

การศึกษาพัฒนาการด้านความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร*

ศรัญญา พะวงษ์¹

สกล ตั้งเก้าสกุล² ต้องตา สมใจเพ็ง³

(วันที่รับบทความ: 6 มิถุนายน 2568; วันที่แก้ไขบทความ: 10 กรกฎาคม 2568; วันที่ตอบรับบทความ: 23 กรกฎาคม 2568)

บทคัดย่อ

การพัฒนาความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 รวมถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ชีวิตจริงเป็นความท้าทายสำคัญสำหรับครูคณิตศาสตร์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 35 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาแห่งหนึ่ง ในจังหวัดปทุมธานี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จำนวน 8 แผน และแบบวัดความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 4 ฉบับ คือ ฉบับก่อนเรียน 1 ฉบับ ฉบับระหว่างเรียน 2 ฉบับ และฉบับหลังเรียน 1 ฉบับ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพื้นฐานและการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมีพัฒนาการด้านความฉลาดรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 57.4$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 30.11$) อย่างชัดเจน และมีแนวโน้มพัฒนาการที่ดีขึ้นตลอดระยะเวลาการเรียนรู้
2. นักเรียนแสดงพัฒนาการที่ชัดเจนในด้านการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยสามารถวิเคราะห์ข้อมูลสำคัญ สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา และนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและครบถ้วนมากขึ้น จากการวิจัยครั้งนี้ ได้ข้อเรียนรู้ว่าการใช้สถานการณ์ปัญหาจากชีวิตจริงที่มีข้อมูลมากเกินไป (Over-Determined) เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของนักเรียน มีส่วนช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะย่อยในกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ความฉลาดรู้คณิตศาสตร์, การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์, ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

* บทความวิจัยในชั้นเรียน หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2568

¹ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

E-mail: sarunya.12513@hotmail.com

² อาจารย์ ดร., อาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ ผศ.ดร., อาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

A Study on the Development of Mathematical Literacy in the Topic of Systems of Linear Equations in Two Variables of Ninth Grade Students through Mathematical Modeling*

Sarunya Pavong¹

Sakon Tangkawsakul² Tongta Somchaipeng³

(Received: June 6, 2025; Revised: July 10, 2025; Accepted: July 23, 2025)

Abstract

Developing students' mathematical literacy is a fundamental goal of 21st-century mathematics education. Organizing learning activities that enable students to engage in mathematical modeling from real-life situations presents significant challenges for mathematics teachers. This research aimed to examine the development of mathematical literacy among ninth-grade students through mathematical modeling activities on systems of linear equations with two variables. The participants were 35 ninth-grade students from an extended-opportunity school in Pathum Thani Province, Thailand, during the second semester of the 2024 academic year. The research instruments included eight lesson plans integrating mathematical modeling activities and four mathematical literacy assessment tests: one pre-test, two mid-tests, and one post-test. Data analysis employed descriptive statistics and content analysis.

The research findings revealed that:

1. Students demonstrated continuous improvement in mathematical literacy, with post-test mean scores ($\bar{X} = 57.4$) relatively higher than pre-test scores ($\bar{X} = 30.11$), showing consistent developmental progress throughout the learning period.

2. Students exhibited clear development in formulating, successfully analyzing relevant information, model with equations aligned with problem situations, and solving problems more accurately and comprehensively. The research shows that the use of real-world problem situations with over-determined information related to students' everyday experiences effectively promotes the development of sub-abilities within mathematical literacy. These findings suggest that integrating mathematical modeling activities can enhance students' mathematical literacy and provide valuable insights for improving mathematics instruction in secondary education.

Keywords: Mathematical Literacy, Mathematical Modeling, System of linear equations with two variables

* Classroom Research Article from Master of Education Program in Mathematics Education, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, 2025

¹ Student in Master of Education Program in Mathematics Education, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University,
E-mail: sarunya.12513@hotmail.com

² Dr., Lecturer in Mathematics Education, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University

³ Asst. Prof. Dr., Lecturer in Mathematics Education, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University

