



Learning Implementation based on Mathematical Modeling to Enhance Statistical Thinking Abilities in Statistics for Grade 8 Students

Suwanna Tanyong¹ and Wanintorn Poonpaiboonpipat^{2,*}

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

²*Faculty of Education, Naresuan University*

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

Received <27 Apr. 2026>; Revised <31 May 2026>; Accepted <1 Jun. 2026>

Abstract

This research aimed to 1) investigate pedagogical guidelines for mathematical modeling-based learning to promote mathematical thinking, and 2) study the effects of this approach on the mathematical thinking of Grade 8 students in the topic of Statistics. The target group consisted of 39 Grade 8 students from an extra-large school in Phichit Province during the second semester of the 2025 academic year. The study utilized a Classroom Action Research design across four cycles, totaling 12 hours. Research instruments included lesson plans, learning reflection forms, activity sheets, and a mathematical thinking ability test. Data were validated through triangulation and analyzed using qualitative methods. The research findings revealed that: 1. Pedagogical guidelines for mathematical modeling-based learning should prioritize the roles of teachers and students in three key areas: 1) selecting real-world, open-ended, and meaningful situations to serve as a starting point for students to independently define the scope of their mathematical models; 2) utilizing scaffolding questions to prompt students to analyze conditions and initial agreements when transforming real-world problems into mathematical models; and 3) emphasizing the connection of results from the model back to the real-world context and validating their reasonableness, rather than focusing solely on computational accuracy. 2. Students demonstrated a sequential improvement in their mathematical thinking abilities through the mathematical modeling process. Based on the activity sheets, all aspects of the students' mathematical thinking abilities were at Level 2, ranked from highest to lowest as follows: reasoning, problem-solving, and representation. This contrasted with the results of the mathematical thinking ability test, which ranked the abilities from highest to lowest as follows: problem-solving, representation, and reasoning. These findings indicate that the mathematical modeling-based learning approach effectively reflects the development of students' mathematical thinking, particularly enhancing their capacities to solve, understand, execute, and conclude solutions to mathematical problems.

Keywords: Mathematical Modeling; Mathematical Thinking; Statistics

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สุวันนา ดันหยง¹ และ วรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์^{2,*}

¹หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

²คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

*Email: wanintorns@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และ 2) ศึกษาผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 39 คน ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษในจังหวัดพิจิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 ดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 4 วงจร รวม 12 ชั่วโมง เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า 1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ มีประเด็นบทบาทครูและบทบาทนักเรียนที่ควรเน้นคือ 1) การเลือกสถานการณ์ที่มีบริบทใกล้ตัว เป็นปัญหาปลายเปิด และมีความหมายต่อนักเรียน เพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นให้นักเรียนได้กำหนดขอบเขตของแบบจำลองด้วยตนเอง 2) การใช้คำถามเชิงกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์เงื่อนไขและข้อตกลงเบื้องต้นในการเปลี่ยนปัญหาในโลกจริงให้เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และ 3) การให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงผลลัพธ์จากแบบจำลองกลับสู่บริบทสถานการณ์จริง และตรวจสอบความสมเหตุสมผล มากกว่ามุ่งเน้นเพียงความถูกต้องของการคำนวณ 2. นักเรียนมีพัฒนาการด้านการคิดเชิงคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ จากใบกิจกรรมพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ทุกด้านอยู่ในระดับ 2. เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ การให้เหตุผล การแก้ปัญหา และการนำเสนอตัวแทนความคิด ซึ่งแตกต่างกับผลทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่พบว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ การแก้ปัญหา การนำเสนอตัวแทนความคิด และการให้เหตุผล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สะท้อนพัฒนาการด้านการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และสรุปคำตอบของปัญหาได้

คำสำคัญ: แบบจำลองทางคณิตศาสตร์; การคิดเชิงคณิตศาสตร์; สถิติ

บทนำ

การศึกษายุคใหม่ตามกรอบเข็มทิศการเรียนรู้ (OECD, 2019) มุ่งพัฒนาสมรรถนะองค์รวมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถระดมความรู้ ทักษะ เจตคติ และค่านิยมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง พร้อมทั้งส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ซับซ้อน นอกจากนี้ ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องมีสมรรถนะแกนกลางในการตอบสนองต่อโลกยุคใหม่ ทั้งด้านการสื่อสาร การรู้เท่าทันดิจิทัล ทักษะทางอารมณ์และสังคมในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ตลอดจนการมีจิตสาธารณะที่รับผิดชอบต่อส่วนรวมเพื่อมุ่งสู่สุขภาวะที่ร่วมกัน สมรรถนะเหล่านี้ไม่เพียงช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จทางวิชาการเท่านั้น แต่ยังช่วยให้สามารถปรับตัวและใช้ชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องได้อย่างมีคุณภาพ (Ministry of Education, 2019) ซึ่งหัวใจสำคัญของการพัฒนาสมรรถนะดังกล่าว คือการปลูกฝังกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและการแก้ปัญหาอย่างมีตรรกะ โดยเฉพาะในบริบทของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการคำนวณหรือการท่องจำสูตร แต่เป็นศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดเชิงลึก และเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์จริงกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017; National Council of Teachers of Mathematics, 2000)

พื้นฐานสำคัญที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหาดังกล่าว คือการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งถือเป็นทักษะหลักที่สะท้อนถึงกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์ การให้เหตุผลอย่างเป็นระบบ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ความสามารถนี้เป็นพื้นฐานสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ติความปัญหา และสร้างแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมโดยใช้เหตุผลรองรับอย่างเป็นขั้นตอน ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ 3 มิติ ได้แก่ การแก้ปัญหา (Problem Solving) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการเข้าใจ วิเคราะห์ และเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีเหตุผล การให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งเป็นกระบวนการเชื่อมโยงข้อเท็จจริงและหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างข้อสรุปที่ถูกต้อง และการนำเสนอตัวแทนความคิด (Representation) ซึ่งหมายถึงการใช้สัญลักษณ์ แผนภาพ ตาราง หรือรูปแบบอื่น ๆ เพื่อถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย (Kriegler, 2004) องค์ประกอบทั้งสามนี้ต้องบูรณาการร่วมกันอย่างสมดุลเพื่อเปลี่ยนจากการทำโจทย์แบบซ้ำเดิมไปสู่กระบวนการคิดเชิงลึกที่เน้นการทำความเข้าใจในแก่นแท้ การตีความข้อมูล และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลบนพื้นฐานของหลักการทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เข้ากับสถานการณ์จริง วิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อน และเลือกใช้นวทางแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งถือเป็นหัวใจของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 (National Council of Teachers of Mathematics, 2000)

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องอาศัยแนวทางและกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง คิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง และฝึกการใช้เหตุผลอย่างเป็นระบบมากกว่าการรับความรู้จากครูเพียงฝ่ายเดียว การเรียนรู้ในลักษณะนี้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสามารถเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) เมื่อพิจารณาถึงเครื่องมือที่จะช่วยบูรณาการทักษะการคิดเข้าด้วยกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Modeling) ถือเป็นกระบวนการที่มีความโดดเด่นและเป็นรูปธรรมที่สุดที่เน้นให้ผู้เรียนใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการทำ ความเข้าใจ วิเคราะห์ และแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ผ่านขั้นตอนการคิดอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง การระบุและเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การสร้างสมมติฐาน การแปลงสถานการณ์นั้นให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Blum and Leiss, 2007) จากนั้นดำเนินการแก้ปัญหาด้วยการคำนวณหรือการใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ และสุดท้ายคือการตีความผลลัพธ์ที่ได้กลับไปสู่บริบทของปัญหาจริง พร้อมตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ กระบวนการดังกล่าวไม่เพียงช่วยพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เชิงลึก แต่ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการคิด การตั้งคำถาม และการประเมินผลการคิดของตนเอง ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการคิดเชิงคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง

Blum (2011) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การทำความเข้าใจโจทย์ ซึ่งผู้เรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์และระบุปัญหาหลัก 2) การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น โดยการเลือกและจัดระเบียบข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถจัดการได้ง่ายขึ้น 3) การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแปลงสถานการณ์และข้อมูลเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น สมการ ฟังก์ชัน หรือกราฟ 4) การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ คือ การแก้สมการหรือดำเนินการคำนวณตามแบบจำลอง 5) การตีความผลลัพธ์ โดยการนำผลลัพธ์กลับไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง 6) การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ ซึ่งประเมินความถูกต้องและความเหมาะสมของคำตอบ 7) การนำเสนอ เป็นการสื่อสารผลลัพธ์และกระบวนการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน ขั้นตอนเหล่านี้สะท้อนกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในมิติที่หลากหลาย

ตั้งแต่การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล การใช้เหตุผลอย่างมีระบบ ไปจนถึงการสื่อสารและการประเมินผลลัพท์อย่างมี วิจารณ์ญาณ (Lesh and Doerr, 2003)

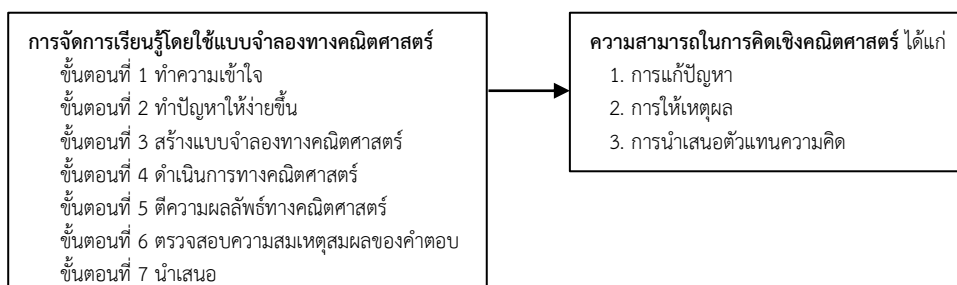
ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการ คิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา โดยเฉพาะเนื้อหาสถิติในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งครอบคลุมเรื่องการนำเสนอข้อมูลด้วย แผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม และค่ากลางของข้อมูล เนื้อหานี้ถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถ ตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลได้อย่างมีเหตุผล ปัญหาที่มักพบคือนักเรียนมองว่าสถิติเป็นเพียงการคำนวณตามสูตรและขาดการ เชื่อมโยงกับบริบทจริง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จึงเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหานี้ โดยการเปลี่ยนสถานการณ์ในชีวิตประจำวันให้กลายเป็นแบบจำลองทางสถิติที่จับต้องได้ในรูปของ แบบจำลองเชิงภาพ เช่น การใช้ฮิสโทแกรมเพื่อวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล และแบบจำลองเชิงค่าตัวแทน เช่น การใช้ค่ากลางเพื่อสรุปบทสรุป ของข้อมูลทั้งหมด

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในหัวข้อสถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์เพื่อผู้เรียนจะสามารถนำความรู้ที่ได้รับไป ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างมั่นใจ มีทักษะการคิดวิเคราะห์และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่แข็งแกร่ง รวมทั้งสามารถ พัฒนาการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิง คณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิง คณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่ง หนึ่งในจังหวัดพิจิตร จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 39 คน โดยเลือกนักเรียนกลุ่มที่มีความรู้พื้นฐานปานกลางและละ ความสามารถของผู้เรียน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ดำเนินการเป็นวงจร ปฏิบัติการที่ต่อเนื่องกัน ตามแนวคิดของ Kemmis (Kitkukul, 2014) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ในแต่ละวงจร ได้แก่ ขั้น วางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยทั้ง 4 ขั้นตอน มี ลักษณะซ้ำเป็นวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 4 วงจร เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้มาถึงขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ ผู้วิจัยจะนำข้อมูล ที่ได้จากขั้นนี้มาสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ในขั้นวางแผนของวงจรการปฏิบัติการถัดไปจนครบวงจรปฏิบัติการที่กำหนด ทั้งหมด 4 วงจร ได้แก่ วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แผนภาพจุด จำนวน 2 ชั่วโมง

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แผนภาพต้น-ใบ จำนวน 3 ชั่วโมง

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ฮิสโทแกรม จำนวน 3 ชั่วโมง

วงจรที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล จำนวน 4 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ จำนวน 4 แผน โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง ซึ่งมี 7 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ทำความเข้าใจ 2) ทำปัญหาให้ง่ายขึ้น 3) สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 4) ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ 5) ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ 6) ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ และ 7) นำเสนอ (Blum, 2011) ประเมินจากความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ ใช้แบบประเมินความเหมาะสมแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เกณฑ์การตัดสินผลการประเมินความเหมาะสมคือมีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม พบว่า มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสม เท่ากับ 4.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.09 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึกผลหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสะท้อนการจัดการเรียนการสอน ปัญหา และแนวทางพัฒนา โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตเป็นผู้บันทึก ซึ่งประเมินจากความตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องของข้อมูล เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์

2.1 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีข้อความให้นักเรียนเขียนตอบแบบอิสระ ประกอบด้วย 1) ชานมไข่มุกของเรา 2) ยานยนต์ไฟฟ้า 3) นักกีฬาทีมชาติ และ 4) รายได้หลอกลตา ซึ่งใบกิจกรรมจะถูกพิจารณาความเหมาะสมพร้อมแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขแล้ว คือ การปรับข้อความให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย

2.2 แบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยมีข้อความให้นักเรียนเขียนตอบแบบอิสระ ประกอบด้วย 2 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถามย่อยตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด โดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบพบว่า มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) มีค่าเท่ากับ 0.82 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขแล้ว คือ การปรับข้อความให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งถือว่าแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ปฐมนิเทศพร้อมทั้งชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย
2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ในช่วง 12 ชั่วโมงปกติของโรงเรียนโดยใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง
3. ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 คน รวมทั้งหมด 13 กลุ่ม แบ่งโดยความสามารถของนักเรียน และใช้นักเรียนกลุ่มเดิมในทุกวงจรปฏิบัติการ แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและเขียนคำตอบหรือแสดงวิธีคิดในใบกิจกรรมที่กำหนดให้ พร้อมทั้งมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม เพื่อระดมแนวคิดที่หลากหลายและลงมือแก้สถานการณ์ปัญหาได้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตจับบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดทำการสะท้อนผล เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป
5. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ หรือ 4 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยใช้เวลาในการทดสอบ 2 ชั่วโมง
6. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 นำข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา โดยเริ่มจากการจัดระเบียบเนื้อหาของข้อมูลโดยการสรุปย่อและจำแนกประเด็น จากนั้นดำเนินการใส่รหัสในรูปแบบคำสำคัญ เพื่อคัดเลือกข้อมูลที่สามารถตอบคำถามในประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์

1.2 สรุปประเด็นสำคัญที่วิเคราะห์ได้ ดังนี้ 1) ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ 2) ปัญหาที่พบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีอะไรบ้าง และ 3) แนวทางการปรับปรุงแก้ไขสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรทำอย่างไร

1.3 ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) ซึ่งได้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไป (Resource Triangulation) (Kitguckul, 2014) โดยนำแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาวิเคราะห์และสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีรายละเอียด ดังนี้

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ มาตรวจคำตอบตามเกณฑ์แบบแยกประเด็นเพื่อจัดระดับความสามารถตามระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด ตัวอย่างเกณฑ์แสดงในตารางที่ 1 และรายงานผลในรูปแบบของความถี่และร้อยละ เพื่อที่จะทราบถึงการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์

ตารางที่ 1 เกณฑ์ระดับคะแนนแบบแยกประเด็นตามระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์

