร์เรียบร้อยแล้ว โดยเป็นขั้นที่นักเรียน ระดมความคิดตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนใน การแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นขั้นที่จะทำให้เห็นว่าเพราะเหตุใด นักเรียนจึงเลือกกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ และให้เหตุผล ถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ โดยครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ร่วมสังเกตการ จัดการเรียนรู้สะท้อนผลว่า “ขั้นนี้จะทำให้เราเห็นความคิดของนักเรียนที่แท้จริง ในการดำเนินการ เพื่อหาผลลัพธ์ จะได้เห็นว่ามีนักเรียนจึงเลือกใช้กระบวนการหรือวิธีการแก้ปัญหานั้น ๆ ดังนั้น ครูผู้สอนจะต้องให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลที่ครอบคลุม ไม่ใช่เป็นการตอบคำถามสั้น ๆ เพราะจะทำให้ ไม่เห็นมุมมองของนักเรียน และเป็นขั้นที่ครูผู้สอนต้องนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายของ นักเรียนมานำเสนอให้นักเรียนได้เห็นถึงตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายแต่อยู่ภายใต้งื่อนไขที่ กำหนด ครูผู้สอนก็ควรที่จะเลือกตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อออกมานำเสนอที่มีความหลากหลาย” จาก การสะท้อนจากผู้ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนจึง มีบทบาทสำคัญโดยจะต้องใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ได้เห็นมุมมองและเหตุผลของนักเรียนในการ เลือกใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ เพื่อให้ครูผู้สอนได้เห็นความคิดและ เหตุผลที่แท้จริงของนักเรียน และการเลือกตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนออกมานำเสนอแต่อยู่ ภายใต้งื่อนไขเดียวกัน ครูจะต้องเลือกตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความหลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้ มองเห็นถึงการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

3. หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรสรุปผลและสะท้อนผลการจัดการจัดการเรียนรู้ รวมถึงสะท้อนผลคะแนนจากการตรวจให้คะแนนใบกิจกรรม เพื่อให้ให้นักเรียนทราบข้อดีและข้อบกพร่องของตนเอง เพื่อนำไปพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้น หลังการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนควรเน้นและคำนึงถึงประเด็นต่อไปนี้

3.1 การสะท้อนผลการตรวจใบกิจกรรม

ครูผู้สอนควรสะท้อนผลคะแนนจากการตรวจให้คะแนนใบกิจกรรม เพื่อให้ให้นักเรียนทราบคะแนนคำตอบส่วนที่ได้คะแนน และคำตอบส่วนที่เสียคะแนน รวมถึงแนวทางการตอบคำถาม ให้ตรงประเด็น เพื่อจะให้นักเรียนทราบข้อบกพร่องและสามารถนำไปปรับปรุงและพัฒนาการตอบคำถาม รวมทั้งปรับความเข้าใจในส่วนที่เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 วงจร วงจรละ 3 ชั่วโมง ซึ่งใช้เวลาในทั้งหมด 9 ชั่วโมง ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สัดส่วน และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยใบกิจกรรม โดยมีประเด็นในการเก็บข้อมูลเป็นกระบวนการทั้ง 3 กระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ได้แก่

1. การคิด/แปลงปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้องครบถ้วน สามารถรับรู้และระบุโอกาสในการใช้คณิตศาสตร์ ตัดสินใจว่าส่วนใดที่สามารถดึงคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และแก้ปัญหาโดยสามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือย่อยสถานการณ์หรือปัญหา โดยแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ และกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ การใช้เครื่องหมายแทนและลักษณะจำเพาะให้กับปัญหาในโลกชีวิตจริง ซึ่งสามารถให้เหตุผลและเข้าใจถึงข้อจำกัดและสมมติฐานในปัญหา พร้อมทั้งสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลประกอบไปด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

1.1 ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการจากสถานการณ์ปัญหา

1.2 ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปร่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์ เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น คือ นักเรียนสามารถเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

1.3 ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทน คือ นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือต่างหน่วยกัน

1.4 ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกส่วนสำคัญนั้นจากสถานการณ์มาใช้ในการแก้ปัญหา และเพราะเหตุใดจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์

2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์ สามารถนำเสนอวิธีการ ลำดับขั้นตอน ชัดเจน พร้อมทั้งให้เหตุผลในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

2.1 คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ คือ นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหอย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์ โดยนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันหรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ อัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการคูณ และหลักการหาร สมการ แผนภาพ บาร์โมเดล สัดส่วน ร้อยละ

2.2 นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา คือ นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์

2.3 ให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้กระบวนการหรือขั้นตอนดังกล่าวในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์

3. การตีความ และประเมินผลลัพธ์ หมายถึง นักเรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง สามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ และสามารถให้เหตุผลได้ ประกอบไปด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

3.1 ดีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายผลลัพธ์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง และนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

3.2 ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหา และความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

3.3 อธิบายและให้เหตุผลว่า เหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหา

ระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ใช้เป็นไปตามตาราง 10 โดยรายละเอียดจะแสดงแต่ละกระบวนการ ดังตาราง 15

ตาราง 15 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามเกณฑ์การจัดระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

| ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ | ระดับคุณภาพ | จำนวนกลุ่มนักเรียน (ร้อยละ) | | |
|-----------------------------------------------------|-------------|-----------------------------|-----------|-----------|
| | | วงจรที่ 1 | วงจรที่ 2 | วงจรที่ 3 |
| การคิด/แปลงปัญหา | ดีเยี่ยม | 2 (25.00) | 4 (50.00) | 7 (87.50) |
| | ดี | 2 (25.00) | 2 (25.00) | 1 (12.50) |
| | ปรับปรุง | 4 (50.00) | 2 (25.00) | 0 (0.00) |
| การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา | ดีเยี่ยม | 3 (37.50) | 5 (62.50) | 6 (75.00) |
| | ดี | 3 (37.50) | 2 (25.00) | 1 (12.50) |
| | ปรับปรุง | 2 (25.00) | 1 (12.50) | 1 (12.50) |
| การตีความ และประเมินผลลัพธ์ | ดีเยี่ยม | 1 (12.50) | 2 (25.00) | 4 (50.00) |
| | ดี | 4 (50.00) | 4 (50.00) | 3 (37.50) |
| | ปรับปรุง | 3 (37.50) | 2 (25.00) | 1 (12.50) |

หมายเหตุ วงจรที่ 1 อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน

วงจรที่ 2 สัดส่วน

วงจรที่ 3 การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปในการแก้ปัญหา

ตาราง 15 แสดงให้เห็นว่า

วงจรกิจกรรมปฏิบัติการที่ 1 กระบวนการคิด/แปลงปัญหามักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม ที่อยู่ในระดับดีเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 25.00 และกลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ในกระบวนการนี้จะอยู่ในระดับปรับปรุง ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 50.00 กระบวนการการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีเยี่ยม และดี โดยมีจำนวน 3 กลุ่มเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 25.00 และกระบวนการการตีความ และประเมินผลลัพธ์กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่จะอยู่ที่ระดับดี โดยมีจำนวน 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 50.00 และระดับดีเยี่ยมมีนักเรียนเพียง 1 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 12.50

วงจรกิจกรรมปฏิบัติการที่ 2 กระบวนการคิด/แปลงปัญหา กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีเยี่ยม ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 50.00 โดยกระบวนการนี้มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนกลุ่มนักเรียนจากวงจรกิจกรรมปฏิบัติการที่ 1 กระบวนการการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา กระบวนการนี้มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนกลุ่มนักเรียนจากวงจรกิจกรรมปฏิบัติการที่ 1 เช่นเดียวกัน โดยมีนักเรียนจำนวน 5 กลุ่ม อยู่ในระดับดีเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 62.50 และกระบวนการการตีความ และประเมินผลลัพธ์กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่จะอยู่ที่ระดับดี โดยมีจำนวน 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 50.00 เช่นเดิม แต่จำนวนกลุ่มนักเรียนที่อยู่ในระดับดีเยี่ยมมีจำนวนเพิ่มขึ้น

วงจรกิจกรรมปฏิบัติการที่ 3 ทุกกระบวนการมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนกลุ่มนักเรียนอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยการคิด/แปลงปัญหา มีนักเรียนจำนวน 7 กลุ่ม อยู่ในระดับดีเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 87.50 และมีกลุ่มนักเรียนเพียง 1 กลุ่มที่อยู่ระดับดี กระบวนการการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีเยี่ยมเช่นเดียวกัน โดยมีทั้งหมด 6 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 75.00 และกระบวนการการตีความ และประเมินผลลัพธ์กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่จะอยู่ที่ระดับดีเยี่ยม โดยมีจำนวน 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 50.00

โดยภาพรวมพบว่า ทั้ง 3 กระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มีพัฒนาการขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนในแต่ละวงจรกิจกรรม โดยกระบวนการคิด/แปลงปัญหาเป็นกระบวนการที่นักเรียนมีพัฒนาการมากที่สุด ซึ่งนักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ต้องการ รวมถึงสามารถเลือกส่วนสำคัญที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง รองลงมา คือ กระบวนการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนสามารถเลือกกระบวนการหรือขั้นตอนเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ รวมถึงการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งหาผลลัพธ์จากสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง ในขณะที่กระบวนการการตีความ และประเมินผลลัพธ์ เป็นกระบวนการที่นักเรียนมีพัฒนาการที่น้อยที่สุด แต่กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยนักเรียนสามารถตีความผลลัพธ์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง เชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้สู่สถานการณ์

อื่น ๆ พร้อมทั้งอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการคิด/แปลงปัญหา ดังภาพ 24-26 กระบวนการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังภาพ 27-29 และกระบวนการการตีความ และประเมินผลลัพธ์ ดังภาพ 30-31

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>สิ่งที่โจทย์กำหนด</p> <p>- ราคาเฉลี่ยแอลกอฮอล์</p> <p>- จำนวนเงินในภาชนะ 22 ร้อย บาท</p> |
| <p>สิ่งที่โจทย์ต้องการ</p> <p>- จะสามารถลงทุนซื้อแอลกอฮอล์มาขายให้ได้กำไรหมกที่คิดเป็นจำนวนเท่าใด</p> |

ภาพ 24 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อยระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ชายเจลแอลกอฮอล์

ภาพ 24 การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ จากสถานการณ์ปัญหา ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม

2. ให้นักเรียนเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ปัญหาและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์พร้อมทั้งกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา รวมถึงให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกส่วนสำคัญนั้นจากสถานการณ์มาใช้ในการแก้ปัญหา และเพราะเหตุใดนักเรียนจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์

..... ส่วนสำคัญจากสถานการณ์ คือ ราคาเฉลี่ยแอลกอฮอล์ และ จำนวนเงินในภาชนะ

..... - ราคาลูกบอล 1 ลูก 10 บาท และ จำนวนเงินในภาชนะ 100 บาท

..... - จำนวนเงินในภาชนะ 100 บาท

..... จากสถานการณ์ที่กำหนด คือ จะสามารถลงทุนซื้อแอลกอฮอล์มาขาย

..... ในหมกที่คิดเป็น

..... ดังนั้นให้ .. และ จำนวนเงินแอลกอฮอล์

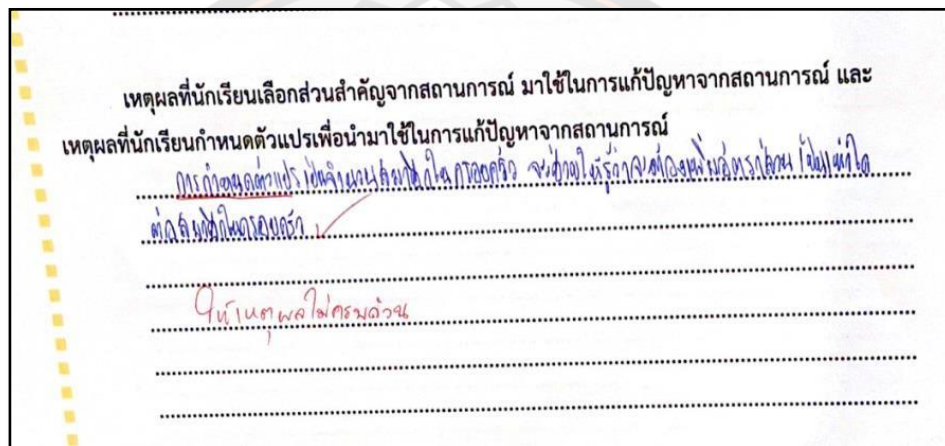
..... หักลบเขียนเป็นอัตราส่วนได้ดังนี้

..... อัตราเงินของจำนวนแอลกอฮอล์ใหม่คิดออกมาเป็นบาท เป็น 12 : 72

..... อัตราเงินของจำนวนแอลกอฮอล์ใหม่คิดออกมาเป็นบาท เป็น 22 ร้อยบาท

ภาพ 25 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อยทำสถานการณ์ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย และระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทน จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ชายเจลแอลกอฮอล์

ภาพ 25 การทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์ เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น คือ นักเรียนสามารถเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ ปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถเลือกส่วนสำคัญได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา และการระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทน คือ นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณ โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถระบุตัวแปร และเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม



ภาพ 26 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อยให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ ในโลกจริง จากใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์

ภาพ 26 การให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหา ในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกส่วนสำคัญนั้นจากสถานการณ์มาใช้ในการแก้ปัญหา และเพราะเหตุใดจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้ให้เหตุผลไม่ครบถ้วน โดยนักเรียนไม่ให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกส่วนสำคัญนั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ แต่ในส่วนของการให้เหตุผลสำหรับการระบุตัวแปร นักเรียนกลุ่มนี้นักเรียนสามารถให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องและมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดี

3. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดไว้ในข้อที่ 2 มาดำเนินการตามกระบวนการคณิตศาสตร์ โดยนำตัวแปรที่ได้มาจัดทำเป็นรูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ (ให้นักเรียนแสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด)

วิธีทำ ให้ a แทนผลรวมของตัวคูณที่เรียงมา

อีกส่วนหนึ่งคือผลรวมของตัวคูณที่เรียงมาในรูปของตัวคูณที่เรียงมา เป็น $1+72$

อีกส่วนหนึ่งคือผลรวมของตัวคูณที่เรียงมาในรูปของตัวคูณที่เรียงมา เป็น $a = 8,500$

ใช้กฎของโบรินและสมการ

$$\begin{array}{r} a \text{ ได้ } \frac{12}{72} \rightarrow a \\ \frac{12 \times 8,500}{72} = 72a \\ 30,000 = 72a \\ \frac{30,000}{72} = a \\ 416.66 = a \end{array}$$

จะได้ 416.66 หรือถ้าคิดเป็นจำนวนเต็มก็ได้นะ 24. ผลคืออีก 6 บาท ซึ่ง 6 บาท ไม่ใช่ในหลัก 12 บาท 72 บาท. จึงต้องผลรวมของในหลัก 12 บาท 72 บาทได้เป็น 24 บาท คิดเป็นเงิน 2,400 บาท ซึ่งถ้าให้คิดในหลักของตัวคูณอีก 50 บาท ก็จะไปได้

อีกส่วนหนึ่งของผลรวมในหลัก 6 บาท 42 บาท ได้อีก 6 บาท

ดังนั้น ผลรวมของผลรวมของตัวคูณที่เรียงมาจะได้จำนวนมากกว่าในจำนวน 416.66

$94 \times 12 = 408$
ดังนั้นจึงได้ 94 ในหลัก 12 8 920

ภาพ 27 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อย คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ และนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ชายเจอล แอลกอซอลล์

ภาพ 27 การคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ คือ นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์ โดยนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันหรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนักเรียนนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา คือ นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถใช้การคูณไขว้และแก้สมการเพื่อหาคำตอบได้ แต่ผลลัพธ์ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดี

3. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดไว้ในข้อที่ 2 มาดำเนินการตามกระบวนการคณิตศาสตร์ โดยนำตัวแปรที่ได้มาจัดทำเป็นตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ (ให้นักเรียนแสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด)

วิธีทำ

๑. แทนส่วนลดราคา

จากร้าน นอน Mobile อัตราส่วนกำไร

อัตราส่วนจว I pad Gen ๓ ส่วนลดราคาสำหรับนักเรียนคิดเป็นบาท เป็น 100:๘

อัตราส่วนจว I pad Gen ๓ ส่วนลดราคาสำหรับนักเรียนคิดเป็นบาท เป็น 100:๘

จะได้ $100 \times \frac{8}{100} = 8$

$100 \times 8 = 800$

$100 - 8 = 92$

$\frac{92}{100} = 92\%$

ดังนั้น ราคา I pad Gen ๓ จากร้านนอน Mobile ราคา 10,500 - 800 = 9,700 บาท

จากร้าน มอว Mobile อัตราส่วนกำไร

อัตราส่วนจว I pad Gen ๓ ส่วนลดราคาสำหรับนักเรียนคิดเป็นบาท เป็น 100:15

อัตราส่วนจว I pad Gen ๓ ส่วนลดราคาสำหรับนักเรียนคิดเป็นบาท เป็น 100:15

จะได้ $100 \times \frac{15}{100} = 15$

$100 \times 15 = 1,500$

$100 - 15 = 85$

$\frac{85}{100} = 85\%$

ดังนั้น ราคา I pad Gen ๓ จากร้าน มอว Mobile ราคา 11,000 - 1,500 = 9,500 บาท

ภาพ 28 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อย คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ และนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา จากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา

ภาพ 28 การคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ คือ นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์ โดยนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันหรือเรียกว่าตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ และนักเรียนนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา คือ นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถใช้การคูณไขว้และแก้สมการเพื่อหาผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้อง และมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม

4. ให้นักเรียนตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากข้อที่ 3 และทำการวิเคราะห์ให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกใช้กระบวนการหรือขั้นตอนดังกล่าวในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์พร้อมทั้งให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัญหา (ถ้าผลลัพธ์มีความสมเหตุสมผลและถูกต้องให้นักเรียนทำข้อที่ 5 แต่ถ้าผลลัพธ์ยังไม่สมเหตุสมผลหรือยังไม่ถูกต้องให้นักเรียนกลับไปดำเนินการตามกระบวนการ 1-3 อีกครั้ง)

เพราะเหตุใดจึงเลือกใช้กระบวนการดังกล่าวในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์
ง่าย และยืดหยุ่น ใช้ความเข้าใจเรื่อง สี่เหลี่ยมได้.....