ความสำคัญและปัญหาการวิจัย

ความฉลาดรู้คณิตศาสตร์เป็นทักษะจำเป็นสำหรับนักเรียนในการทำงานและใช้ชีวิต โดยช่วยให้สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใช้คณิตศาสตร์ และตีความคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในบริบทจริง รวมถึงอธิบายและคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2020) ความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ประเมินได้จากแนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งโครงการ PISA ที่ประเมินสมรรถนะนักเรียนด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินการประเมินความฉลาดรู้ร่วมด้วยอย่างต่อเนื่องทุก 3 ปี กับนักเรียนอายุ 15 ปี ซึ่งผลการประเมิน PISA 2022 พบว่า ประเทศไทยมีผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง จึงควรมีการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ในด้านคณิตศาสตร์ โดยพัฒนาครูให้มีสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2025, p. 52)

ปัญหาในภาพรวมระดับประเทศนี้ สะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจนในหน่วยการเรียนรู้พื้นฐานที่สำคัญเรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มักจะมีอุปสรรคในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์จริง การวิเคราะห์ข้อมูลที่กำหนดให้ในสถานการณ์ปัญหา การแปลงปัญหาเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม รวมถึงการให้เหตุผลและการประเมินคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Biakratok, Chompuvised and Charatiam, 2024, p. 61; Deelamai, Somchaipeng and Kasemsukpipat, 2024, p. 53) ซึ่งสอดคล้องกับประสบการณ์ของผู้วิจัยที่พบในชั้นเรียน

สาเหตุของปัญหาดังกล่าว อาจมาจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้กับการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ไม่เพียงพอเท่าที่ควร ซึ่ง Khemsuk (2017) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้จะต้องไม่ใช่เพียงเรียนรู้จากสถานการณ์สมมติในห้องเรียนเท่านั้น แต่ครูต้องออกแบบให้เชื่อมโยงกับชีวิตจริงมากที่สุด เพื่อให้นักเรียนสามารถนำเอาความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์จริงที่พบในชีวิตประจำวันได้ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2011) ซึ่งการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ครูสามารถนำมาจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Modeling) โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ด้วยการใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแปลงสถานการณ์จริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ และการพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ดีความเป็นคำตอบปัญหาในชีวิตจริง (Curriculum Planning and Development Division, 2019) กระบวนการดังกล่าวใกล้เคียงกับกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของ OECD (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2022)

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญและโอกาสในการพัฒนาความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการฝึกสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ในระดับดีถึงดีเยี่ยม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการคิดและแปลงปัญหา การเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงผลลัพธ์กลับสู่บริบทจริง (Khwankhong and Poonpaiboonpipat, 2022, p. 285; Deelamai, Somchaipeng and Kasemsukpipat, 2024, p. 65; Saengphueng, 2024, pp. 131-134)

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังเห็นช่องว่างของงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้สถานการณ์จริงที่นักเรียนมีความคุ้นเคยและการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างมีวิจารณญาณควบคู่กับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ยังคงต้องการคำตอบจากการวิจัยเพิ่มเติม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาพัฒนาการด้านความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยมุ่งออกแบบสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงที่อ้างอิงกับประสบการณ์จริงของนักเรียนและเป็นสถานการณ์ที่มีข้อมูลมากเกินไปจนเกินความจำเป็น (Over-determined) สถานการณ์ลักษณะนี้ช่วยให้นักเรียนฝึกการคิดวิเคราะห์ในการแยกแยะและเลือกข้อมูลที่จำเป็นอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นทักษะสำคัญของความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะด้านการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ การตีความ และประเมินผลลัพธ์ พร้อมทั้งฝึกการคิดอย่างเป็นระบบและตั้งข้อสงสัยเบื้องต้น ซึ่งสะท้อนลักษณะของปัญหาในชีวิตจริงที่ซับซ้อนและไม่สมบูรณ์เหมือนโจทย์คณิตศาสตร์ทั่วไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

