



บทความวิจัย

การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เบญจรัตน์ ขวัญคง^{1*} และวนิทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์¹¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

*Email: bencharatk63@nu.ac.th

รับบทความ: 10 พฤษภาคม 2565 แก้ไขบทความ: 31 พฤษภาคม 2565 ยอมรับตีพิมพ์: 1 มิถุนายน 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 44 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 3 วงจร โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 9 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน จำนวน 3 แผน ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีเยี่ยม เมื่อพิจารณาตามกระบวนการทั้ง 3 กระบวนการ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนาการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด รองลงมา คือ การใช้หลักการ ข้อเท็จจริง กระบวนการและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และกระบวนการที่พัฒนาน้อยที่สุด คือ การตีความประยุกต์ใช้และประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ กล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้ โดยนักเรียนได้เรียนรู้จากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียน การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้สู่สถานการณ์อื่น ๆ จนสามารถระบุประเด็นปัญหา ใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา และสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้

คำสำคัญ: ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ อัตราส่วน

Research Article

Developing grade-7 student's mathematical literacy through mathematical modeling in the topic of ratio

Bencharat Khwankhong^{1,*} and Wanintorn Poonpaiboonpipat¹

¹*Mathematics Education, Master of Education, Faculty of Education, Naresuan University*

**Email: bencharatk63@nu.ac.th*

Received <10 May 2022>; Revised <31 May 2022>; Accepted <1 June 2022>

Abstract

This research aimed to develop mathematical literacy by using mathematical modeling in the topic of ratio of grade 7 students. The participants were 44 students in grade 7 of high school in Phichit Province. This study was in the second semester of 2021 academic year. The research methodology was the classroom action research comprising of 3 cycles and took totally 9 hours. The instruments used in the research were three lesson plans based on mathematical modeling in the topic of ratio, activity sheets and mathematical literacy ability test. Data were analyzed by content analysis. The results revealed that, 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 situation, consequently, they can identify problems, select appropriate and relevant mathematical principles and processes and explain the reasonableness of the solution.

Keywords: Mathematical modeling, Mathematical literacy, Ratio

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ และถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ministry of Education, 2015) และสำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการทำงานและการใช้ชีวิตประจำวัน โดยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ถูกบรรจุอยู่ในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้ทางทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรโรงเรียน โดยกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตมากขึ้น และการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 จึงทำให้มีการเน้นความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน รวมถึงบริบทที่สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกรอบการประเมินนี้ โดยผนวกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เข้ากับกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการ กระบวนการ และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ไว้ด้วยกัน (IPST, 2020) ที่ผ่านมามีผลการประเมิน PISA พบว่า ประเทศไทยมีผลการประเมินอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD แนวโน้มผลการประเมินคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยนับตั้งแต่การประเมินครั้งแรกใน PISA 2000 จนถึงผลการประเมินครั้งล่าสุดใน PISA 2018 ตลอดระยะเวลาเกือบ 20 ปี ความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยไม่ได้มีการพัฒนาขึ้นเท่าที่ควร และมีแนวโน้มที่จะต่ำลงเรื่อย ๆ (IPST, 2020)

การสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัย พบว่า นักเรียนไม่สามารถ นำความรู้จากเนื้อหาที่เรียนในชั้นเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทที่ท้าทายหรือปัญหาที่พบเจอในโลกชีวิตจริงได้ โดยเมื่อผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง นักเรียนไม่สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาได้ นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาแล้วไม่สามารถแปลงให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์ หรือระบุตัวแปรได้ พร้อมทั้งไม่สามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ โดยไม่สามารถนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กัน หรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการในการแก้ปัญหอย่างเหมาะสม และดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ได้ รวมไปถึงนักเรียนไม่สามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหา และไม่สามารถตีความผลลัพธ์ที่ได้กลับไปสู่ชีวิตจริงได้ ซึ่งจากปัญหาที่พบในชั้นเรียนเหล่านี้สอดคล้องกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้วิจัยกล่าวไว้ข้างต้นนั้น คือ การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (COMAP and SIAM, 2016) โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีกระบวนการในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ครูให้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนพบเจอหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริงและเป็นปัญหาที่มีความน่าสนใจ โดยครูมีบทบาทเป็นผู้ถามคำถามเกี่ยวกับปัญหาเพื่อกระตุ้นความสนใจ และดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงที่ต้องการจะรู้ ต้องการจะทำ หรือต้องการจะเข้าใจที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วนำไปสู่การสร้างข้อคำถามของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

