



ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ Effects of Organizing Mathematics Learning Activities Using IMPROVE Method and ACT Strategy on Mathematical Problem Solving Ability

พิชาภพ โพธิสาขา^{1*} และ จงกล ท้าสวน²
Pichapop Pothisakha^{1*} and Jongkol Thamsuan²

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 60 และ 3) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน จากการเลือกอย่างเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยร้อยละ การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ($M = 30.83$, $SD = 6.06$) สูงกว่าก่อนเรียน ($M = 23.03$, $SD = 7.61$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($M = 30.83$, $SD = 6.06$) และ 3) นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละระยะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยด้านการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นมากที่สุด

คำสำคัญ : วิธี IMPROVE, กลวิธี ACT, ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

¹ นิสิตมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อีเมล : Email: 6780107127@student.chula.ac.th
Master Student in Division of Mathematics Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University.
Email: 6780107127@student.chula.ac.th

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อีเมล : jongkol.t@chula.ac.th
Assistant Professor (Ed.D.) in Division of Mathematics Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University.
Email: jongkol.t@chula.ac.th

Abstract

The purposes of this research were to: 1) compare the mathematical problem solving ability of students before and after using the IMPROVE method combined with the ACT strategy, 2) compare the mathematical problem solving ability of students after using the IMPROVE method combined with the ACT strategy to the 60% score criteria, and 3) study the development of the mathematical problem solving ability of the students taught using the IMPROVE method combined with the ACT strategy. The sample were 30 ninth grade students, selected by purposive sampling. The instruments used for research lesson plans designed to organize mathematics learning activities using the IMPROVE method combined with the ACT strategy, and a mathematical problem solving ability test. Data were analyzed using arithmetic mean, standard deviation, percentage, *t*-test, and content analysis. The research revealed that 1) the mathematical problem solving ability of the students after using the IMPROVE method with the ACT strategy ($M = 30.83$, $SD = 6.06$) was higher than before learning ($M = 23.03$, $SD = 7.61$) at the .05 level of significance, 2) the mathematical problem solving ability of the students after using the IMPROVE method with the ACT strategy were higher than 60% at the .05 level of significance ($M = 30.83$, $SD = 6.06$), and 3) the mathematical problem solving ability of the students using the IMPROVE method with the ACT strategy continuously improved during each learning period, with the aspect of checking the reasonableness of the answers demonstrating the greatest improvement.

Keywords: IMPROVE method, ACT strategy, mathematical problem solving ability

บทนำ

คณิตศาสตร์ถือเป็นศาสตร์ที่สำคัญที่มีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน เนื่องจากช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ข้อมูล วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงควรมุ่งส่งเสริมทั้งความรู้ ความคิด และทักษะที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม รวมถึงความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

แม้ว่าการเรียนคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียน แต่ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของประเทศไทยยังคงเป็นประเด็นที่ควรได้รับการพัฒนาเพิ่มเติม โดยสามารถพิจารณาได้จากผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยในโครงการ PISA 2022 (Program for International Student Assessment) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในบริบทต่าง ๆ ทั้งนี้ในรายงานผลการประเมิน PISA 2022 ระบุว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ 394 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติที่มีค่าเฉลี่ย 472 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) นอกจากนี้ ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2566 ยังพบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลคะแนน

เฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เพียง 25.38 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2566) ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนจำนวนมากยังประสบปัญหาในการทำความเข้าใจและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ อีกทั้งการดำเนินชีวิตประจำวันต้องเผชิญกับข้อมูลและสถานการณ์ที่มีความหลากหลายและซับซ้อน จึงจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์และแยกแยะข้อมูลวางแผนแนวทางดำเนินการ ตลอดจนตัดสินใจโดยอาศัยข้อมูลและการอ้างเหตุผลอย่างสมเหตุสมผล ดังนั้นครูจึงต้องพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนควบคู่ไปกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากจะช่วยให้ นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ เลือกใช้ข้อมูล ตัดสินใจ ตีความ และเลือกวิธีการ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและให้เหตุผล เมื่อเผชิญสถานการณ์จริงหรือชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่สำคัญอีกประการหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเป็นความสามารถของนักเรียนในการหาแนวทางหรือวิธีการเพื่อช่วยในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยความรู้ ความคิด วิธีการทางคณิตศาสตร์ และประสบการณ์ที่มีอยู่ประมวลเข้าด้วยกัน ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ 1) การทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์ปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ และ 4) การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ การฝึกแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์จริง วิเคราะห์ข้อมูล เลือกวิธีดำเนินการ และตรวจสอบคำตอบอย่างมีเหตุผล ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจ สามารถตีวิเคราะห์ และค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (Kennedy et al., 2007)