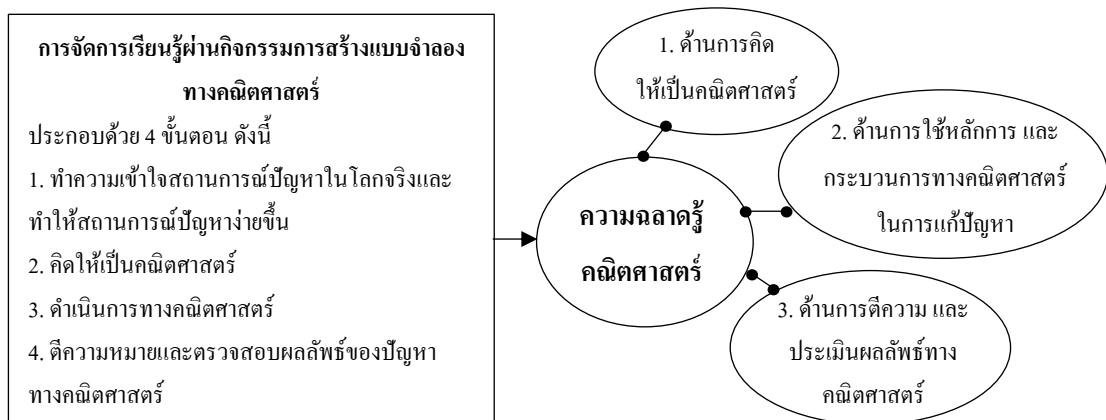
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) เป็นความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ไปใช้แก้สถานการณ์ปัญหาในบริบทของโลกจริงผ่านกระบวนการคิด/แปลงสถานการณ์ให้อยู่ในรูปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ (คิด) การดำเนินการหาคำตอบโดยใช้แนวคิด เครื่องมือ และวิธีการทาง

คณิตศาสตร์ (ใช้) รวมถึงการตีความผลลัพธ์ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในโลกจริงอย่างมีเหตุผลและมีวิจารณญาณ (ตีความ) การพัฒนาความฉลาดรู้คณิตศาสตร์มีเป้าหมายเพื่อให้แก่นักเรียนสามารถตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ตระหนักถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ในสังคม และมีส่วนร่วมอย่างสร้างสรรค์ในฐานะพลเมืองในศตวรรษที่ 21 (OECD, 2018)

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Modeling) เป็นกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตจริงโดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจำลองปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มักใช้เพื่อแสดงความสัมพันธ์ในแบบรูปของสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและในธรรมชาติ โดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์แบบรูปนั้น ๆ เพื่อหาคำตอบ และนำคำตอบที่ได้ไปตอบปัญหาในชีวิตจริง (Nernthien, 2017, p. 238) และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ยังเป็นกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เป็นพลวัต ด้วยการนำเสนอหรืออธิบายปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์แล้วกำหนดเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ นำไปสู่การค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นนำคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปแปลความหมายให้เป็นคำตอบของปัญหาในชีวิตจริง (Paramutthakorn, 2019, p. 34) การวิจัยในครั้งนี้เลือกใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Tangkawsakul (2022, pp. 20-21) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ คือ ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงและทำให้สถานการณ์ปัญหาง่ายขึ้น ขั้นตอนที่ 2 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และขั้นตอนที่ 4 การตีความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ของปัญหาทางคณิตศาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีลักษณะสอดคล้องกับระเบียบวิธีวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Design) ที่ไม่มีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง (Choochom, 2009) เนื่องจากใช้กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนในห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบปฏิบัติหน้าที่สอน มีการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เพื่ออธิบายผลเชิงปริมาณให้มีความชัดเจนและลึกซึ้งขึ้น

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 จำนวน 35 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาแห่งหนึ่ง ในจังหวัดปทุมธานี ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยพิจารณาถึงกลุ่มนักเรียนที่มีความรู้และความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย คละกันทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน และเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยและนักเรียนมีความคุ้นเคยกัน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวจัดกระทำ คือ การจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ตัวแปรตาม คือ ความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

เครื่องมือที่ใช้วิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เน้นกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 แผน และ (2) แบบวัดความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 4 ฉบับ คือ ฉบับก่อนเรียน 1 ฉบับ ฉบับระหว่างเรียน 2 ฉบับ และฉบับหลังเรียน 1 ฉบับ โดยแบบวัดฉบับก่อนเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อวัดความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน และแบบวัดฉบับระหว่างเรียนครั้งที่ 1 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพื่อหาคำตอบโดยวิธีการกำจัดตัวแปร ฉบับระหว่างเรียนครั้งที่ 2 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพื่อหาคำตอบโดยวิธีการแทนค่า และฉบับหลังเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาหรือความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ IOC (Index of Item-Objective Congruence) รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของภาษา จากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน โดยมีผลการประเมินว่าใช้ได้ทุกข้อ แล้วดำเนินการนำข้อเสนอแนะมาใช้ปรับปรุงและแก้ไขให้สมบูรณ์มากขึ้น