ด้าน/ ประเด็น	เกณฑ์การพิจารณาระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์		
	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
1. ด้านการแก้ปัญหา			
P1 การทำความเข้าใจปัญหา			
ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้องและครบถ้วน	ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือ ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน	ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาผิด หรือ ไม่ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขปัญหา	
P2 การดำเนินการแก้ปัญหา			
ใช้สูตร ทฤษฎีบท หรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาทุกขั้นตอน	ใช้สูตร ทฤษฎีบท หรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือ แสดงการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่ครบทุกขั้นตอน	ใช้สูตร ทฤษฎีบท หรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงการแก้ปัญหาผิด หรือ ไม่แสดงการแก้ปัญหา	
P3 การสรุปคำตอบของปัญหา			
สรุปคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วนตามประเด็นที่ปัญหาต้องการทราบ	สรุปคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือ สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วนตามประเด็นที่ปัญหาต้องการทราบ	สรุปคำตอบผิด หรือ ไม่สรุปคำตอบ	
2. ด้านการให้เหตุผล			
R1 การอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา			
ระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง	ระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	ระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องผิด หรือ ไม่ระบุความสัมพันธ์	
R2 การอธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหา			
อธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล	อธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลในบางส่วนหรืออธิบายไม่ชัดเจน	อธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหาไม่สมเหตุสมผล หรือ ไม่สามารถอธิบายได้	
R3 การอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหา			
นำคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง หรือ ระบุความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง	นำคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือ ระบุความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	นำคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไขของปัญหาผิด หรือ ระบุความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบและเงื่อนไขของปัญหาผิด หรือ ไม่เขียนอธิบายความสมเหตุสมผล	
3. ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด			
Re1 การใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา			
ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาผิด หรือ ไม่ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขปัญหา	วาดภาพ เน้นข้อความ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหา เพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหา ไม่เหมาะสม แต่สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน หรือเขียนแผนภาพ เน้นข้อความ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหา เพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหา ได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน	วาดภาพ เน้นข้อความ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหา เพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหา ไม่เหมาะสม และสื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือ ไม่ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหา	

ด้าน/ ประเด็น	เกณฑ์การพิจารณาระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์		
	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
Re2 การใช้ตัวแทนความคิดในการดำเนินการแก้ปัญหา	นำเสนอสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาแสดง การดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	นำเสนอสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาแสดงการดำเนินการแก้ปัญหาไม่เหมาะสมแต่สื่อความหมายได้ อย่างชัดเจน หรือ นำสัญลักษณ์ แผนภาพ รูปภาพ กราฟ ความหมายไม่ชัดเจน หรือ ไม่แสดงการนำเสนอสื่อความหมายในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน	นำเสนอสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาแสดงการดำเนินการแก้ปัญหาไม่เหมาะสมและสื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือ ไม่แสดงการนำเสนอสื่อความหมายในการดำเนินการแก้ปัญหาได้
Re3 การใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา	นำเสนอสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาใช้สรุปคำตอบได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	นำเสนอสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาใช้สรุปคำตอบไม่เหมาะสม แต่สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน หรือ นำสัญลักษณ์ แผนภาพ รูปภาพ กราฟ หรือข้อความมาใช้ได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน	นำเสนอสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาใช้สรุปคำตอบไม่เหมาะสม และสื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือ ไม่สรุปคำตอบ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยซึ่งเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจ ครูมีบทบาทในการเป็นผู้เปิดประเด็นโดยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนรู้สึกว่าเป็นปัญหาจริง และต้องได้รับการแก้ไข โดยสถานการณ์นั้นควรมีความท้าทายและมีบริบทที่นักเรียนคุ้นเคย เช่น การคัดเลือกนักกีฬาหรือเรื่องรายได้ เพื่อดึงดูดให้นักเรียนอยากเข้าไปมีส่วนร่วมในบทบาทสมมติ ส่วนบทบาทนักเรียน คือ นักเรียนต้องวิเคราะห์เงื่อนไขและข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ โดยใช้ทักษะการสรุปข้อมูล เช่น การวาดผังความคิด เพื่อแยกแยะสิ่งที่โจทย์ให้มา กับเป้าหมายที่ต้องหาให้ชัดเจน

ขั้นตอนที่ 2 ทำปัญหาให้ง่ายขึ้น ครูมีบทบาทในการเป็นผู้อำนวยความสะดวก โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นปัญหาเชิงโครงสร้าง เช่น เมื่อข้อมูลมีจำนวนมากเกินไปจะจัดการอย่างไร หรือการชี้ให้เห็นคำผิดปกติในข้อมูล เพื่อให้ นักเรียนตัดสินใจตัดทอนสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องออก ส่วนบทบาทนักเรียน คือ นักเรียนต้องปรึกษาหารือภายในกลุ่มเพื่อตีกรอบปัญหา และเลือกข้อมูลที่จำเป็นต่อการหาคำตอบ โดยพยายามมองหาเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เช่น แผนภาพจุด หรือแผนภาพต้นไม้ เพื่อช่วยลดความซับซ้อนของปัญหาในโลกจริง

ขั้นตอนที่ 3 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ครูมีบทบาทในการเป็นที่ปรึกษาคอยชี้แนะให้นักเรียนเลือกใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะข้อมูล โดยครูควรจัดเตรียมใบกิจกรรมที่เปิดกว้างให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการของตนเอง ส่วนบทบาทนักเรียน คือ นักเรียนต้องเปลี่ยนข้อมูลในโลกจริงให้เป็นโครงสร้างคณิตศาสตร์ เช่น การออกแบบตารางแจกแจงความถี่ การเลือกใช้สูตรคำนวณ เพื่อสร้างแบบจำลองที่จะนำไปสู่คำตอบ

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ครูมีบทบาทในการเป็นผู้คอยสังเกตและกำกับให้นักเรียนทำงานอย่างมีระเบียบ เน้นย้ำความถูกต้องในการคำนวณ เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจส่งผลต่อการสรุปผล ส่วนบทบาทนักเรียน คือ นักเรียนลงมือคำนวณหรือสร้างแผนภาพตามแบบจำลองที่ออกแบบไว้ โดยต้องมีการตรวจสอบภายในกลุ่มเพื่อให้มั่นใจว่าตัวเลขและข้อมูลทางคณิตศาสตร์มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 5 ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ครูมีบทบาทในการเป็นผู้กระตุ้นการเชื่อมโยง โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแปลความหมายจากตัวเลขที่ได้กลับไปสู่สถานการณ์ปัญหาเดิม ครูต้องเน้นให้นักเรียนสรุปผลแบบมีหลักฐานอ้างอิง ไม่ใช่เพียงการตอบตัวเลขคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว ส่วนบทบาทนักเรียน คือ นักเรียนต้องวิเคราะห์ว่าตัวเลขที่คำนวณได้บอกอะไรในเชิงความเป็นจริง เช่น การอธิบายว่ามีรถยนต์กี่คันได้ของคนส่วนใหญ่ได้ดีกว่าค่าเฉลี่ย โดยต้องให้เหตุผลที่สอดคล้องกับบริบทของปัญหา

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ ครูมีบทบาทในการตั้งคำถามเชิงวิพากษ์ หรือเปลี่ยนเงื่อนไขบางประการเพื่อให้นักเรียนทบทวนว่าคำตอบนั้นยังสมเหตุสมผลหรือไม่ รวมถึงการกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลองที่เลือกใช้ ส่วนบทบาทนักเรียน คือ นักเรียนต้องประเมินความเหมาะสมของคำตอบในเชิงคุณภาพ เช่น ความคุ้มค่าหรือความน่าเชื่อถือ และต้องกล้าตัดสินใจไม่นำเสนอแบบจำลองที่ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง แม้ว่าในทางคณิตศาสตร์จะคำนวณออกมาถูกต้องก็ตาม

ขั้นตอนที่ 7 นำเสนอ ครูมีบทบาทในการเป็นผู้สร้างพื้นที่แลกเปลี่ยน โดยการจัดรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ เช่น การสวมบทบาทสมมติ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารคณิตศาสตร์ในที่สาธารณะ ส่วนบทบาทนักเรียน คือ นักเรียนต้องสื่อสารกระบวนการคิดและข้อสรุปของกลุ่มตนเองอย่างเป็นระบบ และต้องพร้อมรับฟังข้อโต้แย้งหรือคำถามจากเพื่อนต่างกลุ่ม เพื่อนำมาสะท้อนคิดความเข้าใจของตนเองให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากใบกิจกรรม และหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยมีผลการวิจัย ดังนี้

1. ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนกลุ่มนักเรียนและร้อยละตามระดับความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมแยกตามองค์ประกอบในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

การคิดเชิงคณิตศาสตร์	องค์ประกอบ	จำนวนกลุ่มนักเรียน											
		วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3			วงจรปฏิบัติการที่ 4		
		ระดับ			ระดับ			ระดับ			ระดับ		
		0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
1. การแก้ปัญหา (P)	P1	0 (0.00)	6 (46.15)	7 (53.85)	0 (0.00)	4 (30.77)	9 (69.23)	0 (0.00)	2 (15.38)	11 (84.62)	0 (0.00)	3 (23.08)	10 (76.92)
	P2	0 (0.00)	9 (69.23)	4 (30.77)	0 (0.00)	8 (61.54)	5 (38.46)	0 (0.00)	9 (69.23)	4 (30.77)	0 (0.00)	6 (46.15)	7 (53.85)
	P3	0 (0.00)	3 (23.08)	10 (76.92)	0 (0.00)	2 (15.38)	11 (84.62)	0 (0.00)	3 (23.08)	10 (76.92)	0 (0.00)	3 (23.08)	10 (76.92)
2. การให้เหตุผล (R)	R1	0 (0.00)	4 (30.77)	9 (69.23)	0 (0.00)	4 (30.77)	9 (69.23)	0 (0.00)	2 (15.38)	11 (84.62)	0 (0.00)	2 (15.38)	11 (84.62)
	R2	0 (0.00)	3 (23.08)	10 (76.92)	0 (0.00)	2 (15.38)	11 (84.62)	0 (0.00)	4 (30.77)	9 (69.23)	0 (0.00)	4 (30.77)	9 (69.23)
	R3	0 (0.00)	8 (61.54)	5 (38.46)	0 (0.00)	5 (38.46)	8 (61.54)	0 (0.00)	3 (23.08)	10 (76.92)	0 (0.00)	5 (38.46)	8 (61.54)
3. การนำเสนอ ตัวแทนความคิด (Re)	Re1	0 (0.00)	7 (53.85)	6 (46.15)	0 (0.00)	9 (69.23)	4 (30.77)	0 (0.00)	6 (46.15)	7 (53.85)	0 (0.00)	2 (15.38)	11 (84.62)
	Re2	0 (0.00)	9 (69.23)	4 (30.77)	0 (0.00)	8 (61.54)	5 (38.46)	0 (0.00)	5 (38.46)	8 (61.54)	0 (0.00)	3 (23.08)	10 (76.92)
	Re3	0 (0.00)	8 (61.54)	5 (38.46)	0 (0.00)	6 (46.15)	7 (53.85)	0 (0.00)	4 (30.77)	9 (69.23)	0 (0.00)	3 (23.08)	10 (76.92)

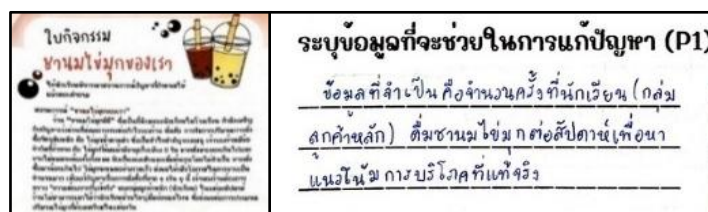
ตารางที่ 2 จำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมแยกตามองค์ประกอบในแต่ละวงจรปฏิบัติการ สำหรับการแก้ปัญหา (P) นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และระดับ 2 ทุกใบกิจกรรม ในภาพรวมขององค์ประกอบการทำงานเข้าใจปัญหา (P1) และองค์ประกอบการสรุปคำตอบของปัญหา (P3) นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คือนักเรียนสามารถระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง และสามารถสรุปคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วนตามประเด็นที่ปัญหาต้องการทราบ ในขณะที่องค์ประกอบการดำเนินการแก้ปัญหา (P2) มีนักเรียนอยู่ในระดับ 1 ในใบกิจกรรมที่ 1-3 คือนักเรียนใช้สูตร ทฤษฎีบท หรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วนคือนักเรียนยังไม่สามารถแสดงวิธีคิดหรือการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ ซึ่งในใบกิจกรรมที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คือนักเรียนสามารถใช้สูตร ทฤษฎีบท หรือหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาทุกขั้นตอน

สำหรับการให้เหตุผล (R) นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และระดับ 2 ทุกใบกิจกรรม ในภาพรวมขององค์ประกอบการอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา (R1) และองค์ประกอบอธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหา (R2) นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คือนักเรียนสามารถระบุความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการ

ทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง และนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลของการดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ในขณะที่องค์ประกอบ การอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหา (R3) นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คือ นักเรียนสามารถระบุความสอดคล้องระหว่างคำตอบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง แต่ในใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 คือ นักเรียนยังระบุความสอดคล้องระหว่างคำตอบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน

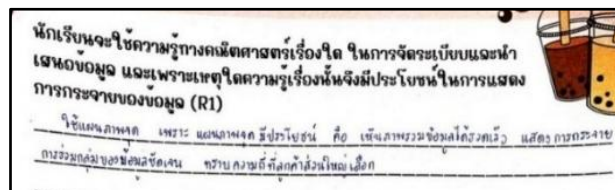
สำหรับการนำเสนอตัวแทนความคิด (Re) นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และระดับ 2 ทุกใบกิจกรรม ในภาพรวมขององค์ประกอบการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหา (Re1) และการใช้ตัวแทนความคิดในการดำเนินการแก้ปัญหา (Re2) นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 ของใบกิจกรรมที่ 1 และ 2 คือ นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพ เน้นข้อความ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน และนักเรียนสามารถนำเสนอสัญลักษณ์ แผนภาพ รูปภาพ กราฟ หรือข้อความมาแสดงการดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจนในขณะที่ใบกิจกรรมที่ 3 และ 4 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คือ นักเรียนสามารถวาดภาพ เน้นข้อความ หรือกำหนดสัญลักษณ์จากปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจนมากขึ้น เพราะนักเรียนได้มีการเรียนรู้ข้อผิดพลาดจากใบกิจกรรมก่อนหน้านี้ และนำข้อผิดพลาดนี้มาพูดคุยกันภายในกลุ่มและปรับปรุงแก้ไขในใบกิจกรรมถัดไป ส่วนภาพรวมขององค์ประกอบการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา (Re3) นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คือ นักเรียนสามารถนำเสนอสัญลักษณ์ รูปภาพ หรือข้อความมาใช้สรุปคำตอบได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน แต่ในใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 คือ นำสัญลักษณ์ แผนภาพ รูปภาพ กราฟ หรือข้อความมาใช้ได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน

ภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน ดังภาพที่ 2-4



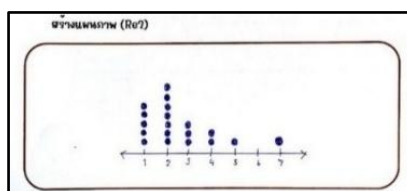
ภาพที่ 2 การเขียนตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อยด้านการแก้ปัญหาในการทำความเข้าใจปัญหา (P1) อยู่ในระดับ 2

ภาพที่ 2 เป็นการเขียนตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม จะเห็นว่า นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบและเงื่อนไขของปัญหาในการที่จะแก้ปัญหาเรื่องร้านขนมไข่มุกได้ถูกต้องและครบถ้วน จึงมีทักษะการแก้ปัญหาในการทำความเข้าใจปัญหา (P1) อยู่ในระดับ 2



ภาพที่ 3 การเขียนตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อยด้านการให้เหตุผลในการอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา (R1) อยู่ในระดับ 2

ภาพที่ 3 เป็นการเขียนตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม จะเห็นว่า นักเรียนสามารถระบุความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบกับเงื่อนไขของปัญหาและนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องแผนภาพจุดมาอธิบายเหตุผลได้ถูกต้อง จึงมีทักษะการให้เหตุผลในการอธิบายเหตุผลของการนำความรู้หรือข้อมูลมาใช้เพื่อทำความเข้าใจปัญหา (R1) อยู่ในระดับ 2



