

การพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดการกำกับตนเองเพื่อส่งเสริมการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

The Development of a Mathematics Instructional Model Based on Phenomenon-Based Learning and Self-Regulated Learning to Enhance Mathematical Connection Thinking Among Mathayom 3 Students

นันทพร ระภักดี*¹

Nantaporn Rapakdee*¹

focuspumpim@gmail.com*

ส่งบทความ 4 กรกฎาคม 2568 แก้ไข 30 กรกฎาคม 2568 ต้อนรับ 4 สิงหาคม 2568
Received: July 4, 2025 Revised: June 30, July Accepted: August 4, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน 2) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ 3) ศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4) ศึกษาผลประเมินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/5 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 26 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม แบบสัมภาษณ์ และแบบบันทึกการประชุมแบบมีส่วนร่วม แบบประเมินร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 20 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ร้อยละ และการทดสอบที่ แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent Samples t-test)

ผลการวิจัย พบว่า

1. การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพควรใช้รูปแบบปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดการกำกับตนเอง เพื่อเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริงและส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การมีส่วนร่วมและทักษะการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี 6 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) หลักการ (2) วัตถุประสงค์ (3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ เลือกปรากฏการณ์ร่วมกับสังเกตตนเอง สะท้อนความคิดร่วมกับตั้งเป้าหมาย วางแผนร่วมกับตรวจสอบตนเอง ดำเนินการร่วมกับประเมินพฤติกรรม ประเมินผลร่วมกับแสดงปฏิกิริยาต่อตนเอง (4) ระบบสังคม (5) หลักการตอบสนอง และ (6) ผลที่เกิดขึ้นจากรูปแบบการเรียนรู้ โดยผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

*ผู้ประสานงาน (corresponding author)

¹โรงเรียนโนนกอวิทยา สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ

¹Nonkokwitthaya School, under the Chaiyaphum Provincial Administrative Organization

3. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด (\bar{X} =4.68, S.D.=0.09)

คำสำคัญ: รูปแบบการจัดการเรียนรู้, การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน, การกำกับตนเองในการเรียนรู้ การคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were 1) to study the basic data, 2) to develop a quality learning management model, 3) to study the results of the trial of the learning management model, and 4) to study the evaluation results of the use of the learning management model. The sample group included 26 students in Secondary 3/5 in the 2024 academic year, which was obtained through cluster random sampling. 15 learning management plans, achievement tests, 30 questions, 10 subjective math associative thinking tests, 20 learning management style assessments, data analysis using average () Percentage of standard deviation (S.D.) and Dependent Samples t-test

The results of the research showed that:

1. Effective management of mathematics learning should use the phenomenological model as the basis in combination with the concept of self-regulation. To connect knowledge with real life and promote critical thinking. Participation and Mathematical Relational Thinking Skills.

2. The results of creating a learning management model have 6 components: (1) principles, (2) objectives, and (3) 5 learning management steps: choosing phenomena with self-observation, reflecting on ideas and setting goals. Plan together with self-inspection. (4) Social system, (5) Response principles, and (6) Effects arising from learning styles.

3. Students who study with this learning style Academic achievement and mathematical relational ability after school were statistically significantly higher than before school at the level of .05.

4. Developed learning management model The highest overall quality (\bar{X} =4.68, S.D.=0.09)

Keywords: Instructional Model, Phenomenon-Based Learning, Self-Regulated Learning
Mathematical Connection Thinking

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดและการใช้เหตุผลของมนุษย์ ช่วยในการวิเคราะห์ วางแผน และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ อีกทั้งสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) นอกจากนี้ ยังมีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน โดยหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ มีทักษะการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพื่อประยุกต์ใช้ได้จริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

จากผลการประเมิน Programme for International Student Assessment (PISA) 2022 พบว่า คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยลดลงจากปี 2018 ถึง 25 คะแนน เหลือ 394 คะแนน และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) ขณะเดียวกันผล Ordinary National Educational Test (O-NET) ของนักเรียนชั้น ม.3 โรงเรียนโนนกอภิวิทยา พบว่า ปีการศึกษา 2564 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.15 ซึ่งต่ำกว่าระดับประเทศ (24.47) และปีการศึกษา 2565 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.38 ซึ่งต่ำกว่าระดับประเทศ (24.39) และเมื่อพิจารณามาตรฐานการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งรัดพัฒนา ระบุว่า มาตรฐาน ค 3.2 ควรเร่งพัฒนาอย่างเร่งด่วน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2566) จากการวิเคราะห์ในชุมชนแห่งการเรียนรู้ครูมืออาชีพ (PLC: Professional Learning Community) พบว่า การสอนที่ผ่านมาเน้นท่องจำ ไม่เชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง และขาดกิจกรรมส่งเสริมการคิดเชื่อมโยง ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ต่ำ ขาดแรงจูงใจและความมั่นใจในตนเอง ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อการเข้าใจและประยุกต์ใช้ความรู้ทั้งในห้องเรียนและชีวิตจริง (อัมพร ม้าคอง, 2559; ครองทรัพย์ เป็งขวัญ, 2560)