ตารางที่ 1 ตัวอย่างของเนื้อหาและแนวการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	สถานการณ์ปัญหา	แนวการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเพื่อหาคำตอบโดยวิธีการกำจัดตัวแปร	งานสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ร้านมิสเตอร์โดนัท ร้านมิสเตอร์โดนัทมีโปรโมชันพิเศษสำหรับลูกค้า Diac แบบรายเดือน ที่มีค่าบริการตั้งแต่ 399 บาทขึ้นไป โดยในเดือนเกิด ลูกค้าสามารถซื้อโดนัท 6 ชิ้นและรับฟรีเพิ่มอีก 4 ชิ้น โดยไม่มีการจำกัดจำนวนครั้งในการใช้สิทธิ์ ครูแยมใช้สิทธิ์โปรโมชันนี้ในเดือนเกิดของตนเอง โดยเมื่อวานครูแยมได้ซื้อโดนัทจำนวน 6 ชิ้น พร้อมด้วยน้ำส้มจำนวน 2 แก้ว รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 226 บาท และวันนี้ครูแยมได้ซื้อโดนัทจำนวน 7 ชิ้น พร้อมด้วยน้ำส้มจำนวน 4 แก้ว รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 317 บาท ถ้าพรุ่งนี้ครูแยมต้องการซื้อโดนัทและน้ำส้มเพื่อแจกจ่ายให้นักเรียนชั้น ม.3/3 จำนวน 38 คน โดยต้องการให้นักเรียนแต่ละคนได้รับโดนัทและน้ำส้มอย่างละ 1 ชิ้น และครูแยมมีเงิน 2,000 บาทสำหรับการซื้อโดนัทและน้ำส้ม นักเรียนคิดว่าครูแยมมีเงินเพียงพอสำหรับซื้อโดนัทและน้ำส้มหรือไม่ เพราะเหตุใด	ครูให้นักเรียนร่วมกันทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และระบุตัวแปรสำคัญ ได้แก่ ราคาโดนัทและน้ำส้ม จากนั้นร่วมกันเชื่อมโยงความสัมพันธ์จากสถานการณ์ที่แสดงด้วยภาพของจำนวนโดนัทและน้ำส้ม เพื่อนำไปสู่แนวคิดการกำจัดตัวแปร จากนั้นครูเชื่อมโยงภาพไปสู่ขั้นตอนการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยวิธีการกำจัดตัวแปร และตีความคำตอบที่ได้จากการหาโดยภาพ และการกำจัดตัวแปรให้ไปสู่สถานการณ์จริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำแบบวัดความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน
2. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 คาบ คาบละ 50 นาที แสดงตัวอย่างแนวการจัดการเรียนรู้ได้ดังตารางที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่ 1 – 4 โดยมีการทดสอบวัดความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ระหว่างเรียนครั้งที่ 1 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพื่อหาคำตอบโดยวิธีการกำจัดตัวแปร

ระยะที่ 2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่ 5 – 7 โดยมีการทดสอบวัดความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ระหว่างเรียนครั้งที่ 2 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพื่อหาคำตอบโดยวิธีการแทนค่า
3. ผู้วิจัยดำเนินการวัดความฉลาดรู้คณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบวัดฉบับหลังเรียนและนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน
4. ดำเนินการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดเพื่อวิเคราะห์ผลพัฒนาการด้านความฉลาดรู้คณิตศาสตร์

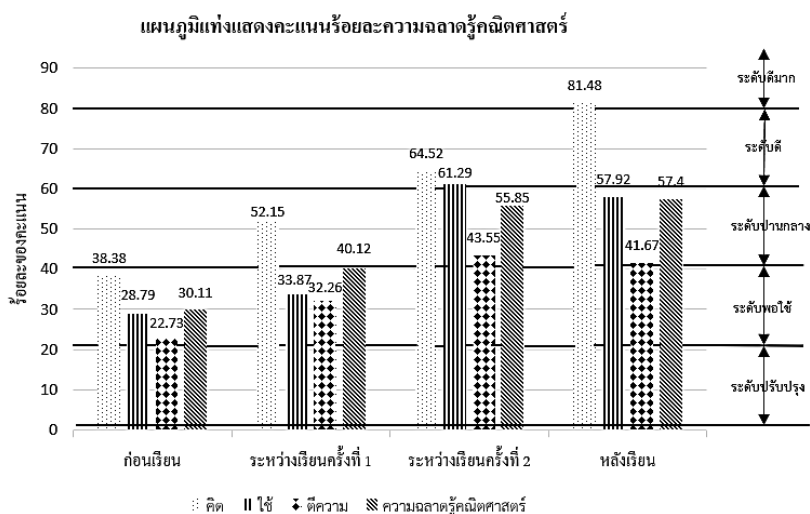
การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 4 ฉบับ เพื่อบรรยายข้อมูลต่าง ๆ ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ โดยผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากร่องรอยการแสดงวิธีทำของนักเรียนมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ตามองค์ประกอบของความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2018) เพื่อให้เห็นถึงพัฒนาการด้านความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไปของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในแต่ละระยะของการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแบ่งระดับความฉลาดรู้คณิตศาสตร์แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ระดับปรับปรุง (0–20%) , พอใช้ (>20%) , ปานกลาง (>40%) , ดี (>60%) และดีมาก (>80%) โดยพิจารณาจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ย