ภาพที่ 4 การเขียนตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อยด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดในการใช้ตัวแทนความคิดในการดำเนินการแก้ปัญหา (Re2) อยู่ในระดับ 2

ภาพที่ 4 เป็นการเขียนตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องแผนภาพจุดมาแสดงการดำเนินการการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน จึงมีทักษะการนำเสนอตัวแทนความคิดในการใช้ตัวแทนความคิดในการดำเนินการแก้ปัญหา (Re2) อยู่ในระดับ 2

2. ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนนักเรียนและร้อยละตามระดับความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในแต่ละสถานการณ์

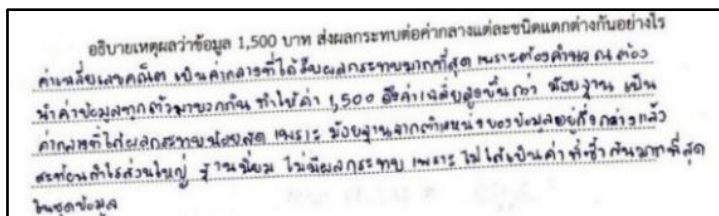
การคิดเชิงคณิตศาสตร์	องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)					
		สถานการณ์ที่ 1			สถานการณ์ที่ 2		
		ระดับ 0	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 0	ระดับ 1	ระดับ 2
1. การแก้ปัญหา (P)	P1	5 (12.82)	13 (33.33)	21 (53.85)	0 (0.00)	13 (33.33)	26 (66.67)
	P2	3 (7.69)	16 (41.03)	20 (51.28)	6 (15.38)	16 (41.03)	17 (43.59)
	P3	3 (7.69)	20 (51.28)	16 (41.03)	5 (12.82)	10 (25.64)	24 (61.54)
2. การให้เหตุผล (R)	R1	6 (15.38)	14 (35.90)	19 (48.72)	6 (15.38)	10 (25.64)	23 (58.97)
	R2	5 (12.82)	12 (30.77)	22 (56.41)	7 (17.95)	17 (43.59)	15 (38.46)
	R3	2 (5.13)	18 (46.15)	19 (48.72)	8 (20.51)	12 (30.77)	19 (48.72)
3. การนำเสนอตัวแทนความคิด (Re)	Re1	5 (12.82)	19 (48.72)	15 (38.46)	6 (15.38)	14 (35.90)	19 (48.72)
	Re2	4 (10.26)	11 (28.21)	24 (61.54)	6 (15.38)	12 (30.77)	21 (53.85)
	Re3	3 (7.69)	18 (46.15)	18 (46.15)	3 (7.69)	16 (41.03)	20 (51.28)

สรุปได้ว่า ผลการวิจัยการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนแสดงพัฒนาการที่ดีขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้จากใบกิจกรรมและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ระหว่างการทำใบกิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 และ 2 เมื่อเรียงลำดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์รายด้านที่อยู่ในระดับ 2 จากมากไปน้อย ได้แก่ การให้เหตุผล การแก้ปัญหา และการนำเสนอตัวแทนความคิด ซึ่งแตกต่างกับผลทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ การแก้ปัญหา การนำเสนอตัวแทนความคิด และการให้เหตุผล เรียงลำดับจากมากไปน้อยโดยพิจารณาองค์ประกอบย่อยด้านการให้เหตุผลจากใบกิจกรรม พบว่า R1, R2 และ R3 ซึ่งแตกต่างจากผลจากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่พบว่า R1, R3 และ R2 ทั้งนี้ นักเรียนสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหาได้มากขึ้น องค์ประกอบย่อยด้านการแก้ปัญหจากใบกิจกรรม พบว่า P3, P1 และ P2 ซึ่งแตกต่างจากผลจากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่พบว่า P1, P3 และ P2 ซึ่งนักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้มากขึ้น และองค์ประกอบย่อยด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดจากใบกิจกรรม พบว่า Re3, Re1 และ Re2 ซึ่งแตกต่างจากผลจากแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่พบว่า Re2, Re3 และ Re1 ทั้งนี้ นักเรียนสามารถใช้ตัวแทนความคิดในการดำเนินการแก้ปัญหาได้มากขึ้น

ภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน ดังภาพที่ 5-7

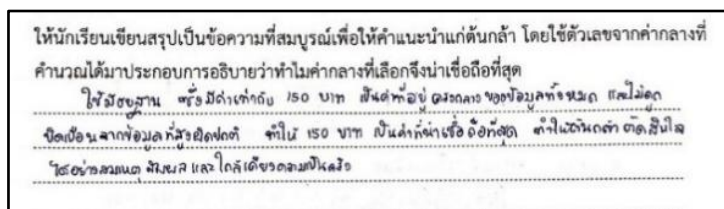
ภาพที่ 5 การเขียนตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อยด้านการแก้ปัญหในการดำเนินการแก้ปัญหา (P2) อยู่ในระดับ 1

ภาพที่ 5 เป็นการเขียนตอบของนักเรียนในแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่า นักเรียนมีความสามารถในการแสดงการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่ครบทุกขั้นตอน เนื่องจากไม่มีการแสดงวิธีคิดของการได้มาซึ่งคำตอบ จึงมีทักษะการแก้ปัญหาในการดำเนินการแก้ปัญหา (P2) อยู่ในระดับ 1



ภาพที่ 6 การเขียนตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อยด้านการให้เหตุผล
ในการอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหา (R3) อยู่ในระดับ 2

ภาพที่ 6 เป็นการเขียนตอบของนักเรียนในแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถนำคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบกับเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง และระบุความสอดคล้องระหว่างคำตอบและเงื่อนไขของปัญหาได้ถูกต้อง จึงมีทักษะการให้เหตุผลในการอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหา (R3) อยู่ในระดับ 2



ภาพที่ 7 การเขียนตอบของนักเรียนองค์ประกอบย่อยด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด
ในการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา (Re3) อยู่ในระดับ 2

ภาพที่ 7 เป็นการเขียนตอบของนักเรียนในแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถนำข้อความมาใช้สรุปคำตอบเพื่อให้คำแนะนำแก่ต้นกล้าได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน จึงมีทักษะการนำเสนอตัวแทนความคิดในการใช้ตัวแทนความคิดเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา (Re3) อยู่ในระดับ 2

อภิปรายผล

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้สำรวจและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้เข้าใจถึงสภาพปัญหาในชั้นเรียน ทั้งนี้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แต่ละขั้นตอนมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจ ผู้วิจัยเน้นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนผ่านการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงที่ใกล้ชิดกับประสบการณ์ของนักเรียน โดยจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า สถานการณ์ขามไม้หมักของเราเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญในการสร้างแบบจำลองที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นรูปธรรม ความโดดเด่นของสถานการณ์นี้ส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ ความไม่ซับซ้อนของบริบทช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ จำแนก และระบุข้อมูลจากสถานการณ์จริงมาเป็นข้อมูลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง นักเรียนสามารถเปลี่ยนข้อมูลเชิงบรรยายให้กลายเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่มีความพร้อมสำหรับการสร้างแบบจำลองในขั้นต่อไป สอดคล้องกับ Makanong (2014) ที่ระบุว่า การเริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความหมายจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ชัดเจนขึ้น และ Nentian (2017) ที่เน้นว่าการเลือกบริบทที่เหมาะสมกับระดับความสามารถจะช่วยป้องกันเจตคติเชิงลบ และเป็นพื้นฐานสำคัญในการเลือกใช้ตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการในระดับที่สูงขึ้นต่อไป รวมถึงสอดคล้องกับ Schukajlow, Rellensmann and Achmetli (2024) ที่ชี้ให้เห็นว่า การใช้สถานการณ์ปัญหาที่เอื้อต่อการสร้างตัวแทนความคิดเชิงภาพจะช่วยลดความซับซ้อนในการทำความเข้าใจ ทำให้นักเรียนสามารถถอดรหัสข้อความบรรยายในโลกจริง และจัดโครงสร้างข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 2 ทำปัญหาให้ง่ายขึ้น ผู้วิจัยเน้นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายกลุ่มเพื่อวิเคราะห์และคัดเลือกข้อมูลจากสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน โดยจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่องยานยนต์ไฟฟ้า พบความโดดเด่นของนักเรียนในการสร้างโครงสร้างปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการเปลี่ยนข้อมูลในบริบทโลกจริง