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-Based Learning: PBL) เป็นแนวทางที่ตอบสนองการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการเชื่อมโยง

ความรู้กับสถานการณ์จริง กระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ บูรณาการความรู้ข้ามศาสตร์ และสร้างความหมายจากการเรียนรู้ของตนเอง (พงศธร มหาวิจิตร, 2560) ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะสำคัญ โดยเฉพาะความสามารถในการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทั้งในระดับเชิงเนื้อหาวิชาและการประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง (ชลาลัย สมาหิโต, 2562) เมื่อร่วมกับแนวทางการกำกับตนเองในการเรียนรู้ (Self-Regulated Learning: SRL) ที่มีรากฐานจากทฤษฎีของ Bandura (1986) และ Zimmerman (1990) ซึ่งประกอบด้วย กระบวนการเมตาคognition ขั้นแรงจูงใจ และพฤติกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถตั้งเป้าหมาย วางแผน ตรวจสอบ และประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างเป็นระบบ จึงส่งผลให้เกิดความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิต แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวทางการกำกับตนเอง ช่วยส่งเสริมการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนผ่านการบูรณาการความรู้กับสถานการณ์จริงอย่างมีความหมาย สอดคล้องกับงานของยุพิน พลเรือง (2565) ที่พบว่าการใช้ปรากฏการณ์ทางเศรษฐกิจควบคู่กับบทเรียนเรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาเชิงปริมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับงานของจิราภรณ์ บุญวิจิตรและคณะ (2566) ที่ใช้ PBL กับเนื้อหาเรื่องเรขาคณิตเชิงพื้นที่ โดยออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนคำนวณพื้นที่การจัดสวนในชุมชนจริง ซึ่งส่งเสริมการคิดเชื่อมโยงทั้งภายในวิชาคณิตศาสตร์และกับบริบททางสังคม และสอดคล้องกับแนวทางของ Joyce, Weil และ Calhoun (2011) ที่ระบุว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่มีฐานคิดทางทฤษฎีและโครงสร้างองค์ประกอบที่ชัดเจน จะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิผลสูงสุด

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมุ่งพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวทางการกำกับตนเอง เพื่อส่งเสริมการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยดำเนินการผ่านกระบวนการวิจัยและพัฒนา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเป็นแนวทางในการเรียนรู้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยอิงจากแนวคิดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน และแนวคิดการกำกับตนเอง
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ร่วมกับแนวคิดการกำกับตนเอง เพื่อส่งเสริมการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น คือ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้
4. เพื่อศึกษาผลประเมินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนโนนกอภิวิทยา สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ จำนวน 5 ห้อง จำนวนนักเรียน 111 คน

