วารสารนวัตกรรมและวิทยาการ ปีที่ 18 ฉบับที่ 2 (เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2569) หน้า 51- 64
Journal of Innovation and Learning Sciences (JILS), Volume 18 No. 2 (July – December 2026) Page 51- 64
บทความวิจัย (Research Article)

วารสารนวัตกรรมและวิทยาการเรียนรู้
https://www.tci-thaijo.org/index.php/edgkkuj
ดำเนินการวารสารโดย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

Development of Mathematics Learning Management Models to Promote Problem Solving Abilities and Analytical Thinking for Mathayom 1 Students

ศศิฤทัย ด่านกลาง
Sasiruethai Danklang

โรงเรียนบัวใหญ่ สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย
Bua Yai School, under the Nakhon Ratchasima Provincial Administrative Organization, Department of Local Administration, Ministry of Interior.

Received: September 10, 2025 Revised: May 3, 2026 Accepted: May 3, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ และศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบวิจัยและพัฒนา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนบัวใหญ่ จำนวน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยนำไปสู่การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่มีจุดเด่น ดังนี้ 1) รูปแบบนี้บูรณาการทฤษฎีอย่างเป็นระบบโดยสามารถระบุกลไกทางทฤษฎีของแต่ละขั้นตอนได้ชัดเจน กล่าวคือ ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่จะวิเคราะห์ ขั้นที่ 2 กำหนดจุดมุ่งหมายและรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ปัญหาโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงกับกลไกการดูดซึมและและการปรับโครงสร้างความรู้ ขั้นที่ 4 พัฒนาวิธีการแก้ปัญหา เชื่อมโยงกับโซนพัฒนาการและการสนทนาเชิงคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 5 สรุปและประเมินวิธีการแก้ปัญหา เชื่อมโยงกับการเกิดภาวะสมดุลใหม่ ซึ่งทำให้รูปแบบมีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีสูง 2) รูปแบบนี้มีองค์ประกอบผลป้อนกลับที่ครอบคลุมทั้งระดับครูและตัวผู้เรียน และ 3) กระบวนการพัฒนาเริ่มจากการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นในบริบทจริงก่อนออกแบบรูปแบบ ทำให้มีความสอดคล้องกับสภาพปัญหาจริงในโรงเรียน ผลการทดลองใช้พบว่ารูปแบบมีประสิทธิภาพ 80.98/82.13 ค่าดัชนีประสิทธิผล 0.7503 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด และผู้ทรงคุณวุฒิรับรองรูปแบบในระดับมากที่สุด รูปแบบนี้มีฐานทฤษฎีรองรับและเหมาะสมกับการนำไปใช้พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงในบริบทคณิตศาสตร์

คำสำคัญ: รูปแบบ การจัดการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์

*Corresponding author. Tel.:
Email address:

Abstract

This study aimed to develop a mathematics learning management model and examine its effectiveness in promoting problem-solving ability and analytical thinking among Mathayomsuksa 1 students, employing a Research and Development methodology. The sample consisted of 39 students from Mathayomsuksa 1/2 at Buayai School, Nakhon Ratchasima Province, selected through cluster random sampling. The research yielded the IPADE Model, distinguished by three innovative features. First, the model systematically integrates multiple theoretical frameworks with clearly identifiable mechanisms underpinning each instructional stage: Stages 1–3 (Introduction, Planning, and Analyzing) are grounded in Piaget's Assimilation and Accommodation; Stage 4 (Demonstration) draws upon Vygotsky's Zone of Proximal Development and Mathematical Discourse; and Stage 5 (Elaboration) corresponds to the attainment of Equilibration, ensuring high theoretical validity. Second, the model incorporates a three-directional feedback component encompassing teachers, peers, and students themselves. Third, the development process began with a contextual needs analysis, ensuring strong alignment with real classroom challenges. The implementation trial revealed an efficiency ratio of 80.98/82.13, surpassing the 80/80 benchmark, and an effectiveness index of 0.7503, reflecting a 75.03 percent learning gain. Students' problem-solving ability and analytical thinking scores were significantly higher post-instruction than pre-instruction at the .05 significance level. Student satisfaction and expert validation were both rated at the highest level of appropriateness. The IPADE Model provides a theoretically grounded and empirically validated instructional framework suitable for fostering higher-order thinking skills in lower secondary mathematics education.

Keywords: Learning management format, Mathematics problem solving ability, Analytical thinking

■ บทนำ

การพัฒนาประเทศให้ก้าวสู่ความสมดุลและยั่งยืนจำเป็นต้องมุ่งสร้างทุนมนุษย์ให้มีศักยภาพในการเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะการพัฒนาคุณภาพของคนให้มีความรู้ ความคิด และทักษะที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในสังคมแห่งการเรียนรู้ (Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education, 2022) วิชาคณิตศาสตร์เป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ และสร้างสรรค์ อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งช่วยพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Office of the Basic Education Commission, 2021) อย่างไรก็ตาม ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างปีการศึกษา 2564–2566 พบว่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำเพียง 22.52–23.77 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน และมีแนวโน้มลดลงต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2558 (NIETS, 2023) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนไทยเป็นปัญหาเชิงโครงสร้างที่เรื้อรังและจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเป็นระบบ

เมื่อพิจารณาในระดับโรงเรียน พบว่านักเรียนโรงเรียนบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 โดยเฉพาะในข้อสอบที่วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อน ทั้งนี้ ข้อสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ดังกล่าวเป็นข้อสอบมาตรฐานที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

(Bua Yai School, 2023) ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าปัญหามิใช่เพียงผลสัมฤทธิ์ต่ำในเชิงตัวเลข หากแต่สะท้อนข้อจำกัดเชิงลึกด้านทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียน เมื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา พบว่าการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในสภาพปัจจุบันของโรงเรียนบัวใหญ่ยังคงเน้นการถ่ายทอดความรู้จากครูสู่ผู้เรียนในลักษณะบรรยายและฝึกทำแบบฝึกหัดซ้ำ ๆ (Passive Learning) โดยผู้เรียนมีบทบาทเป็นเพียงผู้รับสารมากกว่าผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนขาดทักษะในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน ไม่สามารถอภิปรายเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และขาดนิสัยการสะท้อนคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง รูปแบบการสอนเช่นนี้ทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำขั้นตอนการคำนวณได้แต่ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้โจทย์ปัญหาในบริบทที่แตกต่างออกไปได้ ซึ่งนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ต่ำในข้อสอบที่วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ดังที่ปรากฏ (Bua Yai School, 2023)

การคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการสำคัญของการแสวงหาความรู้และความจริง โดยอาศัยการพิจารณาอย่างมีเหตุผลเพื่อจำแนกส่วนประกอบของข้อมูลและเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างกัน อันเป็นพื้นฐานของการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ (Charoenworasak, 2017; Laolearndee, 2017) ทั้งนี้ ความสามารถในการคิดเช่นนี้จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นช่วงวัยที่สมองเริ่มพัฒนาไปสู่การคิดเชิงนามธรรมตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget, 1970) เด็กในช่วงอายุนี้สามารถคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสร้างสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหาได้ (Oebsuksiri, 20222; Khaotrakun, 2023) ด้วยเหตุนี้ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงควรยึดแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นฐานทางทฤษฎีของการออกแบบการเรียนการสอน เนื่องจากแนวคิดดังกล่าวอธิบายว่าผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองผ่านกระบวนการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ใหม่ที่ได้พบเจอ (Vygotsky, 1978; Piaget, 1970) ซึ่งตรงข้ามกับการรับความรู้โดยตรงจากครูในลักษณะที่ปฏิบัติอยู่ในปัจจุบัน แนวคิดนี้เป็นพื้นฐานเชิงระเบียบวิธีวิจัยที่ช่วยให้การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องและมีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี (Theoretical Validity) กล่าวคือ ทุกองค์ประกอบของรูปแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถอ้างอิงและอธิบายได้ด้วยหลักการของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ส่งผลให้การออกแบบกิจกรรม การวัดและประเมินผล ตลอดจนการวิเคราะห์ข้อมูลมีความเป็นเอกภาพทางวิทยาศาสตร์และน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามหลักการของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์อย่างชัดเจนและเป็นระบบใน 4 แนวทางหลัก ได้แก่ (1) การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความหมายและเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้ (Accommodation) (2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างผู้เรียน เพื่อขยายเขตพัฒนาการที่ใกล้จะถึง (Zone of Proximal Development) ตามแนวคิดของวีก็อตสกี้ (3) การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปราย นำเสนอ และตรวจสอบแนวคิดของตนเองและผู้อื่น และ (4) การส่งเสริมการสะท้อนความคิด (Reflection) เกี่ยวกับกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของตนเองอย่างสม่ำเสมอ แนวทางทั้งสี่นี้มีความสำคัญโดยตรงต่อการแก้ปัญหาการเรียนการสอนในสภาพเดิม เพราะเปลี่ยนบทบาทของผู้เรียนจากการรับสารเป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างมีเป้าหมาย แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครู และสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยเฉพาะในบริบทของการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์จริง อภิปรายเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับกลุ่ม และสะท้อนความคิด (Reflection) เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง กระบวนการดังกล่าวทำให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบ ปรับเปลี่ยนและขยายโครงสร้างความรู้ภายใน (Cognitive Schema) ของตนเองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับกลไกการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้ (Accommodation) ตามทฤษฎีของเพียเจต์ และสอดคล้องกับแนวคิดเขตพัฒนาการที่ใกล้จะถึง (Zone of Proximal Development) ของวีก็อตสกี้ที่เน้นบทบาทของปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในการเสริมสร้างการเรียนรู้

การนำแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มาใช้เป็นฐานทฤษฎีในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกจึงมีความสำคัญในสองมิติ ได้แก่ มิติแรกคือความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติ โดยรูปแบบดังกล่าวสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้จากการบรรยายแบบเดิมไปสู่การจัดประสบการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้จริง และมิติที่สองคือความเข้มแข็งทางระเบียบวิธีวิจัย กล่าวคือ ความสอดคล้องระหว่างกรอบทฤษฎีและการออกแบบการวิจัย (Methodological Coherence) ทำให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีฐานทางทฤษฎีรองรับอย่างชัดเจน และแบบประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์สามารถออกแบบให้สะท้อนพฤติกรรมการสร้างองค์ความรู้ที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกได้อย่างตรงจุด การเรียนรู้ในลักษณะนี้จึงช่วยพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควบคู่กับการคิดวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะในการคิดเป็น ทำเป็น และอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (Ministry of Education, 2017)

จากเหตุผลดังกล่าว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นนี้มุ่งแก้ปัญหาเฉพาะของการจัดการเรียนรู้ในสภาพเดิมที่เน้นการรับความรู้จากครูโดยตรง ซึ่งไม่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ด้วยการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างมีระบบ มีปฏิสัมพันธ์ และสะท้อนความคิดอย่างต่อเนื่อง อันเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการพัฒนาทุนมนุษย์ที่มีคุณภาพในอนาคต

■ จุดประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

■ หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ครูนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การวางแผน การจัดกิจกรรม ไปจนถึงการวัดและประเมินผล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะตามเป้าหมายของหลักสูตร (Chitchayawanich, 2022; Diluangchata, 2021) นอกจากนี้ Atsawaphum (2018) เสนอว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ วัตถุประสงค์ หลักการ องค์ประกอบหลัก แนวทางการประเมินผล และเงื่อนไขความสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับ Khaeommanee (2018) ที่เน้นว่ารูปแบบที่ดีต้องมีหลักการพื้นฐานที่ชัดเจน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบอย่างเป็นระบบ และมีการวัดประเมินผลที่สอดคล้องกัน ผู้วิจัยนำกรอบดังกล่าวมาใช้ในการกำหนด 5 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การประเมินผล และผลป้อนกลับ

2. แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นฐานทางทฤษฎีหลักของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื่องจากอธิบายว่าผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองผ่านการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ใหม่ โดยไม่ใช่การรับความรู้จากครูโดยตรง (Vygotsky, 1978; Piaget, 1970) เพียเจต์ (Piaget) อธิบายว่าการเรียนรู้เกิดจากการ