นักเรียนเลือกส่วนสำคัญในสถานการณ์แล้วกำหนดความสัมพันธ์ และเลือกความสัมพันธ์ที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือย่อยสถานการณ์หรือปัญหา โดยแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของตัวแปรทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กัน หรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม และดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

นักเรียนพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลและความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายและโต้แย้งการให้เหตุผล เมื่อนำกลับมาอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริง

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

นักเรียนลงมือทำกระบวนการใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้ง เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของประเด็นปัญหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และกระบวนการหรือขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

นักเรียนอธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ และนักเรียนนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์

ดังนั้น ผู้วิจัยสนใจศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้จะอยู่ในรูปของอัตราส่วนที่เท่ากันโดยหลักการคูณ และหลักการหาร สมการ แผนภาพ บาร์โมเดล สัดส่วน และร้อยละ

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

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

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and Mc Taggart (2000) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนใน 1 วงจร ได้แก่ ขั้นวางแผน (P) ขั้นปฏิบัติการ (A) ขั้นสังเกตการณ์ (O) และขั้นสะท้อนผล (R) โดยมีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรทั้งหมด 3 วงจรตามจำนวนของแผนการจัดการเรียนรู้ แบ่งได้ดังนี้ วงจรที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน วงจรที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน และวงจรที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ทั้ง 3 แผน ที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ศึกษา และครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ด้านสาระสำคัญ ด้านจุดประสงค์ การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล โดยใช้แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบลิเคิร์ต (Likert) ผลการประเมินที่ได้มีค่าเฉลี่ย ทุกด้านเท่ากับ 4.49 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.12 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมมากและสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตาม

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือ ปรับสถานการณ์ในแผนการจัดการเรียนรู้ ให้เอื้อต่อนักเรียนในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายและปรับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความกระชับ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้และใช้ประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ประกอบด้วย ใบกิจกรรมที่ 1 บาริสต้าผู้สร้างสรรค์ ใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ขายเจลแอลกอฮอล์ และใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ่มราคา โดยใบกิจกรรมประกอบด้วย 3 สถานการณ์ที่ครอบคลุมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กระบวนการ ได้แก่ 1) การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2) การใช้หลักการ ข้อเท็จจริง กระบวนการและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา 3) การตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใน 3 กระบวนการจะมีกระบวนการย่อย แสดงดังตารางที่ 1 ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญพร้อมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือ ปรับข้อความถาม ในใบกิจกรรมให้สอดคล้องกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และปรับแก้เกณฑ์การประเมินให้มีความครอบคลุมมากขึ้น

ตารางที่ 1 กระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

กระบวนการหลัก ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	กระบวนการย่อยของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	1.1 ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง 1.2 ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์ เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น 1.3 ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทน 1.4 ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริง
2. การใช้หลักการ ข้อเท็จจริง กระบวนการและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	2.1 คิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ 2.2 นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี กระบวนการที่หลากหลาย และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา 2.3 ให้เหตุผลสำหรับกระบวนการและขั้นตอนที่ใช้ในการกำหนดผลลัพธ์หรือวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. การตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	3.1 ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง 3.2 ประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทชีวิตจริง 3.3 อธิบายและให้เหตุผลว่าเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหา

2.2 แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ใช้ประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หลังจากการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผน เป็นแบบเขียนตอบอิสระ ประกอบด้วย 3 คำถาม แต่ละคำถามจะมี 6 คำถามย่อย ข้อคำถามย่อยที่ 1, 2 และ 3 จะใช้ประเมินการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ข้อคำถามย่อยที่ 4 จะใช้ประเมินการใช้หลักการ ข้อเท็จจริง กระบวนการและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และข้อคำถามย่อยที่ 5 ข้อคำถามย่อยที่ 6 จะใช้ประเมินการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อ ซึ่งข้อคำถามทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหา เท่ากับ 1.00 ถือว่ามีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ได้ และผู้วิจัยได้

ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือ ปรับข้อคำถามให้เป็นภาษาที่เข้าใจง่าย และครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมการวิจัย
2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน จำนวน 3 แผน ตามชั่วโมงเรียนของโรงเรียนโดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 9 ชั่วโมง ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทำใบกิจกรรม โดยผู้วิจัยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 5 คน จำนวน 4 กลุ่ม และกลุ่มละ 6 คน จำนวน 4 กลุ่ม รวมทั้งหมด 8 กลุ่ม ซึ่งภายในกลุ่มจะมีนักเรียนเก่ง กลาง อ่อน
3. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมใบกิจกรรม และนำผลที่ได้มาทำการสะท้อนผลเพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป
4. เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
5. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากการตอบคำถามของนักเรียนในใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) และจัดระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์โดยรวมตามกระบวนการทั้ง 3 กระบวนการ โดยใช้เกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ซึ่งแบ่งคำตอบของนักเรียนในแต่ละกระบวนการออกเป็น 3 ระดับ คือ ดีเยี่ยม ดี ปรับปรุง ตามลำดับ แล้วแสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละกระบวนการ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบกัน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงตัวอย่างเกณฑ์การประเมินด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์โดยรวม

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง	ดีเยี่ยม (2)	ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	ดี (1)	ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน
	ปรับปรุง (0)	ไม่สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้
2. ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์เพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น	ดีเยี่ยม (2)	ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์เพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นได้ถูกต้อง ครบถ้วน
	ดี (1)	ทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์เพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
	ปรับปรุง (0)	ไม่สามารถทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์เพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นได้
3. ระบุตัวแปรที่สำคัญพร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่	ดีเยี่ยม (2)	ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนได้ถูกต้อง ครบถ้วน

การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทน	ดี (1)	ระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนได้อย่างถูกต้องบางส่วน
	ปรับปรุง (0)	ไม่สามารถระบุตัวแปรที่สำคัญ พร้อมทั้งแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนได้
4. ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริง	ดีเยี่ยม (2)	ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล
	ดี (1)	ให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงได้ไม่ครบถ้วนและสมเหตุสมผลบางส่วน
	ปรับปรุง (0)	ไม่สามารถให้เหตุผลสำหรับการระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญหรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงได้

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์โดยรวม

กระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	
ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
6 - 8	ดีเยี่ยม
3 - 5	ดี
0 - 2	ปรับปรุง

ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้

1. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมในแต่ละแผนระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยแสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามเกณฑ์การจัดระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมในแต่ละแผน ดังตารางที่ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถพัฒนาอยู่ในระดับดีเยี่ยมและดีรวมกัน เรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ กระบวนการใช้หลักการข้อเท็จจริง กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา กระบวนการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ตามลำดับ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถพัฒนาอยู่ในระดับดีเยี่ยมและดีรวมกันมากที่สุด คือ กระบวนการใช้หลักการข้อเท็จจริง กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา รองลงมาที่ระดับดีเยี่ยมและดีรวมกันแล้วมีจำนวนเท่ากัน คือ กระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และกระบวนการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 กระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับดีเยี่ยมเรียงจากมากไปน้อย คือ กระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ กระบวนการใช้หลักการข้อเท็จจริง กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และกระบวนการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ตามลำดับ ซึ่งกระบวนการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์มีส่วนของระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีเยี่ยมและดีใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4 จำนวนกลุ่มนักเรียนตามเกณฑ์การจัดระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมในแต่ละแผน

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	ระดับคุณภาพ	จำนวนกลุ่มนักเรียน (ร้อยละ) ตามแผนการจัดการเรียนรู้		
		แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3
การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	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)
การใช้หลักการข้อเท็จจริง กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	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 การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	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)

โดยภาพรวมพบว่า ทั้ง 3 กระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มีพัฒนาการขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนใน แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักเรียนมีพัฒนาการมากที่สุด ซึ่งนักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ต้องการ รวมถึงสามารถเลือกส่วนสำคัญที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง รองลงมา คือ กระบวนการใช้หลักการข้อเท็จจริง กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนสามารถเลือกกระบวนการหรือขั้นตอนเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ รวมถึงการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งหาผลลัพธ์จากสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง ในขณะที่กระบวนการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่นักเรียนมีพัฒนาการที่น้อยที่สุด แต่กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม โดยนักเรียนสามารถตีความผลลัพธ์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง เชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้สู่สถานการณ์อื่น ๆ พร้อมทั้งอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบและการแสดงแนวคิดที่แสดงให้เห็นถึงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในแต่ละกระบวนการ ดังภาพที่ 1-3