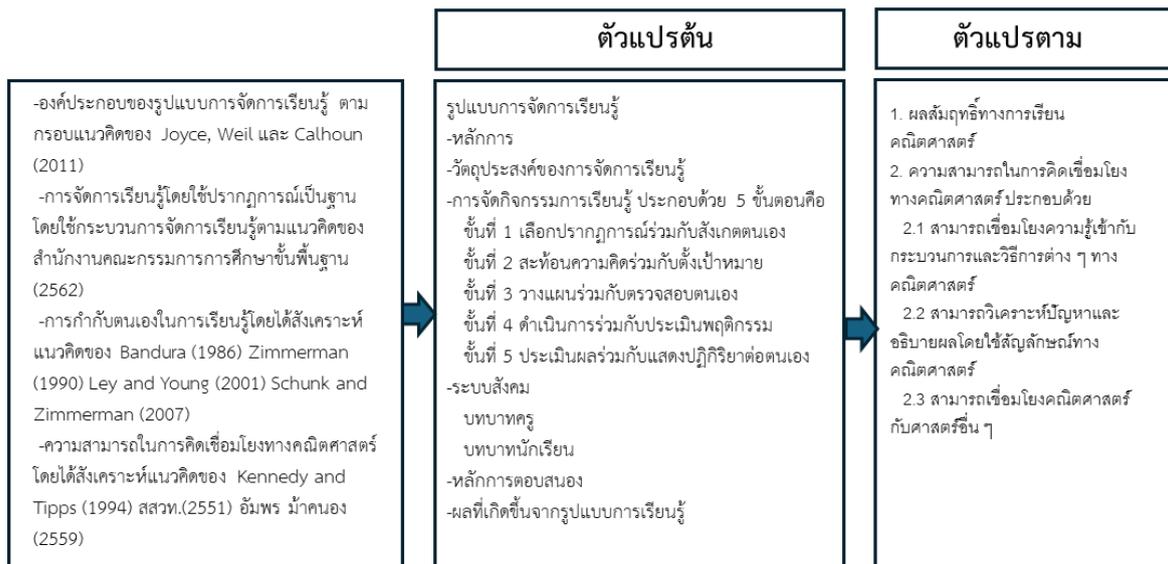
4. กรอบแนวคิดการวิจัย

ตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยการจับสลากจำนวน 1 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/5 จำนวน 26 คน

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการสอนเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ คือ สารที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค.3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้ รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น ประกอบด้วย เนื้อหาย่อย คือ เหตุการณ์จากการทดลองสุ่ม การสำรวจความน่าจะเป็นในชีวิตประจำวัน การทดลองความน่าจะเป็นในห้องเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทายผลฟุตบอล 7 คน การคำนวณความน่าจะเป็นแบบผสมผสาน การสร้างแบบจำลองความน่าจะเป็น การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์ การใช้ความน่าจะเป็นในการตัดสินใจ การสำรวจความน่าจะเป็นในธรรมชาติ การใช้ความน่าจะเป็นในธุรกิจ การสำรวจความน่าจะเป็นในสังคม การใช้ความน่าจะเป็นในสุขภาพ การสร้างแบบจำลองความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ การสรุปและประยุกต์ใช้ความน่าจะเป็น

3. ขอบเขตระยะเวลาวิจัย การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตั้งแต่ ปีการศึกษา 2566 - 2567



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ร่วมกับแนวคิดการกำกับตนเอง เพื่อส่งเสริมการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ซึ่งในการการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ แนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน แนวคิดการกำกับตนเอง และการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาสังเคราะห์เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเก็บข้อมูลภาคสนามโดยสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน และผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน ด้วยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างและการสนทนากลุ่ม เครื่องมือผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ ข้อมูลวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ระยะที่ 2 ผู้วิจัยออกแบบร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แล้วจัดประชุมแบบมีส่วนร่วมกับครูผู้สอนจำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อเสนอและประเมินความเหมาะสมของร่างรูปแบบ เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบบันทึกการประชุม และแบบประเมินร่างรูปแบบ ซึ่งผ่านการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา และสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยสามารถนำไปใช้ทดลองได้

ระยะที่ 3 ใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/5 โรงเรียนโนนกอภิวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 26 คน ด้วยแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ (1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (2) แผนการจัดการเรียนรู้ 15 แผน (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ปรนัย 30 ข้อ) (4) แบบทดสอบการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (อัตนัย 10 ข้อ) ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้วยค่า IOC และวิเคราะห์ความยาก, อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นด้วยสูตร KR-20 และ Cronbach's alpha ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (S.D.) และ t-test สำหรับกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน

ระยะที่ 4 ประเมินการใช้รูปแบบ โดยใช้แบบประเมินกับครูที่เกี่ยวข้อง 5 คน ได้แก่ หัวหน้าวิชาการ หัวหน้ากลุ่มสาระ และครูผู้สอนชั้น ม.3 เครื่องมือคือ แบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และวิเคราะห์ข้อเสนอแนะเชิงคุณภาพด้วย Content Analysis ข้อมูลนำมาวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ความคิดเห็น 5 ระดับ

2. ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน แนวคิดการกำกับตนเอง และการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อวางกรอบในการพัฒนารูปแบบ จากนั้นเก็บข้อมูลภาคสนามโดยสัมภาษณ์ครูคณิตศาสตร์ 5 คน และผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างและการสนทนากลุ่ม ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ข้อมูลวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์เนื้อหา

ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยรวบรวมข้อมูลจากครูผู้สอน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญอีก 5 คน ผ่านการประชุมแบบมีส่วนร่วม และการใช้แบบประเมินร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเครื่องมือทั้งหมดได้รับการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาและสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 3 ผู้วิจัยได้นำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้จริงในรายวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/5 โรงเรียนโนนกอภิวิทยา จำนวน 26 คน โดยใช้แผนการสอนจำนวน 15 แผน โดยใช้แผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชื่อมโยงแบบอัตนัย ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพทั้งด้านความตรง ความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test

ขั้นตอนที่ 4 ผู้วิจัยประเมินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยให้ครูผู้เกี่ยวข้อง 5 คน ประเมินผ่านแบบประเมินที่ออกแบบ ครอบคลุมด้านความเหมาะสม (Propriety) และความเป็นไปได้ (Feasibility) แบบประเมินผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อเสนอแนะเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อสรุปคุณภาพของรูปแบบที่พัฒนาอย่างเป็นระบบ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาและใช้เครื่องมือวิจัย ดังนี้