ปรับตัวผ่านการดูดซึม (Assimilation) และการปรับโครงสร้างความรู้ (Accommodation) จนเกิดภาวะสมดุล (Equilibration) (Phornkul, 2018) ในช่วงมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้เรียนเข้าสู่ระยะการคิดเชิงนามธรรม (Formal Operation) ที่สามารถใช้เหตุผลเชิงตรรกะและตั้งสมมติฐานได้ ครูจึงควรจัดสถานการณ์ที่ท้าทายให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง วีก็อตสกี้ (Vygotsky) เสริมว่าการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุดในเขตพัฒนาการที่ใกล้จะถึง (Zone of Proximal Development: ZPD) ผ่านปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน (Vygotsky, 1978) ในบริบทของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ปรากฏในทุกขั้นตอนอย่างเป็นระบบ ดังนี้ ขั้น Introduction (I) สอดคล้องกับการสร้างภาวะไม่สมดุลทางความคิด (Cognitive Disequilibrium) โดยครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายความเข้าใจเดิม ขั้น Planning (P) สอดคล้องกับกระบวนการ Assimilation ที่ผู้เรียนเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม ขั้น Analyzing (A) สอดคล้องกับกระบวนการ Accommodation ที่ผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้ภายใน ขั้น Demonstration (D) สอดคล้องกับ ZPD ของวีก็อตสกี้ที่ผู้เรียนนำเสนอและเปรียบเทียบแนวทางร่วมกัน และขั้น Elaboration (E) สอดคล้องกับการเกิดภาวะสมดุลใหม่ที่ผู้เรียนสรุปความเข้าใจและสามารถถ่ายโอนไปใช้ในสถานการณ์อื่น กล่าวโดยรวม ขั้น I–P–A เป็นกระบวนการ "สร้าง" ความรู้ ขั้น D เป็นกระบวนการ "ทดสอบ" ความรู้ และขั้น E เป็นกระบวนการ "ตกผลึก" ความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์อย่างครบถ้วน

3. แนวคิดทฤษฎีการเรียนคณิตศาสตร์ของดีนส์ (Dienes)

แนวคิดของดีนส์ (Dienes, 1971) ชี้ว่าการเข้าใจมโนทัศน์ใหม่เกิดจากวัฏจักรการเรียนรู้ 3 ขั้น ได้แก่ การเผชิญประสบการณ์ที่ยังไม่มีโครงสร้าง การทำกิจกรรมที่มีโครงสร้างใกล้เคียงกับมโนทัศน์ และการสรุปมโนทัศน์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ (Tangkaosagul & Makanong, 2017) พร้อมกับหลักการ 4 ประการ ได้แก่ กฎภาวะสมดุล กฎความหลากหลายของการรับรู้ กฎความหลากหลายทางคณิตศาสตร์ และกฎการสร้าง ซึ่งเน้นว่าการเรียนรู้ควรเริ่มจากประสบการณ์รูปธรรมก่อนนามธรรม วัฏจักรของดีนส์มีความสอดคล้องกับ IPADE Model ในเชิงโครงสร้างอย่างชัดเจน กล่าวคือ ขั้นแรกของดีนส์สัมพันธ์กับขั้น Introduction และ Planning ที่ผู้เรียนพบสถานการณ์ปัญหาในบริบทจริงก่อนจัดระบบความคิด ขั้นที่สองสัมพันธ์กับขั้น Analyzing ที่ผู้เรียนใช้หลักการทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์ปัญหาภายใต้กรอบแนวคิดที่ชัดเจน และขั้นที่สามสัมพันธ์กับขั้น Demonstration และ Elaboration ที่ผู้เรียนนำเสนอวิธีแก้ปัญหาและสะท้อนความคิดเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถ่ายโอนได้ นอกจากนี้ กฎความหลากหลายทางคณิตศาสตร์ยังปรากฏในขั้น Demonstration ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำเสนอวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายจากมุมมองต่างกัน

4. แนวคิดการสนทนาเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Discourse)

การสนทนาเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Discourse) เป็นกลไกหลักในการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (conceptual understanding) และการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยครูต้อง วางแผน ออกแบบ และควบคุมการสนทนา (orchestrate discourse) อย่างเป็นระบบ (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2014; Smith & Stein, 2011) การสนทนาเชิงคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพราะช่วยทำให้กระบวนการคิดและการแก้โจทย์ปัญหาถูกเปิดเผยและตรวจสอบได้ผ่านการอธิบายและโต้แย้งอย่างมีเหตุผล การแลกเปลี่ยนแนวคิดช่วยให้ผู้เรียนเปรียบเทียบกลยุทธ์ วิเคราะห์ความสมเหตุสมผล และปรับปรุงความเข้าใจของตนเอง กระบวนการนี้ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผลเชิงตรรกะ และความแม่นยำทางภาษาคณิตศาสตร์ เมื่อออกแบบการสอนโดยใช้คำถามเชิงเหตุผลและโจทย์ที่กระตุ้นการอภิปราย จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ดังนั้น การสนทนาเชิงคณิตศาสตร์ จึงเป็นกลไกหลักในการยกระดับการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากการคำนวณสู่การคิดอย่างมีเหตุผลและลึกซึ้ง (Kersaint, 2015)

5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแก้ไขสถานการณ์โดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ และการตัดสินใจอย่างเหมาะสม (Institute for the Promotion of Teaching Science and

Technology [IPST], 2019) ผู้วิจัยนำกรอบขั้นตอนแก้ปัญหา 5 ขั้นของThitaya (2019) ได้แก่ การสังเกต การวิเคราะห์ปัญหา การเลือกวิธีแก้ปัญหา การหาคำตอบ และการวิเคราะห์ประเมินคำตอบ มากำหนดเป็นกรอบพฤติกรรมในการออกแบบกิจกรรมและเครื่องมือวัดผล โดยขั้นตอนเหล่านี้สัมพันธ์กับขั้น Planning, Analyzing และ Demonstration ของ IPADE Model ตามลำดับ ในส่วนของการคิดวิเคราะห์ คือ การจำแนกองค์ประกอบของเหตุการณ์และหาความสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยอาศัยการคิดเชิงเหตุผลและตรรกะเป็นพื้นฐาน (Sinlarat, 2017) องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยการตีความ การทำความเข้าใจปัญหา การระบุสาเหตุ และการเชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างมีเหตุผล ซึ่งผู้วิจัยนำมากำหนดตัวชี้วัดสำหรับสร้างเครื่องมือวิจัย