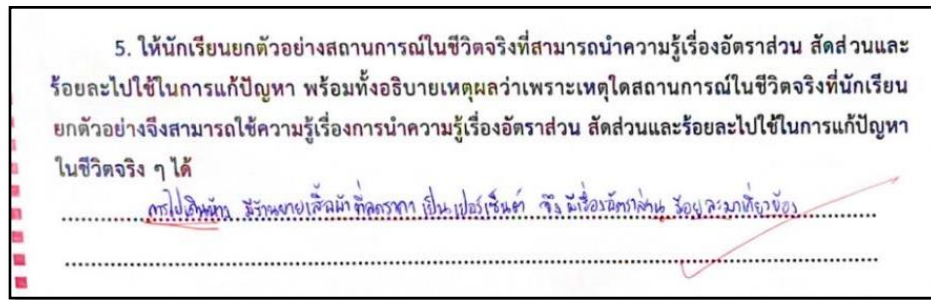
ภาพ 29 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อยให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ชายเจลดแอลกอฮอลล์

ภาพ 29 การให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้กระบวนการหรือขั้นตอนดังกล่าวในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้ให้เหตุผลเพียงสั้น ๆ และไม่อธิบายเหตุผลอื่นเพิ่มเติม แต่ยังมีเหตุผลบางส่วนที่มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับปรับปรุง

ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ เพราะเหตุใด
 ...สมเหตุสมผล... เนื่องจาก... การวางแผนที่จะคำนวณค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัด...
 ...ราคาส่วนหนึ่งเพิ่มขึ้นในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกับราคาส่งเดิม...
 ...ใช้สมการที่ได้ออกมาคูณที่จุด... ดังนั้น...
 ...ใช้สมการที่ได้ออกมาคูณที่จุด...
 ...ใช้สมการที่ได้ออกมาคูณที่จุด...
 ...ใช้สมการที่ได้ออกมาคูณที่จุด...

ภาพ 30 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อย อธิบายและให้เหตุผลว่า เหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา

ภาพ 30 การอธิบายและให้เหตุผลว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหา ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้อธิบายและแสดงเหตุผลได้เป็นอย่างดี เหตุผลมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม



ภาพ 31 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการย่อย ดีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง จากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา

ภาพ 31 การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายผลลัพธ์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง และนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้สามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงได้แต่สถานการณ์ที่ยกตัวอย่างมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนด ซึ่งมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดี

2. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

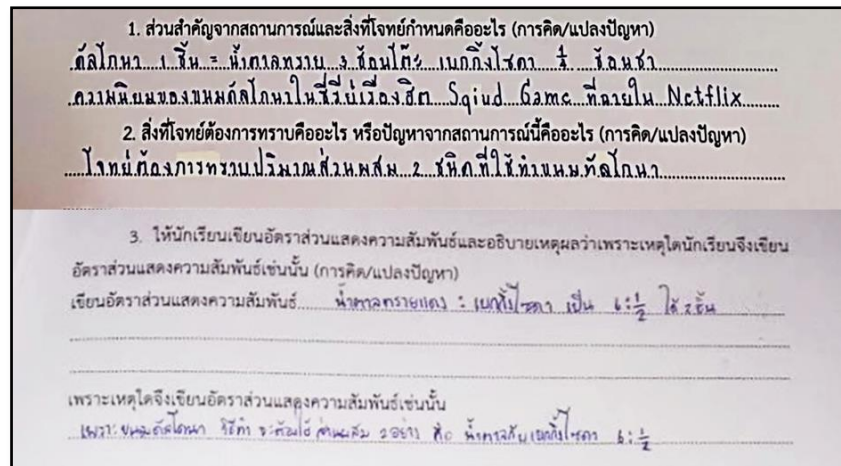
หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยทำการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนรายบุคคล โดยใช้แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ที่ประกอบไปด้วยสถานการณ์ 3 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์มีคำถามย่อย 6 คำถามย่อย โดยที่คำถามย่อยที่ 1, 2 และ 3 มุ่งเน้นไปที่การคิด/แปลงปัญหา คำถามย่อยที่ 4 มุ่งเน้นไปที่การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และคำถามย่อยที่ 5 และคำถามย่อยที่ 6 มุ่งเน้นไปที่การตีความ และประเมิน โดยแสดงจำนวนนักเรียนตามเกณฑ์การจัดระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ทั้งสามสถานการณ์ ดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงจำนวนนักเรียนตามเกณฑ์การจัดระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ทั้งสามสถานการณ์

| ความฉลาดรู้ ด้านคณิตศาสตร์ | ระดับ คุณภาพ | จำนวนนักเรียนรายบุคคล(ร้อยละ) | | |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------|----------------|
| | | สถานการณ์ที่ 1 | สถานการณ์ที่ 2 | สถานการณ์ที่ 3 |
| การคิด/แปลง ปัญหา | ดีเยี่ยม | 22 (50.00) | 28 (63.63) | 31 (70.45) |
| | ดี | 15 (34.09) | 11 (25.01) | 9 (20.45) |
| | ปรับปรุง | 7 (15.91) | 5 (11.36) | 4 (9.10) |
| การใช้หลักการ และกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหา | ดีเยี่ยม | 24 (54.55) | 22 (50.00) | 30 (68.19) |
| | ดี | 14 (31.82) | 17 (38.64) | 9 (20.45) |
| | ปรับปรุง | 6 (13.63) | 5 (11.36) | 5 (11.36) |
| การตีความ และ ประเมินผลลัพธ์ | ดีเยี่ยม | 21 (47.72) | 21 (47.72) | 22 (50.00) |
| | ดี | 16 (36.37) | 19 (43.18) | 18 (40.90) |
| | ปรับปรุง | 7 (15.91) | 4 (9.10) | 4 (9.10) |

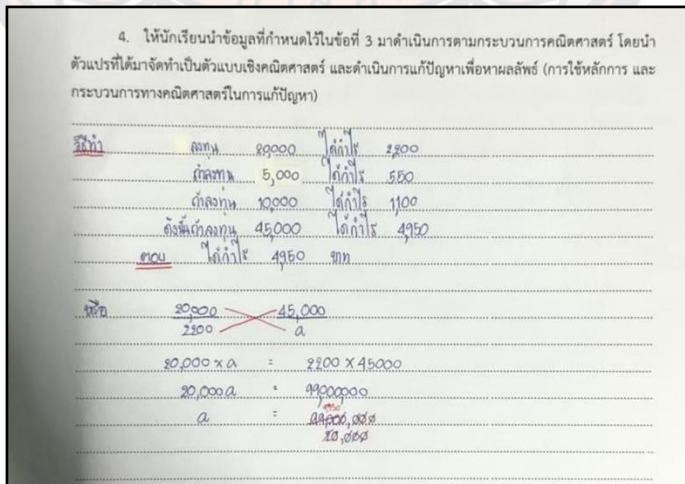
ตาราง 16 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการการคิด/แปลงปัญหาทั้งสามสถานการณ์จากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เริ่มจากสถานการณ์ที่ 1 มีนักเรียนจำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 มีระดับความฉลาดรู้อยู่ที่ดีเยี่ยม สถานการณ์ที่ 2 มีนักเรียนจำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 63.63 และสถานการณ์ที่ 3 มีนักเรียนจำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 70.45 ซึ่งจำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับดีเยี่ยมมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ เนื่องด้วยคำถามในกระบวนการการคิด/แปลงปัญหาทั้งสามสถานการณ์มีความคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่นักเรียนเคยทำระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และเป็นคำถามที่ไม่มีความซับซ้อน แต่เนื่องจากการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเป็นคำถามที่เริ่มมีความซับซ้อน และมีระดับความยากในแง่ของการให้เหตุผลและการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ที่ 2 เพิ่มขึ้น จึงทำให้สถานการณ์ที่ 2 มีจำนวนนักเรียนลดลงจากสถานการณ์ที่ 1 แต่ทั้งสองสถานการณ์นักเรียนยังคงอยู่ในระดับดีเยี่ยม และในสถานการณ์ที่ 3 จำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้น จากสถานการณ์ที่ 1 และสถานการณ์ที่ 2 และสุดท้ายการตีความ และประเมินผลลัพธ์เป็นการอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ถึงแม้ว่าจำนวนนักเรียนจะเพิ่มขึ้นในแต่ละ

สถานการณ์ค่อนข้างน้อยแต่แนวโน้มของจำนวนนักเรียนในทั้งสามสถานการณ์มีจำนวนเพิ่มขึ้นตามลำดับ และอยู่ที่ระดับดีเยี่ยม ดังภาพ 32 – 34



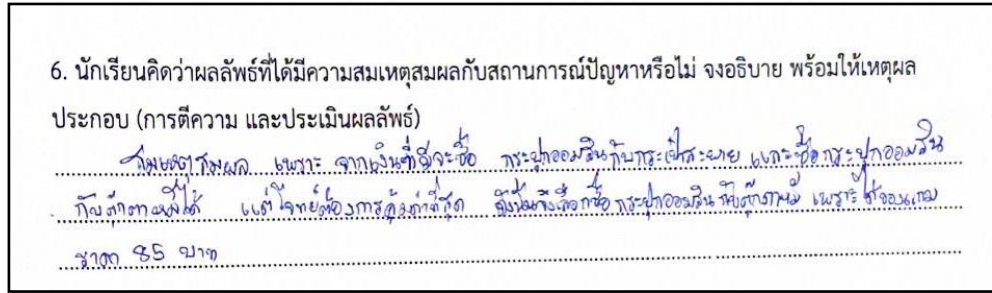
ภาพ 32 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการการคิด/แปลงปัญหาจากสถานการณ์ที่ 1 ขนมหัตถ์โตนหรือทลโทนา

ภาพ 32 นักเรียนสามารถเขียนส่วนสำคัญจากสถานการณ์ที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีข้อมูลบางส่วนที่ไม่มีความเกี่ยวข้องซึ่งนักเรียนเขียนลงในคำตอบด้วย และนักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณพร้อมทั้งให้เหตุผลได้เป็นอย่างดีและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม



ภาพ 33 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ 2 นักลงทุน

จากภาพ 33 นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากการตอบคำถามโดยนำข้อมูลจากการตอบคำถามช้อก่อนหน้ามาใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ โดยนำตัวแปรที่ได้มาจัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และดำเนินการเพื่อหาผลลัพธ์ โดยนักเรียนสามารถหาผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้องและมีวิธีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม



ภาพ 34 แสดงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการการตีความ และประเมินผลลัพธ์จากสถานการณ์ที่ 3 ร้านค้าขายของชำวัญ

ภาพ 34 นักเรียนสามารถให้เหตุผลและประเมินผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาและมีความถูกต้อง ซึ่งระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ทั้ง 3 วงจรที่เก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการในกระบวนการการคิด/แปลงปัญหาได้เป็นอย่างดี การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาโดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้องในส่วนกระบวนการย่อย การตีความ และประเมินผลลัพธ์ จากการตอบคำถามในใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถตีความ และประเมินผลลัพธ์เท่าที่ควร โดยนักเรียนให้คำตอบเพียงสั้น ๆ แต่เมื่อจัดการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ ส่งผลให้แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์การตีความ และประเมินผลลัพธ์นักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเรื่อง การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้แผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 9 ชั่วโมง โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
- 3 ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากผลการวิจัยที่ผู้วิจัยได้ค้นพบแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 6 กระบวนการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

เป็นขั้นที่จะช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้ร่วมมือในการทำกิจกรรม โดยนักเรียนจะต้องสามารถเลือกส่วนสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา สามารถระบุและบอกได้ว่าสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร โดยนักเรียนจะต้องเข้าใจสถานการณ์ปัญหาเป็นอย่างดี

เพื่อที่จะนำไปใช้ในการสร้างตัวแปรในขั้นตอนถัดไป โดยครูควรเน้นไปที่การสร้างสถานการณ์ปัญหา และยกสถานการณ์ปัญหาที่มีความน่าสนใจ ใช้สถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียน โดยครูจะต้องทำความเข้าใจสถานการณ์นั้น ๆ เป็นอย่างดี พร้อมนำเสนอสถานการณ์ที่มีความน่าสนใจ แปลกใหม่ และมีความหลากหลาย และครูควรอธิบายสถานการณ์ให้นักเรียนเข้าใจก่อนที่จะให้นักเรียนทำกิจกรรม รวมไปถึงการใช้คำถามกระตุ้น และการตั้งคำถามที่เป็นคำถามปลายเปิดให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างหลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้แนวทางในการหาคำตอบ และเมื่อมีคำถามที่ผิดไปจากที่ครูเตรียมมา ครูจะต้องสามารถแก้ไขสถานการณ์และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจได้อย่างทันที และคำตอบมีความถูกต้อง

ขั้นที่ 2 สร้างสมมุติฐานและระบุตัวแปร

เป็นขั้นที่นักเรียนได้คิดสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องนำข้อมูลจากขั้นที่ 1 มาแปลงเป็นประเด็นปัญหาให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องร่วมกันตัดข้อมูลที่ไม่มีคามจำเป็นออกและเหลือแต่ข้อมูลที่มีความจำเป็นเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งในเรื่อง อัตราส่วน นักเรียนจะจัดให้อยู่ในรูปของการกำหนดตัวแปร และเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ ดังนั้นครูควรเน้นที่การใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรได้ โดยจะต้องใช้คำถามที่จะสามารถให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลหรือคำตอบที่ได้จากขั้นที่ 1 มาใช้ในการกำหนดตัวแปร และการอธิบายให้นักเรียนมองเห็นถึงความสัมพันธ์ของปริมาณสองปริมาณที่เกี่ยวข้องกัน เพื่อที่จะนำมาเขียนเป็นอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ รวมถึงการเน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันทำงานอย่างเป็นระบบ ให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด ระดมสมอง แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาการแปลงสถานการณ์ให้อยู่ในรูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างดี

ขั้นที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

เป็นขั้นที่จะช่วยส่งเสริมให้ใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา เพื่อหาผลลัพธ์ ซึ่งนักเรียนจะดำเนินการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูจะต้องคอยเป็นผู้ให้คำแนะนำที่ดี คอยตรวจสอบการดำเนินการของนักเรียนเป็นระยะเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดข้อผิดพลาด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกวิธีการหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์และลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยต้องไม่กำหนดวิธีการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน และควรเน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันระดมความคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น เพื่อให้ได้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย

แต่อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด และควรกำหนดเวลาในการดำเนินกิจกรรมอย่างชัดเจนเพื่อให้นักเรียน รู้จักการบริหารเวลาที่ดี