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับ เกิดความรอบรู้ในเนื้อหาที่เรียน มีการฝึกใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดขณะเรียนรู้เนื้อหาใหม่ คือการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีหลักการสำคัญ 3 ประการ คือ ประการแรก กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ความเข้าใจ โดยอาศัยคำถามที่เน้นการรู้คิด ซึ่งเป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา เปรียบเทียบปัญหาที่พบกับสิ่งที่รู้อยู่แล้ว และหากลยุทธ์ เทคนิคหรือหลักการในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ประการที่สอง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ผ่านการแลกเปลี่ยน และประการที่สาม กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการตรวจสอบข้อผิดพลาดทางการเรียนและการให้ข้อมูลป้อนกลับกับนักเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน (Mevarach & Kramarski, 1997) ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การแนะนำแนวคิดใหม่ ขั้นตอนที่ 2 การเรียนรู้ผ่านคำถามที่เน้นการรู้คิด ขั้นตอนที่ 3 การฝึกปฏิบัติ ขั้นตอนที่ 4 การทบทวนและแก้ไขข้อผิดพลาด ขั้นตอนที่ 5 การสนับสนุนให้เกิดความรอบรู้ ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบความเข้าใจ และขั้นตอนที่ 7 การเสริมสร้างความรู้จากงานวิจัยของ ปาลิตา สุชาติพงษ์ (2566) พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์มักจะมี

การนำกลวิธีเข้ามาใช้ร่วมด้วย เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น กลวิธีหนึ่งที่มีความน่าสนใจที่ควรนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คือ กลวิธี ACT

กลวิธี ACT (Advancing Children's Thinking Strategy: ACT strategy) จะมุ่งเน้นพัฒนาการคิดของนักเรียน จากการล้วงความคิดของนักเรียนด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายและวิเคราะห์การหาคำตอบ ร่วมกันคิดในกลุ่มตนเอง ในขณะที่ครูจะสนับสนุนความคิดของนักเรียน โดยให้นักเรียนอธิบายหรือสรุปสิ่งที่ได้มีการอภิปรายร่วมกัน และครูให้ความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ รวมถึงขยายความคิดของนักเรียน โดยให้นักเรียนอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ แสวงหาแนวทางในการหาคำตอบที่หลากหลาย นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการคำตอบ ร่วมกันสะท้อนความคิด และสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ (Fraivillig et al., 1999) กลวิธี ACT เป็นกลวิธีให้ครูออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนคณิตศาสตร์ที่มีความหมายสำหรับนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาการใช้เหตุผล ฝึกการสื่อสาร และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (เกษณีย์ ยอดไพอินทร์, 2556) จากงานวิจัยของ ชยานนท์ ไชยรักษ์ (2563) พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ (ACT) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

จากที่กล่าวมาข้างต้น เป็นที่น่าสนใจว่า หากผสมผสานการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT น่าจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำเสนอบริบทซึ่งสัมพันธ์กับเนื้อหาคณิตศาสตร์ใหม่ เพื่อให้นักเรียนได้สร้างความรู้ความเข้าใจผ่านคำถามที่เน้นการรู้คิดที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ระดมความคิดของปัญหา ระบุแนวคิดหลักของปัญหา เปรียบเทียบความเหมือนและความต่างระหว่างปัญหาที่เคยพบกับปัญหาใหม่ โดยครูล้วงความคิด สนับสนุนความคิด เพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ข้อมูล เชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิม และค้นหาแนวทางหรือวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่เป็นความรู้เชิงโมทัศน์หรือขั้นตอนวิธี หรือแนวทางการแก้ปัญหา ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ จากนั้นเขียนอธิบายข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้ใหม่ด้วยตนเอง แล้วทบทวนตรวจสอบความรู้ใหม่ร่วมกัน ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ให้ข้อมูลป้อนกลับ และปรับแก้ข้อผิดพลาด จากนั้นครูสนับสนุนและขยายความคิดของนักเรียน โดยให้นักเรียนอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แล้วนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาใหม่

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธี IMPROVE เน้นสร้างความรู้ความเข้าใจผ่านคำถามที่เน้นการรู้คิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และตรวจสอบความเข้าใจ เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดหรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และให้ข้อมูลป้อนกลับอย่างต่อเนื่อง ขณะที่กลวิธี ACT เปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ และอธิบายแนวคิดในการหาคำตอบ ในระหว่างนั้นครูจะสนับสนุนความคิดของนักเรียนให้ชัดเจนและถูกต้องมากยิ่งขึ้น และให้ความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทาง

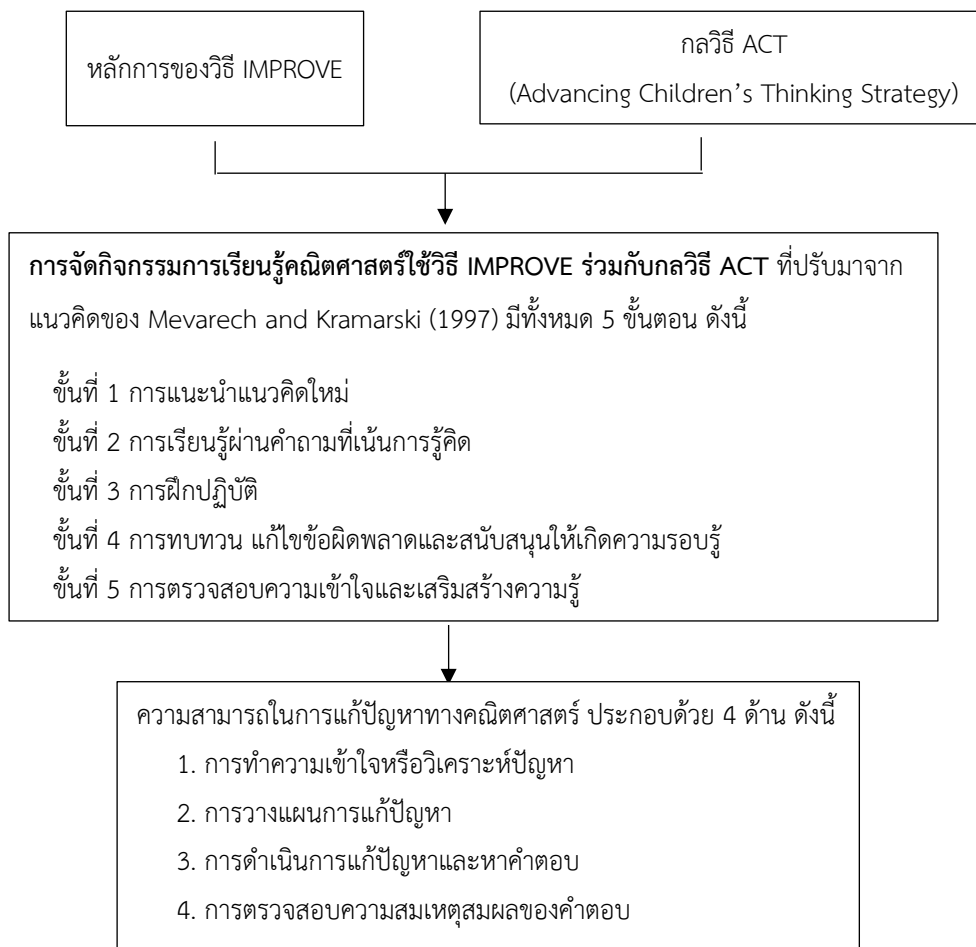
คณิตศาสตร์ รวมถึงขยายความคิดของนักเรียน โดยให้นักเรียนอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ แสวงหาแนวทางในการหาคำตอบที่หลากหลาย นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการหาคำตอบ ดังนั้น จึงมีแนวโน้มหรือเป็นไปได้ว่าหากมีการนำวิธี IMPROVE มาผสมผสานกับกลวิธี ACT น่าจะทำให้กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปอย่างต่อเนื่องมีลำดับขั้นตอน สะท้อนจุดเน้น และความสำคัญของแต่ละลำดับขั้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT โดยปรับขั้นตอนเดิมของวิธี IMPROVE ทั้ง 7 ขั้นตอน ประกอบการพิจารณาหลักการ IMPROVE ทั้งหมด ให้มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ในบริบทของชั้นเรียนจริง โดยมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การแนะนำแนวคิดใหม่ ขั้นตอนที่ 2 การเรียนรู้ผ่านคำถามที่เน้นการรู้คิด ขั้นตอนที่ 3 การฝึกปฏิบัติ ขั้นตอนที่ 4 การทบทวน แก้ไขข้อผิดพลาดและสนับสนุนให้เกิดความรอบรู้ และ ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบความเข้าใจ และเสริมสร้างความรู้ พร้อมนำกลวิธี ACT มาเสริมในทุกขั้นตอนของวิธี IMPROVE แนวทางดังกล่าวทำให้ได้พัฒนากระบวนการคิด และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

นอกจากนี้ ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มเป็นเกณฑ์อ้างอิงในการพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เนื่องจากเกณฑ์ดังกล่าวเป็นคะแนนจุดตัดที่กำหนดคะแนนขั้นต่ำที่ใช้แสดงระดับความสามารถที่ยอมรับได้ตามขอบเขตของการวิจัย ดังนั้น การเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 จะช่วยให้สามารถพิจารณาได้ว่า ความสามารถของนักเรียนหลังเรียนบรรลุเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ (ณัฐภูมิ โชติวิญญู, 2564)

จากความสำเร็จและข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่กรอบแนวคิดในการวิจัย (ภาพ 1)

ภาพ 1

กรอบแนวคิดในการวิจัย



วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT กับเกณฑ์ร้อยละ 60
3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT

วิธีการวิจัย

1. ประชากรและตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครนายก

1.2 ตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนครนายก ซึ่งได้มาจากวิธีการเลือกอย่างเจาะจง (Purposive sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT เรื่องพีระมิด กรวย และทรงกลม จำนวน 12 แผน โดยแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และใบกิจกรรม ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของพีระมิดและปริมาตรของปริซึม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องปริมาตรและพื้นที่ผิวของพีระมิด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของกรวยและปริมาตรของ

ทรงกระบอก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของกรวย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความสัมพันธ์ของพื้นที่ผิวกับรูปคลี่ของกรวย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของทรงกลมและปริมาตรของ

ทรงกระบอก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของทรงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวของทรงกลมและรูปวงกลมที่มีเส้น

ผ่านศูนย์กลางเท่ากัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิวของพีระมิด

กรวย และทรงกลม (1)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง การประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิวของพีระมิด

กรวย และทรงกลม (2)

ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ฉบับ ประกอบด้วยแบบวัดฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน

อย่างละ 1 ฉบับ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย ฉบับละ 6 ข้อ (เพื่อนำไปใช้จริงฉบับละ 4 ข้อ) และฉบับระหว่างเรียน 3 ฉบับ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย ฉบับละ 2 ข้อ โดยแต่ละข้อประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา 4 ด้าน ในแต่ละด้านมีคะแนนเต็ม 3 คะแนน รวมคะแนนเต็มข้อละ 12 คะแนน จากนั้นนำแบบวัดทั้ง 5 ฉบับไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา และนำแบบวัดฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน และอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน พิจารณาความสอดคล้อง (IOC) และความเหมาะสมด้านภาษาของคำถามที่ใช้ ปรากฏว่า แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 และค่าความเหมาะสมอยู่ในช่วง 4.67–4.89 ฉบับหลังเรียนมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 และค่าความเหมาะสมอยู่ในช่วง 4.61–4.89 จากนั้นจึงปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับภาษาที่ใช้และลักษณะการใช้คำถามในแต่ละข้อของแบบวัดฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนให้เหมาะสมและสื่อสารได้ชัดเจน แล้วนำไปทดลองใช้ (try-out) กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับตัวอย่าง จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดและนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความเที่ยง (Reliability) ผลปรากฏว่า ได้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งสองฉบับ ฉบับละ 4 ข้อ มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยฉบับก่อนเรียนมีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.69 ค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.40–0.56 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.46–0.60 ฉบับหลังเรียนมีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.73 ค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.45–0.65 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.36–0.55

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลา 1 คาบ (50 นาที) จากนั้นตรวจให้คะแนน เพื่อนำมาจัดกลุ่มนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มที่ต้องพัฒนา แล้วศึกษาการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT จำนวน 12 แผน แผนละ 50 นาที ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โดยผู้วิจัยจะทำการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน โดยใช้ฉบับระหว่างเรียนจำนวน 3 ฉบับ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระยะ คือจบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4, 8 และ 12 เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 12 แผนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน โดยใช้เวลา 1 คาบ (50 นาที) จากนั้นนำแบบวัดฉบับระหว่างเรียนและหลังเรียนมาตรวจให้คะแนน แล้วนำผลจากการตรวจแบบวัดทั้ง 5 ฉบับ ที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณหาร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบค่าที (t -test) ดังนี้

4.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ t -test dependent

4.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT กับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้ t -test for one sample

4.3 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างเรียน โดยนำข้อมูลที่ได้จากร่องรอยการทำงานของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนทั้ง 3 ฉบับ มาวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ตามด้านของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตัวอย่างในแต่ละระยะของการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผลการวิจัย

1. เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 23.03 และ 30.83 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.61 และ 6.06 ตามลำดับ ผลการทดสอบค่าที (t -test) เท่ากับ 11.15 สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 1)

ตาราง 1

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบค่าที (t -test) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนตัวอย่าง

ตัวอย่าง	n	M	SD	t -test	$Sig.$
ก่อนเรียน	30	23.03	7.61	11.15*	<.001
หลังเรียน	30	30.83	6.06		

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT พบว่า จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มเท่ากับ 28.80 คะแนน นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเท่ากับ 30.83 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.06 และผลการทดสอบค่าทีเท่ากับ 1.84 สรุปได้ว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง 2)

ตาราง 2

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าร้อยละ (%) และการทดสอบค่าที (t-test) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม (28.80 คะแนน)

ตัวอย่าง	n	M	ค่าร้อยละ	SD	t-test	Sig.
หลังเรียน	30	30.83	64.24	6.06	1.84*	0.038

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยรวมร้อยละ 50.83 ในระยะที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยรวมร้อยละ 56.39 และในระยะที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยรวมร้อยละ 62.08 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นในแต่ละระยะการทดลอง โดยด้านที่ 4 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ มีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดอย่างชัดเจน เมื่อเทียบกับด้านที่ 1, 2 และ 3 (ตาราง 3)

ตาราง 3

ค่าร้อยละของคะแนนการทดสอบหลังจบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4, 8 และ 12 ของนักเรียนทั้งห้อง ตามด้านของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระยะการทดลอง

ระยะการทดลอง	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
	ด้านที่ 1	ด้านที่ 2	ด้านที่ 3	ด้านที่ 4	รวม
ระยะที่ 1	67.22	46.67	50.00	39.44	50.83
ระยะที่ 2	70.56	53.33	55.00	46.67	56.39
ระยะที่ 3	73.89	59.44	60.56	54.44	62.08

อภิปรายผล

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การที่ผลวิจัยออกมาเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากเหตุผลสนับสนุน 2 ประการ ดังนี้

ประการแรก อาจเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT ในขั้นที่ 1 การแนะนำแนวคิดใหม่ ผู้วิจัยนำเสนอบริบทที่สัมพันธ์กับเนื้อหาคณิตศาสตร์ใหม่ แล้วให้นักเรียนทำความเข้าใจในบริบทที่นำเสนอ โดยให้นักเรียนอธิบายบริบทที่กำหนดให้เพื่อสะท้อนเกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538) ที่กล่าวว่าแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานั้น ครูควรให้นักเรียนฝึกอ่านและทำความเข้าใจข้อความในปัญหาที่ครูยกมาเป็นตัวอย่างในการสอนก่อนที่จะมุ่งหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ผ่านคำถามที่เน้นการรู้คิด ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายแนวคิดจากการตอบคำถามในใบกิจกรรมที่มีโครงสร้างคำถามที่เน้นการรู้คิด โดยมีคำถามเน้นความเข้าใจ คำถามเน้นความเชื่อมโยง และคำถามเชิงกลยุทธ์ สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดจนได้ข้อสรุปที่เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ใหม่ จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันวิเคราะห์ เปรียบเทียบความรู้เดิมที่ใช้และความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดเพื่อหาข้อสรุปที่เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เวชฤทธิ์ อังกะนัฏทขจร (2555) ได้กล่าวไว้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหจะช่วยฝึกกระบวนการคิดและทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ผ่านการลงมือปฏิบัติได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 การฝึกปฏิบัติ ผู้วิจัยให้นักเรียนนำความรู้จากข้อสรุปที่ค้นพบไปใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการหาคำตอบของตนเองได้ โดยจากการฝึกฝนจากการจัดกิจกรรมในขั้นนี้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนได้ฝึกปฏิบัติผ่านกระบวนการแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เมื่อนักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตามขั้นตอนอย่างสม่ำเสมอ นักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สันดุสิต เจ้ากลดี และคณะ (2568) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้กิจกรรมห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธี เอส ที เอ อาร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้รู้จักการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผน การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบคำตอบอย่างต่อเนื่อง จะส่งผลให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนจัดกิจกรรมโดยมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูงมาก

ขั้นที่ 4 การทบทวน แก้ไขข้อผิดพลาดและสนับสนุนให้เกิดความรอบรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลในกระบวนการหาคำตอบ พร้อมทั้งปรับแก้ข้อผิดพลาดหรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน จากนั้นผู้วิจัยสุ่มเรียกหรือขออาสาสมัครนักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับคำตอบ

แล้วนักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะสำคัญ จุดเด่น ข้อควรระมัดระวัง และลักษณะเฉพาะเกี่ยวกับการนำความรู้ที่ค้นพบไปใช้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ นฤพันธุ์ เฟ่งพิศ (2561) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มย่อยที่ให้นักเรียนร่วมกันนำเสนอแนวคิด และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบความเข้าใจและเสริมสร้างความรู้ ผู้วิจัยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน จากนั้นให้ข้อมูลย้อนกลับโดยปรับแก้ข้อผิดพลาดหรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ส่งผลให้นักเรียนทราบถึงข้อผิดพลาดของตนเองว่าผิดพลาดในส่วนใด ซึ่งทำให้นักเรียนแก้ไขความเข้าใจผิดหรือความผิดพลาดของตนเองในการหาคำตอบได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พินดา วราสุนันท์ (2556) ได้ศึกษาการประเมินความต้องการจำเป็นการนำผลการทดสอบทางการศึกษาไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นการพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ความสามารถและทัศนคติที่ดีต่อการเรียนของผู้เรียน อีกทั้งผู้วิจัยเพิ่มพูนความรู้ให้กับนักเรียนโดยผ่านวิธีการให้นักเรียนอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ หรือค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรือนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาใหม่ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สิริพร ทิพย์คง (2544) ที่พบว่า ในการเรียนคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาย่างสม่ำเสมอ จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี ดังตัวอย่างการเขียนของนักเรียนต่อไปนี้

นักเรียนสามารถแสดงรายละเอียดขั้นตอนการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ จนได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยนักเรียนมีการกำหนดตัวแปรในการเขียนสูตรปริมาตรของทรงกลม เพื่อหารัศมีของทรงกลมใหญ่ และนำรัศมีของทรงกลมใหญ่ไปแทนค่าลงในสูตรพื้นที่ผิวของทรงกลม เพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ (ภาพ 2)

ภาพ 2

ผลงานของนักเรียนที่แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

6. จงดำเนินการหาคำตอบตามแนวทางหรือลำดับขั้นตอนในการหาคำตอบจากข้อที่ 5.