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อพัฒนาการความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. จากการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการด้านความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่า ระดับคะแนนความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกช่วงเวลา โดยเฉพาะด้านการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่มีการพัฒนาเด่นชัดที่สุดจากระดับพอใช้สู่ระดับดีมาก ในขณะที่ด้านการตีความ แม้จะพัฒนาขึ้นแต่ยังอยู่ในระดับพอใช้ ทำนองเดียวกันกับคะแนนพัฒนาการด้านการใช้และด้านการตีความ มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในช่วงหลังเรียน แสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 2 และตารางที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนร้อยละความฉลาดรู้คณิตศาสตร์

ตารางที่ 2 คะแนนพัฒนาการด้านความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

คะแนนพัฒนาการด้านความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	คิด	ใช้	ตีความ
คะแนนพัฒนาการระหว่างก่อนเรียนและระหว่างเรียนครั้งที่ 1	22.34	7.14	12.33
คะแนนพัฒนาการระหว่างเรียนครั้งที่ 1 และระหว่างเรียนครั้งที่ 2	25.84	41.46	16.67
คะแนนพัฒนาการระหว่างเรียนครั้งที่ 2 และหลังเรียน	47.81	-8.72	-3.33

2. เมื่อพิจารณาความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบย่อยทั้ง 3 องค์ประกอบ พบว่า

2.1 คะแนนพัฒนาการความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ด้านการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพัฒนาการระหว่างก่อนเรียนและระหว่างเรียนครั้งที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 22.34 และระหว่างเรียนครั้งที่ 2 กับหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 47.81 การวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนรายกรณีพบว่า คะแนนระหว่างเรียนครั้งที่ 2 สูงกว่าครั้งที่ 1 อย่างชัดเจน อีกทั้งแนวคิดของนักเรียนในระหว่างเรียนครั้งที่ 1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนและไม่นำข้อมูลสำคัญมาใช้ในการสร้างระบบสมการที่นำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหา แสดงได้ดังภาพที่ 3

**ร่องรอยการแสดงวิธีทำของนักเรียน ก ด้านการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จากแบบวัดความฉลาดรู้คณิตศาสตร์
ฉบับระหว่างเรียนครั้งที่ 1**

นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เนื่องจากนักเรียนไม่พิจารณาอัตราพิเศษสำหรับลูกค้า AIS ที่ส่งข้อความฟรี 10 ข้อความแรกและโทรออกฟรี 5 นาทีแรก ในเครือข่ายเดียวกัน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่ควรนำมาใช้ในการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริง ส่งผลให้ไม่สามารถสร้างระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้อย่างถูกต้อง