ที่มีความกำกวมและซับซ้อน ให้กลายเป็นโครงสร้างที่มีองค์ประกอบทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน เช่น การระบุตัวแปรหลัก การกำหนดข้อจำกัดของสถานการณ์ และการมองเห็นความสัมพันธ์เชิงระบบ ส่งผลให้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวถูกลดรูปอยู่ในรูปแบบของตารางหรือแผนภาพจนอยู่ในลักษณะที่ง่ายต่อการนำเครื่องมือทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป ในขั้นตอนที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลอย่างเป็นระบบ กล่าวคือ การที่ให้นักเรียนฝึกคัดกรองและจำกัดขอบเขตข้อมูลจากชุดข้อมูลที่มีความหลากหลาย ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะในการระบุตัวแปรทางสถิติที่สำคัญและตัดทอนรายละเอียดที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรเชิงปริมาณได้ชัดเจนก่อนนำไปสร้างแบบจำลอง นอกจากนี้ การส่งเสริมให้นักเรียนตัดสินใจเลือกข้อมูลด้วยตนเองยังช่วยสร้างความตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของการเลือกตัวแทนข้อมูล สอดคล้องกับ Blomhøj and Jensen (2003) ที่ระบุว่าการทำงานปัญหาให้ง่ายขึ้นด้วยการตัดทอนรายละเอียดจะช่วยสร้างโครงสร้างปัญหาที่นักเรียนสามารถเข้าถึงได้ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับ Vengvichit (2020) ที่ระบุว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกการจำกัดขอบเขตและระบุตัวแปร จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลให้เพิ่มสูงขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเน้นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้เลือกและตัดสินใจใช้เครื่องมือหรือตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบข้อค้นพบเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียน กล่าวคือ มีความโดดเด่นในการนำเสนอตัวแทนความคิดผ่านการเลือกใช้แผนภาพต้น-ใบ เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวแทนความคิดในการจัดกระทำข้อมูลที่มีความละเอียดสูง ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนไม่ได้เป็นเพียงการปฏิบัติตามคำสั่งหรือขั้นตอนที่กำหนดไว้ แต่เป็นกระบวนการคิดวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อประเมินและเลือกเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสมที่สุดกับลักษณะของข้อมูล การที่นักเรียนตัดสินใจเลือกใช้แผนภาพต้น-ใบแทนการใช้แผนภาพจุด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาความละเอียดของชุดข้อมูลที่เป็นทศนิยมไว้ซึ่งในบริบทของการจำลองสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ ถือเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่แสดงถึงสมรรถนะในการแปลงบริบทในโลกจริงให้เป็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถลดรูปความซับซ้อนของสถานการณ์ลงได้ โดยที่ยังคงรักษาความหมายเดิมของข้อมูลในโลกจริงไว้ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน อย่างไรก็ตาม ยังค้นพบเกี่ยวกับพัฒนาการด้านการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการให้เหตุผลและการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ พบว่า แม้นักเรียนส่วนใหญ่จะสามารถเลือกใช้และสร้างตัวแทนความคิดเชิงภาพ เช่น แผนภาพต้น-ใบ ได้อย่างถูกต้องในเชิงเทคนิค แต่เมื่อต้องอธิบายเหตุผลหรือระบุแนวคิดเชิงทฤษฎีที่รองรับการกระทำดังกล่าว ผู้เรียนบางส่วนยังคงแสดงออกถึงความคลุมเครือในการสื่อสารแนวคิดโดยมักอธิบายในลักษณะของขั้นตอนการปฏิบัติมากกว่าการอธิบายความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างคณิตศาสตร์ ข้อมูลนี้สะท้อนให้เห็นว่า พัฒนาการด้านการให้เหตุผลจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาและต้องการการจัดกิจกรรมที่เน้นการฝึกทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่เข้มข้นยิ่งขึ้นในวงจรปฏิบัติการถัดไป สอดคล้องกับ Wessels (2014) ที่กล่าวว่าการส่งเสริมการสร้างแบบจำลองควรสร้างสถานการณ์ที่ให้นักเรียนต้องตัดสินใจเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมที่สุดมาใช้ เพื่อให้เกิดการจัดระบบโครงสร้างความคิดอย่างแท้จริง นอกจากนี้ การจัดลำดับความยากง่ายของสถานการณ์ในวงจรที่ 3 ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Sriraman and Lesh (2006) ที่ระบุว่าทางเลือกใช้ตัวแทนความคิดที่สอดคล้องกับระดับความรู้และปริมาณข้อมูล จะช่วยให้ผู้เรียนสื่อสารความหมายของข้อมูลได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเน้นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อหาคำตอบจากแบบจำลองที่สร้างขึ้น โดยจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 พบว่ากระบวนการจัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบส่งผลเชิงบวกต่อพัฒนาการด้านความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการแก้ปัญหา กล่าวคือ การที่ผู้วิจัยสนับสนุนให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้เทคนิคและเครื่องมือเชิงรูปธรรมเพื่อสร้างความถูกต้องแม่นยำ เช่น การใช้เครื่องมือวัดระยะสเกลเพื่อควบคุมความเที่ยงตรงของแผนภาพ ถือเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความละเอียดรอบคอบในกระบวนการเปลี่ยนผ่านจากแบบจำลองไปสู่ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความถูกต้อง นอกจากนี้ การออกแบบกิจกรรมที่เน้นกระบวนการกลุ่มเพื่อตรวจสอบความถูกต้องร่วมกันยังเป็นปัจจัยเกื้อหนุนให้เกิดการสะท้อนคิด ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถประเมิน ค้นพบข้อผิดพลาด และดำเนินการปรับปรุงพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งสะท้อนถึงการบรรลุสมรรถนะการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบและมีความหมายในบริบทของการจำลองสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Muller and Burkhardt (2007) ที่ระบุว่าในขั้นการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ทักษะการคำนวณที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และสอดคล้องกับ Haines and Crouch (2007) ที่กล่าวว่าการสร้างบรรยากาศที่เอื้อให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง จะช่วยลดข้อผิดพลาดและเพิ่มความมั่นใจในการนำเสนอตัวแทนความคิดและการแก้ปัญหาที่ชัดเจนตามหลักสถิติ

ขั้นตอนที่ 5 ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนนำผลลัพธ์หรือตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับกลับมาตีความหมายให้สอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริง จากการ

จัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ฮิสโทแกรม พบเกี่ยวกับความโดดเด่นของแบบจำลองเชิงภาพที่ทำหน้าที่เป็นการเชื่อมโยงไปสู่การสรุปผลเชิงคุณภาพ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาการด้านความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในมิติด้านการให้เหตุผล กล่าวคือ การที่ผู้วิจัยประยุกต์ใช้กลยุทธ์การตั้งคำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล มีส่วนสำคัญในการปรับเปลี่ยนมุมมองของผู้เรียนให้ตระหนักถึงความหมายเชิงลึกของค่าสถิติ ที่เป็นมากกว่าเพียงผลลัพธ์จากการคำนวณตามสูตร ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นจากการที่นักเรียนสามารถแปลความหมายจากลักษณะการกระจายของฮิสโทแกรม เพื่อระบุช่วงที่มีความหนาแน่นสูงสุดได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งพัฒนาการนี้เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่แสดงถึงทักษะการตีความในกระบวนการจำลองสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถเปลี่ยนแปลงผลลัพธ์เชิงปริมาณกลับไปเป็นข้อสรุปเชิงคุณภาพที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้จริงในสถานการณ์บริบทโลกจริงได้ นอกจากนี้ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนบางกลุ่มยังมีพัฒนาการที่ไม่เด่นชัดนัก โดยปรากฏในการเชื่อมโยงค่าสถิติหรือลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลไปสู่การตัดสินใจและการแก้ปัญหาในสถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้าในชีวิตจริงได้ ข้อค้นพบดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงการดำเนินการในระบบสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์กับการประยุกต์ใช้ในบริบทสถานการณ์จริงคือนักเรียนไม่สามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ ผู้วิจัยจึงเปลี่ยนบทบาทของครูผู้สอน โดยใช้คำถามเชิงลึกที่มุ่งเน้นไปที่การอธิบายความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง เช่น เหตุใดแผนภาพประเภทนี้จึงสามารถสะท้อนข้อมูลได้ดีกว่าเครื่องมืออื่น หรือโครงสร้างของแผนภาพนี้แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรในโลกจริงอย่างไร เป็นต้น สอดคล้องกับ Stillman (2011) ที่ระบุว่าในขั้นการตีความ ครูควรจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงผลลัพธ์กลับไปสู่บริบทเดิมของปัญหาเพื่อให้แบบจำลองนั้นมีความหมาย และสอดคล้องกับ Gal (2002) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้สถิติที่มีประสิทธิภาพ ครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนฝึกแปลความหมายของข้อมูลที่ปรากฏอย่างมีเหตุผล เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้เท่าทันข้อมูลที่สะท้อนถึงความเป็นไปในสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนตั้งคำถามและประเมินความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง โดยจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และ 4 พบความโดดเด่นของกระบวนการตรวจสอบ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาอย่างลึกซึ้ง กล่าวคือ การที่ผู้วิจัยใช้สถานการณ์ปัญหาที่ทำนายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลเพียงใดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด เช่น การพิจารณาว่าปริมาณข้อมูลที่นำมาศึกษาเพียงพอที่จะสรุปภาพรวมได้หรือไม่ ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และการตรวจสอบตนเอง นอกจากนี้ การเปิดพื้นที่ให้อภิปรายแลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่มยังทำให้นักเรียนตระหนักถึงความคลาดเคลื่อนทางสถิติและข้อจำกัดของข้อมูล สอดคล้องกับ Blum and Borromeo Ferri (2009) ที่กล่าวว่าในขั้นการตรวจสอบความสมเหตุสมผล ครูควรสร้างบรรยากาศที่เอื้อให้นักเรียนเปรียบเทียบผลลัพธ์กับเป้าหมายของปัญหาเพื่อตัดสินใจปรับปรุงแบบจำลองให้ดียิ่งขึ้น และสอดคล้องกับ Mousoulides (2011) ที่ระบุว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองควรเน้นกระบวนการที่นักเรียนได้ตรวจสอบและปรับปรุงแนวคิดของตนเองซ้ำ ๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลและน่าเชื่อถือที่สุด

ขั้นตอนที่ 7 นำเสนอ ผู้วิจัยเน้นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสื่อสารแนวคิดและสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยพบว่าแบบจำลองเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด กล่าวคือ ในทุกวงจรปฏิบัติการ นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการใช้แผนภาพและค่ากลางที่ตนเองสร้างขึ้นมาเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อสนับสนุนเหตุผลในการตอบคำถามหรือให้คำแนะนำในสถานการณ์โลกจริง การที่นักเรียนต้องเขียนอธิบายสรุปคำตอบโดยเชื่อมโยงหลักฐานจากค่าสถิติกลับไปสู่บริบทปัญหา ช่วยให้นักเรียนจัดระบบโครงสร้างความคิดของตนเองให้ชัดเจนยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Lesh and Doerr (2003) ที่กล่าวว่าในขั้นการนำเสนอ ครูควรสร้างพื้นที่ให้นักเรียนได้ถ่ายทอดแบบจำลองของตนเองสู่ผู้อื่น เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และตรวจสอบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และสอดคล้องกับ Sriraman and Lesh (2006) ที่ระบุว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการนำเสนอแบบจำลองจะช่วยให้ผู้เรียนจัดระบบโครงสร้างความคิดให้ชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ออกมาเป็นคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและตอบโจทย์ปัญหาด้านเรื่องได้อย่างสมบูรณ์

2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.1 ด้านการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีปัจจัยสำคัญจากแบบจำลองในสถานการณ์เรื่องขามไม้และยานยนต์ไฟฟ้า ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถก้าวข้ามการแก้โจทย์แบบท่องจำไปสู่การระบุตัวแปรสำคัญจากสถานการณ์จริงได้อย่างถูกต้อง ความสามารถนี้สะท้อนจากการที่นักเรียนเริ่มมีกลยุทธ์ในการคัดกรองข้อมูล และเลือกใช้แบบจำลองสถิติ เช่น แผนภาพต้น-ใบ เพื่อรักษาความถูกต้องของข้อมูลที่เป็นทศนิยม ซึ่งแสดงถึงกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Aumpuan and Chuasuwanthavee (2022) ที่พบว่าการใช้สถานการณ์ปัญหาที่อิงบริบทจริงช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจและเข้าใจเนื้อหาได้ลึกซึ้งขึ้น และสอดคล้องกับ English

(2006) ที่กล่าวว่า การให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนและต้องสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและสื่อความหมายทางสถิติได้ชัดเจน

2.2 ด้านการให้เหตุผล นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลอยู่ในระดับที่ต่ำขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองที่ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายเหตุผลเบื้องหลังการตีความหมายข้อมูล ทำให้นักเรียนเปลี่ยนจากการใช้ความรู้สึกส่วนตัว มาเป็นการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากแบบจำลอง เช่น การให้เหตุผลในการเลือกใช้อิสโทแกรมเพื่อสรุปภาพรวมของข้อมูลที่มีปริมาณมาก แทนการดูข้อมูลรายตัว ส่งผลให้นักเรียนสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ชัดเจนและมีน้ำหนักทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wulandari, Herman and Fatimah (2024) ที่กล่าวว่า การอภิปรายช่วยให้นักเรียนได้ฝึกอธิบายแนวคิดและโต้แย้งด้วยเหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับ Doğan and Sir (2022) ที่พบว่า กระบวนการแลกเปลี่ยนอย่างมีเหตุผลช่วยให้นักเรียนคิดค้นกลยุทธ์จากการเปรียบเทียบแนวคิดผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย

2.3 การนำเสนอตัวแทนความคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดที่ชัดเจนและมีความหมายมากขึ้น โดยมีความโดดเด่นในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองและการนำเสนอ กล่าวคือ นักเรียนสามารถออกแบบการสื่อสารผ่านแผนภาพทางสถิติที่มีความเที่ยงตรงสูง เช่น การกำหนดสเกลในแผนภาพจุดและการจัดกลุ่มข้อมูลในฮิสโทแกรมที่สะท้อนข้อเท็จจริงของปัญหาได้ดีกว่าในช่วงต้นงานวิจัย พัฒนาการนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถใช้ภาพ สัญลักษณ์ และข้อความในการถ่ายทอดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์จากโลกจริงสู่การสรุปคำตอบได้อย่างสมบูรณ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Srimasaka and Supap (2022) ที่พบว่า สถานการณ์ที่ท้าทายส่งผลให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับ National Council of Teachers of Mathematics (2000) ที่กล่าวว่าการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้นำเสนอตัวแทนความคิดที่หลากหลายเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การเลือกสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่มีบริบทใกล้ตัวและมีความหมายต่อผู้เรียน เพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นสำคัญที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกกำหนดขอบเขตและโครงสร้างของแบบจำลองด้วยตนเอง แทนโจทย์ที่ถูกตีกรอบไว้ล่วงหน้า ดังที่ปรากฏในกิจกรรมขานมไข่มุกของเรา ซึ่งนักเรียนได้ฝึกทักษะการสรุปข้อมูลและจำแนกสิ่งที่สถานการณ์กำหนดออกจากเป้าหมายที่ต้องค้นหาด้วยตนเอง และการเปลี่ยนปัญหาโลกจริงให้เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ครูควรแสดงบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกผ่านการใช้คำถามเชิงกระตุ้น เพื่อให้นักเรียนไปสู่การวิเคราะห์เงื่อนไขและข้อตกลงเบื้องต้นจากความซับซ้อนของข้อมูล เช่น กิจกรรมรายได้หลอกตาที่ครูใช้คำถามกระตุ้น คือ หากนักเรียนเลือกใช้ข้อมูลจากค่าเฉลี่ยจะทำให้ข้อมูลนั้นสมเหตุสมผลกับสถานการณ์หรือไม่ เพื่อให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีจัดการกับข้อมูลจนสามารถเลือกใช้เครื่องมือทางสถิติที่เหมาะสมในการสร้างตัวแทนความคิดได้โดยไม่ต้องพึ่งพาการบอกวิธีแก้ปัญหาโดยตรงจากครู นอกจากนี้ แนวทางดังกล่าวยังเน้นการให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงผลลัพธ์จากแบบจำลองกลับสู่บริบทสถานการณ์จริงเพื่อตรวจสอบความสมเหตุสมผล มากกว่ามุ่งเน้นเพียงความถูกต้องของการคำนวณตามทฤษฎี โดยนักเรียนจะต้องฝึกตีความหมายของตัวเลขย้อนกลับไปสู่สภาพความเป็นจริง เช่น ความเหมาะสมของค่ามัธยฐานเทียบกับค่าเฉลี่ยในบริบทของรายได้อาชีพ ซึ่งกระบวนการสะท้อนกลับและตรวจสอบบนพื้นฐานของความเป็นจริงนี้เป็นสิ่งสำคัญในการให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์