3.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ผ่านกระบวนการวิจัยและพัฒนา ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ด้าน ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ระบบสังคม หลักการตอบสนอง และผลลัพธ์จากการเรียนรู้ ได้รับการตรวจสอบความเหมาะสมจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน โดยประเมินผ่านแบบประเมินความเหมาะสม พบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.53$, $S.D.=0.16$) แสดงถึงความสอดคล้องทางเนื้อหาและความเหมาะสมในการนำไปใช้จริง

3.2 แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม เป็นเครื่องมือเชิงคุณภาพที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน ปัญหา และข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของครูผู้สอน เป็นคำถามแบบปลายเปิดเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในเชิงลึก ผู้วิจัยได้จัดทำร่างแนวคำถามเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 และได้ปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

3.3 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ใช้ในการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อรวบรวมความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คำถามเป็นแบบปลายเปิด ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 - 1.00

3.4 แบบบันทึกการประชุมแบบมีส่วนร่วม ใช้ในการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นจากครูผู้สอนที่เข้าร่วมประชุมเกี่ยวกับองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้จัดทำประเด็นคำถาม

เสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้อง มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80-1.00 และปรับปรุงตามคำแนะนำ

3.5 แบบประเมินความเหมาะสมของร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบสอบถามที่ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 และปรับปรุงก่อนใช้งานจริง

3.6 แผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จำนวน 15 แผน ใช้สำหรับจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เนื้อหา เรื่อง ความน่าจะเป็น ซึ่งเป็นสาระที่ควรพัฒนาเร่งด่วน จากผล O-Net ในปีที่ผ่านมา แผนการจัดการเรียนรู้ ได้ถูกสร้างตามแนวทางของรูปแบบที่พัฒนา และผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 จากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ก่อนนำไปใช้ทดลอง

3.7 แบบสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Pre-Test and Post-Test) เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 และทดลองใช้กับกลุ่มนักร้องเพื่อตรวจสอบคุณภาพข้อสอบ พบว่าค่าความยากตั้งแต่ 0.40 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.89

3.8 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย เต็มคำตอบ โดยผู้วิจัยได้สร้างข้อสอบจากทักษะที่ต้องการวัด ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบ IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 และวิเคราะห์คุณภาพ พบว่า ค่าความยากตั้งแต่ 0.45-0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30-0.70 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.88

3.9 แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 -1.00 และปรับปรุงก่อนใช้งานจริง

4. การดำเนินการวิจัย

การวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสนทนากลุ่มกับครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ และสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านหลักสูตร การสอนคณิตศาสตร์ และการวัดผลและ

ประเมินผล โดยใช้แบบบันทึกการสนทนากลุ่มและแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันปัญหา และแนวทางการส่งเสริมการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ระยะที่ 2 ผู้วิจัยนำข้อมูลจากระยะที่ 1 มาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยจัดประชุมแบบมีส่วนร่วมกับครูผู้สอนเพื่อพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ พร้อมใช้แบบประเมินความเหมาะสมของร่างรูปแบบจากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อปรับปรุงให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริง

ระยะที่ 3 ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาแล้ว ดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมงการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้ตาม แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาไว้จำนวน 15 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาตามสาระมาตรฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โครงสร้างที่ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ (1) ชื่อแผน (2) สาระสำคัญ (3) จุดประสงค์การเรียนรู้ (4) สื่อ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ (5) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดการกำกับตนเอง และ (6) การวัดและประเมินผล ซึ่งใช้เกณฑ์และวิธีการที่สอดคล้องกับทักษะการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือ ได้แก่ (1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยก่อนเรียนและหลังเรียน (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย และ (3) แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สำหรับครูผู้สอนทั้งหมดผ่านการตรวจสอบคุณภาพ และการวิเคราะห์คุณลักษณะข้อสอบ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์โดยใช้ สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมถึงการวิเคราะห์ ค่าทีแบบกลุ่มสัมพันธ์ (Dependent t-test) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

และความสามารถในการคิดเชื่อมโยงของนักเรียนก่อนและหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ระยะที่ 4 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้รูปแบบ เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับการคิดเชื่อมโยงของนักเรียนก่อนและหลังเรียน ตลอดจนวิเคราะห์ความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบดังกล่าว

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยแต่ละข้อ ดังนี้

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากข้อมูลที่ได้จากการสนทนากลุ่มครูผู้สอน และการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ โดยสกัดสาระสำคัญและจัดกลุ่มข้อมูลตามประเด็นที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิดของการวิจัย

2. ผู้วิจัยใช้ทั้งการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาจากการประชุมแบบมีส่วนร่วม และการวิเคราะห์เชิงปริมาณจากแบบประเมินความเหมาะสมของร่างรูปแบบ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อสรุประดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

3. ผู้วิจัยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ การทดสอบค่าที (Dependent t-test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน

4. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินรูปแบบ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อสรุประดับความคิดเห็นของนักเรียนต่อรูปแบบที่นำไปใช้

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน พบว่า การจัดการเรียนรู้ควรมีองค์ประกอบตามแนวทางของ Joyce and Weil (2011) และสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตจริง โดยการใช้ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันเป็นบริบทของการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ทั้งนี้ แนวคิดการกำกับตนเองตามทฤษฎีของ Bandura (1986) และ Schunk & Zimmerman (2007) มีความเหมาะสมในการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการวางแผน ตรวจสอบ และปรับปรุงการเรียนรู้ด้วยตนเอง ขณะเดียวกันมาตรฐานการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตาม สสวท. (2555) สามารถนำมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมและเกณฑ์ประเมินทักษะการเชื่อมโยงอย่างเป็นระบบ จากการสนทนากลุ่มครูผู้สอนและสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ สะท้อนให้เห็นว่าแนวทางการจัดกิจกรรมควรเริ่มจากสถานการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคย ใช้สื่อหลากหลาย ส่งเสริมการทำงานกลุ่ม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการสืบค้นความรู้ด้วยตนเอง โดย ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยการความสะอาด เพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีองค์ประกอบ 6 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

2.1 หลักการ คือ การผสมผสานการเรียนรู้แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ รูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน การกำกับตนเองและการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์และอธิบายปัญหาด้วยสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นเลือกปรากฏการณ์ร่วมกับสังเกตตนเอง (Select phenomena and Self-observation)

ขั้นที่ 2 ขั้นสะท้อนความคิดร่วมกับตั้งเป้าหมาย (Reflect and Set goals)

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนร่วมกับตรวจสอบตนเอง (Plan and self-examination)

ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการร่วมกับประเมินพฤติกรรม (Execution and evaluate behavior)

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลร่วมกับแสดงปฏิกิริยาต่อตนเอง (Evaluate and react to yourself)

3. ระบบสังคม ได้แก่ บทบาทครู กระตุ้นความสนใจ เลือกปรากฏการณ์ เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม และกำกับตนเอง บทบาทผู้เรียน: สังเกต วิเคราะห์ ตั้งเป้าหมาย วางแผน แก้ปัญหา และประเมินตนเองจากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

4. หลักการตอบสนอง ครูส่งเสริมการเรียนรู้โดยให้ข้อมูลย้อนกลับ สนับสนุนและเสริมสร้างการคิดเชื่อมโยงอย่างต่อเนื่อง

5. ผลที่เกิดขึ้นจากรูปแบบการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้กับบริบทจริง มีทักษะคิดเชื่อมโยง และเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

เมื่อนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินคุณภาพความถูกต้อง ชัดเจน สอดคล้องของรูปแบบโดยผลการประเมินเป็นดังนี้

ตาราง 1 ผลการประเมินคุณภาพของร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ประเด็นที่ 1. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	4.80	0.45	มากที่สุด
ประเด็นที่ 2. ท่านคิดว่า วัตถุประสงค์ของรูปแบบ มีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติ ได้จริง มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	4.60	0.55	มากที่สุด
ประเด็นที่ 3. ท่านคิดว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบฯ มีความสอดคล้องกับหลักการ และจัดลำดับเหมาะสม ในการนำไปจัดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด	4.40	0.55	มาก
ประเด็นที่ 4. ท่านคิดว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ ฯ เหมาะสมสามารถช่วยส่งเสริม การคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	4.40	0.55	มาก
ประเด็นที่ 5. ท่านคิดว่าระบบสังคม มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	4.40	0.55	มาก
ประเด็นที่ 6. ท่านคิดว่าหลักการตอบสนอง มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.53	0.16	มากที่สุด

จากตาราง 1 พบว่า ผลการประเมินโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (4.53, S.D. = 0.16) ซึ่งได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์ ดังนี้



3. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่า

3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น เกี่ยวกับการแจกแจงปกติของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งปรากฏผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น เกี่ยวกับการแจกแจงปกติของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คะแนน	\bar{x}	s.d.	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro - Wilk		
			Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ก่อนเรียน	10.38	2.43	.140	26	.200*	.953	26	.278
หลังเรียน	26.11	2.12	.108	26	.200*	.971	26	.646

* มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากตาราง 2 พบว่า คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน จาก Shapiro-wilk มีค่า Sig เท่ากับ .278 และ .646 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า α ($\alpha = .05$) นั้นแสดงว่า คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีการแจกแจงปกติ ดังนั้น สามารถเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบที (t-test) ได้

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t - test (Dependent Samples) ปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

การทดสอบ	จำนวน นร.	s.d.	ค่าเฉลี่ยของ ผลต่าง	s.d. ค่าเฉลี่ยของ ผลต่าง	df	t	Sig	
	n							
ก่อนเรียน	26	10.38	2.43	15.73	2.81	25	28.566*	.000
หลังเรียน	26	26.11	2.12					

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตาราง 3 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน ($\bar{x} = 26.11$, S.D. = 2.12) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x} = 10.38$, S.D. = 2.43) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 28.566$, $df = 25$, $p < .001$) แสดงว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

3.2 เปรียบเทียบการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น เกี่ยวกับการแจกแจงปกติของคะแนนการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน ซึ่งปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น เกี่ยวกับการแจกแจงปกติของคะแนนการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน	\bar{x}	s.d.	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro - Wilk		
			Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ก่อนเรียน	12.23	1.86	.126	26	.200*	.967	26	.545
หลังเรียน	26.27	2.03	.119	26	.200*	.971	26	.662

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตาราง 4 พบว่า คะแนนการคิดเชื่อมโยงก่อนเรียนและหลังเรียน จาก Shapiro-wilk มีค่า Sig เท่ากับ .545 และ .662 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า α ($\alpha = .05$) นั้นแสดงว่า คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีการแจ่มแจ้งปกติ ดังนั้น สามารถเปรียบเทียบการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบที (t-test) ได้

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t - test (Dependent Samples) ปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 การเปรียบเทียบคะแนนการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้

การทดสอบ	จำนวน นร. n	\bar{X}	s.d.	ค่าเฉลี่ยของ ผลต่าง	s.d. ค่าเฉลี่ยของ ผลต่าง	df	t	Sig
ก่อนเรียน	26	12.23	1.86	14.04	2.50	25	28.568*	.000
หลังเรียน	26	26.27	2.03					

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตาราง 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X}=26.27$, S.D.=2.03) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}=12.23$, S.D.=1.86) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($t=28.568$, $df=25$, $p<.001$) แสดงว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้คะแนนการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

4. ผลการประเมินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีผลการประเมินดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการ

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านความถูกต้อง (Accuracy)	4.72	0.05	มากที่สุด
2. ด้านความเหมาะสม (Propriety)	4.66	0.17	มากที่สุด
3. ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility)	4.60	0.22	มากที่สุด
4. ด้านความเป็นประโยชน์ (Utility)	4.72	0.24	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.68	0.09	มากที่สุด

จากตาราง 4 พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.68$, S.D.=0.09) โดยด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านความถูกต้อง ($\bar{X}=4.72$, S.D.=0.05) และ ด้านความเป็นประโยชน์ ($\bar{X}=4.72$, S.D.=0.24) รองลงมาคือ ความเหมาะสม ($\bar{X}=4.66$, S.D.=0.17) และ ความเป็นไปได้ ($\bar{X}=4.60$, S.D.=0.22) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม ครอบคลุม และสามารถนำไปใช้ได้จริงในบริบทสถานศึกษา

อภิปรายผล

1. ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพควรประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอน ระบบสังคม หลักการตอบสนอง และผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ (Joyce, Weil & Calhoun, 2011) การบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-Based Learning: PBL) กับแนวทางการกำกับตนเอง (Self-Regulated Learning: SRL) เป็นแนวทางที่ตอบโจทย์การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ PBL ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านปรากฏการณ์จริง ซึ่งเอื้อต่อการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันอย่างมีความหมาย (Savin-Baden, 2007) ขณะที่ SRL ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถวางแผน ควบคุม และประเมินตนเองได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญของนักเรียนที่ประสบความสำเร็จ (Zimmerman, 2000; Bandura, 1986) แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับข้อเสนอของบุญเลี้ยง ทูมทอง (2556) ที่ให้ความสำคัญกับการศึกษาข้อมูลพื้นฐานอย่างเป็นระบบก่อนพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบอย่างเป็นลำดับ ทั้งนี้ งานวิจัยของพาวา พงษ์พันธ์ุ (2560) และวริศรา เมืองจันทร์ (2563) ยืนยันว่า การใช้ปรากฏการณ์ร่วมกับการกำกับตนเองสามารถส่งเสริมการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งภายในรายวิชาข้ามศาสตร์ และในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวทางการกำกับตนเอง เพื่อส่งเสริมการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ระบบสังคม หลักการตอบสนอง และผลลัพธ์จากการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะการคิดเชื่อมโยง โดยเน้นกระบวนการสังเกตตนตั้งเป้าหมาย วางแผน ปฏิบัติ และสะท้อนผล รูปแบบดังกล่าวพัฒนาขึ้นบนพื้นฐานแนวคิดของ Joyce, Weil และ Calhoun (2011) ที่เน้นการบูรณาการองค์ประกอบอย่างเป็นระบบ และสอดคล้องกับแนวคิดของ Zimmerman