กำหนดให้ R แทนรัศมีทรงกลมเล็ก และ r แทนรัศมีทรงกลมเล็ก

ปริมาตรทรงกลมเล็ก 1 ลูก = ปริมาตรทรงกลมเล็ก 512 ลูก

$$\frac{1}{3} \times 4\pi R^3 = 512 \times \frac{1}{3} \times 4\pi r^3$$

$$R^3 = 512 r^3$$

$$R = 8r$$

พื้นที่ผิวทรงกลมเล็ก 512 = $4\pi \times$ พื้นที่ผิวทรงกลมใหญ่

$$512 \times 4\pi r^2 = 4\pi \times 4\pi R^2$$

$$512 r^2 = A (64 r^2)$$

$$512 = 64 A$$

$$A = 8$$

ดังนั้น พื้นที่ผิวทรงกลมเล็ก 512 ลูก มีพื้นที่ผิว 8 เท่าของพื้นที่ผิวของทรงกลมใหญ่

ประการที่สอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT ผู้วิจัยนำเสนอบริบทหรือสถานการณ์ในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนอธิบายแนวคิดจากกระบวนการหาคำตอบของตนเองหรือสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ใหม่ รวมถึงนำความรู้จากข้อสรุปที่ค้นพบไปใช้ในบริบทใหม่ โดยตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ใช้เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมของนักเรียน และเป็นตัวอย่างที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้ในชีวิตจริง สอดคล้องกับ คำกล่าวของ รุ่งทิวา บุญมาโตน และคณะ (2561) ที่กล่าวว่า การนำเสนอสถานการณ์ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน และมีความกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรมถัดไป

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประการแรก การจัดกลุ่มนักเรียนแบบละความสามารถ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 2 การเรียนรู้ผ่านคำถามที่เน้นการรู้คิด ผู้วิจัยนำผลการตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนมาจัดกลุ่มนักเรียนโดยให้แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ทำให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ ประสบการณ์เดิม วิธีคิด และแนวทางการแก้ปัญหามาแลกเปลี่ยนแนวคิดและอภิปรายร่วมกัน และในชั้นที่ 4 การทบทวน แก้ไขข้อผิดพลาดและสนับสนุนให้เกิดความรอบรู้ นักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลในกระบวนการหาคำตอบทั้งของตนเองและนักเรียนคนอื่น พร้อมทั้งปรับแก้ข้อผิดพลาดหรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นข้อบกพร่องของตนเองในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ และสามารถปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหาให้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรันทดา ปราบภัย และคณะ (2566) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค LT ร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีในการสอนคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดกิจกรรมที่เน้นการทำงานกลุ่ม นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 70

ประการที่สอง การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT ที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาโดยอาศัยคำถามที่เน้นความเข้าใจ คำถามที่เน้นความเชื่อมโยง และคำถามเชิงกลยุทธ์เป็นแนวทางผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกภายในกลุ่ม ในระหว่างการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยสังเกตความคิดของนักเรียนด้วยการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิด เหตุผล และวิธีการหาคำตอบของตนเอง จากนั้นสนับสนุนความคิดด้วยการให้นักเรียนอธิบายแนวคิดของตนเองให้ถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น รวมถึงผู้วิจัยตรวจสอบความเข้าใจ ให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดในการเรียน แล้วผู้วิจัยขยายความคิดของนักเรียนโดยกระตุ้นให้เปรียบเทียบแนวคิดเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับบริบทใหม่ โดยในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินการเป็นไปแบบค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่าง

ต่อเนื่องในทุก ๆ ขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปาลิตา สุชาติพงษ์ (2566) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE จะเน้นให้นักเรียนสร้างและสรุปความรู้ใหม่รวมถึงนำความรู้ที่ได้ไปแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประการที่สาม การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน การวิจัยครั้งนี้มีการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนจำนวน 3 ครั้ง ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT ทำให้ผู้วิจัยทราบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านใดได้ดี และด้านใดควรได้รับการพัฒนา จากนั้นนำข้อมูลจากการวิเคราะห์ที่ได้ไปปรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับระดับสมรรถภาพของนักเรียน ซึ่งการปรับเปลี่ยนอยู่ภายใต้กรอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกระยะ และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิไลวรรณ สุระวนิชกุล (2562) ที่พบว่าการนำผลจากการทดสอบ ข้อมูลจากใบงาน และการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน มากำหนดแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละระยะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ด้านการทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนอ่านบริบทที่ผู้วิจัยนำเสนอ และฝึกวิเคราะห์ทำความเข้าใจบริบท แล้วอธิบายเกี่ยวกับบริบทที่ผู้วิจัยกำหนดให้ด้วยภาษาของตนเอง จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อระดมความคิด และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนมีโอกาสในการทำความเข้าใจในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และข้อมูลสำคัญของโจทย์อย่างถ่องแท้ร่วมกัน ในระยะที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อมูลสำคัญจากสถานการณ์ได้ แต่ยังไม่ครบถ้วน อาจเกิดจากการที่นักเรียนอ่านสถานการณ์แล้วเขียนวงกลมล้อมรอบข้อมูลทันที โดยที่ยังไม่ได้ทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาอย่างรอบคอบ ผู้วิจัยจึงให้ความช่วยเหลือโดยใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน และให้นักเรียนทบทวนและพิจารณาอ่านโจทย์อย่างละเอียดรอบคอบอีกครั้ง เมื่อระยะเวลาผ่านไปพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อมูลสำคัญจากสถานการณ์ได้ถูกต้องและครบถ้วน และสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ สุสิริยา อีรากุลนันท์ชัย (2562) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย เพื่อระดมความคิด เป็นการสนับสนุนให้นักเรียนมีโอกาสในการปรึกษาร่วมกับการสังเกตลักษณะร่วมและความสัมพันธ์ของข้อมูล

ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้อธิบายและแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วยภาษาของตนเอง นึกถึงบริบทอื่นที่มีแนวคิดคล้ายกัน และกำหนดแนวทางหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนทุกคนเห็นว่าคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากเพื่อนไม่ได้หมายความว่าคำตอบที่ไม่ถูกต้อง หากนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลและแสดงแนวคิดสนับสนุนการเลือกวิธีการดังกล่าวได้ ในช่วงแรกนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนหรือวาดภาพเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ และระบุนิยามที่ใช้ในการหาคำตอบถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน อีกทั้งกำหนดแนวทางหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ในลักษณะภาพรวม ผู้วิจัยจึงต้องให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำ และเมื่อระยะเวลาผ่านไปนักเรียนได้เรียนรู้และรับการฝึกฝนมากขึ้นจากใบกิจกรรม ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น โดยเห็นได้จากนักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ สามารถระบุนิยามที่จะนำมาใช้ได้ถูกต้อง รวมถึงกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและครบถ้วน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ คณาธิป นรสิงห์ (2564) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้ฝึกฝนและนำเสนอแนวทางหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาที่แตกต่างกับเพื่อนภายในกลุ่ม จะส่งผลให้นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อระดมความคิด แลกเปลี่ยนความคิดเห็น จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกฝนการดำเนินการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ในระยะที่ 1 พบว่านักเรียนบางส่วนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบทุกขั้นตอน และยังไม่สามารถสรุปคำตอบได้ถูกต้อง และมีนักเรียนบางส่วนดำเนินการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงต้องให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำกับนักเรียนที่ไม่สามารถอธิบายแนวคิดของตนเองได้ อีกทั้งผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องในกระบวนการหาคำตอบกับเพื่อนภายในกลุ่ม พร้อมทั้งปรับแก้ข้อผิดพลาด และเมื่อระยะเวลาผ่านไปนักเรียนได้ฝึกฝนนำลำดับขั้นตอนหรือแนวทางในการแก้ปัญหามาดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและครบถ้วน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Vygotsky (1978) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหด้วยตนเองเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายหลังจากการแก้ปัญหาร่วมกันกับผู้อื่นที่ได้ใช้ปัจจัยการคิดทางสังคมที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงความหมายของแนวคิดและการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และยอมรับวิธีที่แตกต่าง เกิดเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีที่สามารถทำได้จริงด้วยตนเองได้

ด้านการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ ผู้วิจัยให้นักเรียนนำคำตอบที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อระดมความคิด แลกเปลี่ยนความคิดเห็น พร้อมทั้งปรับแก้ข้อผิดพลาดหรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ในระยะที่ 1 พบว่านักเรียนไม่สามารถสรุปและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ หรือสามารถสรุปและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้แต่ไม่ครบถ้วน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเมื่อระยะเวลาผ่านไปนักเรียนได้ฝึกเลือกประเด็นที่จะนำมาตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยผู้วิจัยฝึกให้นักเรียนสังเกตว่าสิ่งที่ต้องการตรวจสอบคืออะไร ทำให้นักเรียนมี

แนวทางในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบมากขึ้น รวมถึงให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบคำตอบภายในกลุ่มของตนเอง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเลือกกระบวนการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบและเขียนแสดงการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ คำกล่าวของ กัญชลิตา เจริญผล (2566) ที่กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนคำตอบและตรวจสอบคำตอบร่วมกันภายในกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนพิจารณาและเลือกแนวคิดที่จะตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องและสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT ในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรดำเนินการจัดการเรียนรู้อย่างค่อยเป็นค่อยไป ให้เวลานักเรียนที่มากพอในการใช้ความคิด และเน้นให้นักเรียนเห็นถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการนี้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT ในขั้นที่ 2 (การเรียนรู้ผ่านคำถามที่เน้นการรู้คิด) และขั้นที่ 4 (การทบทวน แก้ไขข้อผิดพลาดและสนับสนุนให้เกิดความรอบรู้) เป็นขั้นที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายแนวคิดหรือวิธีการหาคำตอบของตนเอง ครูควรใช้คำถามหรือคำแนะนำเพื่อให้นักเรียนอธิบายแนวคิดของตนเองได้ชัดเจนและถูกต้องยิ่งขึ้น และให้เปรียบเทียบ เชื่อมโยงแนวคิดที่แตกต่างกัน กระตุ้นให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วม แสดงความคิดเห็น และอภิปรายร่วมกัน