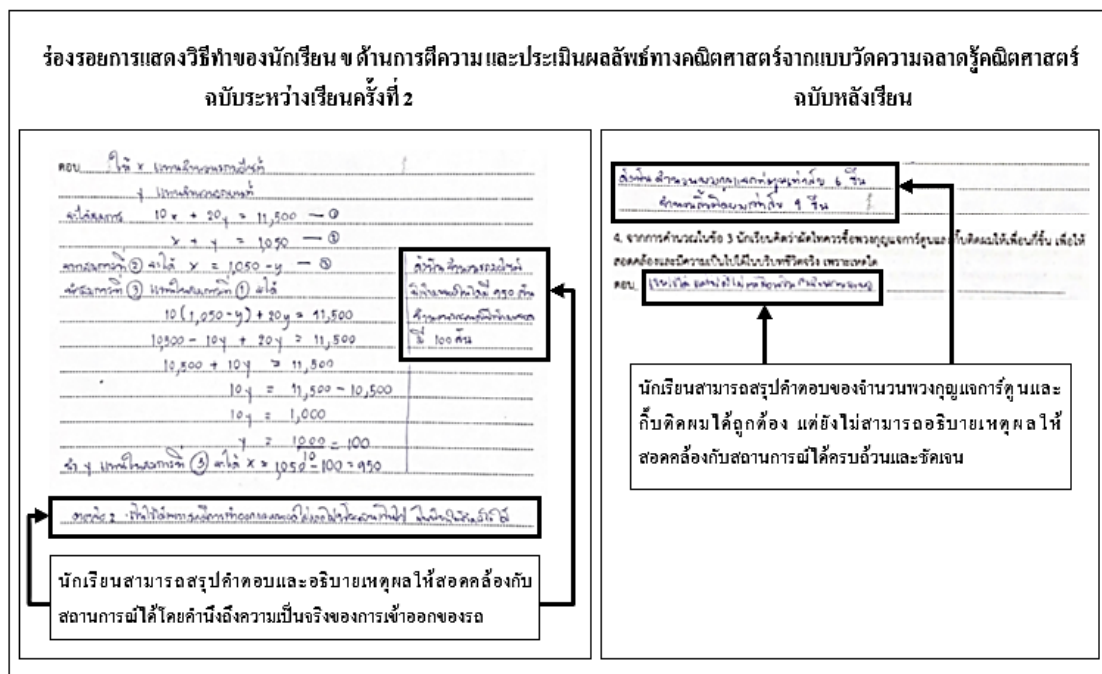
ฉบับระหว่างเรียนครั้งที่ 2

นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณหาจำนวนรถยนต์จักรยานยนต์และรถยนต์ที่เข้ามาจอดภายในงานวัดได้ถูกต้อง และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง

ภาพที่ 3 ตัวอย่างร่องรอยการแสดงวิธีทำแบบวัดฉบับระหว่างเรียนครั้งที่ 1 เปรียบเทียบกับฉบับระหว่างเรียนครั้งที่ 2 ของนักเรียน ก ที่สามารถคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

2.2 คะแนนพัฒนาการความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ด้านการใช้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพัฒนาการระหว่างก่อนเรียนและระหว่างเรียนครั้งที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 7.14 และระหว่างเรียนครั้งที่ 1 และระหว่างเรียนครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 41.46 อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในช่วงหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 8.72 เนื่องจากนักเรียนมีข้อผิดพลาดที่เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ไม่คำนึงถึงเครื่องหมาย

2.3 คะแนนพัฒนาการความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ด้านการตีความเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพัฒนาการระหว่างก่อนเรียนและระหว่างเรียนครั้งที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 12.33 และระหว่างเรียนครั้งที่ 1 และระหว่างเรียนครั้งที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 16.67 อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในช่วงหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 3.33 นอกจากนี้ การวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถตีความ และประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในระหว่างเรียนครั้งที่ 2 ได้ค่อนข้างสมบูรณ์กว่าในการทดสอบหลังเรียน แสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ตัวอย่างร่องรอยการแสดงวิธีทำแบบวัดฉบับระหว่างเรียนครั้งที่ 2 เปรียบเทียบกับหลังเรียน

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่า การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างชัดเจน โดยเฉพาะด้านการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ การอภิปรายจึงเน้นวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการแต่ละด้าน และแนวทางจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทนักเรียน

1. จากผลการวิจัยในหัวข้อที่ 2.1 พบว่าในช่วงแรกของการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนในแผนที่ 2 นักเรียนยังไม่คุ้นชินกับการแปลงสถานการณ์ปัญหาเป็นระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์ปัญหา โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้สถานการณ์ปัญหาตามกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และในช่วงแผนที่ 4 ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนฝึกทักษะย่อยของกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แต่ละขั้นตอน โดยเฉพาะทักษะด้านการคิด ผ่านสถานการณ์ปัญหา 2 สถานการณ์ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยคิดว่าสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในการฝึกฝนดังกล่าวยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนาทักษะย่อยของนักเรียนได้อย่างเต็มที่ แต่ในขณะเดียวกัน เมื่อเทียบกับการจัดการเรียนรู้ในช่วงระหว่างเรียนครั้งที่ 2 ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนเริ่มสามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมตามความเข้าใจของตนเอง ซึ่งใช้ข้อมูลสำคัญและสามารถคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างแบบจำลองให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ เนื่องจากในแผนที่ 6 ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา 6 สถานการณ์ เพื่อฝึกทักษะย่อยด้านการคิด ก่อนจะให้นักเรียนฝึกดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ สถานการณ์ปัญหาในแบบวัดฉบับระหว่างเรียนครั้งที่ 2 มีความเชื่อมโยงกับบริบทในโลกชีวิตจริงของนักเรียนมากกว่าสถานการณ์ปัญหาในแบบวัดฉบับระหว่างเรียนครั้งที่ 1 ทำให้สรุปได้ว่าครูควรเลือกสถานการณ์ปัญหาในบริบทโลกชีวิตจริงที่ทันสมัย และใกล้ตัวนักเรียน จะส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น (Khwanhong and Poonpaiboonpipat, 2022, p. 295; Thaikam, Tangkawsakul and Mookda, 2024, p. 12)