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

เป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์กระบวนการของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องตรวจสอบ กระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์พร้อมทั้ง อธิบายและให้เหตุผลถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือก กระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ โดยครูจะต้องเน้นไปที่การใช้ คำถามกระตุ้นนักเรียน “นักเรียนคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่” เมื่อนักเรียนตอบว่า สมเหตุสมผลหรือไม่ ครูควรใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนต่อไปเพื่อให้นักเรียนตอบคำถามได้อย่าง ครบถ้วน ไม่อธิบายเหตุผลที่สั้นเกินไปจนไม่เห็นกระบวนการคิดที่แท้จริงของนักเรียน “และเพราะ เหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผล/ไม่มีความสมเหตุสมผลมีข้อมูลตรงส่วนใดที่ ทำให้นักเรียนคิดแบบนั้น” ซึ่งถ้านักเรียนยังตอบคำถามไม่ครบถ้วน ครูจะต้องถามกระตุ้นนักเรียน ต่อไปเรื่อย ๆ เพื่อให้คำตอบที่ชัดเจนและหลากหลายของนักเรียน และครูควรเน้นให้นักเรียนได้ ร่วมกันแสดงความคิดเห็น ให้นักเรียนเห็นถึงความคิดที่หลากหลายของนักเรียนคนอื่น ให้นักเรียนรู้จัก การคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ได้เป็นอย่างดี รวมถึงครูควรนำ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความหลากหลาย แต่อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดออกมา นำเสนอให้นักเรียนได้เห็น ว่า สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดขึ้น นักเรียนสามารถสร้างตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ได้อย่างหลากหลาย ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาการวิเคราะห์และตีความ และประเมินผลลัพธ์ ซึ่งเป็นกระบวนการย่อยของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

ในขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือดำเนินการตามกระบวนการเดิมซ้ำอีกครั้ง เพื่อ แก้ไขข้อผิดพลาดของตนเอง ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้เห็นข้อผิดพลาดของตนเองจากการนำเสนอ ของเพื่อนในชั้นเรียน และครูควรชี้ให้นักเรียนเห็นถึงแนวทางการแก้ไข เพื่อให้นักเรียนยอมรับ ข้อผิดพลาดและแก้ไขข้อผิดพลาดของตนเอง เน้นให้นักเรียนได้ระดมความคิด อภิปราย และได้แย้งถึง ข้อผิดพลาดของตนเอง และร่วมกันหาแนวทางการแก้ไขที่ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ในขั้นนี้ครูควรใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เพื่อให้นักเรียนอธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์ รวมไปถึง การยกตัวอย่างสถานการณ์ของครูเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหา ที่เรียนกับชีวิตประจำวันได้ โดยครูจะต้องยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีความหลากหลายและสอดคล้อง กับชีวิตของนักเรียน และให้นักเรียนมองเห็นว่าสิ่งที่เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันใน เรื่องใดได้บ้าง

2. สรุปผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้เป็นอย่างดี ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ 3 กระบวนการ ดังนี้

2.1 การคิด/แปลงปัญหา

ผลจากใบกิจกรรมแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ช่วยส่งเสริมการคิด/แปลงปัญหาได้ โดยเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของกลุ่มนักเรียนซึ่งอยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยจะเห็นได้ว่าการระบุปัญหา การสร้างสมมุติฐานและระบุตัวแปรของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ มีคะแนนที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถทำคะแนนได้ดีในกระบวนการการคิด/แปลงปัญหา และมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม

2.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

ผลจากใบกิจกรรมแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี โดยนักเรียนสามารถลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องตามลำดับ โดยจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนจะยังไม่สามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้เท่าที่ควร แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องและอยู่ในระดับดีเยี่ยม ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ทั้ง 3 สถานการณ์นักเรียนมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นในแต่ละสถานการณ์ตามลำดับ และระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม

2.3 การตีความ และประเมินผลลัพธ์

ผลจากใบกิจกรรมแสดงให้เห็นว่าการตีความ และประเมินผลลัพธ์ของนักเรียนดีขึ้นตามลำดับ โดยจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในช่วงแรกนักเรียนยังตีความผลลัพธ์และอธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ค่อนข้างสั้น นักเรียนไม่อธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม โดยผู้วิจัยจะต้องเป็นผู้ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผลเพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น และจากผลจากใบกิจกรรมที่ 1 และใบกิจกรรมที่ 2 นักเรียนยังไม่สามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงของ

นักเรียนว่านักเรียนสามารถนำความรู้ในเรื่องที่เรียนไปประยุกต์กับชีวิตประจำวันอย่างไร นักเรียนยังไม่สามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีความหลากหลายได้ โดยนักเรียนจะยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด แต่ในใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น ซึ่ง สอดคล้องกับผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนของนักเรียน โดยจากสถานการณ์ที่ 1 และสถานการณ์ที่ 2 นักเรียนอธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ค่อนข้างสั้น ไม่อธิบายเหตุผลเพิ่มเติม แต่เมื่อสถานการณ์ที่ 3 นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ดีขึ้นตามลำดับ แต่ยังคงมีนักเรียนที่ไม่สามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ได้ แต่เป็นกลุ่มนักเรียนเพียงส่วนน้อยเท่านั้น ซึ่งผลจากใบกิจกรรมและผลจากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน นักเรียนมีระดับคะแนนและระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม

อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ทำให้เข้าใจและทราบถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ จึงได้ทำการศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำมาเป็นการวางแผนและการแก้ปัญหา ตลอดจนการออกแบบและสร้างเครื่องมือในการวิจัยผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน จากนั้นผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนตามแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยและครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้จะสังเกตพฤติกรรมและบันทึกข้อมูลเพื่อสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย และนำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไปให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จนครบทั้งสามวงจรปฏิบัติการ สอดคล้องกับ Kammis and Mc Taggart (1998) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการมีวิธีการของการปฏิบัติการ คือ การทำงานที่เป็นการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนที่เป็นวงจรแบบขดลวด (Spiral of Self-Reflecting) โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนของการวางแผน (planning) การปฏิบัติ (action) การสังเกต (observing) และการสะท้อนกลับ (reflecting) เป็นการวิจัยที่จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการพัฒนาและปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น และสอดคล้องกับสุวิมล ว่องวานิช (2560) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนในชั้นเรียน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนหรือส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียนเป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันที และสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเองและกลุ่มเพื่อนร่วมงานในโรงเรียนได้มีโอกาสได้วิพากษ์ อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในแนวทางปฏิบัติและผลที่เกิดขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของครูและผู้เรียน ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์แต่ละขั้นตอนมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

นักเรียนร่วมกันอ่านสถานการณ์ปัญหา และร่วมกันเลือกส่วนสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อเป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาซึ่งส่วนสำคัญนั้น อาจจะเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาก็ได้ โดยเป็นเพียงการคาดการณ์ของนักเรียนว่าข้อมูลนั้นจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหามาจากสถานการณ์ได้ และร่วมกันระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการ ซึ่งการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการเป็นส่วนที่สำคัญมาก ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์และทราบถึงจุดประสงค์หรือเป้าหมายของสถานการณ์นั้นว่าต้องการอะไร และนำไปสู่ขั้นตอนของการดำเนินการเพื่อหาผลลัพธ์ต่อไป ดังนั้นการใช้สถานการณ์ที่มีความหลากหลาย ชัดเจน เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียนรวมถึงการใช้คำถามของครูผู้สอนเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้แนวทางในการหาคำตอบ สร้างความสนใจในการเรียน และทราบถึงแนวคิดทัศนคติของนักเรียน สอดคล้องกับ วารุณี พิมพ์วงศ์ทอง (2558) ที่กล่าวว่า การตั้งคำถามเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับผู้สอน เพราะถ้าหากผู้สอนมีคำถามที่ดีจะช่วยในการกระตุ้น ปลุกเร้าความสนใจ และสร้างการมีส่วนร่วมในการสอน นอกจากนี้การถามที่ดีจะช่วยให้ นักเรียนสามารถทราบถึงแนวทางในการหาคำตอบต่อไป และสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ที่กล่าวว่า การกำหนดปัญหาที่ชัดเจนถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดที่จะช่วยให้กระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหาในลำดับต่อมาอย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 2 สร้างสมมุติฐานและระบุตัวแปร

นักเรียนเลือกส่วนสำคัญโดยการแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือย่อ สถานการณ์หรือปัญหา นักเรียนได้ตัดข้อมูลที่จำเป็นออกและเหลือแต่ข้อมูลที่มีความจำเป็นเพื่อใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของตัวแปรทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์ การเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ และการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิด ร่วมกันระดมสมอง อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ภายในกลุ่มเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และส่งเสริมให้นักเรียนแปลงปัญหาในโลกจริงให้เป็นคณิตศาสตร์โดยจัดให้อยู่ในรูปตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยขั้นตอนนี้ผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญขั้นตอนหนึ่ง

ในการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดกิจกรรมนักเรียนจะต้องไม่เร่งรีบในชั้นตอนนี้ ให้นักเรียนได้ใช้เวลาในชั้นตอนนี้อย่างเหมาะสมไม่เร็วเกินไป ให้นักเรียนได้คิดอย่างรอบคอบ เพราะถ้านักเรียนดำเนินการในชั้นนี้ผิดพลาดในส่วนใดส่วนหนึ่งจะทำให้ชั้นกิจกรรมการเรียนรู้ถัดไปผิดพลาดไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Henry and McAuliffe (1994 อ้างถึงใน White, 2000) ที่กล่าวว่า การตั้งสมมติฐาน ระบุตัวแปร เป็นขั้นหนึ่งที่มีความสำคัญในกระบวนการนี้และไม่ควรดำเนินการอย่างเร่งรีบ ซึ่งในขั้นนี้ประกอบไปด้วยการคิดรายละเอียดของความสัมพันธ์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและจากนั้นพยายามที่จะลดความซับซ้อนหรือตัดแปลงรายละเอียดนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลบางอย่างที่เป็นเงื่อนไขเบื้องต้นของปัญหา

ขั้นที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นที่ 2 มาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาในขั้นที่ 3 โดยผู้สอนควรจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็น พิจารณาโต้แย้งเพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงแนวทางในการแก้ปัญหาและตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการ ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการแก้ปัญหาที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ โดยนักเรียนนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนเขียนให้อยู่ในรูปของอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ และใช้การคูณไขว้และแก้สมการเพื่อหาสัดส่วน และหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา หรือนักเรียนนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่หลากหลายแต่อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด เพื่อหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาได้อย่างอิสระ โดยผู้สอนจะต้องไม่ปิดกั้นความคิดของนักเรียนหรือกำหนดแนวทางขั้นตอนในการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ของนักเรียน และเมื่อนักเรียนที่ไม่สามารถดำเนินการได้ผู้สอนจะต้องให้คำแนะนำนักเรียนและใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเห็นถึงแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2558, หน้า 81) ที่กล่าวว่า การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แทนปัญหาและสถานการณ์ต่าง ๆ จะนำไปสู่การหาคำตอบเพื่อปัญหาได้ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อาจอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง กราฟ สมการ ความสัมพันธ์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น ประโยชน์การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งสามารถทำได้สะดวกและรวดเร็ว และสอดคล้องกับงานวิจัยของปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนได้คิดและเสนอความคิดของตนเองอย่างอิสระภายในกลุ่มแล้ว จะทำให้นักเรียนมีความกล้าที่จะแสดงความคิด ร่วมกันคิด จะทำให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาและมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับ รุ่งทิภา บุญมาโตน (2559) ที่กล่าวว่า นักเรียนเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจนและสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน ครูควรให้ความสนใจกับนักเรียนมากขึ้นเป็น

พิเศษนี้ด้วยถ้านักเรียนเกิดข้อสงสัยครูต้องคอยซักถามและกระตุ้นด้วย เพื่อสร้างให้นักเรียนได้เห็นแนวทางที่จะนำไปซึ่งคำตอบด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

นักเรียนวิเคราะห์กระบวนการดำเนินการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง ตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์พร้อมทั้งอธิบายและให้เหตุผลถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกกระบวนการหรือขั้นตอนนั้นเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ ดังนั้นผู้สอนควรเน้นไปที่การให้นักเรียนได้ร่วมกันระดมความคิด แสดงความคิดเห็นกัน และเน้นที่การอภิปรายกระบวนการของนักเรียน ให้นักเรียนออกมาแนะนำเสนอการได้มาซึ่งตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ โดยนักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ได้แย้งกันภายในชั้นเรียน ให้นักเรียนได้ใช้ความคิด วิเคราะห์ ตีความตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ และผู้สอนจะต้องออกมาแนะนำเสนอตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย แต่อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ให้นักเรียนได้เห็นถึงความหลากหลายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนรู้จักการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหา แนวคิดการแก้ปัญหา จนสามารถแสดงกระบวนการแก้ปัญหาได้ และคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องและสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ที่กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนจะนำไปใช้พัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานและการดำรงชีวิต

ขั้นที่ 5 ทำซ้ำ

การลงมือดำเนินการตามกระบวนการเดิมซ้ำอีกครั้งเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเห็นข้อผิดพลาด และยอมรับข้อผิดพลาดตลอดจนนำไปสู่การแก้ไขข้อผิดพลาดของตนเอง ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา ในระหว่าง การแก้ไขข้อผิดพลาดนักเรียนภายในกลุ่มมีส่วนสำคัญในการช่วยกันแก้ไขข้อผิดพลาด นักเรียนได้ระดมแนวคิด อภิปราย และโต้แย้งเกี่ยวกับข้อผิดพลาดและเสนอแนะแนวทางที่ถูกต้อง โดยผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางในการดำเนินการ และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้เห็นแนวทางการแก้ไข ซึ่งสอดคล้องกับสันสนีย์ เณรเทียน (2560) การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ควรเน้นการให้นักเรียนทำงานกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาคณะกรณการคิดโดยการใช้คำถามระดับสูง ผู้สอนคอยให้คำแนะนำจนนักเรียนสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จะช่วยส่งเสริมทักษะการคิดและการร่วมมือให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

นักเรียนได้พิจารณาถึงความสมเหตุสมผลของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ และอธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์ รวมไปถึงการนำความรู้ในเรื่องที่เรียนไปประยุกต์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ซึ่งทำให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ โดยการอธิบายความสมเหตุสมผลของสถานการณ์ปัญหา ผู้สอนจะต้องเน้นให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ที่หลากหลาย และในส่วนของกรยกตัวอย่างสถานการณ์ผู้สอนจะต้องยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียน และฝึกฝนให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ในเรื่องที่เรียนกับสถานการณ์ในชีวิตจริงที่มีความหลากหลาย และให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ และควรตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของการประยุกต์สถานการณ์นั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดจนนักเรียนนำความรู้ในเรื่องที่เรียนไปใช้ในชีวิตจริงที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับ พิชานิกา เพชรสังข์ (2557) ที่เสนอแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ต้องฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลายและต่อเนื่องผ่านการแลกเปลี่ยนความคิด พูดอธิบายชี้แจง เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสนในการสืบค้นคาดการณ์ ค้นหาวิธีการ พิสูจน์ สังเกตแบบรูป รวมถึงผู้สอนควรจัดบรรยากาศให้นักเรียนรู้สึกกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นในกรณีต่าง ๆ และสอดคล้อง Gilbert (2006) ที่กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการประยุกต์ความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องในสถานการณ์อื่น ๆ หรือการประยุกต์ที่ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน นักเรียนต้องสะท้อนคิดสิ่งที่ตนได้เรียนรู้ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างไร

2. ผลทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ประกอบด้วย 3 กระบวนการดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การคิด/แปลงปัญหา

นักเรียนพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ในกระบวนการการคิด/แปลงปัญหา จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ระบุปัญหา และขั้นที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร ซึ่งจากการทำใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการของนักเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยในช่วงของวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถดำเนินการในขั้นตอนทั้งสองขั้นนี้ได้ดีมากนัก แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นตามลำดับ และจากการทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ในส่วนของคำถามในข้อที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับกระบวนการการคิด/แปลงปัญหา โดยทั้ง 3 สถานการณ์นักเรียนมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นตามลำดับ และอยู่ในระดับดีเยี่ยม