6. การสังเคราะห์ทฤษฎีสู่การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากการสังเคราะห์ทฤษฎีทั้งหมด สามารถสรุปบทบาทของแต่ละทฤษฎีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ดังนี้ แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ทำหน้าที่เป็นกรอบอุดมการณ์ที่กำหนดปรัชญาการเรียนรู้โดยรวมและปรากฏในทุกขั้นตอน วัฏจักรของ Dienes ทำหน้าที่กำหนดลำดับโครงสร้างการเรียนรู้จากรูปธรรมสู่นามธรรม ขั้นตอนการแก้ปัญหาทำหน้าที่เป็นกรอบพฤติกรรมเป้าหมายในขั้น Planning, Analyzing และ Demonstration และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ Kersaint (2015) ทำหน้าที่กำหนดบรรยากาศและบทบาทผู้เรียนในขั้น Demonstration และ Elaboration การบูรณาการทฤษฎีทั้งสี่ชุดทำให้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสมบูรณ์ในทุกมิติและมีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี (Theoretical Validity) ที่เพียงพอสำหรับการนำไปทดลองใช้ในบริบทการเรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งแสดงดัง Figure 1

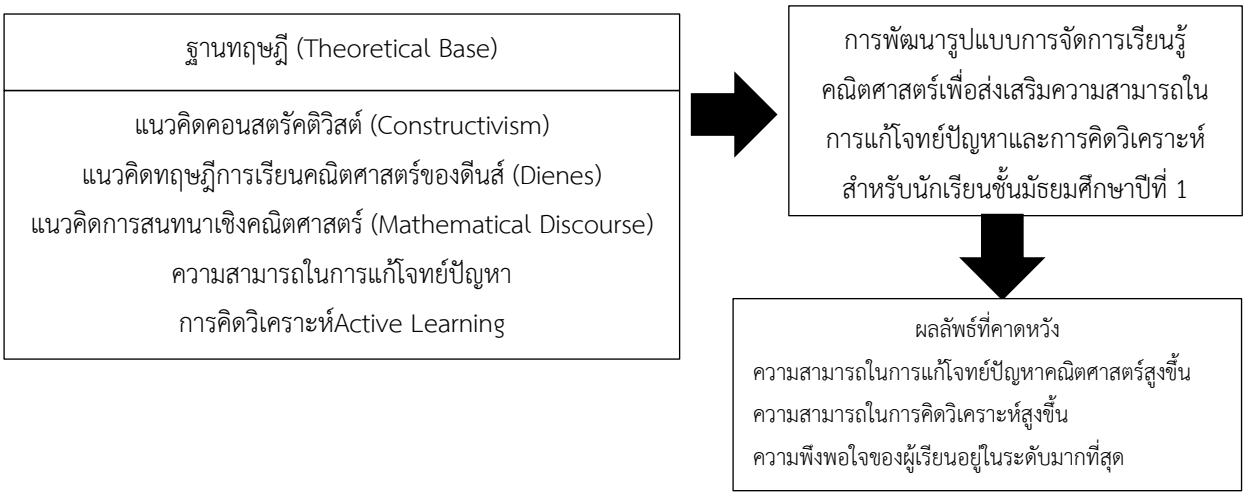


Figure 1 Conceptual Framework

■ วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและ การคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการในลักษณะการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้ 1) ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า หลักการ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ฯ ศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ เก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ 2) สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ฯ 3) ดำเนินการ

จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ฯ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 4) ประเมินและรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ฯ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้ ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 – 1/10 โรงเรียนบัวใหญ่ สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 10 ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน 365 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนบัวใหญ่ สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้วิธีการสุ่มในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา โดยผู้วิจัยใช้วิธีการแบบผสมผสาน (Mixed Methods) เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพได้มาจากเครื่องมือ 4 ประเภท ได้แก่ 1) แบบสอบถามสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน รวมถึงแบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิในการรับรองรูปแบบ ก่อนการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน **5** คน เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ จากนั้นดำเนินการเก็บข้อมูลในสามระยะ ได้แก่ ระยะก่อนทดลอง (Pretest) แจกแบบสอบถามและแบบทดสอบเพื่อประเมินสภาพพื้นฐานของนักเรียนและข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการพัฒนารูปแบบ ระยะดำเนินการทดลอง (Implementation) จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาไว้ โดยเก็บข้อมูลระหว่างเรียนจากแบบประเมิน บันทึกการสังเกต และชิ้นงานของนักเรียน ระยะหลังทดลอง (Posttest) ดำเนินการทดสอบซ้ำด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกัน และเก็บแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน รวมทั้งแบบประเมินรับรองรูปแบบจากผู้ทรงคุณวุฒิ

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยต้องจัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลตามประเภทของข้อมูล โดยใช้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพควบคู่กัน การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบสอบถาม แบบทดสอบ และแบบวัดต่าง ๆ มาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายลักษณะทั่วไปของข้อมูลและแนวโน้มของสภาพปัจจุบันกับสภาพที่พึงประสงค์ของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังการทดลองโดยใช้สถิติเชิงอนุมาน เพื่อประเมินพัฒนาการความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมิน การสังเกต และมีการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยจัดหมวดหมู่และสังเคราะห์สาระสำคัญตามกรอบแนวคิดการวิจัย เพื่ออธิบายความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และประสิทธิผลของรูปแบบที่พัฒนา

■ ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.1 จากการศึกษาพบว่าสภาพปัจจุบันการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่สภาพที่พึงประสงค์อยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านที่มีช่องว่างสูงสุดคือกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อเทคโนโลยี สะท้อนว่าการจัดการเรียนรู้ในสภาพเดิมยังขาดกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ ข้อมูลดังกล่าวจึงเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนา IPADE Model ให้ตอบสนองความต้องการจำเป็นของครูและผู้เรียนได้อย่างตรงจุด