2. จากผลการวิจัยในหัวข้อที่ 2.2 พบว่าการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนในแผนที่ 2 และ 5 ผู้วิจัยให้นักเรียนได้ฝึกแก้สถานการณ์ปัญหตามกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเห็นธรรมชาติของกระบวนการหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยวิธีการกำจัดตัวแปรและวิธีการแทนค่า ซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism Theory) ที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ขึ้นเองจากประสบการณ์และบริบทที่มีความหมาย ลักษณะการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้นักเรียนมีบทบาทในการคิด วิเคราะห์ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะมากกว่าการถ่ายทอดความรู้โดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Piaget (1970) ที่กล่าวว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการภายในที่นักเรียนสร้างองค์ความรู้จากประสบการณ์ นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนฝึกทักษะย่อยของกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แต่ละขั้นตอน โดยเฉพาะทักษะด้านการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ผ่านสถานการณ์ปัญหา 5 สถานการณ์ ทั้งนี้ ในระหว่างที่นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้เชื่อมโยงแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการกำจัดตัวแปรและวิธีการแทนค่าเข้ากับสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้

3. จากผลการวิจัยในหัวข้อที่ 2.3 พบว่า ความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ด้านการตีความเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในช่วงหลังเรียน อาจมีเหตุเพราะสถานการณ์ปัญหาในแบบวัดฉบับระหว่าง

เรียนครั้งที่ 2 เชื่อมโยงกับบริบทชีวิตจริงของนักเรียนมากกว่าหลังเรียน ประกอบกับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาจำนวนมากอาจทำให้ไม่ได้เน้นการสอนในขั้นตีความและตรวจสอบผลลัพธ์เท่าที่ควร ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ Duangthum and Poonpaiboonpipat (2022) ที่พบว่านักเรียนมีพัฒนาการการคิด/แปลงสถานการณ์มากที่สุด รองลงมาคือการใช้และการตีความตามลำดับ ความท้าทายในด้านการตีความสะท้อนข้อค้นพบของ Blomhøj and Jensen (2003) ว่าแม้นักเรียนมัธยมยังมีความยากลำบากในการเชื่อมโยงผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับสู่บริบทจริง เนื่องจากต้องการทักษะการคิดระดับสูงและประสบการณ์ในการจัดการกับความไม่แน่นอน การใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีข้อมูลเกินจำเป็น (Over-Determined Problems) แม้ช่วยส่งเสริมการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ แต่อาจทำให้นักเรียนเผชิญกับอุปสรรคในช่วงเริ่มต้นของการแก้สถานการณ์ปัญหามาก ทำให้ลดทอนความสามารถในการตีความ ดังนั้น การฝึกความสามารถในการตีความ และประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์อย่างเฉพาะเจาะจง atomic approach อาจให้ผลดีกว่า (Brand, 2014)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากการศึกษาพัฒนาการของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการในภาพรวมที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง สะท้อนให้เห็นว่า การเลือกสถานการณ์ปัญหามีความสำคัญ ดังนั้น ครูจึงควรพิจารณาการปรับโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาทั่วไปให้มีบริบทโลกชีวิตจริงที่เป็นประสบการณ์จริงของนักเรียนไปใช้จัดกิจกรรมในชั้นเรียน เพื่อเพิ่มโอกาสและแรงจูงใจที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาในโลกจริงได้ง่ายขึ้น