เช่นเดียวกัน กล่าวคือ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา เชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาได้เป็นอย่างดี นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ พร้อมทั้งเลือกส่วนสำคัญที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ อีกทั้งนักเรียนยังสามารถแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือย่อยสถานการณ์หรือปัญหา โดยแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่สัมพันธ์ พร้อมทั้งระบุตัวแปร จากนั้นเขียนเป็นอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยในการจัดกิจกรรมนักเรียนจะร่วมกันระดมความคิด อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ทำให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นทีม และการทำงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับ ชนนคันธ์วาทร์ (2562) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นตัวช่วยเสริมให้นักเรียนให้สามารถพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ โดยเฉพาะกระบวนการย่อยการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี รวมถึงการระบุประเด็นปัญหาและการสร้างตัวแปร สมมติฐาน ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ

2.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

นักเรียนพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ในกระบวนการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยจากการทำใบกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการนักเรียนมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม และกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นอีกครั้งในขั้นที่ 5 ทำซ้ำ โดยเป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหารวมถึงผลลัพธ์ ซึ่งเมื่อนักเรียนเจอข้อผิดพลาดนักเรียนจะดำเนินการแก้ไขเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ โดยขั้นที่ 5 จะเป็นขั้นที่คอยแก้ไขข้อผิดพลาดจากขั้นที่ 3 ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 การดำเนินการในขั้นที่ 5 นักเรียนจะแก้ไขข้อผิดพลาดค่อนข้างเยอะ แต่เมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เมื่อนักเรียนดำเนินการในขั้นตอนที่ 3 ถูกต้องแล้ว จึงทำให้ในขั้นที่ 5 นักเรียนมีการแก้ไขข้อผิดพลาดที่ค่อนข้างน้อย และจากการทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ในส่วนของคำถามข้อที่ 4 ซึ่งเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ทั้ง 3 สถานการณ์ นักเรียนมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นตามลำดับ และอยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยการดำเนินการผู้วิจัยให้นักเรียนได้เลือกใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมไม่ปิดกั้นโดยเลือกวิธีการแก้ปัญหให้กับนักเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการแก้ปัญหอย่างเหมาะสมและดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

ดี ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน เช่น สถานการณ์เกี่ยวกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 สถานการณ์ซีรีส์ดังใน Netflix สถานการณ์อาชีพต่าง ๆ สถานการณ์ในโรงเรียน เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Dickinson et al. (2010) ที่กล่าวว่า การนำแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนและพัฒนาความรู้เนื้อหาวิชาแก่นักเรียน และสอดคล้องกับ กุลธิดา ปลื้มปิติวิริยะเวช (2559) ที่กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยนำเอาสถานการณ์ในชีวิตจริงและความรู้ทางคณิตศาสตร์มาบูรณาการเพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามที่วางไว้ สามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาในทิศทางที่ดีขึ้น

2.3 การตีความ และประเมินผลลัพธ์

นักเรียนพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ในกระบวนการตีความ และประเมินผลลัพธ์ ซึ่งกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ และชั้นที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยจากการทำใบกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการนักเรียนมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม และจากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน กระบวนการการตีความ และประเมินผลลัพธ์ จะอยู่ในส่วนของคำถามข้อที่ 5 และ 6 โดยกระบวนการตีความ และประเมินผลลัพธ์เป็นกระบวนการที่นักเรียนมีพัฒนาการน้อยที่สุดถึง เนื่องมาจากเป็นกระบวนการที่นักเรียนไม่เห็นความสำคัญและนักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์ได้อย่างชัดเจน โดยนักเรียนจะอธิบายเพียงสั้น ๆ แต่ถึงแม้ว่าจำนวนนักเรียนจะเพิ่มขึ้นในแต่ละสถานการณ์ค่อนข้างน้อยแต่แนวโน้มของจำนวนนักเรียนในทั้งสามสถานการณ์มีจำนวนเพิ่มขึ้น และอยู่ที่ระดับดีเยี่ยม โดยขณะจัดนักเรียนร่วมกันระดมความคิด แสดงความคิดเห็น และโต้แย้งกัน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนสามารถตีความผลลัพธ์กลับสู่ชีวิตจริง พร้อมทั้งสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลได้ และยังพบว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและนำความรู้ในเรื่องที่เรียนไปประยุกต์กับชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ชนน คันธาวัตร (2561) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์กระบวนการตีความ และประเมินผลลัพธ์ เป็นกระบวนการที่นักเรียนพัฒนาได้น้อย แต่มีแนวโน้มไปในทางที่ดีขึ้น เนื่องด้วยข้อมูลจากใบกิจกรรมนักเรียนไม่เขียนบันทึกอย่างละเอียดเพียงพอ และสอดคล้องกับ กมลกานต์ ศรีธิ, วรินทร์ สุภาพ และ รัชฎา วิริยะพงศ์ (2561) ที่กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ในการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อค้นพบข้อสรุป ทำให้นักเรียนสามารถบอกความสมเหตุสมผล

ของผลลัพธ์ได้ หรือสามารถบอกความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหาได้ หรือนักเรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทของปัญหาได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นให้กับผู้เรียนได้มีกระบวนการในการสร้าง ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น ครูควรเลือกสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน มีความแปลกใหม่น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริงกับการเรียนรู้ได้ และนักเรียนมองว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ใกล้ตัว

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูควรมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยควรใช้คำถามกระตุ้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย และอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ชั้นวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ ครูควรสร้างกิจกรรมเพิ่มเติม เช่น จากที่ให้นักเรียนอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์โดยเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรมเลย ซึ่งวิธีการนี้นักเรียนภายในกลุ่มจะไม่สามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้ครบถ้วนและเป็นการอธิบายที่สั้น ๆ ไม่เห็นความหลากหลาย โดยเปลี่ยนให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มเขียนอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ลงในกระดาษของตนเองก่อน จากนั้นนำกระดาษของทุกคนมารวมกัน และนักเรียนได้ร่วมกันระดมแนวคิด อภิปราย แสดงความคิดเห็นและโต้แย้งถึงคำตอบของนักเรียนแต่ละคน จากนั้นรวบรวมคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาและเขียนลงในใบกิจกรรม เพื่อให้การอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ของนักเรียนมีความหลากหลาย สอดคล้องและครบถ้วนมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ผู้วิจัยควรศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมหรือพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการเชื่อมโยง เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นการเน้นการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง ผ่านการสร้างเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ถือเป็นเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง และการอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์

2.2 ผู้วิจัยควรศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับสื่อเทคนิคอื่น ๆ ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการตีความ การประยุกต์ใช้และการ

ประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากถึงแม้ว่านักเรียนมีพัฒนาการตามกระบวนการนี้เพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่จำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นค่อนข้างน้อย เพราะการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ถือว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญและเป็นทักษะของการเรียนรู้คณิตศาสตร์



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กมลกานต์ ศรีธิ, วรินทร์ สุภาพ และรัชฎา วิริยะพงศ์. (2561). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการและการวิจัยสังคมศาสตร์*, 13(37), 105-118.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กุลนิดา ปลื้มปิติวิริยะเวช. (2562). การพัฒนาการเรียนการสอนตามแนวคิดการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(4), 86-107.
- ชนน คันธาวัตร์. (2561). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้คณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- เทพสุดา เกตุทอง. (2551). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจังหวัดลพบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ)*. สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทพสุดา ลงกุล. (2554). *การวิเคราะห์พระดั่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดศรีสะเกษ*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นุชิตา ตันหา. (2562). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- พีชานิกา เพชรสังข์. (2557). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 9(3), 16-30.
- พงศกร วังศิลา, วรินทร์ สุภาพ และจักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม. (2561). การศึกษาการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 22(3), 150-163.
- ไพศาล วรคำ. (2552). *การวิจัยทางการศึกษา*. กอสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2556). *วิจัยเชิงคุณภาพทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุ่งทิพา บุญมาโดน. (2559). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร
- วารุณี พิมพ์วงศ์ทอง. (2558). *ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการใช้คำถามตามรูปแบบของบลูมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ .
- วิจารณ์ พานิช. (2556). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2555). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด*. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- ศันสนีย์ เณรเทียร. (2560). *การเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านปัญหาในชีวิตจริงที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์*. *วารสารครุศาสตร์*, 45(2), 238-253.
- สกล ตั้งเก้าสกุล. (2560). *การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์*. สืบค้น 25 สิงหาคม 2563, จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/mathematical-literacy/>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับ PISA*. สืบค้น 1 กันยายน 2563, จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *PISA2022 โปรแกรมการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล Programme for International Student Assessment*. สืบค้น 28 สิงหาคม 2563, จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/infographics-pisa-2022/>.
- สุชาติ ปัทมวิภาต. (2557). การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2015. *นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 42(188), 35-39.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2560). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารีญา บัวทา. (2560). ผลการใช้ตัวแทนทางความคิดและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับแนวทางการสอนแนะให้รู้คิดเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 11(2), 59-62.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Blum, W. (2011). *Can modeling be taught and learnt Some answers from empirical-research Trends in teaching and learning of mathematical modeling*, 15-30: n.p.
- Bliss, K.M., Fowler, K.R., & Galluzo, B.J. (2014). *Math Modeling Getting Started & Getting Solutions*: SIAM Philadelphia, PA.
- Dickinson, P., Eade, F., Gough, S., & Hough, S. (2010). *Using realistic mathematics education with low to middle attaining pupils in secondary schools. Proceedings of the British Congress for Mathematics Education*, 5(1), (pp. 34-46). https://www.researchgate.net/profile/Frank_Eade/publication/266487229_Using_Realistic_Mathematics_Education_with_low_to_middle_attaining_pupils_in_secondary_schools/links/54b7bdb70cf2bd04be33c4e0.pdf.

- Edwards, D. & Hamson, M. (1989). *Guide to mathematics modeling*. London: Macmillan Education.
- GAIMME. (2016). *Guidelines for Assessment & Instruction in Mathematical Modeling Education*. 7th and 8th Grade Math Teacher Cortez K-8 Math and Science Magnet School Pomona Unified School District, CA.
- Gillbert, J.K. (2006). On feature of adaptive lesson Study in Thailand: Designing learning unit. *Jornal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 34(1), 47-66.
- Hodgson, T. (1995). *Secondary mathematics modeling: Issues and challenges*. *School Science and Mathematics*, 95(7), 351-358.
- Kammis, A., & Mc Taggart, R. (1998). *The Action Research Planer (3rd ed)*. Victoria: Dekin University.
- Karen, B., Jessica, L., Rachel, L., Rose, M.Z., Ben, G., Mike, L., & Montgomery, M. (2016). *Guidelines for assessment & instruction in mathematical modeling education*. Philadelphia: Consortium for Mathematics and Its Applications, & Society for Industrial And Applications Mathematics.
- Kim, S.H., & Kim, S. (2010). *The effects of mathematical modeling on creative production ability and self-directed learning attitude*. *Asia Pacific Education-Review*, 11(2), 109-120.
- Leong, K.E. (2013). *Mathematics modeling in the Malaysian Secondary Curriculum*. Browser Download This Paper.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and Standards for school mathematics (Vol. 1)*: National Council of Teachers of Mathematics.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD Publishing
- Ulu, M. (2017). Examining the Mathematical Modeling Processes of Primary School 4th-Grade Students: Shopping Problem. *Universal Journal of Educational Research*, 5(4), 561-580.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
นางภิรัญญา ขาวพราย
ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนตะพานหิน จังหวัดพิจิตร

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิง
คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน

ตาราง 17 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบ
เชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน

| รายการประเมิน | ระดับความคิดเห็น | | | ผลการประเมิน | | |
|------------------------------------------------------------|------------------|--------|--------|--------------|------|----------------------|
| | แผนที่ | แผนที่ | แผนที่ | \bar{X} | S.D. | ระดับความ เหมาะสม |
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1. สาระสำคัญ | | | | | | |
| 1.1 กระชับ ครอบคลุม สอดคล้องตามตัวชี้วัด ของหลักสูตร | 5.00 | 4.67 | 4.67 | 4.78 | 0.19 | มากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ย | | | | 4.78 | 0.19 | มากที่สุด |
| 2. จุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | |
| 2.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด | 4.67 | 5.00 | 5.00 | 4.89 | 0.19 | มากที่สุด |
| 2.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ | 4.67 | 5.00 | 5.00 | 4.89 | 0.19 | มากที่สุด |
| 2.3 ครอบคลุมด้านความรู้ | 4.67 | 5.00 | 5.00 | 4.89 | 0.19 | มากที่สุด |
| 2.4 ครอบคลุมด้านทักษะและ กระบวนการ | 4.33 | 4.33 | 4.67 | 4.44 | 0.20 | มาก |
| 2.5 ครอบคลุมด้าน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ | 4.33 | 4.00 | 4.33 | 4.22 | 0.19 | มาก |
| 2.6 ครอบคลุมความฉลาดรู้ ด้านคณิตศาสตร์ | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.00 | มาก |
| ค่าเฉลี่ย | | | | 4.65 | 0.16 | มากที่สุด |

ตาราง 18 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ระดับความคิดเห็น | | | ผลการประเมิน | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|-------------|--------------|------|----------------------|
| | แผนที่ 1 | แผนที่ 2 | แผนที่ 3 | \bar{X} | S.D. | ระดับความ เหมาะสม |
| 3. สารระการเรียนรู้ | | | | | | |
| 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ | 4.67 | 4.33 | 4.33 | 4.44 | 0.20 | มาก |
| 3.2 ถูกต้องการสอดคล้องตาม หลักวิชาการ | 4.67 | 4.33 | 4.33 | 4.44 | 0.20 | มาก |
| ค่าเฉลี่ย | | | | 4.44 | 0.20 | มาก |
| 4. กิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | | |
| 4.1 กิจกรรมสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4.2 กิจกรรมมีขั้นตอน สอดคล้องกับการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์ | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4.3 ส่งเสริมให้นักเรียนมีความ ฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 4.67 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4.4 กิจกรรมเปิดโอกาสให้ ผู้เรียนมีส่วนร่วม | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.00 | มาก |
| 4.5 กิจกรรมมีความเหมาะสม กับเวลา | 4.33 | 4.33 | 4.67 | 4.44 | 0.20 | มาก |
| 4.6 ภาระงานเหมาะสมกับ ผู้เรียน | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.00 | มาก |
| 4.7 กิจกรรมการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับวัยของ นักเรียน | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.00 | มาก |
| ค่าเฉลี่ย | | | | 4.49 | 0.03 | มากที่สุด |

ตาราง 18 (ต่อ)

| รายการประเมิน | ระดับความคิดเห็น | | | ผลการประเมิน | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|-------------|--------------|------|----------------------|
| | แผนที่ 1 | แผนที่ 2 | แผนที่ 3 | \bar{X} | S.D. | ระดับความ เหมาะสม |
| 5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ | | | | | | |
| 5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ | 4.67 | 4.33 | 4.67 | 4.56 | 0.20 | มากที่สุด |
| 5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้ | 4.33 | 4.33 | 4.67 | 4.44 | 0.20 | มาก |
| 5.3 สื่อที่ใช้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับการพัฒนา ฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ | 4.33 | 4.33 | 4.67 | 4.44 | 0.20 | มาก |
| 5.4 ภาพ ตัวอย่าง หรือเกมมี ความชัดเจน เข้าใจได้ง่าย | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 0.00 | มาก |
| ค่าเฉลี่ย | | | | 4.36 | 0.15 | มาก |
| 6. การวัดและประเมินผล | | | | | | |
| 6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.00 | มาก |
| 6.2 สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้ | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.00 | มาก |
| 6.3 ใช้เครื่องมือวัดและ ประเมินผลได้เหมาะสม | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 4.33 | 0.00 | มาก |
| 6.4 สอดคล้องกับเกณฑ์การ ประเมิน | 4.33 | 4.33 | 4.67 | 4.44 | 0.20 | มาก |
| ค่าเฉลี่ย | | | | 4.36 | 0.03 | มาก |
| ค่าเฉลี่ยของทุกด้าน | | | | 4.49 | 0.12 | มาก |

ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วน ฉบับนี้ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

| | |
|-------------------|------------------|
| เหมาะสมมากที่สุด | ให้คะแนน 5 คะแนน |
| เหมาะสมมาก | ให้คะแนน 4 คะแนน |
| เหมาะสมปานกลาง | ให้คะแนน 3 คะแนน |
| เหมาะสมน้อย | ให้คะแนน 2 คะแนน |
| เหมาะสมน้อยที่สุด | ให้คะแนน 1 คะแนน |

| ข้อที่ | รายการประเมิน | ระดับคะแนน | | | | | ข้อเสนอแนะ |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|---|---|---|---|------------|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| 1 | สาระสำคัญ 1.1 กระชับ ครอบคลุม สอดคล้องตามตัวชี้วัด ของหลักสูตร | | | | | | |
| 2. | จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด | | | | | | |
| | 2.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ | | | | | | |
| | 2.3 ครอบคลุมด้านความรู้ | | | | | | |
| | 2.4 ครอบคลุมด้านทักษะและกระบวนการ | | | | | | |
| | 2.5 ครอบคลุมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | | | | | | |
| | 2.6 ครอบคลุมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ | | | | | | |
| 3. | สาระการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | |

| ข้อที่ | รายการประเมิน | ระดับคะแนน | | | | | ข้อเสนอแนะ |
|--------|----------------------------------------------------------------------------|------------|---|---|---|---|------------|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| | 3.2 ถูกต้องการสอดคล้องตามหลักวิชาการ | | | | | | |
| 4. | กิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | | |
| | 4.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | | | | | | |
| | 4.2 กิจกรรมมีขั้นตอนสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ | | | | | | |
| | 4.3 ส่งเสริมให้นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ | | | | | | |
| | 4.4 กิจกรรมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม | | | | | | |
| | 4.5 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา | | | | | | |
| | 4.6 ภาระงานเหมาะสมกับผู้เรียน | | | | | | |
| | 4.7 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน | | | | | | |
| 5. | สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ | | | | | | |
| | 5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ | | | | | | |
| | 5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ | | | | | | |
| | 5.3 สื่อที่ใช้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับการพัฒนาฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ | | | | | | |
| | 5.4 ภาพ ตัวอย่าง หรือเกมมีความชัดเจน เข้าใจได้ง่าย | | | | | | |
| 6. | การวัดและประเมินผล | | | | | | |
| | 6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ | | | | | | |
| | 6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ | | | | | | |
| | 6.3 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้เหมาะสม | | | | | | |
| | 6.4 สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน | | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

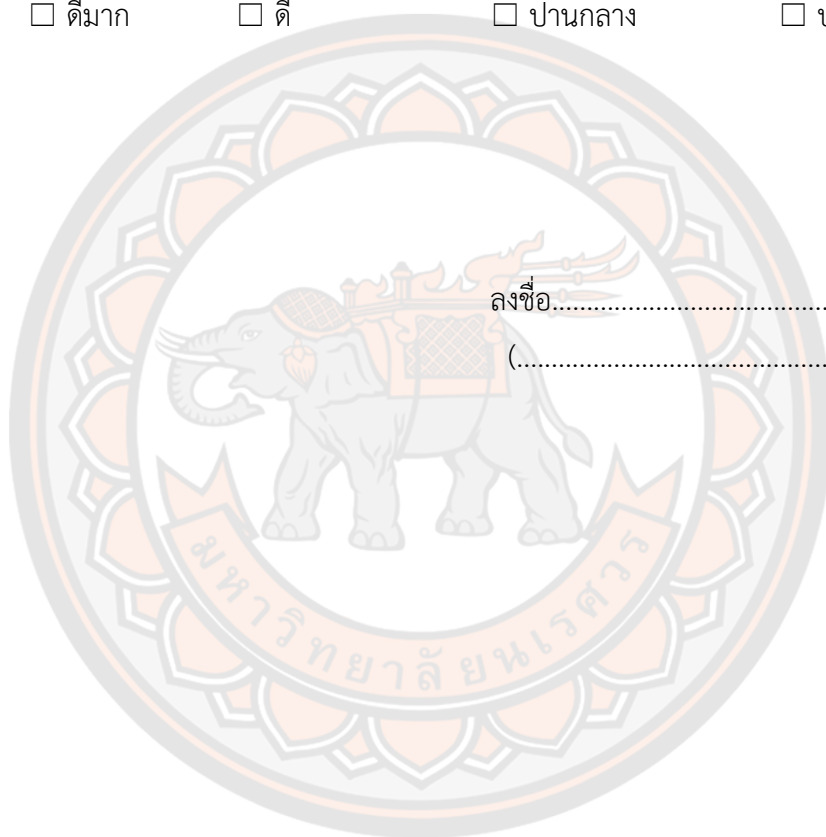
โดยภาพรวมคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง



ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้
ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน

ตาราง 18 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้าน
คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน

| ที่ | ชื่อสถานการณ์ | ข้อสอบ ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | รวม | ค่า IOC | สรุปผล |
|-----|---------------------------|------------------|----------------------------|---------|---------|-----|------------|----------|
| | | | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| 1 | ขนมตัดโดนา หรือทัลโกนา | 1 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 2 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 3 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 4 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 5 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 6 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 2 | นักลงทุน | 1 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 2 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 3 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 4 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 5 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 6 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 3 | ร้านค้าขาย ของขวัญ | 1 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 2 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 3 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 4 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 5 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |
| | | 6 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1.00 | สอดคล้อง |

ค่า IOC มากกว่า 0.6 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง
อัตราส่วน มีความตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้

**ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้
กับข้อคำถามในแบบทดสอบวัดผลความรู้ด้านคณิตศาสตร์
เรื่องอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ**

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามในแบบทดสอบวัดผลความรู้ด้านคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน

2. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามในแบบประเมินแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามในแบบทดสอบวัดผลความรู้ด้านคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนแบ่งตามระดับค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง” ดังนี้

+1 คือ ถ้าเห็นด้วยว่าแบบทดสอบวัดความรู้ด้านคณิตศาสตร์สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 คือ ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดความรู้ด้านคณิตศาสตร์สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 คือ ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบทดสอบวัดความรู้ด้านคณิตศาสตร์สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม หากมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม กรุณาเขียนลงในช่องว่างที่กำหนด

* * * * ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ในความกรุณาของท่าน * * * *

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ
วัดผลความรู้ด้านคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน

สถานการณ์ที่ 1 ขนมดัลโดนา หรือทัลโกนา

เกินด้านจริง ๆ สำหรับ “ดัลโดนา หรือ ทัลโกนา” (Dalgona Candy) ขนมหวานพื้นบ้านที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวของประเทศเกาหลี ที่กลายเป็นด่านสำคัญในซีรีส์เกมเติมพันชีวิตเรื่องฮิตอย่าง “Squid Game” ที่ฉายใน Netflix โดยในเกมนี้ผู้บนขนมชิ้นนี้ให้ออกมาสมบูรณ์ ด้วยความสนุกสนานของเกมนี้จึงกลายมาเป็น Challenge สุดท้าทายที่แฟน ๆ ซีรีย้นำมาทำเลียนแบบจนกลายเป็นไวรัลทั่วโลกออนไลน์ ซึ่งวิธีในการทำ “ดัลโดนา หรือ ทัลโกนา” (Dalgona Candy) ใช้วัตถุดิบเพียง 2 อย่างเท่านั้น โดยมีส่วนผสม คือ น้ำตาลทรายขาวหรือน้ำตาลทรายแดง 6 ช้อนโต๊ะ และเบกกิ้งโซดาครึ่งช้อนชา โดยส่วนผสมในอัตราส่วนนี้จะสามารถทำขนมได้ 2 ชิ้น



ถ้าต้องการทำ “ดัลโดนา หรือ ทัลโกนา” (Dalgona Candy) จำนวน 45 ชิ้น เพื่อให้นักเรียนในชั้นเรียน 44 คน รวมถึงครู 1 คน ได้ Challenge เกมนี้ ดังนั้น จะต้องใช้ส่วนผสมของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดอย่างละเท่าใด

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อความถาม | คะแนนการ | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------|----|
| | | พิจารณาความ | ข้อ | |
| | | สอดคล้อง | เสนอแนะ | |
| | | +1 | 0 | -1 |
| - ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการจากสถานการณ์ปัญหา | ข้อที่ 1 ส่วนสำคัญจากสถานการณ์คืออะไรบ้าง (การคิด/แปลงปัญหา) ข้อที่ 2 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร หรือปัญหาจาก | | | |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อคำถาม | คะแนนการ | | | ข้อ เสนอแนะ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|----------------|
| | | พิจารณาความ | | | |
| | | สอดคล้อง | | | |
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปร่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์ เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น คือ นักเรียนสามารถเลือกส่วนที่เป็นสิ่งสำคัญจากสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา | สถานการณ์นี้คืออะไร (การคิด/แปลงปัญหา) | | | | |
| - ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทน คือ นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือต่างหน่วยกัน | ข้อที่ 3 ให้นักเรียนเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์และอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์เช่นนั้น (การคิด/แปลงปัญหา) | | | | |
| - ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญหรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกสิ่ง | | | | | |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อความ | คะแนนการ | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------|----|
| | | พิจารณาความ | | |
| | | ข้อ | เสนอแนะ | |
| | | สอดคล้อง | | |
| | | +1 | 0 | -1 |
| สำคัญนั้นจากสถานการณ์มาใช้ ในการแก้ปัญหา และเพราะ เหตุใดจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้น เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ | | | | |
| - คิดและนำกลยุทธ์ในการหา วิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไป ใช้ คือ นักเรียนสามารถเลือก วิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์ โดยนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์ มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มี ความสัมพันธ์กันหรือเรียกว่าตัว แบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก้ อัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการ คูณ และหลักการหาร แผนภาพ บาร์โมเดล - นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และ โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ ในการแก้ปัญหา คือ นักเรียน สามารถดำเนินการตาม กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาผลลัพธ์ | ข้อที่ 4 ให้นักเรียนดำเนินการ ตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนำมาจัดเป็นรูปแบบเชิง คณิตศาสตร์ และดำเนินการ แก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ (การใช้ หลักการ และกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา) | | | |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อคำถาม | คะแนนการ | | | ข้อเสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|----|------------|
| | | พิจารณาความ | | | |
| | | สอดคล้อง | 0 | -1 | |
| - ให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือ นักเรียนสามารถให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้กระบวนการหรือขั้นตอนดังกล่าวในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ | ข้อที่ 5 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงใช้วิธีการดังกล่าวในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ (การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา) | | | | |
| - ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายผลลัพธ์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงและนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง | ข้อที่ 6 นักเรียนคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ จงอธิบาย พร้อมให้เหตุผลประกอบ (การตีความ และประเมินผลลัพธ์) | | | | |
| - ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริงคือ นักเรียนสามารถอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหา และความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ | | | | | |
| - อธิบายและให้เหตุผลว่า เหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทาง | | | | | |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อคำถาม | คะแนนการ | | | ข้อ เสนอแนะ |
|----------------------------------------------------------------|----------|-------------------------|---|----|----------------|
| | | พิจารณาความ สอดคล้อง | | | |
| | | +1 | 0 | -1 | |
| คณิตศาสตร์ จินตสมเหตุผล หรือไม่สมเหตุผลกับบริบท ของปัญหา | | | | | |

สถานการณ์ที่ 2 นักลงทุน

การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส โควโรนา 2019 ที่ทำให้เกิดโรคโควิด 19 ทำให้มีจำนวนประชาชนจำนวนมากต้องตกงานและกลายเป็นบุคคลว่างงาน แต่ก็มีประชาชนบางคนที่พลิกวิกฤตให้เป็นโอกาส โดยเห็นช่องทางการทำธุรกิจต่าง ๆ มากมาย ซึ่งหน้ากากอนามัยเป็นสินค้าชนิดหนึ่ง ที่ช่วยป้องกันเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ได้ และมีนักลงทุนจำนวนไม่น้อยที่เห็นช่องทางการทำธุรกิจจากหน้ากากอนามัยนี้



ต้นกล้าและแก้วได้ตกลงร่วมกันในการทำธุรกิจขายหน้ากากอนามัย โดยตกลงที่จะแบ่งส่วนกำไรตามจำนวนเงินที่ลงทุน ถ้าต้นกล้าลงทุน 20,000 บาท และได้รับส่วนแบ่งกำไร 2,200 บาท อยากทราบว่าแก้วจะได้ส่วนแบ่งกำไรจำนวนกี่บาท เมื่อแก้วลงทุนทำธุรกิจ 45,000 บาท

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อคำถาม | คะแนนการ | | | ข้อ เสนอแนะ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------|---|----|----------------|
| | | พิจารณาความ สอดคล้อง | | | |
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ ของปัญหาในชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ | ข้อที่ 1 ส่วนสำคัญจาก สถานการณ์คืออะไรบ้าง (การคิด/แปลงปัญหา) | | | | |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อคำถาม | คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง | | | ข้อเสนอแนะ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---|----|------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการจากสถานการณ์ปัญหา - ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปร่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์ เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น คือ นักเรียนสามารถเลือกส่วนที่เป็นสิ่งสำคัญจากสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา | ข้อที่ 2 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร หรือปัญหาจากสถานการณ์นี้คืออะไร (การคิด/แปลงปัญหา) | | | | |
| - ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ หรือการแสดงแทน คือ นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือต่างหน่วยกัน - ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริง คือ | ข้อที่ 3 ให้นักเรียนกำหนดตัวแปรจากสถานการณ์ปัญหาพร้อมทั้งเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์และอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงกำหนดตัวแปรและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์เช่นนั้น(การคิด/แปลงปัญหา) | | | | |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อคำถาม | คะแนนการ | | | ข้อ เสนอแนะ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---|----|----------------|
| | | พิจารณาความ สอดคล้อง | | | |
| | | +1 | 0 | -1 | |
| นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผล ว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกสิ่ง สำคัญนั้นจากสถานการณ์มาใช้ ในการแก้ปัญหา และเพราะ เหตุใดจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้น เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ | | | | | |
| - คิดและนำกลยุทธ์ในการหา วิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไป ใช้ คือ นักเรียนสามารถเลือก วิธีการแก้ปัญหาย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์ โดยนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์ มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มี ความสัมพันธ์กันหรือเรียกว่าตัว แบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ อัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการ คูณ และหลักการหาร สมการ สัดส่วน | ข้อที่ 4 ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ กำหนดไว้ในข้อที่ 3 มาดำเนินการ ตามกระบวนการคณิตศาสตร์ โดยนำตัวแปรที่ได้มาจัดทำเป็น ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และ ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหา ผลลัพธ์ (การใช้หลักการ และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ใน การแก้ปัญหา) | | | | |
| - นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และ โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ ในการแก้ปัญหา คือ นักเรียน สามารถดำเนินการตาม กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาผลลัพธ์ | | | | | |




| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อคำถาม | คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง | | | ข้อเสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---|----|------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - ให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือ นักเรียนสามารถให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้กระบวนการหรือขั้นตอนดังกล่าวในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ | ข้อที่ 5 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงใช้วิธีการดังกล่าวในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ (การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา) | | | | |
| - ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายผลลัพธ์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง และนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง | ข้อที่ 6 นักเรียนคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ จงอธิบาย พร้อมให้เหตุผลประกอบ (การตีความ และประเมินผลลัพธ์) | | | | |
| - ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริงคือ นักเรียนสามารถอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหา และความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ | | | | | |
| - อธิบายและให้เหตุผลว่า เหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทาง | | | | | |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อคำถาม | คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง | | | ข้อเสนอแนะ |
|-----------------------|----------|-----------------------------|---|----|------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |

คณิตศาสตร์ จินตสมเหตุผล
หรือไม่สมเหตุผลกับบริบท
ของปัญหา

สถานการณ์ที่ 3 ร้านค้าขายของขวัญ

วันที่ 1 มกราคม เป็นวันขึ้นปีใหม่ ทางโรงเรียนจึงจัดกิจกรรมให้นักเรียนทุกคนในโรงเรียนจับฉลากแลกของขวัญกัน สุดาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนแห่งนี้ ซึ่งเขาต้องการซื้อของขวัญเพื่อนำมาจับฉลาก โดยทางร้านจัดโปรโมชั่นลดราคาสินค้าช่วงวันปีใหม่ โปรโมชั่นที่ 1 เมื่อซื้อสินค้า 2 ชิ้น จะลดราคาทันที 20% เมื่อสุดาเลือกดูของขวัญภายในร้านปรากฏว่าสุดาถูกใจของขวัญทั้งหมด 3 ชิ้น ดังนี้

| ของขวัญ | ราคา |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|  กระปุกออมสิน | 130 บาท |
|  กระเป๋าสะพาย | 250 บาท |
|  ตุ๊กตาทมิ | 390 บาท |

ถ้าทางร้านจัดโปรโมชั่นลดราคาสินค้าช่วงวันปีใหม่เพิ่มเติม เป็นโปรโมชั่นที่ 2 ดังนี้

โปรโมชั่น 1 ดาว เมื่อซื้อสินค้ารวม 200 – 300 บาท แถมฟรี กระเป๋าสตางค์มูลค่า 39 บาท