3. ครูควรศึกษาเนื้อหาและความรู้ที่นักเรียนต้องใช้ในการจัดกิจกรรม แล้วนำมาเตรียมพร้อมและออกแบบคำถามที่เน้นการรู้คิดที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้ครูสามารถเลือกใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดในชั้นเรียนจริงที่ส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ร่วมกับกลวิธี ACT เน้นสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ใหม่ผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน โดยครูล้วงความคิดของนักเรียน ให้แสดงแนวคิดและวิธีการของตนเอง สนับสนุนความคิดเพื่อให้แนวคิดของตนเองมีความชัดเจนและถูกต้องยิ่งขึ้น และขยายความคิดให้นักเรียนเชื่อมโยง เปรียบเทียบ และต่อยอดแนวคิดไปสู่สถานการณ์อื่น จึงควรศึกษาผลของการจัดกิจกรรมดังกล่าวว่าส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

2. ควรศึกษากลวิธีอื่นที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE ที่อาจทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น และเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัญชลิตา เจริญผล. (2566). การส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รูปสามเหลี่ยม โดยการจัดการเรียนรู้แบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ [การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. NU Intellectual Repository. <https://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/handle/123456789/5682>
- เกษณีย์ ยอดโพธิ์. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลเฟสเมท็อด คอมปิเนชันและกลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการนิภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. CUIR. <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/35450/>
- คณาธิป นรสิงห์. (2564). กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์กับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. CUIR. <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/5097>
- ชยานนท์ ไชยรักษ์. (2563). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับแนวทางการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ (ACT) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา]. BUUIR. <https://buuir.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/9228>
- ณัฐภูมิ โชติวิญญู. (2564). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete – Pictorial – Abstract (CPA) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 [ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. SWU Institutional Repository. <https://ir-ithesis.swu.ac.th/handle/123456789/1484>
- นฤพันธุ์ เฟ่งพิศ. (2561). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับคำถามปลายเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. CUIR. <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/2845>
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2538). การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ปาไลดา สุขชาติพงษ์. (2566). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยบูรพา]. BUUIR. https://digital_collect.lib.buu.ac.th/dcms/63910089
- พินดา วราสุนันท์. (2556). การพัฒนาความสามารถของผู้เรียนด้วยกระบวนการให้ข้อมูลย้อนกลับทางบวก. *วารสารศรีปทุมปริทัศน์*, 13(2), 133-139. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/spurhs/article/view/116787>
- รุ่งทิพา บุญมาโต, วรินทร์ สุภาพ, และ รัชฎา วิริยะพงศ์. (2561). การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 29(2), 51-61. <https://doi.org/10.14456/asj-psu.2018.25>
- วันันดา ปราบภัย, นงลักษณ์ วิริยะพงษ์, และ มนชยา เจียงประดิษฐ์. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค LT ร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีในการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา (JSSE)*, 6(2), 280-292. <https://doi.org/10.14456/jsse.2023.25>
- เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ : หลักสูตรการสอนและการวิจัย*. จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- วิไลวรรณ สุระวนิชกุล. (2562). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม]. MSUIR. <http://202.28.34.124/dspace/handle123456789/501>
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2566). *รายงานผลทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ป.6 และ ม.3 ปีการศึกษา 2566*. <https://www.niets.or.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). *ผลการประเมิน PISA 2022 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-21/>
- สันดุสิต เจ้ากลดี, สมเกียรติ อินทรสิงห์, และ คณณยะ อ่อนนาง. (2568). การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธี เอส ที เอ อาร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 4(1), 80-97. <https://jci.edu.cmu.ac.th/download/article/A20250511132554/A20250511132554.pdf>
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

สุสิริยา อธิรากุลนันท์ชัย. (2562). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 7E ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. CUIR.
<https://digiverse.chula.ac.th/Info/item/dc:16057>

ภาษาอังกฤษ

- Fraivillig, J., Murphy, L., & Fuson, K. (1999). Advancing children's mathematical thinking in everyday mathematics classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(2), 148-170. <https://doi.org/10.2307/749608>
- Kennedy, L., Tipps, S., & Johnson, A. (2007). *Guiding children's learning of mathematics*. Cengage Learning.
- Mevarech, Z., & Kramarski, B. (1997). IMPROVE: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms. *American Educational Research Journal*, 34(2), 365-394. <https://doi.org/10.3102/00028312034002365>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Interaction between learning and development mind in society: The development of higher psychological processes*. Scientific American Books.