2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นักเรียนมีพัฒนาการด้านการคิดเชิงคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ จากไปกิจกรรมพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ทุกด้านอยู่ในระดับ 2 เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ การให้เหตุผล การแก้ปัญหา และการนำเสนอตัวแทนความคิด ซึ่งแตกต่างกับผลทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ การแก้ปัญหา การนำเสนอตัวแทนความคิด และการให้เหตุผล

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้บอกวิธีแก้ปัญหาเป็นผู้อำนวยความสะดวกที่ใช้คำถามเชิงกระตุ้น เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์เงื่อนไขและกำหนดขอบเขตของแบบจำลองด้วยตนเอง

โดยเฉพาะในขั้นตอนการเปลี่ยนปัญหาโลกจริงให้เป็นคณิตศาสตร์และการตรวจสอบความสมเหตุสมผล ซึ่งควรให้นักเรียนในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และเชื่อมโยงผลลัพธ์กลับสู่บริบทจริง มากกว่าการมุ่งเน้นเพียงความถูกต้องของการคำนวณ เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ผ่านการตัดสินใจแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างแท้จริง

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ครูควรมีการบูรณาการใช้โปรแกรมทางสถิติหรือแอปพลิเคชัน เช่น GeoGebra ร่วมกับการสร้างแบบจำลอง เพื่อช่วยในการคำนวณที่ยากและซับซ้อน ทำให้นักเรียนสามารถมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์เงื่อนไข การตีความผลลัพธ์ และการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองได้อย่างเต็มประสิทธิภาพมากขึ้น

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ขอความยินยอมโดยใช้เอกสารจากผู้เข้าร่วมวิจัยอย่างถูกต้องตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หลักเคารพในบุคคล หลักคุณประโยชน์ ไม่ก่ออันตรายต่อผู้เข้าร่วมวิจัย และหลักความยุติธรรม

การใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์

ผู้เขียนได้มีการใช้เครื่องมือ AI เพื่อสนับสนุนการทำวิจัยและเขียนบทความในส่วนการช่วยตรวจสอบความถูกต้องทางภาษา การปรับปรุงสำนวนภาษา และการจัดเรียงโครงสร้างของเนื้อหาเบื้องต้น ทั้งนี้ ผู้เขียนเป็นผู้ตรวจสอบ แก้ไข และรับผิดชอบความถูกต้องของเนื้อหาทั้งหมดด้วยตนเอง และในการอ้างอิงเอกสาร ผู้เขียนได้สืบค้นจากฐานข้อมูลวารสารวิชาการที่น่าเชื่อถือ และตรวจสอบความถูกต้องของแหล่งอ้างอิงทุกฉบับด้วยตนเอง โดยไม่ได้ใช้ AI ในการสร้างหรืออ้างอิงแหล่งข้อมูลที่ไม่สามารถตรวจสอบได้

References

- Aumpuan, N. and Chuasuwanthavee, C. (2022). Effects of problem-based learning management using daily life contexts on mathematical problem-solving ability (in Thai). *Journal of Learning and Innovation*, 2(1), 12-25.
- Blomhøj, M. and Jensen, T. H. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its Applications: International Journal of the IMA*, 22(3), 123-139.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some Answers from Empirical Research. In *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 15-30). Springer.
- Blum, W. and Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.
- Blum, W. and Leiss, D. (2007). How do students' structures their modelling process? The theoretical framework of the solution plan and empirical results. In *Mathematical Modelling: Education, Engineering and Economics*. Chichester: Horwood.
- Doğan, M. and Sir, M. (2022). Examination of middle school students' mathematical reasoning in the mathematical modeling process. *Journal of Computer and Education Research*, 10(19), 133-158.
- English, L. D. (2006). Introduces statistical distributions through a data-modeling context. *Teaching Statistics*, 28(2), 34-39.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- Haines, C. and Crouch, R. (2007). Mathematical modelling and applications: Ability and competence frameworks. In *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 417-424). Boston, MA: Springer.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). *Manual for the Basic Education Core Curriculum: Mathematics (Revised Edition 2017)* (in Thai). Bangkok: Kurusapa Printing House.
- Kitkuekul, S. (2014). *Science learning management: Directions for teachers in the 21st century* (in Thai). Phetchabun: Juladis Printing.

- Kriegler, S. (2004). Just what is algebraic thinking?. *Arithmetic Teacher*, 38(1), 38-43.
- Lesh, R. and Doerr, H. M. (2003). **Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Makanong, A. (2014). **Mathematical skills and processes: Development for progress** (in Thai). Bangkok: Center for Textbook and Academic Documents, Faculty of Education, Chulalongkorn University.
- Ministry of Education. (2019). **Guidelines for learner competency development in basic education** (in Thai). Bangkok: Agricultural Cooperative Federation of Thailand Printing House.
- Mousoulides, N. G. (2011). Exploring the activity of mathematical modeling: The role of external representations. In **Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14** (pp. 525-535). Springer.
- Muller, E. and Burkhardt, H. (2007). Applications and modelling for mathematics—overview. **Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study**, 267-274.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). **Principles and standards for school mathematics**. Reston, VA: Author.
- Nentian, S. (2017). Mathematics learning management through real-world problems emphasizing mathematical modeling (in Thai). *Journal of Education, Chulalongkorn University*, 45(2), 238-253.
- OECD. (2019). **OECD Learning Compass 2030: A Framework for Education**. OECD Publishing.
- Schukajlow, S., Rellensmann, J. and Achmetli, K. (2024). Visual representations and mathematical modeling: {A}n experimental study on the effects of prompting students to draw. **Educational Studies in Mathematics**, 115(2), 185–203.
- Srimasaka, W. and Supap, W. (2022). The development of mathematical problem solving and communication abilities of grade 7 students using active learning with scaffolding questions (in Thai). **Naresuan University Educational Research Journal**, 14(2), 89-102.
- Sriraman, B. and Lesh, R. (2006). Modeling conceptions revisited. **ZDM – International Journal on Mathematics Education**, 38(3), 247-254.
- Stillman, G. (2011). Applying metacognitive knowledge and strategies in applications and modelling tasks at secondary school. In **Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14** (pp. 165-174). Springer.
- Vengvichit, K. (2020). **The development of mathematical modeling competency and mathematical problem solving ability of grade 8 students using mathematical modeling-based learning** (in Thai). Master's Thesis. Nakhon Pathom: Silpakorn University.
- Wessels, H. M. (2014). Levels of mathematical creativity in model-eliciting activities. **Journal of Mathematical Modelling and Application**, 1(9), 22-40.
- Wulandari, S., Herman, T. and Fatimah, S. (2024). Enhancing students' mathematical reasoning skills through mathematical modeling in statistical learning. **Journal of Mathematics Education**, 15(1), 45-62.