1.2 กระบวนการสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอน โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการศึกษาสภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระยะที่ 1 ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนรู้ในสภาพเดิมเน้นการบรรยายและการฝึกทำแบบฝึกหัดซ้ำ ผู้เรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อน ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาสังเคราะห์ร่วมกับหลักการของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ วัฏจักรการเรียนรู้ของดีนส์ แนวคิดพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ และกรอบขั้นตอนการแก้ปัญหาเพื่อออกแบบร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้เบื้องต้น จากนั้นผู้วิจัยนำร่างรูปแบบดังกล่าวเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึกและการประเมินความเหมาะสม ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงรูปแบบ ดังที่ผู้เชี่ยวชาญท่านหนึ่งให้ความเห็นว่า

"รูปแบบนี้มีความสอดคล้องกับแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์อย่างชัดเจน โดยเฉพาะการที่ผู้เรียนได้สร้างความรู้ผ่านการวิเคราะห์สถานการณ์จริงก่อนสรุปมโนทัศน์ ซึ่งตรงกับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนช่วงอายุนี้"

ผู้เชี่ยวชาญอีกท่านหนึ่งให้ข้อเสนอแนะในด้านกระบวนการว่า

"ควรเพิ่มความชัดเจนในขั้น Demonstration โดยกำหนดให้ผู้เรียนนำเสนอวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อเปิดโอกาสให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และตรวจสอบความเข้าใจร่วมกันในชั้นเรียน"

และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลให้ความเห็นเพิ่มเติมว่า

"องค์ประกอบด้านผลป้อนกลับมีความสำคัญมาก ควรกำหนดให้ชัดเจนว่าผลป้อนกลับเกิดขึ้นทั้งจากครู เพื่อน และตัวผู้เรียนเอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองอย่างแท้จริง"

ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะทั้งหมดมาปรับปรุงรูปแบบก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จนได้รูปแบบที่สมบูรณ์ในนาม IPADE Model ซึ่งย่อมาจากองค์ประกอบกระบวนการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้น ได้แก่ Introduction, Planning, Analyzing, Demonstration และ Elaboration

1.3 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 หลักการ (Principle) หลักการของ IPADE Model ตั้งอยู่บนฐานแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับประสบการณ์ รวมถึงแนวคิดพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ วัฏจักรการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของดีนส์ ตลอดจนกระบวนการแก้ปัญหาและการคิดวิเคราะห์

องค์ประกอบที่ 2 วัตถุประสงค์ (Objective) มุ่งส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

องค์ประกอบที่ 3 กระบวนการจัดการเรียนรู้ (Learning Process) เป็นหัวใจของ IPADE Model ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่จะวิเคราะห์ (Introduction) ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์จริงเพื่อกระตุ้นความสนใจและช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพรวมของปัญหา ขั้นที่ 2 กำหนดจุดมุ่งหมายและรวบรวมข้อมูล (Planning) ผู้เรียนร่วมกันกำหนดจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลที่จำเป็น ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ปัญหาโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ (Analyzing) ผู้เรียนใช้การคิดวิเคราะห์และหลักการทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบโดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างมีเหตุผล ขั้นที่ 4 พัฒนาวิธีการแก้ปัญหา (Demonstration) ผู้เรียนสร้าง แสดง และเปรียบเทียบแนวทางแก้ปัญหา พร้อมเชื่อมโยงกลับสู่บริบทของปัญหาจริง และขั้นที่ 5 สรุปและประเมินวิธีการแก้ปัญหา (Elaboration) ผู้เรียนตรวจสอบความถูกต้อง ประเมินวิธีการคิด และสะท้อนผลการเรียนรู้ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม เพื่อสร้างความเข้าใจที่คงทน

องค์ประกอบที่ 4 การประเมินผล (Assessment) ครอบคลุมทั้งกระบวนการและผลลัพธ์ ได้แก่ การประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน (Pre-test/Post-test) และการประเมินระหว่างเรียนผ่านการสังเกต การตรวจชิ้นงาน และการสนทนาในชั้นเรียน

องค์ประกอบที่ 5 ผลป้อนกลับ (Feedback) มีบทบาทในการสะท้อนข้อผิดพลาดและแนวทางพัฒนา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนประเมินตนเองและเพื่อน และช่วยให้ครูปรับปรุงเนื้อหาและเทคนิคการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม แสดงดัง Figure นี้

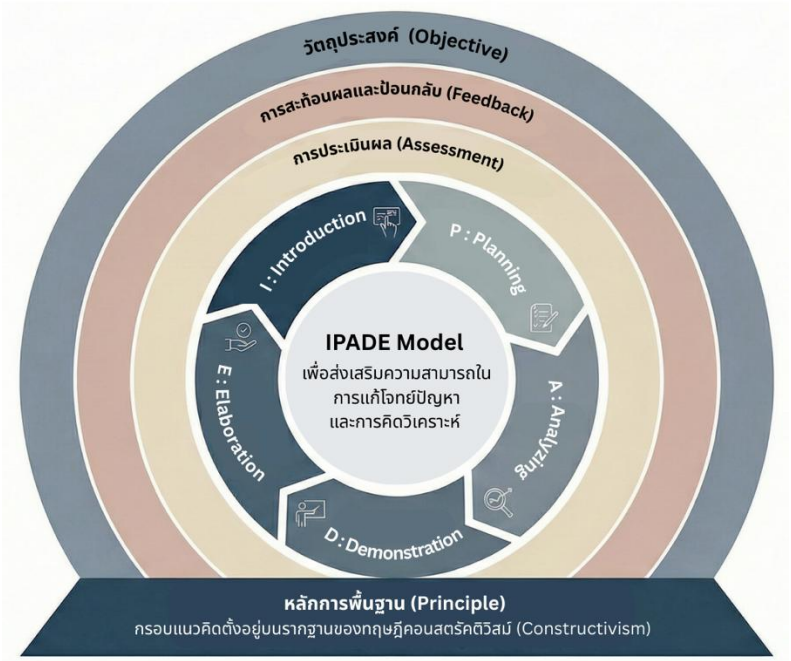


Figure 2 mathematics learning management models to promote problem solving abilities and analytical thinking for Mathayom 1 students (IPADE Model)