โปรโมชั่น 2 ดาวเมื่อซื้อสินค้ารวม 301 – 400 บาท แถมฟรี ชุดเครื่องเขียนมูลค่า 55 บาท

โปรโมชั่น 3 ดาวเมื่อซื้อสินค้าตั้งแต่ 401 บาทขึ้นไป แถมฟรี สีไม้ 1 กล่องมูลค่า 85 บาท

เนื่องจากทางร้านจัดโปรโมชั่นลดราคาสินค้าช่วงวันปีใหม่ เมื่อซื้อสินค้า 2 ชั้น จะลดราคาทันที 20% ดังนั้น สุดาจึงตัดสินใจเลือกสินค้าเพื่อนำไปจับฉลากจำนวน 2 ชั้น ถ้าสุดามีงบประมาณในการซื้อของขวัญอยู่ 495 บาท สุดาจะสามารถซื้อของขวัญชิ้นใดได้บ้าง และสุดาจะเลือกซื้อของขวัญเพื่อไปจับฉลากชิ้นใดกับชิ้นใดเพื่อให้คุ้มค่าที่สุด และเพราะเหตุใด

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อความถาม | คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง | | | ข้อเสนอแนะ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---|----|------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง คือนักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการจากสถานการณ์ปัญหา | ข้อที่ 1 ส่วนสำคัญจากสถานการณ์คืออะไรบ้าง (การคิด/แปลงปัญหา) | | | | |
| - ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์ เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น คือนักเรียนสามารถเลือกส่วนที่เป็นสิ่งสำคัญจากสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา | ข้อที่ 2 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร หรือปัญหาจากสถานการณ์นี้คืออะไร (การคิด/แปลงปัญหา) | | | | |
| - ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของ | ข้อที่ 3 ให้นักเรียนกำหนดตัวแปรจากสถานการณ์ปัญหาพร้อมทั้ง | | | | |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อคำถาม | คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง | | | ข้อเสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---|----|------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| <p>การนำเสนอทางคณิตศาสตร์ หรือการแสดงแทน คือ นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปร เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและ เขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่ง อาจมีหน่วยเดียวกันหรือต่าง หน่วยกัน</p> <p>- ให้เหตุผลสำหรับการระบุ ประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบ ต่าง ๆ และสำหรับการแสดง แทนสถานการณ์ในโลกจริง คือ นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผล ว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกสิ่ง สำคัญนั้นจากสถานการณ์มาใช้ ในการแก้ปัญหา และเพราะ เหตุใดจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้น เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์</p> | <p>เขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ และอธิบายเหตุผลว่า เพราะเหตุใดนักเรียนจึงกำหนด ตัวแปรและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์เช่นนั้น (การคิด/ แปลงปัญหา)</p> | | | | |
| <p>- คิดและนำกลยุทธ์ในการหา วิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไป ใช้ คือ นักเรียนสามารถเลือก วิธีการแก้ปัญหอย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์</p> | <p>ข้อที่ 4 ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ กำหนดไว้ในข้อที่ 3 มา ดำเนินการตามกระบวนการ คณิตศาสตร์โดยนำตัวแปรที่ได้มา จัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์</p> | | | | |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อความ | คะแนนการ | | | ข้อ เสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---|----|----------------|
| | | พิจารณาความ สอดคล้อง | | | |
| | | +1 | 0 | -1 | |
| <p>โดยนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์ มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันหรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ อัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการคูณ และหลักการหาร สมการ สัดส่วน ร้อยละ</p> <p>- นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และ โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา คือ นักเรียน สามารถดำเนินการตาม กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาผลลัพธ์</p> | <p>และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ (การใช้หลักการ และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา)</p> | | | | |
| <p>- ให้เหตุผลสำหรับกระบวนการ และขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือ นักเรียน สามารถให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกใช้กระบวนการหรือขั้นตอนดังกล่าวในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์</p> | <p>ข้อที่ 5 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงใช้วิธีการดังกล่าวในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ (การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา)</p> | | | | |
| <p>- ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง คือ นักเรียน สามารถอธิบายผลลัพธ์กลับ</p> | <p>ข้อที่ 6 นักเรียนคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้ มีความสมเหตุสมผลกับ สถานการณ์ปัญหาหรือไม่ จง อธิบาย</p> | | | | |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อความ | คะแนนการ | | | ข้อเสนอแนะ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------|----------|----|------------|
| | | พิจารณาความ | สอดคล้อง | | |
| | | +1 | 0 | -1 | |
| <p>ไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง และนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง</p> <p>- ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริงคือ นักเรียนสามารถอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหา และความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์</p> <p>- อธิบายและให้เหตุผลว่า เหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหา</p> | พร้อมให้เหตุผลประกอบ (การตีความ และประเมินผลลัพธ์) | | | | |

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวมคุณภาพระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามในแบบทดสอบวัดผลความรู้
ด้านคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน อยู่ในระดับ

ดีมาก ดี ปานกลาง ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน



ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
3. ใบกิจกรรม
4. แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 อัตราส่วน

เรื่อง สัดส่วน

ครูผู้สอน นางสาวเบญจรัตน์ ขวัญคง

เวลา 3 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

ค1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการสมบัติของการดำเนินการ

ตัวชี้วัด

ม.1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

สาระสำคัญ

สัดส่วน คือ ประโยคที่แสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

1.1 นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสัดส่วนได้

2. ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.1 นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ จากสถานการณ์

ปัญหา

2.2 นักเรียนสามารถเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

2.3 นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและเขียนอัตราส่วนแสดง

ความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือต่างหน่วยกัน

2.4 นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกส่วนสำคัญนั้นจากสถานการณ์มาใช้ในการแก้ปัญหา และเพราะเหตุใดจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์

2.5 นักเรียนสามารถเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์ โดยนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันหรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ อัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการคูณ และหลักการหาร สมการ สัดส่วน

2.6 นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์

2.7 นักเรียนสามารถให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกใช้กระบวนการดังกล่าวหรือขั้นตอนดังกล่าวในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์

2.8 นักเรียนสามารถอธิบายผลลัพธ์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง และนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

2.9 นักเรียนสามารถอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหา และความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

2.10 นักเรียนสามารถอธิบายและให้เหตุผลว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปจึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหา

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

3.1 นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

สาระการเรียนรู้

สัดส่วน

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ชั้นนำ (55 นาที)

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียนในชั้นเรียน และนำเข้าสู่บทเรียน ดังนี้

“สวัสดีคะนักเรียน วันนี้คะเราจะมาเรียนกันในเรื่อง สัดส่วนกันนะคะ จากการเรียนรู้ในชั่วโมงที่แล้วเราได้เรียนเกี่ยวกับการหาค่าตัวแปรของสัดส่วนกันไปเรียบร้อยแล้ว ชั่วโมงนี้เรามาทบทวนความรู้เดิมกันสักหน่อยนะคะ”

2. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับการหาค่าตัวแปรของสัดส่วน

$$\text{จงหาค่าของ } m \text{ ในสัดส่วน } \frac{6}{7} = \frac{30}{m}$$

วิธีทำ ใช้การคูณไขว้และการแก้สมการ

$$\text{จาก } \frac{6}{7} = \frac{30}{m}$$

$$6 \times m = 7 \times 30$$

$$6m = 210$$

$$m = \frac{210}{6}$$

$$m = 35$$

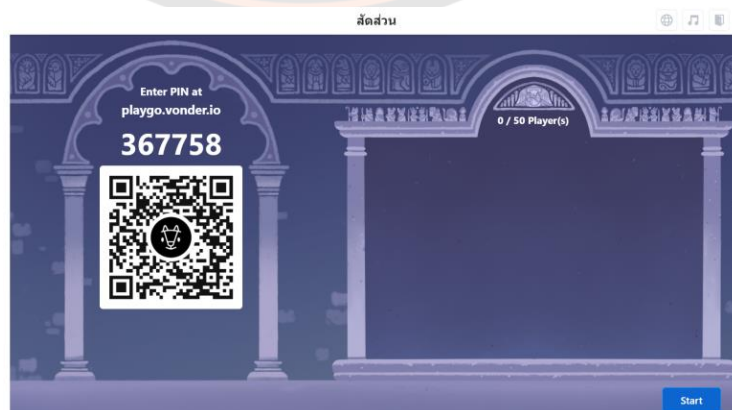
ดังนั้น ค่าของ m คือ 35

3. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการหาค่าตัวแปรของสัดส่วนเพิ่มเติม โดยเปลี่ยนรูปแบบการทบทวนความรู้ใหม่ โดยครูใช้เกม Vonder go ในการทบทวนความรู้ เพื่อให้นักเรียนมีความสนุกสนาน และดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้เนื้อหา

4. ครูเปิดเกม Vonder go ให้นักเรียนดูแล้วถามนักเรียนว่า “นักเรียนทุกคนรู้จักหรือเคยเล่นเกมนี้บ้างไหมคะ”

5. ครูพูดคุยกับนักเรียนเพิ่มเติมว่า “วันนี้ครูจะให้ทุกคนเล่นเกมสนุก ๆ กัน ซึ่งเกมนี้มีชื่อว่า เกม Vonder go เป็นเกมเกี่ยวกับการทบทวนความรู้ในสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว”

6. ครูเปิดเกม Vonder go ให้นักเรียนดู เพื่อทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยจะอยู่ในรูปของคิวอาร์โค้ด และรหัสการเข้าเกม



ตัวอย่างคิวอาร์โค้ด และรหัสการเข้าเกม

7. ให้นักเรียนทุกคนสแกนคิวอาร์โค้ดหรือกรอกรหัสเพื่อเข้าสู่เกม จากนั้นให้นักเรียนเลือกตัวละครของตนเองและตั้งชื่อตัวละครของตนเอง

8. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกติกาการเล่นเกม Vonder go ดังนี้

“คำถามเพื่อทบทวนความรู้จะมีทั้งหมด 7 ข้อ โดยนักเรียนทุกคนจะต้องอ่านคำถามอย่างละเอียด และตอบคำถามที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว และรวดเร็วที่สุด เมื่อนักเรียนตอบคำถามแต่ละข้อครบทุกคนแล้วจะมีเฉลยบอกว่าคำตอบในข้อใดถูกต้อง และมีนักเรียนคนใดบ้างที่ตอบถูกต้อง เมื่อตอบคำถามครบทั้งหมด 7 ข้อแล้ว จะมีลำดับบอกว่าใครได้ลำดับที่เท่าใด ถ้าใครได้ลำดับ 1-3 ครูจะมีรางวัลพิเศษให้ค่ะ ”

9. ครูอธิบายการเล่นเกม Vonder go แล้ว ครูเริ่มให้นักเรียนทุกคนเล่นเกม เมื่อจบเกมครูสอบถามนักเรียนว่า “ใครคือคนที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นอันดับ 1-3” จากนั้นครูแจกรางวัลให้กับนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นอันดับ 1-3

10. ครูเรียงลำดับนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนจากการเล่นเกม Vonder go เพื่อนำมาจับกลุ่มทำกิจกรรมต่อไป โดยคณะนักเรียนในกลุ่มเป็น เก่ง กลาง อ่อน โดยแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน 4 กลุ่ม และกลุ่มละ 6 คน 4 กลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนทุกคนจัดโต๊ะเก้าอี้และนั่งเป็นกลุ่มของตนเอง

11. ครูถามเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาที่จะสอนกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน

“สถานการณ์ในประเทศไทยและต่างประเทศตอนนี้ นักเรียนคิดว่าประชาชนในหลาย ๆ ประเทศรวมถึงประเทศไทยตอนนี้กำลังเผชิญปัญหาและสถานการณ์อะไรอยู่” (แนวคำตอบ โควิด 19)

12. ครูอธิบายเพิ่มเติมจากคำตอบของนักเรียน

“โรคโควิด 19 ตอนนี้เป็นที่ระบาดกันอย่างมากในประเทศไทย และมีแนวโน้มที่จะยังคงระบาดต่อไปอย่างต่อเนื่อง โดยรัฐบาลและหน่วยงานต่าง ๆ ได้มีมาตรการเกี่ยวกับการป้องกันโรคโควิด 19 อย่างมากมาย ดังนี้”

13. ครูเปิดมาตรการเกี่ยวกับการป้องกันโรคโควิด 19 ให้กับนักเรียน และถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่ามาตรการการป้องกันโรคโควิด 19 ของรัฐบาลและหน่วยงานต่าง ๆ ตอนนี้มีอะไรบ้างคะ ”



14. ครูเชื่อมโยงสถานการณ์ของโรคโควิด 19 ดังนี้ “ครูได้ไปสำรวจสิ่งที่จะช่วยป้องกันโรคโควิด 19 ในสหกรณ์ของโรงเรียนเรา พบว่าตอนนี้ทางโรงเรียนของเราได้มีหน้ากากอนามัยจำหน่ายเป็นจำนวนมากและเพียงพอต่อความต้องการของนักเรียน แต่การป้องกันเชื้อโรคโดยใช้หน้ากากอนามัยเพียงอย่างเดียวคงไม่เพียงพอเท่าที่ควร เพราะเนื่องจากมือของเราใช้จับสิ่งของต่าง ๆ มากมาย ซึ่งเราไม่ทราบได้เลยว่าเราจะไปสัมผัสเชื้อโรคหรือไม่ หรือตรงไหนมีเชื้อโรคบ้าง ดังนั้นการล้างมือจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก แต่การล้างมือด้วยน้ำสะอาดเพียงอย่างเดียวก็ยังคงไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคได้ เราจึงต้องใช้สบู่เพื่อช่วยกำจัดเชื้อโรคให้หลุดไป โดยสิ่งที่ช่วยฆ่าเชื้อโรคได้ดีอีกวิธีหนึ่งและเป็นสิ่งที่สะดวกและพกพาง่าย นั่นก็คือ เจลแอลกอฮอล์ หรือสเปรย์แอลกอฮอล์ และจากการไปสำรวจรอบ ๆ อาคารต่าง ๆ ของโรงเรียนเรา ทางโรงเรียนของเราจะวางเจลแอลกอฮอล์ไว้เป็นจุดต่าง ๆ ตามอาคาร ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักเรียนในโรงเรียน และในสหกรณ์โรงเรียนของเราไม่มีเจลแอลกอฮอล์ขายอีกด้วย ดังนั้นวันนี้เราจะมาช่วยกันลงทุนเป็นพ่อค้าแม่ค้าขายเจลแอลกอฮอล์ ป้องกันเชื้อโรคและเป็นการสร้างรายได้อีกด้วย”

15. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ในกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์

โรงเรียนของเรามีเจลแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักเรียนทุกคนในโรงเรียน ทำให้นักเรียนเห็นช่องทางในการหารายได้เสริมโดยการลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขาย โดยให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันสืบค้นร้านค้าขายเจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีก และราคาส่ง และเลือกร้านค้าที่สมาชิกในกลุ่มสนใจเพื่อจะลงทุนรับซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขายในโรงเรียน โดยเงินลงทุนที่นักเรียนจะนำมาลงทุนให้นักเรียนใช้เงินในบัญชีธนาคารของตนเองหรือเงินที่ตนเองมีอยู่มารวมกันเพื่อใช้ในการลงทุน

- นักเรียนจะสามารถลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขายให้ได้จำนวนมากที่สุดเป็นจำนวนเท่าใด

17. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียน “ในคาบเรียนนี้ครูจะให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด และช่วยกันสืบค้นร้านค้าขายเจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีกและราคาส่ง และตัดสินใจเลือกร้านค้าที่จะลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขาย”

18. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปรี้นรูปร้านค้าขายเจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีกและราคาส่งที่ตัดสินใจเลือกลงทุนเพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ในคาบถัดไป

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นสอน (55 นาที)

1. ครูถามนักเรียนว่า “จากกิจกรรมในชั่วโมงที่แล้วครูให้นักเรียนช่วยกันสืบค้นร้านค้าขายเจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีกและราคาส่ง และตัดสินใจเลือกร้านค้าที่จะลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขายนักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกร้านค้าร้านใดบ้างคะ” (คำตอบที่ได้มีความหลากหลาย)

2. ครูถามนักเรียนเพิ่มเติมว่า “เงินที่ใช้ในการลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีกและราคาส่ง ของแต่ละกลุ่มเป็นเงินกี่บาท โดยเงินนี้มาจากสถานการณ์คือให้นักเรียนใช้เงินในบัญชีธนาคารของตนเองหรือเงินที่ตนเองมีอยู่มารวมกันเพื่อใช้ในการลงทุน” (เงินที่ใช้ในการลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มีความหลากหลายกันในแต่ละกลุ่ม)