2. จากการศึกษาพบว่า ความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ด้านการตีความของนักเรียนที่ลดลงเล็กน้อยในช่วงหลังเรียน สะท้อนให้เห็นว่า ครูควรเน้นการสอนในขั้นที่ 4 ขั้นตีความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับบริบทในโลกชีวิตจริงอย่างต่อเนื่อง และในช่วงท้ายการจัดการเรียนรู้ ครูควรเลือกปรับสถานการณ์ปัญหาให้เหมาะสมกับระยะเวลา เพื่อเปิดโอกาสให้เกิดการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนในประเด็นเกี่ยวกับการตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการศึกษาพัฒนาการของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้สถานการณ์ในโลกจริง พบว่า ในช่วงระหว่างเรียนนักเรียนมีความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ด้านการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ด้านการใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

อย่างไรก็ตาม ความสามารถด้านการตีความ และประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ลดลง ดังนั้น ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับเทคนิคหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมความสามารถในการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ให้เชื่อมโยงกับบริบทของโลกจริง

เอกสารอ้างอิง

- Biakratok, N., Chompuvised, K. and Charatiam, N. (2024). A Study of Mathematical Problem Solving Ability on the problem of linear equation systems in two variables of mathayomsuksa 3 students by using Mathematical Modeling Process. *Journal of Mahayana voice*, 10(4), 57-70. (In Thai).
- Blomhøj, M. and Jensen, T. H. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its Applications*, 22(3), 123-144.
- Brand, S. (2014). Effects of a holistic versus an atomistic modelling approach on students' mathematical modelling competencies. In C. Nicol, P. Liljedahl, S. Oesterle and D. Allan (Eds.), *Proceedings of the Joint Meeting of PME 38 and PME-NA* (pp. 185-192).
- Choochom, A. (2009). Quasi-Experimental Research. *The Journal of Behavioral Science*, 15(1), 1- 15. (In Thai).
- Curriculum Planning and Development Division. (2019). *Mathematics syllabus Secondary One to Four Normal (Technical) Cours*. Ministry of Education, Singapore.
- Deelamai, J., Somchaipeng, T. and Kasemsukpipat, W. (2024) A study of Mathematical Critical Thinking Abilities on Linear Equation System in Two Variables of Grade 9 Students with Learning Activities Using Mathematical Modelling. *Journal of Educational Innovation and Research*, 8(1), 57-67. (In Thai).
- Duangthum, C. and Poonpaiboonpipat, W. (2022). The Development of Mathematical Literacy Through Online Learning Implementation Based on Mathematizing Process in the Topic of Probability for Grade 11 Students. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 7(11), 372-389. (In Thai).
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2011). *Professional mathematics teachers: The pathway to success*. Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (In Thai).
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2020). *PISA 2021 and the assessment of mathematical literacy*. Retrieved May 31, 2025, from <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2020-53/> (In Thai).

- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2022). *Mathematical Literacy Framework*. Retrieved May 31, 2025, from https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/mathematical_literacy_framework/ (In Thai).
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2025). *PISA 2022 assessment results: Mathematics, reading, and science*. Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (In Thai).
- Khemsuk, C. (2017). *Designing learning activities to promote mathematical modeling by using hands-on activity approach for grade 9 students*. Master thesis, M.Sc., Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani. (In Thai).
- Khwankhong, B. and Poonpaiboonpipat, W. (2022). An action research on developing Grade 7 students' mathematical literacy through mathematical modeling in topic of ratio. *Journal of Science and Science Education*, 5(2), 285-292. (In Thai).
- Nernthien, S. (2017). Mathematics Learning with Real-World Problems Based on Mathematical Modeling. *Journal of Education*, 45(2), 238-253. (In Thai).
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, and Financial Literacy*. Bangkok: OECD Publishing.
- Paramutthakorn, I. (2019). *The development of instructional activities to enhance the ability of lower secondary school students to apply mathematical models for real-world problems solving*. Dissertation, Ed.D., Srinakharinwirot University, Bangkok. (In Thai).
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. New York: Orion Press.
- Saengphueng, W. (2024). *The development of mathematical literacy for science math technology and environment (SMTE) in Matthayomsuksa 3 through learning implementation based on mathematical models in the topic of trigonometric ratio*. Master's independent study, M.Ed., Naresuan University, Phitsanulok. (In Thai).
- Tangkawsakul, S. (2022). *The Development of Mathematical Modelling Competencies and Mathematical Modelling Tasks Designing Competencies of Preservice Teachers*. Dissertation, Ph.D., Kasetsart University, Bangkok. (In Thai).
- Thaikam, W., Tangkawsakul, S. and Mookda, N. (2024). Development of Mathematical Tasks for Assessing Mathematical Literacy of Lower-Secondary Students. *Journal of Education Studies*, 52(3), 1-14. (In Thai).