1.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่าในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่ารูปแบบมีความสอดคล้องระหว่างหลักการทางทฤษฎีและกระบวนการปฏิบัติในระดับสูง และสามารถนำไปใช้ได้จริงในบริบทห้องเรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดังที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นสรุปได้ว่า

"รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ *มีความครบถ้วนในเชิงองค์ประกอบและมีความสมเหตุสมผลในเชิงทฤษฎี เหมาะสมสำหรับการนำไปทดลองใช้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้อย่างมีประสิทธิผล*"

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 39 คน มีผลปรากฏดังต่อไปนี้ 1) ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.98/82.13 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) ค่าดัชนีประสิทธิผล มีค่าเท่ากับ 0.7503 3) คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) คะแนนการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ฯ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.71, S.D. = 0.68) นอกจากนี้ ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการ

จัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ฯ โดยรวมมีระดับความเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.60, S.D. = 0.35) โดยด้านที่มากที่สุดคือ ด้านกระบวนการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.80, S.D. = 0.45)

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประเด็นหลักที่จะนำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลการสร้างแลพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หรือเรียกว่า IPADE Model มีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) หลักการ (Principle) 2) วัตถุประสงค์ (Objective) มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนโดยการส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ (Learning Process) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่จะวิเคราะห์ (Introduction) กำหนดสิ่งที่จะวิเคราะห์ โดยครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์จริงเพื่อกระตุ้นความสนใจ ช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพรวมของปัญหาและบริบทที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่ 2 กำหนดจุดมุ่งหมายและรวบรวมข้อมูล (Planning) โดยผู้เรียนร่วมกันกำหนดจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ ชี้ชัดประเด็นสำคัญของปัญหา และรวบรวมข้อมูลหรือเงื่อนไขต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ปัญหาโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ (Analyzing) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนใช้การคิดวิเคราะห์หลักการทางคณิตศาสตร์ และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยใช้การตีความ ทำความเข้าใจปัญหาเพื่อระบุให้ได้ถึงสาเหตุของปัญหา แนวทางการแก้ไขปัญหา โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างมีเหตุผล ขั้นที่ 4 พัฒนาวิธีการแก้ปัญหา (Demonstration) ผู้เรียนสร้าง แสดง หรือสาธิตแนวทาง กลยุทธ์การแก้ปัญหา นำเสนอคำตอบ เปรียบเทียบความเป็นไปได้ และเชื่อมโยงกลับสู่บริบทของปัญหาจริง และขั้นที่ 5 สรุปและประเมินวิธีการแก้ปัญหา (Elaboration) ผู้เรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ประเมินวิธีการคิด และสะท้อนผลการเรียนรู้ ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม เพื่อสร้างความเข้าใจที่คงทนและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้ 4) การประเมินผล (Assessment) 5) ผลป้อนกลับ (Feedback) ทั้งนี้เนื่องจากการสร้างและพัฒนารูปแบบได้มีการผ่านการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการวิจัยและพัฒนา (R&D) ที่เริ่มจากการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นในบริบทจริงก่อนออกแบบรูปแบบนั้นทำให้รูปแบบที่ได้มีความตรงกับสภาพปัญหาและมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริงสูง ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ Warisada Poopaploy (2025) ที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กระบวนการ R&D 4 ระยะ และพบว่ารูปแบบ PIVARF Model ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดเช่นกัน อย่างไรก็ตาม การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจุดเด่นดังนี้ 1) การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 บูรณาการทฤษฎีหลายชุดเข้าด้วยกันอย่างสอดคล้องและสามารถระบุได้ชัดเจนว่าแต่ละขั้นตอนมีฐานทฤษฎีใดรองรับ กล่าวคือ ขั้น I–P–A เชื่อมโยงกับกลไก Assimilation และ Accommodation ของเพียเจต์ ขั้น D เชื่อมโยงกับ ZPD ของวีก็อตสกี้และการสนทนาเชิงคณิตศาสตร์ของ Kersaint (2015) และขั้น E เชื่อมโยงกับการเกิด Equilibration และการถ่ายโอนความรู้ ซึ่งทำให้รูปแบบมีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี (Theoretical Validity) ที่เข้มแข็ง แตกต่างจาก PPPE Model ของ Juthathip Paladja (2025) ที่เน้นขั้นตอนเชิงปฏิบัติ 4 ขั้นเป็นหลักโดยไม่ได้ระบุกลไกทางทฤษฎีของแต่ละขั้นอย่างชัดเจน และแตกต่างจาก PIVARF Model ของ Warisada Poopaploy (2025) ที่มี 6 ขั้นตอนแต่เน้นแนวคิดการสร้างความรู้เป็นฐานทฤษฎีเดี่ยว ในขณะที่ การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ใช้การบูรณาการระหว่างคอนสตรัคติวิสต์ วัฏจักรของดีนส์ และการสนทนาเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกัน 2) การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบผลป้อนกลับ (Feedback) ที่ครอบคลุมทั้งระดับครู เพื่อน และตัวผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของ Hattie and Timperley (2007) ที่ชี้ว่า Feedback ที่มีประสิทธิผลต้องตอบคำถาม 3 ข้อ คือ ตอนนี้อยู่ที่ไหน กำลังไปที่ไหน และจะไปต่ออย่างไร ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาการ

คิดวิเคราะห์ของผู้เรียน โดยงานของ Saranjit Aonpa and Ubonwan Songserm (2025) ซึ่งพัฒนารูปแบบสำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 มีองค์ประกอบเพียง 5 ด้านโดยไม่ได้ระบุผลป้อนกลับเป็นองค์ประกอบเฉพาะ แสดงให้เห็นว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความสมบูรณ์ในเชิงระบบมากกว่า 3) ในเชิง R&D กระบวนการสร้าง IPADE Model เริ่มจากข้อมูลสภาพปัจจุบันที่เก็บจากบริบทจริงของโรงเรียนบัวใหญ่ก่อน จากนั้นจึงสังเคราะห์ทฤษฎีและออกแบบรูปแบบ ก่อนผ่านกระบวนการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญและนำไปทดลองใช้จริง กระบวนการนี้สร้างประโยชน์ทั้งในเชิงวิชาการที่ได้รูปแบบที่มีฐานทฤษฎีชัดเจน และในเชิงปฏิบัติที่ครูคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาสามารถนำไปใช้ได้จริงในบริบทที่คล้ายคลึงกัน สอดคล้องกับแนวคิด Design-Based Research ที่เน้นการพัฒนานวัตกรรมจากปัญหาจริงในชั้นเรียน (Edelson, 2002)