2. ให้นักเรียนเลือกส่วนสำคัญจากสถานการณ์ปัญหาและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์พร้อมทั้งกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา รวมถึงให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกส่วนสำคัญนั้นจากสถานการณ์มาใช้ในการแก้ปัญหา และเพราะเหตุใดนักเรียนจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้นเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์

..... ส่วนสำคัญของสถานการณ์ คือ ราคาของนมและผลไม้ และ จำนวนเงินในภาชนะ
 - ปริมาณผลไม้แบบพกพาของ นมราคา 12 บาท 72 บาท
 - จำนวนเงินในภาชนะ 2,250 บาท
 จากสถานการณ์ที่กล่าวถึง คือ จำนวนเงินซื้อผลไม้และนม
 ให้มากที่สุดเท่าที่
 กำหนดให้ x แทนจำนวนนมและผลไม้
 นำมาเขียนเป็นอัตราส่วนได้ดังนี้
 อัตราส่วนของจำนวนผลไม้และนมต่อเงินบาทเป็นเท่า $12 : 72$
 อัตราส่วนของจำนวนนมและผลไม้ต่อเงินบาทเป็นเท่า $2,250$

ภาพที่ 1 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในกระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ที่อยู่ในระดับดีเยี่ยม จากใบกิจกรรมที่ 2 สร้างรายได้ ชายเจลแอลกอฮอล์

ภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเลือกส่วนสำคัญได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา รวมถึงสามารถกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณได้อย่างถูกต้อง จัดอยู่ในระดับดีเยี่ยม

3. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่กำหนดไว้ในข้อที่ 2 มาดำเนินการตามกระบวนการคณิตศาสตร์ โดยนำตัวแปรที่ได้มาจัดทำเป็นตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ (ให้นักเรียนแสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด)

วิธีทำ
 1. แทนส่วนลดราคา
 จากร้าน นม Mobile อัตราส่วนกำไร
 อัตราส่วนของ 1 part 6th 3 ส่วนลดราคาสำหรับนักเรียนเด็กเป็นบาท เป็น 100:9
 อัตราส่วนของ 1 part 6th 3 ส่วนลดราคาสำหรับนักเรียนเด็กเป็นบาท เป็น 100:9
 ราคา $100 \rightarrow 10,900$
 $100 \times 109 = 10,900$
 $100 = 10,900$
 $100 = 10,900$
 $100 = 10,900$

ภาพที่ 2 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในกระบวนการย่อยการใช้หลักการข้อเท็จจริงกระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ที่อยู่ในระดับดีเยี่ยม จากใบกิจกรรมที่ 3 คุ่มค่าคุ้มราคา

ภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถสร้างตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ และใช้การคูณไขว้และแก้สมการเพื่อหาผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้อง และมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา จัดอยู่ในระดับดีเยี่ยม

สมเหตุสมผลของผลลัพธ์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ถึงแม้ว่าจำนวนนักเรียนจะเพิ่มขึ้นในแต่ละสถานการณ์ค่อนข้างน้อยแต่แนวโน้มของจำนวนนักเรียนในทั้งสามสถานการณ์มีจำนวนเพิ่มขึ้นตามลำดับ และอยู่ที่ระดับดีเยี่ยม

อภิปรายผล

ผู้วิจัยอภิปรายการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามกระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 กระบวนการ ดังนี้

นักเรียนพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ในกระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ระบุปัญหา และขั้นที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปรเป็นหลัก การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 เน้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ พร้อมทั้งเลือกส่วนสำคัญที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ และแปลงสถานการณ์ให้อยู่ในรูปการนำเสนอทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนที่สัมพันธ์พร้อมทั้งระบุตัวแปร จากนั้นเขียนเป็นอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนได้ร่วมกันระดมความคิด อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน รู้จักการทำงานเป็นทีม และการทำงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับ Kanthawat (2018) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นตัวช่วยเสริมให้นักเรียนให้สามารถพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ โดยเฉพาะกระบวนการย่อยการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี รวมถึงการระบุประเด็นปัญหาและการสร้างตัวแปร สมมติฐาน ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ

นักเรียนพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ในกระบวนการใช้หลักการข้อเท็จจริงกระบวนการและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา จากการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยให้นักเรียนได้เลือกใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ไม่ปิดกั้นโดยเลือกวิธีการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน และขั้นที่ 5 ทำซ้ำ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหารวมถึงผลลัพธ์ ซึ่งเมื่อนักเรียนเจอข้อผิดพลาด นักเรียนจะดำเนินการแก้ไขเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้อง และสอดคล้องกับสถานการณ์ โดยขั้นที่ 5 เป็นขั้นที่คอยแก้ไขข้อผิดพลาดจากขั้นที่ 1-3 ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การดำเนินการในขั้นที่ 5 นักเรียนจะแก้ไขข้อผิดพลาดค่อนข้างมาก แต่เมื่อเข้าสู่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เมื่อนักเรียนดำเนินการในขั้นตอนที่ 1-3 ถูกต้องแล้ว จึงทำให้ในขั้นที่ 5 มีนักเรียนแก้ไขข้อผิดพลาดที่ค่อนข้างน้อย และจากผลแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ในส่วนของคำถามข้อที่ 4 ซึ่งเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้หลักการข้อเท็จจริงกระบวนการและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ทั้ง 3 สถานการณ์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนที่ดีขึ้นในแต่ละสถานการณ์ตามลำดับ และอยู่ในระดับดีเยี่ยม ขณะจัดกิจกรรม พบว่า นักเรียนสามารถนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการแก้ปัญหาย่างเหมาะสมและดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน เช่น สถานการณ์เกี่ยวกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 สถานการณ์ซีรีส์ดิง ใน Netflix สถานการณ์อาชีพต่าง ๆ สถานการณ์ในโรงเรียน เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Dickinson *et al.* (2010) ที่กล่าวว่า การนำแนวทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนและพัฒนาความรู้เนื้อหาวิชาแก่นักเรียนและสอดคล้องกับ Pluempitwiriyawej (2016) ที่กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยนำเอาสถานการณ์ในชีวิตจริงและความรู้ทางคณิตศาสตร์มาบูรณาการเพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหามาตามที่วางไว้ สามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาในทิศทางที่ดีขึ้น

นักเรียนพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ในกระบวนการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ และขั้นที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนได้ร่วมกันระดมความคิด แสดงความคิดเห็น และได้แย้งกัน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ซึ่งกันและกัน โดยกระบวนการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์

ทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักเรียนมีพัฒนาการน้อยที่สุด เนื่องมาจากนักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์ได้อย่างชัดเจน โดยนักเรียนจะอธิบายเพียงสั้น ๆ แต่ถึงแม้ว่าจะเป็นกระบวนการที่นักเรียนมีพัฒนาการน้อยที่สุด นักเรียนก็ยังคงสามารถตีความผลลัพธ์กลับสู่ชีวิตจริงได้ พร้อมทั้งสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลได้เป็นอย่างดี และยังพบว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ในเรื่องที่เรียนไปประยุกต์กับชีวิตประจำวันได้ นักเรียนเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Srithi *et al.* (2018) ที่พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ในบริบทใกล้กับชีวิตจริงของนักเรียน และให้นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อค้นพบข้อสรุป นำความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ในการอภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้นักเรียนสามารถบอกความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหาได้ รวมถึงนักเรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทของปัญหาได้และสอดคล้องกับ Kanthawat (2018) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์กระบวนการตีความ และประเมินผลลัพธ์เป็นกระบวนการที่นักเรียนพัฒนาได้น้อย แต่มีแนวโน้มไปในทางที่ดีขึ้น เนื่องจากข้อมูลจากใบกิจกรรมนักเรียนไม่เขียนบันทึกอย่างละเอียดเพียงพอ

สรุปผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้เป็นอย่างดี ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ 3 กระบวนการ ดังนี้

1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ผลจากใบกิจกรรมแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ช่วยส่งเสริมการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ได้ โดยเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของกลุ่มนักเรียน ซึ่งอยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยจะเห็นได้ว่าการระบุปัญหา การสร้างสมมติฐานและระบุตัวแปรของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีคะแนนที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถทำคะแนนได้ดีในกระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์และมีระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม

2. การใช้หลักการข้อเท็จจริง กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ผลจากใบกิจกรรมแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถดำเนินการตามการใช้หลักการข้อเท็จจริง กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี โดยนักเรียนสามารถลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องตามลำดับ โดยจากการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนจะยังไม่สามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้เท่าที่ควร แต่ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องและอยู่ในระดับดีเยี่ยม ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 สถานการณ์ นักเรียนมีคะแนนเพิ่มในแต่ละสถานการณ์ตามลำดับ และระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม

3. การตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ผลจากใบกิจกรรมแสดงให้เห็นว่าการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นตามลำดับ โดยจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในช่วงแรกนักเรียนยังตีความผลลัพธ์และอธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ค่อนข้างสั้น นักเรียนไม่อธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม โดยผู้วิจัยจะต้องเป็นผู้ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนอธิบายเหตุผลเพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น และผลจากใบกิจกรรมที่ 1 และใบกิจกรรมที่ 2 นักเรียนยังไม่สามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีความหลากหลายได้ โดยนักเรียนจะยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด แต่ในใบกิจกรรมที่ 3 นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน ของนักเรียน โดยจากสถานการณ์ที่ 1 และสถานการณ์ที่ 2 นักเรียนอธิบายการได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ค่อนข้างสั้น ไม่อธิบายเหตุผลเพิ่มเติม แต่เมื่อสถานการณ์ที่ 3 นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ดีขึ้นตามลำดับ แต่ยังคงมีนักเรียนที่ไม่สามารถ

ยกตัวอย่างสถานการณ์ได้ แต่เป็นกลุ่มนักเรียนเพียงส่วนน้อยเท่านั้น ซึ่งผลจากใบกิจกรรมและผลจากแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน นักเรียนมีระดับคะแนนและระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ระดับดีเยี่ยม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีกระบวนการในการสร้าง ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น ครูควรเลือกสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน มีความแปลกใหม่น่าสนใจและเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริงกับการเรียนรู้ได้ และนักเรียนมองว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ใกล้ตัว

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูควรมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยควรใช้คำถามกระตุ้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย และอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ผู้วิจัยควรศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมหรือพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการเชื่อมโยง เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นการเน้นการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง ผ่านการสร้างเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ถือเป็น การเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง และการอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์

2.2 ผู้วิจัยควรศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับสื่อเทคนิคอื่น ๆ ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจาก ถึงแม้ว่านักเรียนมีพัฒนาการตามกระบวนการนี้เพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่จำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นค่อนข้างน้อย เพราะการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ถือว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญและเป็นทักษะของการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- Consortium for Mathematics and Its Applications (COMAP) and Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM). (2016). **Guidelines for Assessment and Instruction in Mathematical Modeling Education**. Bedford: Consortium for Mathematics and Its Applications.
- Dickinson, P., Eade, F., Gough, S. and Hough, S. (2010). Using realistic mathematics education with low to middle attaining pupils in secondary schools. **Proceedings of the British Congress for Mathematics Education** (pp. 73-80). Manchester: University of Manchester.
- Kanthawat, C. (2018). An action research on developing grade 11 students' mathematical literacy through mathematical modeling in topic of sequences and series (in Thai). **Master's Thesis**. Phitsanulok: Naresuan University.
- Kemmis, A. and Mc Taggart, R. (2000). **The Action Research Planer (3rd ed)**. Victoria: Deakin University.
- Ministry of Education. (2015). **The basic education core curriculum 2551** (in Thai). Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand.
- Pluemtipitwiriwajew, K. (2016). Development of an instructional process based on mathematical modeling and scaffolding approaches to enhance mathematical problem solving and representation abilities of lower secondary school students (in Thai). **Journal of Education Studies**, 47(4), 86-107.

Srithi, K., Supap, W. and Wiriyapong, R. (2018). An action research on developing problem-based learning activities to enhance mathematical literacy in conic section topic of students in grade 10 (in Thai). **Social Sciences Research and Academic Journal**, 13(37), 105-118.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2020). Mathematical literacy (in Thai). Retrieved 25 August 2020, From **PISA Thailand**: <https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/mathematical-literacy/>.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2020). Mathematical literacy about PISA (in Thai). Retrieved 1 September 2020, From **PISA Thailand**: <https://pisathailand.ipst.ac.th/>.

Online-First Version