(2002) และ Bandura (1986) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนที่กำกับตนเองได้จะมีศักยภาพในการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ทั้งในด้านเนื้อหา กระบวนการ และบริบทการใช้จริง สอดคล้องกับงานวิจัยของพาวา พงษ์พันธ์ุ (2560) และภาณิชา ศรีรัตน์ (2562) ซึ่งเน้นการใช้ปรากฏการณ์จริงเป็นฐานในการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังสนับสนุนแนวทางของยุพิน พลเรือง (2565) ที่เน้นการบูรณาการการกำกับตนเองเข้ากับกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะปัญหาเป็นฐานอย่างเป็นระบบ

3. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ร่วมกับแนวทางการกำกับตนเอง เพื่อส่งเสริมการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ผลจากการจัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับบริบทจริง ทำให้การเรียนรู้มีความหมายและกระตุ้นการมีส่วนร่วม การใช้แนวคิด Self-Regulated Learning (Zimmerman, 2002) ส่งเสริมให้ผู้เรียนวางแผน ตรวจสอบ และประเมินตนเอง ซึ่งช่วยพัฒนาความรับผิดชอบและแรงจูงใจในการเรียนรู้ ขณะเดียวกัน ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ชัดเจนและการสนับสนุนจากครู รวมถึงการใช้สื่อที่หลากหลาย ช่วยสร้างประสบการณ์เรียนรู้ที่มีคุณภาพ สอดคล้องกับแนวคิดของ Joyce, Weil และ Calhoun (2011) ที่เน้นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างทฤษฎีชัดเจนและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ผลการศึกษานี้สนับสนุนงานวิจัยของยุพิน พลเรือง (2565), จิราภรณ์ บุญวิจิตรและคณะ (2566) และธีรศักดิ์ อินทรมาตย์ (2564) ที่พบว่าการบูรณาการแนวคิด PBL กับ SRL สามารถส่งเสริมการคิดเชื่อมโยงและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ผลการประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวทางการกำกับตนเอง ซึ่งออกแบบเพื่อส่งเสริมการคิด

เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องถึงความเหมาะสมและศักยภาพในการนำไปใช้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณารายด้าน ด้านความถูกต้อง (Accuracy) และความเป็นประโยชน์ (Utility) ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุด แสดงว่ารูปแบบสามารถถ่ายทอดเนื้อหาได้ครบถ้วน สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงอย่างมีความหมาย ส่วนด้านความเหมาะสม (Propriety) และความเป็นไปได้ (Feasibility) ได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งว่ารูปแบบสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน และสามารถนำไปใช้ในสภาพจริงได้อย่างไม่ซับซ้อน สอดคล้องกับแนวคิดของ Joyce, Weil และ Calhoun (2011) ที่เสนอว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่ดีควรมีทฤษฎีรองรับ ชัดเจนในเป้าหมาย และเอื้อต่อการนำไปปฏิบัติจริง ขณะเดียวกัน การออกแบบที่เน้นการใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับบริบทชีวิตจริง เพิ่มความน่าสนใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้ การบูรณาการแนวคิดการกำกับตนเองในกระบวนการเรียนรู้ ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีบทบาทในการวางแผน ตรวจสอบ และประเมินตนเอง ซึ่งเป็นหัวใจของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Zimmerman, 2002) ทั้งนี้ บรรยายภาคการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย และการสนับสนุนจากครู ยังช่วยยกระดับความพึงพอใจและคุณภาพการเรียนรู้โดยรวม ผลการวิจัยนี้ สอดคล้องกับผลงานของยุพิน พลเรือง (2565) และ จิราภรณ์ บุญวิจิตร (2566) ที่พบว่ารูปแบบการเรียนรู้

ที่เน้นการคิดเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ช่วยเพิ่มพูนความพึงพอใจและประสิทธิภาพของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ควรวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนการกำกับตนเองของผู้เรียนในทุกขั้นตอน พร้อมจัดสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายและเหมาะสม เพื่อเสริมสร้างการมีส่วนร่วมและพัฒนาทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ

1.2 ควรจัดสรรเวลาให้เพียงพอในแต่ละขั้นตอน โดยเฉพาะกระบวนการสะท้อนคิดและประเมินตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการกำกับตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ร่วมกับแนวคิดการกำกับตนเองในระดับชั้นอื่น ๆ และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น เพื่อประเมินความเป็นสากลของรูปแบบ รวมถึงปรับปรุงให้เหมาะสมกับลักษณะเฉพาะของผู้เรียนแต่ละช่วงวัย

2.2 ควรวิจัยเชิงคุณภาพเกี่ยวกับอุปสรรคของผู้เรียนในการใช้แนวคิดการกำกับตนเองในกระบวนการเรียนรู้ โดยเฉพาะนักเรียนที่มีทักษะการวางแผนและการประเมินตนเองต่ำ เพื่อพัฒนาแนวทางเสริมสร้างสมรรถนะเหล่านี้อย่างตรงจุดและยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ครองทรัพย์ เป็งขวัญ. (2560). *การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี]. https://www.esanpedia.oar.ubu.ac.th/e-research/sites/default/files/Krongsap_Pengkwan.pdf
- จิราภรณ์ บุญวิจิตร, ปริญญา ปริพุม และปิยาภรณ์ พิษญาภิรัตน์. (2566). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์: เรื่องสถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารราชพฤกษ์*, 21(1), 106-120. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/Ratchaphruekjournal/article/view/261701>
- ชลาลัย สมหาโต. (2562). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานสำหรับเด็กปฐมวัย. *วารสาร Silpakorn University e-Journal (Social Sciences, Humanities, and Arts)*, 38(1), 113-129. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/sujthai/article/view/133479>
- ธารใจ กุมภาพันธุ์, คงรัฐ นวลแปงและเวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร. (2566). ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *e-Journal of Education Studies, Burapha University*, 5(1), 65-79. <https://ojs.lib.buu.ac.th/index.php/ejes/article/view/8507>
- ธีรศักดิ์ อินทรมาตย์และนินนาท จุลเนียม. (2564). การพัฒนารูปแบบการบูรณาการด้วยการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชื่อมโยงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารศึกษาศาสตร์ มจร*, 9(2), 58-70. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/edj/article/view/249791>
- ปริญานุช ตันวัฒน์เสรี. (2563). *ผลการจัดการเรียนรู้ผลศึกษาโดยใช้แนวคิดการกำกับตนเองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนมัธยมศึกษา* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/3927/>
- พงศธร มหาวิทยาลัย. (2560). นวัตกรรมการเรียนรู้จากฟินแลนด์. *นิตยสาร สสวท.*, 45(209), 40-45. <https://emagazine.ipst.ac.th/209/#40>
- พาวา พงษ์พันธุ์, วิชิต สุรัตน์เรื่องชัยและอาพันธ์ชนิด เจนจิ. (2560). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม*, 13(1), 58-76. <https://ojs.lib.buu.ac.th/index.php/social/article/view/5110>
- ภาณิชา ศรีรัตน์. (2562). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม]. <http://202.28.34.124/dspace/bitstream/123456789/324/1/58010563005.pdf>
- ยุพิน พลเรือง. (2565). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐานบูรณาการอภิปัญญาและความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 16(2), 137-149. <https://so09.tci-thaijo.org/index.php/JOEMSU/article/view/255>
- วรศรา เมืองจันทร์. (2563). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องรูปเรขาคณิต*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนครสวรรค์]. http://www.edu.nu.ac.th/th/news/docs/download/2020_09_13_13_07_51.pdf

- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2566). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET).
<http://www.niets.or.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. ส.เจริญการพิมพ์.
_____. (2555). *ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). 3 คิว มีเดีย.
_____. (2560). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์: หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. สสวท.
_____. (2566). *การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2022*. <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-21/>
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561)*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
_____. (2562). *รายงานการอบรมโครงการอบรมและสัมมนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ณ University of Helsinki ประเทศฟินแลนด์*.
อัมพร ม้าคอง. (2559). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 3). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice Hall.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2011). *Models of teaching* (9th ed.). Pearson Education.
- Kennedy, L. M., & Tipps, S. (1994). *Guiding children's learning of mathematics* (6th ed.). Wadsworth.
- Ley, K., Young, D. B., & Young, M. (2001). Instructional principles for self-regulation. *Educational Technology Research and Development*, 49(2), 93–103. <https://doi.org/10.1007/BF02504930>
- Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (2007). Influencing children's self-efficacy and self-regulation of reading and writing through modeling. *Reading and Writing Quarterly*, 23(1), 7–25. <https://doi.org/10.1080/10573560600837578>
- Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulating academic learning and achievement: The emergence of a social cognitive perspective. *Educational Psychologist*, 25(1), 3–17. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2501_2