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้ 1) ประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 80.98 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 82.13 แสดงให้เห็นว่าทั้งกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและผลลัพธ์หลังเรียนผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Natenaree Phairotphiriyakun (2563) ที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และพบประสิทธิภาพ 85.10/87.22 อย่างไรก็ตาม งานของ Natenaree มุ่งเน้นที่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและใช้กระบวนการ 5S ที่เน้นการทำงานเป็นทีมเป็นหลัก ในขณะที่ IPADE Model ออกแบบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเพิ่งเข้าสู่ระยะการคิดเชิงนามธรรม จึงต้องออกแบบขั้นตอนให้สอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์โดยเฉพาะ การที่ IPADE Model ได้ค่าประสิทธิภาพที่ผ่านเกณฑ์ในบริบทนี้จึงยืนยันว่าการออกแบบที่คำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของรูปแบบ ค่าดัชนีประสิทธิผล 0.7503 หมายความว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 75.03 ซึ่งสูงกว่างานของ Warisada Poopaploy (2025) ที่รายงานค่าดัชนีประสิทธิผล 0.7043 ความแตกต่างดังกล่าวอาจอธิบายได้จากการที่ IPADE Model มีขั้น Elaboration ที่เน้นการสะท้อนคิดและสรุปความเข้าใจอย่างเป็นระบบทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนตกผลึกความรู้ได้ดีกว่ารูปแบบที่จบที่ขั้นการนำเสนอคำตอบเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับแนวคิดของ Schön (1987) ที่เน้นความสำคัญของ Reflection-on-action ในการพัฒนาความเข้าใจเชิงลึก ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Juthathip Paladja (2025) ที่พัฒนา PPPE Model สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องระบบจำนวนเต็ม และพบว่าผลสัมฤทธิ์และทักษะการคิดคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน อย่างไรก็ตาม PPPE Model มุ่งเน้นทักษะการคิดคำนวณ ในขณะที่ IPADE Model มุ่งเน้นการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และการแก้โจทย์ปัญหาควบคู่กัน ผ่านการใช้สถานการณ์โจทย์ปัญหาในชีวิตจริงในขั้น Introduction และการสนทนาเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Discourse) ในขั้น Demonstration ซึ่งสอดคล้องกับ NCTM (2014) ที่เน้นว่าการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่แท้จริงต้องอาศัยการสนทนาและการโต้แย้งเชิงคณิตศาสตร์เป็นกลไกหลัก ความพึงพอใจของนักเรียนที่อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานของ Natenaree Phairotphiriyakun (2563) และ Saranjit Aonpa and Ubonwan Songserm (2025) ที่รายงานความพึงพอใจของผู้เรียนในระดับมากที่สุดเช่นกัน ซึ่งยืนยันว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันและได้รับผลป้อนกลับที่ชัดเจนส่งผลเชิงบวกต่อแรงจูงใจในการเรียน โดยรวมแล้วผลการทดลองใช้ IPADE Model ยืนยันว่าการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากฐานทฤษฎีที่บูรณาการและเชื่อมโยงกับบริบทจริงของผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงได้อย่างมีประสิทธิผลและเกิดประโยชน์ต่อการยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโรงเรียนไทยได้อย่างเป็นรูปธรรม

■ บทสรุปจากการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา โดยสามารถสรุปผลการวิจัยและข้อค้นพบที่สำคัญได้ดังนี้ ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันพบว่าการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในสภาพเดิมมีช่องว่างระหว่างสภาพปัจจุบัน อยู่ในระดับปานกลาง และสภาพที่พึงประสงค์ในระดับสูง โดยเฉพาะด้านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อเทคโนโลยี ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ Passive Learning ที่เน้นการบรรยายและฝึกทำแบบฝึกหัดซ้ำยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียน ข้อมูลดังกล่าวจึงเป็นพื้นฐานสำคัญในการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้ตอบสนองความต้องการจำเป็นของครูและผู้เรียนได้อย่างตรงจุด รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น การประเมินผล และผลป้อนกลับ โดยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นประกอบด้วย ขั้น Introduction ที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาจริงเพื่อกระตุ้นภาวะไม่สมดุลทางความคิด ขั้น Planning ที่ผู้เรียนกำหนดจุดมุ่งหมายและรวบรวมข้อมูล ขั้น Analyzing ที่ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ ขั้น Demonstration ที่ผู้เรียนนำเสนอและเปรียบเทียบวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย และขั้น Elaboration ที่ผู้เรียนสะท้อนความคิดและสรุปความเข้าใจที่คงทน รูปแบบนี้มีฐานทฤษฎีจากแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ วัฏจักรการเรียนรู้ของดีนส์ และการสนทนาเชิงคณิตศาสตร์บูรณาการกันอย่างเป็นระบบ และผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญในระดับมากที่สุด ยืนยันว่ารูปแบบมีความสมบูรณ์ทั้งเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติผลการทดลองใช้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียน 39 คน พบว่ารูปแบบมีประสิทธิภาพ 80.98/82.13 ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ค่าดัชนีประสิทธิผล 0.7503 แสดงว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 75.03 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วย รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในระดับมากที่สุดและผู้ทรงคุณวุฒิประเมินและรับรองรูปแบบในภาพรวมระดับมากที่สุด โดยด้านกระบวนการเรียนรู้มีความเหมาะสมสูงสุด ผลการวิจัยครั้งนี้มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ได้ใน 3 มิติ ได้แก่ ประโยชน์ต่อผู้เรียนในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งเป็นสมรรถนะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ประโยชน์ต่อครูที่ได้รับกรอบการออกแบบการสอนที่มีขั้นตอนชัดเจนและมีทฤษฎีรองรับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทการเรียนคณิตศาสตร์ที่คล้ายคลึงกันได้ทันที และประโยชน์ต่อวงการวิชาการในฐานะรูปแบบที่มีความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีและหลักฐานเชิงประจักษ์รองรับ ซึ่งสามารถใช้เป็นต้นแบบสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นต่อไปในอนาคต