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอร้านค้าขายเจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีกและราคาส่งว่ามีราคาเท่าใดบ้าง และเงินที่ใช้ในการลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีกและราคาส่งของแต่ละกลุ่มเป็นเท่าใด

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา (5 นาที)

1. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ในกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์

โรงเรียนของเรามีเจลแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักเรียนทุกคนในโรงเรียน ทำให้นักเรียนเห็นช่องทางในการหารายได้เสริมโดยการลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขาย โดยให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันสืบค้นร้านค้าขายเจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีก และราคาส่ง และเลือกร้านค้าที่สมาชิกในกลุ่มสนใจเพื่อจะลงทุนรับซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขายในโรงเรียน โดยเงินลงทุนที่นักเรียนจะนำมาลงทุนให้นักเรียนใช้เงินในบัญชีธนาคารของตนเองหรือเงินที่ตนเองมีอยู่มารวมกันเพื่อใช้ในการลงทุน

- นักเรียนจะสามารถลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขายให้ได้จำนวนมากที่สุดเป็นจำนวนเท่าใด

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำราคาเจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีกและราคาส่งที่กลุ่มตนเองตัดสินใจเลือกซื้อเพื่อมาลงทุน และจำนวนเงินที่ใช้ในการลงทุน เขียนลงในใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์

ตัวอย่าง ชื่อร้านค้าที่เลือก พินนภาขายทุกอย่าง



| เรทราคาส่ง | |
|------------|------------|
| จำนวนขวด | ราคา (บาท) |
| 1 | 9 |
| 2 | 17 |
| 3 | 25 |
| 4 | 32 |
| 5 | 39 |
| 6 | 45 |
| 12 | 72 |

ราคาเจลแอลกอฮอล์

| | | | |
|--------|------|----|-----|
| 1 ขวด | ราคา | 9 | บาท |
| 2 ขวด | ราคา | 17 | บาท |
| 3 ขวด | ราคา | 25 | บาท |
| 4 ขวด | ราคา | 32 | บาท |
| 5 ขวด | ราคา | 39 | บาท |
| 6 ขวด | ราคา | 45 | บาท |
| 12 ขวด | ราคา | 72 | บาท |

ค่าส่ง ส่งฟรี

จำนวนเงินลงทุน 2,180 บาท

3. ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาจากสถานการณ์

4. ให้นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ชายเจลแอลกอฮอล์ “ส่วนสำคัญ ในการแก้ปัญหาและปัญหาที่พบจากสถานการณ์ข้างต้นคืออะไร”

5. ครูถามกระตุ้นให้นักเรียนได้แนวทางในการตอบคำถามจากใบงาน “นักเรียนลองดู สถานการณ์ปัญหาจากใบกิจกรรมนะคะ นักเรียนคิดว่าจากสถานการณ์ปัญหาส่วนสำคัญที่นักเรียน สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้างและอยู่ตรงส่วนใด และปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่ นักเรียนสงสัยมีอะไรบ้างลองเขียน ลงในใบกิจกรรมนะคะ”

ตัวอย่างส่วนที่สำคัญ

เจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีกและราคาส่ง และจำนวนเงินในการลงทุน

ตัวอย่างปัญหา

จะสามารถลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขายให้ได้จำนวนมากที่สุดเป็นจำนวนเท่าใด

จะใช้เรทราคาเจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาเท่าใดบ้างเพื่อให้สมเหตุสมผลกับเงินลงทุน

6. ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการเพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็น ถึงขอบเขตของสถานการณ์เพื่อนำไปสู่คำถามข้อที่ 2 จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ชายเจล แอลกอฮอล์

สิ่งที่โจทย์กำหนด

ร้านค้าที่สมาชิกในกลุ่มสนใจเพื่อจะลงทุนรับซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขายในโรงเรียน (เจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีกและราคาส่ง)

จำนวนเงินในการลงทุน 2,180 บาท

สิ่งที่โจทย์ต้องการ

จะสามารถลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขายให้ได้จำนวนมากที่สุดเป็นจำนวนเท่าใด

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร (10 นาที)

1. ให้นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 2 จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ชายเจลแอลกอฮอล์ โดย ให้นักเรียนเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ เพื่อให้ปัญหาที่พบอยู่ในรูปอย่างง่าย ทำให้การวิเคราะห์ ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น และให้เหตุผลประกอบ

2. ครูถามกระตุ้นให้นักเรียนได้แนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ “จากสถานการณ์ ปัญหาข้างต้นนักเรียนคิดว่าส่วนสำคัญจากสถานการณ์ที่นักเรียนจะสามารถนำมาแก้ปัญหา คืออะไร อยู่ตรงส่วนใดของสถานการณ์ปัญหาบ้าง”

3. ครูถามเพิ่มเติม “และเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกสิ่งสำคัญจากสถานการณ์ มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ และเพราะเหตุใดนักเรียนจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์”

ตัวอย่างการเขียนอัตราส่วนและการกำหนดตัวแปร

ส่วนสำคัญจากสถานการณ์ คือ เจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีกและราคาส่ง และจำนวนเงินในการลงทุน

- เจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีกและราคาส่ง เลือกเรทราคา 12 ขวด 72 บาท
- จำนวนเงินในการลงทุน 2,180 บาท

จากสถานการณ์ที่ต้องการ คือ จะสามารถลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขายให้ได้จำนวนมากที่สุดเป็นจำนวนเท่าใด

ดังนั้น ให้ a แทนจำนวนเจลแอลกอฮอล์ที่ลงทุนซื้อมาขาย

นำจำนวนเจลแอลกอฮอล์และราคาเจลแอลกอฮอล์มาเขียนเป็นอัตราส่วนได้ ดังนี้
อัตราส่วนของจำนวนเจลแอลกอฮอล์เป็นขวดต่อราคาเจลแอลกอฮอล์เป็นบาท

เป็น $12 : 72$

อัตราส่วนของจำนวนเจลแอลกอฮอล์เป็นขวดต่อราคาเจลแอลกอฮอล์เป็นบาท

เป็น $a : 2,180$

ตัวอย่างการให้เหตุผล

เหตุผลที่นักเรียนเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ และเหตุผลที่นักเรียนกำหนดตัวแปรเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์

เหตุผลที่เลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์

สิ่งที่สถานการณ์ต้องการ คือ จะสามารถลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขายให้ได้จำนวนมากที่สุดเป็นจำนวนเท่าใด ดังนั้นสิ่งที่จะต้องนำมาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์ก็คือเจลแอลกอฮอล์แบบพกพาราคาปลีกและราคาส่ง และจำนวนเงินในการลงทุน โดยจะต้องเลือกเรทราคาของเจลแอลกอฮอล์ที่ราคาถูกที่สุดเพื่อให้ได้จำนวนเจลแอลกอฮอล์ที่มากที่สุด และต้องมีความสมเหตุสมผลกับเงินที่ใช้ในการลงทุน

เหตุผลที่กำหนดตัวแปรเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์

สิ่งที่โจทย์ต้องการคือ จะสามารถลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขายให้ได้จำนวนมากที่สุดเป็นจำนวนเท่าใด ซึ่งจำนวนเจลแอลกอฮอล์ที่จะสามารถลงทุนซื้อได้เป็นสิ่งที่ยังไม่รู้ว่าจำนวนเท่าใด ดังนั้นจึงให้ a แทนจำนวนเจลแอลกอฮอล์ที่ลงทุนซื้อมาขาย

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (25 นาที)

ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการหาผลลัพธ์จะใช้ข้อมูลจากข้อที่ 2 ในใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ มาดำเนินการ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ โดยให้นักเรียนทำลงในใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ ข้อที่ 3 โดยครูกำหนดเวลาในการดำเนินการอย่างชัดเจน

ตัวอย่างการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์หรือการตัวแทนเชิง

คณิตศาสตร์

วิธีทำ

ให้ a แทนจำนวนเจลแอลกอฮอล์ที่ลงทุนซื้อมาขาย

อัตราส่วนของจำนวนเจลแอลกอฮอล์เป็นขวดต่อราคาเจลแอลกอฮอล์เป็นบาท เป็น 12 : 72

อัตราส่วนของจำนวนเจลแอลกอฮอล์เป็นขวดต่อราคาเจลแอลกอฮอล์เป็นบาท เป็น a : 2,180

จะได้

ใช้การคูณไขว้และการแก้สมการ

$$\begin{array}{rcl}
 \text{จะได้} & \frac{12}{72} & \begin{array}{c} \leftarrow \text{=} \rightarrow \\ \leftarrow \text{=} \rightarrow \end{array} & \frac{a}{2,180} \\
 & 12 \times 2,180 & = & 72 \times a \\
 & 26,160 & = & 72a \\
 & \frac{26,160}{72} & = & a \\
 & 363.33 & = & a
 \end{array}$$

จะได้ 363 ขวด แต่เนื่องจากจำนวน 363 ขวด เมื่อนำมาคิดเป็นจำนวนโหล จะได้ทั้งหมด 30 โหลก็บออีก 3 ขวด ซึ่งเศษ 3 ขวดที่เหลือจะไม่อยู่ในเรทราคาของ 12 ขวด 72 บาท ดังนั้นจึงซื้อเจลแอลกอฮอล์ในเรทราคา 12 ขวด 72 บาทได้เพียง 30 โหล คิดเป็นเงิน 2,160 บาท ซึ่งจะได้ว่าเหลือเงิน ในการซื้อเจลแอลกอฮอล์อีก 20 บาท ซึ่งเงิน 20 บาทจะต้องไปเลือกซื้อเจลแอลกอฮอล์ในเรทราคา 2 ขวด 17 บาท ได้อีก 2 ขวด

ดังนั้น จะสามารถลงทุนซื้อเจลแอลกอฮอล์มาขายให้ได้จำนวนมากที่สุดเป็นจำนวน 362 ขวด

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ (15 นาที)

1. ให้นักเรียนตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์พร้อมทั้งอธิบายและให้เหตุผลถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ โดยให้นักเรียนทำลงในกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขยายเจลาแอลกอฮอล์ ข้อที่ 4

2. ครูถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ “นักเรียนตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหามาแล้ว กระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหามาแล้ว นักเรียนคิดว่าถูกต้องหรือไม่กับสถานการณ์ของปัญหา และผลลัพธ์ที่เราได้มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัญหาหรือความเป็นจริงหรือไม่”

3. ครูถามนักเรียนอีกครั้งเพื่อให้อธิบายความสมเหตุสมผลของกระบวนการแก้ปัญหาหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา “ถ้าผลลัพธ์ที่ได้ของนักเรียนมีความถูกต้อง ให้นักเรียนอธิบายและให้เหตุผลถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้จากสถานการณ์”

ตัวอย่างการให้เหตุผล

เหตุผลที่นักเรียนเลือกใช้กระบวนการหรือขั้นตอนดังกล่าวในการแก้ปัญหาเพราะเป็นกระบวนการหรือขั้นตอนที่ใช้ความรู้เรื่องสัดส่วนในการหาคำตอบจากสถานการณ์ได้ โดยใช้สิ่งที่เป็นส่วนสำคัญกับสิ่งที่ต้องการแก้ปัญหามาเขียนเป็นอัตราส่วน แล้วใช้ความรู้เรื่องสัดส่วนมาใช้ในการแก้ปัญหามาจากสถานการณ์ และใช้การคูณไขว้และการแก้สมการในการหาคำตอบ และผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องและสมเหตุสมผล เนื่องจากจำนวนเจลาแอลกอฮอล์ที่ได้มีความสอดคล้องกัน จำนวนเงินในการลงทุนและเป็นจำนวนเจลาแอลกอฮอล์ที่มากที่สุด

4. ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ของตนเอง และครูนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายของนักเรียนออกมาอธิบายและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อให้ นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายแต่อยู่ภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขเดียวกัน

ชั่วโมงที่ 3

ชั้นสอน (55 นาที)

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ (15 นาที)

การตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมถึงผลลัพธ์จากขั้นตอนที่ 4 จะทำให้นักเรียนเห็นถึงข้อผิดพลาดของตนเอง

1. ครูให้นักเรียนแก้ไขข้อผิดพลาดโดยดำเนินการตามกระบวนการในขั้นตอนที่ตนเองผิดพลาดอีกครั้ง
2. ครูมีหน้าที่คอยสังเกตการณ์และให้คำแนะนำเพื่อนำไปสู่วิธีการที่ถูกต้อง “นักเรียนคิดว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ถูกต้องหรือยังไม่ถูกต้องหรือนักเรียนลองพิจารณาว่า นักเรียนใช้กระบวนการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาหรือไม่”
3. ครูให้นักเรียนที่ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแล้วคอยชี้แนะและให้คำปรึกษานักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการผิดพลาด

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (30 นาที)

1. ให้นักเรียนออกมาอธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์ ความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงหรือสถานการณ์ปัญหา สำหรับนักเรียนที่แก้ไขข้อผิดพลาดในขั้นตอนที่ 5
2. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ ข้อที่ 5 โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนที่สามารถนำความรู้เรื่องอัตราส่วนไปใช้ในการแก้ปัญหา
3. ครูถามเพื่อให้นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนที่สามารถนำความรู้เรื่องสัดส่วนไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ “นักเรียนคิดว่าในชีวิตประจำวันของเรา เราพบเจออะไรที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสัดส่วนที่เราเรียนไปบ้าง และสถานการณ์เหล่านั้นนักเรียนสามารถนำความรู้ในเรื่องสัดส่วนที่เราเรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างไร”

ตัวอย่างการยกตัวอย่างในสถานการณ์ในชีวิตจริง

ยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริง เช่น ถ้าหนังสือ 4 เล่ม ราคา 356 บาท แล้วหนังสือ 11 เล่ม ราคากี่บาท ซึ่งจากสถานการณ์สามารถนำความรู้เรื่องสัดส่วนมาใช้ในการแก้สถานการณ์ได้ เพราะ สถานการณ์มีสิ่งที่เกี่ยวข้องนั่นก็คือจำนวนหนังสือและราคาหนังสือ และสิ่งที่โจทย์ต้องการก็คือราคาของหนังสือ ดังนั้นจึงสามารถนำมาเขียนเป็นอัตราส่วนแล้วใช้ความรู้เรื่องสัดส่วนในการแก้ปัญหาโดยใช้การคูณไขว้และแก้สมการ

ขั้นสรุป (10 นาที)

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่องอัตราส่วน ดังนี้
 สัดส่วน คือ ประโยคที่แสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน
 ในชีวิตประจำวันของเรา เราเจอสถานการณ์ต่างๆเกี่ยวกับเรื่องสัดส่วนมากมาย และบางสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอสามารถใช้ความรู้เรื่องสัดส่วนมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

1. สื่อแหล่งเรียนรู้

- 1.1 หนังสือรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ม.1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 อัตราส่วน
- 1.2 กิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์

การวัดและประเมินผล

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีการวัด | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การประเมิน |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|
| ด้านความรู้ 1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสัดส่วนได้ | ตรวจสอบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ | ไปกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ | เกณฑ์การให้คะแนน : ระดับดีขึ้นไป |
| ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1. นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ จากสถานการณ์ปัญหา 2. นักเรียนสามารถเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา 3. นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือต่างหน่วยกัน 4. นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกส่วนสำคัญนั้นจากสถานการณ์มาใช้ในการแก้ปัญหา และเพราะเหตุใดจึง | ตรวจสอบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ | ไปกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ | เกณฑ์การให้คะแนน : ระดับดีขึ้นไป |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีการวัด | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การประเมิน |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|-----------------|
| <p>กำหนดตัวแปรเช่นนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์</p> <p>5. นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์ โดยนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันหรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้แก่ อัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการคูณ และหลักการหารสมการ สัดส่วน</p> | | | |
| <p>6. นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์</p> | | | |
| <p>7. นักเรียนสามารถให้เหตุผลว่า เพราะเหตุใดจึงเลือกใช้กระบวนการหรือขั้นตอนดังกล่าวในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์8. นักเรียนสามารถอธิบายผลลัพธ์กลับไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง และนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง</p> | | | |
| <p>9. นักเรียนสามารถอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหา และความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์</p> | | | |
| <p>10. นักเรียนสามารถอธิบายและให้เหตุผลว่า เหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุป</p> | | | |