■ ข้อจำกัดหรือข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อจำกัดของการวิจัย

1.1 กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กเพียง 39 คน จากโรงเรียนเดียว อาจจำกัดการสรุปอ้างอิงไปยังบริบทอื่น

1.2 การทดลองใช้เพียงภาคเรียนเดียวจึงยังไม่สามารถประเมินความคงทนของทักษะในระยะยาวได้

1.3 รูปแบบได้รับการออกแบบเฉพาะบริบทโรงเรียนบัวใหญ่ หากนำไปใช้ในบริบทอื่นควรปรับให้เหมาะสมก่อนเสมอ

2. ข้อเสนอแนะทั่วไป

ครูผู้สอนควรศึกษาขั้นตอนของ IPADE Model อย่างลึกซึ้งก่อนนำไปใช้ โดยเฉพาะการออกแบบสถานการณ์ปัญหาในขั้น Introduction ให้เชื่อมโยงกับประสบการณ์จริงของผู้เรียน และทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้นและเสริมแรงอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มศักยภาพ

3. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

สถานศึกษาควรเตรียมความพร้อมด้านบุคลากรและเทคโนโลยี และฝึกให้นักเรียนคุ้นเคยกับการทำงานกลุ่มและการประเมินตนเองตั้งแต่ต้น เพื่อให้การนำ IPADE Model ไปใช้เกิดประสิทธิผลสูงสุด

4. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรขยายกลุ่มตัวอย่างให้ใหญ่ขึ้นและหลากหลายบริบท ติดตามผลในระยะยาว และศึกษาการประยุกต์ใช้ IPADE Model ร่วมกับสื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อส่งเสริมทักษะดิจิทัลควบคู่กันไป

■ References

Aonpa, S., & Songserm, U. (2025). Development of a Mathematics Learning Management Model to Enhance Problem-Solving Ability and Innovativeness of Grade 4 Students. *Journal of Institute of Trainer Monk Development, 8*(2), 168–185. **[In Thai]**

Atsawaphum, S. (2018). *Learning Management Models*. Ubon Ratchathani Rajabhat University. **[In Thai]**

Bua Yai School. (2023). *Mathematics Achievement Report*. Buayai School. **[In Thai]**

Charoenworasak, K. (2017). *Analytical Thinking*. Success Media. **[In Thai]**

Chitchayawanich, K. (2020). *Instructional Management*. Chulalongkorn University Press. **[In Thai]**

Dienes, Z. P. (1971). *Building up mathematics* (4th ed.). Hutchinson Educational.

Diluangchata, S. (2021). *Mathematics Learning Management* [Please complete: publisher details]. **[In Thai]**

Edelson, D. C. (2002). Design research: What We Learn When We Engage in Design. *Journal of the Learning Sciences, 11*(1), 105–121.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research, 77*(1), 81–112.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2019). *Mathematics Learning Area Management for Basic Education Curriculum*. IPST.

Kersaint, G. (2015). *Orchestrating Mathematical Discourse to Enhance Student Learning*. Curriculum Associates.

Khaeommanee, T. (2018). *Problem-Solving Process and Analytical Thinking*. Chulalongkorn University Press. **[In Thai]**

Khaeommanee, T. (2019). *Science of Teaching: Knowledge for Effective Learning Process Management* (23rd ed.). Chulalongkorn University Press. **[In Thai]**

Khaotrakun, S. (2023). *Educational psychology* (13th ed.). Chulalongkorn University Press. **[In Thai]**

Laolearndee, W. (2017). *Models and Strategies for Learning Management to Develop Thinking Skills*. Silpakorn University. **[In Thai]**

Ministry of Education. (2017). *Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008) Revised Version B.E. 2560*. Ministry of Education.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2014). *Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for all*. NCTM.

National Institute of Educational Testing Service (NIETS). (2023). *O-NET Results for Academic Year 2023*. NIETS. **[In Thai]**

Oebsuksiri, A. (2022). *Developmental psychology*. Chulalongkorn University Press. **[In Thai]**

Office of the Basic Education Commission (OBEC). (2021). *Guidelines For Mathematics Learning Management*. OBEC. **[In Thai]**

Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education. (2022). *Ministry of Education policies and priorities for fiscal year 2022*. Ministry of Education. **[In Thai]**

Paladja, J. (2025). Development of Mathematics Learning Activity Model Promoting Academic Achievement, Computational Thinking Skills and Attitude on Integer System for Mathayomsuksa 1 Students. *Journal of Education Khon Kaen University, 48*(2), 68–88. **[In Thai]**

Phairotphiriyakun, N. (2020). *Development of an Instructional Model to Promote Mathematical Problem-Solving Ability for Mathayomsuksa 6 Students*. *Social Sciences Research and Academic Journal, 17*(1), 17-31. **[In Thai]**

Phornkul, C. (2018). *Teaching Thinking Processes: Theory And Application*. Chulalongkorn University Press. **[In Thai]**

Piaget, J. (1970). *Science of Education and The Psychology of The Child*. Orion Press.

Poopaploy, W. (2025). Results of Using a Mathematics Learning Management Model Based on Constructivism To Develop Analytical Thinking Ability of Mathayomsuksa 1 students. *Journal of Education Khon Kaen University, 48*(1), 86–105. **[In Thai]**

Schön, D. A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner*. Jossey-Bass.

Sinlarat, P. (2017). *Analytical, Synthetic, And Creative Thinking*. Chulalongkorn University Press. **[In Thai]**

Smith, M. S., & Stein, M. K. (2011). *Five Practices for Orchestrating Productive Mathematics Discussions*. NCTM.

Tangkaosagul, S., & Makanong, A. (2017). *Teaching Mathematics Based on Dienes' Theory*. Chulalongkorn University Press. **[In Thai]**

Thitaya, P. (2019). *Development of Mathematical Problem-Solving Ability Using Polya's Problem-Solving Process Combined with TAI Cooperative Learning for Prathom 6 Students* (Master's thesis, Curriculum and Instruction). Dhurakij Pundit University. **[In Thai]**

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.