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | วิธีการวัด | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การประเมิน |
|-------------------------------------------------------------|----------------|---------------|-----------------------------|
| ทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหา | | | |
| ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ | สังเกตพฤติกรรม | แบบสังเกต | เกณฑ์การ |
| 1. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน | | พฤติกรรม | ให้คะแนน : ระดับดีขึ้นไป |

การประเมินผล

1. ด้านความรู้

| ประเด็นการประเมิน | คะแนน | |
|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|
| | 1 | 0 |
| การเขียนความหมายของสัดส่วน | นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสัดส่วนได้ | นักเรียนไม่สามารถอธิบายความหมายของสัดส่วนได้ |

2. ด้านทักษะและกระบวนการ

| การคิด/แปลงปัญหา | ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง | ดีเยี่ยม (2) | ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้อง สมบูรณ์ |
| | ดี (1) | ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ |
| 2. ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์ เพื่อให้ | ดีเยี่ยม (2) | ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์เพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นได้ถูกต้อง ครบถ้วน |
| | ดี (1) | ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือแยก |

| การคิด/แปลงปัญหา | ระดับ คุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| การวิเคราะห์ทาง คณิตศาสตร์ง่ายขึ้น | | ย่อสถานการณ์เพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ ง่ายขึ้นได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่าง ง่ายหรือแยกย่อสถานการณ์เพื่อทำให้การวิเคราะห์ทาง คณิตศาสตร์ง่ายขึ้น ได้ถูกต้อง ครบถ้วน |
| 3. ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหา ให้อยู่ในรูปของการ นำเสนอทาง | ดีเยี่ยม (2) | ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูป ของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนได้ ถูกต้อง ครบถ้วน |
| คณิตศาสตร์หรือการ แสดงแทน | ดี (1) | ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูป ของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนได้ อย่างถูกต้องบางส่วน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้ อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดง แทนได้ |
| 4. ให้เหตุผลสำหรับ การระบุประเด็น ระบุ ตัวแปรที่สำคัญ หรือ นำเสนอปัญหา | ดีเยี่ยม (2) | ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการ แสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงได้อย่างถูกต้องและ สมเหตุสมผล |
| ในรูปแบบต่าง ๆ และ สำหรับการแสดงแทน สถานการณ์ใน โลกจริง | ดี (1) | ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการ แสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงได้ไม่ครบถ้วนและ สมเหตุสมผลบางส่วน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปร ที่สำคัญหรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับ การแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงได้ |

| ใช้หลักการ และ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ในการ แก้ปัญหา | ระดับ คุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. คิดและนำกลยุทธ์ใน การหาวิธีแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ไปใช้ | ดีเยี่ยม (2) | คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ถูกต้อง สอดคล้องกับปัญหา |
| | ดี (1) | คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ถูกต้องบางส่วน แต่ไม่สอดคล้องกับปัญหา |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับปัญหา |
| 2. นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการ ที่หลากหลาย และ โครงสร้างทาง คณิตศาสตร์ไปใช้ ใน การแก้ปัญหา | ดีเยี่ยม (2) | นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน และได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง |
| | ดี (1) | นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน แต่ได้ผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้อง |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ |
| 3. ให้เหตุผลสำหรับ กระบวนการและ ขั้นตอนที่ใช้ในการ กำหนดผลลัพธ์หรือวิธี แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ | ดีเยี่ยม (2) | ให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและสมเหตุสมผล |
| | ดี (1) | ให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ครบถ้วนและสมเหตุสมผลบางส่วน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ |

| การตีความและประเมินผลลัพธ์ | ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ดีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง | ดีเยี่ยม (2) | ดีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริงได้ถูกต้อง และชัดเจน |
| | ดี (1) | ดีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริงได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน |
| 2. ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริง | ดีเยี่ยม (2) | ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริงได้ถูกต้องและชัดเจน |
| | ดี (1) | ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริงได้ถูกต้องและชัดเจนบางส่วน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในบริบทของชีวิตจริงได้อย่างถูกต้องและชัดเจน |
| 3. อธิบายและให้เหตุผลว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหา | ดีเยี่ยม (2) | อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาได้ถูกต้อง และชัดเจน |
| | ดี (1) | อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน |
| | ปรับปรุง (0) | ไม่สามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน |

| ช่วงคะแนน | ระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์โดยรวม |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
| การคิด/แปลงปัญหา | |
| 6 - 8 | ดีเยี่ยม |
| 3 - 5 | ดี |
| 0 - 2 | ปรับปรุง |
| การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ | |
| 5 - 6 | ดีเยี่ยม |
| 3 - 4 | ดี |
| 0 - 2 | ปรับปรุง |
| การตีความและประเมินผลลัพธ์ | |
| 5 - 6 | ดีเยี่ยม |
| 3 - 4 | ดี |
| 0 - 2 | ปรับปรุง |

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

| ประเด็นการประเมิน | คะแนน | | |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | ดีมาก (3) | ดี (2) | ปรับปรุง (1) |
| สังเกตพฤติกรรม | <ul style="list-style-type: none"> - เข้าเรียนตรงเวลา - เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ - เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นประจำ | <ul style="list-style-type: none"> - เข้าเรียนตรงเวลา - เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ - เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ บ่อยครั้ง | <ul style="list-style-type: none"> - เข้าเรียนตรงเวลา - เอาใจใส่และมี ความเพียรพยายามในการเรียนรู้ - เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ บางครั้ง |

แบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ชื่อหน่วย อัตราส่วน เรื่อง สัดส่วน

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนคะแนนในช่องรายงานการประเมินตามสิ่งที่สังเกตพบ

| ที่ | ชื่อ - สกุล | รายการประเมิน | รวม | ผลการประเมิน | |
|-----|-------------|--------------------|-----|--------------|---------|
| | | มุ่งมั่นในการทำงาน | | ผ่าน | ไม่ผ่าน |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

ชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 6 ข้อ รวม 18 ข้อ เป็นข้อสอบแบบอัตนัยให้ตอบคำถามอย่างละเอียดและแสดงวิธีคิดได้อย่างอิสระ
2. เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 คาบเรียน
3. การทดเลข ให้ทดในตัวแบบทดสอบและไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณใด ๆ โดยเด็ดขาด
4. ไม่อนุญาตให้นักเรียนนำแบบทดสอบออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด
5. ไม่อนุญาตให้นักเรียนออกจากห้องสอบก่อนได้รับอนุญาต
6. หากพบปัญหาใด ๆ ให้ถามผู้คุมสอบ

สถานการณ์ที่ 1 ขนมดัลโดนา หรือ ทัลโกนา

เกินด้านจริง ๆ สำหรับ “ดัลโดนา หรือ ทัลโกนา” (Dalgona Candy) ขนมหวานพื้นบ้านที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวของประเทศเกาหลี ที่กลายเป็นด่านสำคัญในซีรีส์เกมเติมพันชีวิตเรื่องฮิตอย่าง “Squid Game ” ที่ฉายใน Netflix โดยในเกมนี้ผู้เล่นจะต้องพยายามแกะสลักรูปร่างที่อยู่บนขนมชั้นนี้ให้ออกมาสมบูรณ์ ด้วยความสนุกสนานของเกมนี้จึงกลายมาเป็น Challenge สุดท้าทายที่แฟน ๆ ซีรีส์นำมาทำเลียนแบบจนกลายเป็นไวรัลทั่วโลกออนไลน์ ซึ่งวิธีในการทำ “ดัลโดนา หรือ ทัลโกนา” (Dalgona Candy) ใช้วัตถุดิบเพียง 2 อย่างเท่านั้น โดยมีส่วนผสม คือ น้ำตาลทรายขาวหรือน้ำตาลทรายแดง 6 ช้อนโต๊ะ และเบกกิ้งโซดา ครึ่งช้อนชา โดยส่วนผสมในอัตราส่วนนี้จะสามารถทำขนมได้ 2 ชิ้น



ถ้าต้องการทำ “ดัลโดนา หรือ ทัลโกนา” (Dalgona Candy) จำนวน 45 ชิ้น เพื่อให้ นักเรียนในชั้นเรียน 44 คน รวมถึงครู 1 คน ได้ Challenge เกมนี้ ดังนั้น จะต้องใช้ส่วนผสมของ วัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดอย่างละเท่าใด

1. ส่วนสำคัญจากสถานการณ์และสิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไร (การคิด/แปลงปัญหา)

.....

.....

2. สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร หรือปัญหาจากสถานการณ์นี้คืออะไร (การคิด/แปลงปัญหา)

.....

.....

3. ให้นักเรียนเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์และอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์เช่นนั้น (การคิด/แปลงปัญหา)

เขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์.....

เพราะเหตุใดจึงเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์เช่นนั้น.....

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ : อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน

บริบท : ส่วนตัว

กระบวนการ : การคิด/แปลงปัญหา

รูปแบบของข้อสอบ : เขียนตอบแบบอิสระ

4. ให้นักเรียนดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนำมาจัดเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ (การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา)

5. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงใช้วิธีการดังกล่าวในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ (การใช้หลักการ และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ : อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน

บริบท : ส่วนตัว

กระบวนการ : การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

รูปแบบของข้อสอบ : เขียนตอบแบบอิสระ

6. นักเรียนคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ จงอธิบาย พร้อมให้ เหตุผลประกอบ (การตีความ และประเมินผลลัพธ์)

.....

.....

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ : อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน

บริบท : ส่วนตัว

กระบวนการ : การตีความ และประเมินผลลัพธ์

รูปแบบของข้อสอบ : เขียนตอบแบบอิสระ

สถานการณ์ที่ 2 นักลงทุน

การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส โควโรนา 2019 ที่ทำให้เกิดโรคโควิด 19 ทำให้มีจำนวนประชาชนจำนวนมากต้องตกงานและกลายเป็นบุคคลว่างงาน แต่ก็มีประชาชนบางคนที่พลิกวิกฤตให้เป็นโอกาส โดยเห็นช่องทางการทำธุรกิจต่าง ๆ มากมาย ซึ่งหน้ากากอนามัยเป็นสินค้าชนิดหนึ่งที่จะช่วยป้องกันเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ได้ และมีนักลงทุนจำนวนไม่น้อยที่เห็นช่องทางการทำธุรกิจจากหน้ากากอนามัยนี้



ต้นกล้าและแก้วได้ตกลงร่วมกันในการทำธุรกิจขายหน้ากากอนามัย โดยตกลงที่จะแบ่งส่วนกำไรตามจำนวนเงินที่ลงทุน ถ้าต้นกล้าลงทุน 20,000 บาท และได้รับส่วนแบ่งกำไร 2,200 บาท อยากทราบว่าแก้วจะได้ส่วนแบ่งกำไรจำนวนกี่บาท เมื่อแก้วลงทุนทำธุรกิจ 45,000 บาท

1. ส่วนสำคัญจากสถานการณ์และสิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไร (การคิด/แปลงปัญหา)

.....

.....

2. สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร หรือปัญหาจากสถานการณ์นี้คืออะไร (การคิด/แปลงปัญหา)

.....

.....

3. ให้นักเรียนกำหนดตัวแปรจากสถานการณ์ปัญหาพร้อมทั้งเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์และอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงกำหนดตัวแปรและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์เช่นนั้น(การคิด/แปลงปัญหา)

กำหนดตัวแปรจากสถานการณ์ปัญหา.....

เขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์.....

เพราะเหตุใดจึงกำหนดตัวแปรและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์เช่นนั้น

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ : สัดส่วน

บริบท : อาชีพ/สังคม

กระบวนการ : การคิด/แปลงปัญหา

รูปแบบของข้อสอบ : เขียนตอบแบบอิสระ

4. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดไว้ในข้อที่ 3 มาดำเนินการตามกระบวนการการคณิตศาสตร์ โดยนำตัวแปรที่ได้มาจัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ (การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา)

5. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงใช้วิธีการดังกล่าวในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ (การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ : สัดส่วน

บริบท : อาชีพ/สังคม

กระบวนการ : การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

รูปแบบของข้อสอบ : เขียนตอบแบบอิสระ

6. นักเรียนคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ จงอธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ (การตีความ และประเมินผลลัพธ์)

.....

.....

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ : สัดส่วน

บริบท : อาชีพ/สังคม

กระบวนการ : การตีความ และประเมินผลลัพธ์

รูปแบบของข้อสอบ : เขียนตอบแบบอิสระ

สถานการณ์ที่ 3 ร้านค้าขายของขวัญ

วันที่ 1 มกราคม เป็นวันขึ้นปีใหม่ ทางโรงเรียนจึงจัดกิจกรรมให้นักเรียนทุกคนในโรงเรียนจับฉลากแลกของขวัญกัน สุดาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนแห่งนี้ ซึ่งเขาต้องการซื้อของขวัญเพื่อนำมาจับฉลาก โดยทางร้านจัดโปรโมชั่นลดราคาสินค้าช่วงวันปีใหม่ โปรโมชั่นที่ 1 เมื่อซื้อสินค้า 2 ชิ้น จะลดราคาทันที 20% เมื่อสุดาเลือกดูของขวัญภายในร้านปรากฏว่าสุดาถูกใจของขวัญทั้งหมด 3 ชิ้น ดังนี้

| ของขวัญ | ราคา |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|  <p>กระปุกออมสิน</p> | 130 บาท |
|  <p>กระเป๋าสะพาย</p> | 250 บาท |
|  <p>ตุ๊กตาหมี</p> | 390 บาท |

ถ้าทางร้านจัดโปรโมชั่นลดราคาสินค้าช่วงวันปีใหม่เพิ่มเติม เป็นโปรโมชั่นที่ 2 ดังนี้

โปรโมชั่น 1 ดาว เมื่อซื้อสินค้ารวม 200 – 300 บาท แถมฟรี กระเป๋าสตางค์มูลค่า 39 บาท

โปรโมชั่น 2 ดาว เมื่อซื้อสินค้ารวม 301 – 400 บาท แถมฟรี ชุดเครื่องเขียนมูลค่า 55 บาท

โปรโมชั่น 3 ดาว เมื่อซื้อสินค้าตั้งแต่ 401 บาทขึ้นไป แถมฟรี สีไม้ 1 กล่องมูลค่า 85 บาท

เนื่องจากทางร้านจัดโปรโมชั่นลดราคาสินค้าช่วงวันปีใหม่ เมื่อซื้อสินค้า 2 ชั้น จะลดราคาทันที 20% ดังนั้น สุดาจึงตัดสินใจเลือกสินค้าเพื่อนำไปจับฉลากจำนวน 2 ชั้น ถ้าสุดามีงบประมาณในการซื้อของขวัญอยู่ 495 บาท สุดาจะสามารถซื้อของขวัญชิ้นใดได้บ้าง และสุดาจะเลือกซื้อของขวัญเพื่อไปจับฉลากชิ้นใดกับชิ้นใดเพื่อให้คุ้มค่าที่สุด และเพราะเหตุใด

1. ส่วนสำคัญจากสถานการณ์และสิ่งที่โจทย์กำหนดคืออะไร (การคิด/แปลงปัญหา)

.....

.....

2. สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร หรือปัญหาจากสถานการณ์นี้คืออะไร (การคิด/แปลงปัญหา)

.....

.....

3. ให้นักเรียนกำหนดตัวแปรจากสถานการณ์ปัญหาพร้อมทั้งเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์และอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงกำหนดตัวแปรและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์เช่นนั้น(การคิด/แปลงปัญหา)

กำหนดตัวแปรจากสถานการณ์ปัญหา.....

เขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์.....

.....

เพราะเหตุใดจึงกำหนดตัวแปรและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์เช่นนั้น

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ : การนำอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในชีวิตจริง

บริบท : ส่วนตัว

กระบวนการ : การคิด/แปลงปัญหา

รูปแบบของข้อสอบ : เขียนตอบแบบอิสระ

4. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดไว้ในข้อที่ 3 มาดำเนินการตามกระบวนการคิดศาสตร์ โดยนำตัวแปรที่ได้มาจัดทำเป็นตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ (การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงใช้วิธีการดังกล่าวในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ (การใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ
 เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ : การนำอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในชีวิตจริง
 บริบท : ส่วนตัว
 กระบวนการ : การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา
 รูปแบบของข้อสอบ : เขียนตอบแบบอิสระ

6. นักเรียนคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ จงอธิบาย
พร้อมให้เหตุผลประกอบ (การตีความ และประเมินผลลัพธ์)

.....

.....

.....

.....

.....

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ : การนำอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในชีวิตจริง

บริบท : ส่วนตัว

กระบวนการ : การตีความ และประเมินผลลัพธ์

รูปแบบของข้อสอบ : เขียนตอบแบบอิสระ

