

ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิง
อภิปัญญาที่มีต่อสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

THE EFFECTS OF USING 5 PRACTICES AND METACOGNITIVE ACTIVITIES ON
MATHEMATICAL REASONING COMPETENCY OF SIXTH GRADE STUDENT*

วรุฒ หล้าปือ, อาทร นกแก้ว

มหาวิทยาลัยนเรศวร

Warut Larbue, Artorn Nokkaew

Naresuan University, Thailand

E-mail : warutlarbue@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปัญญาที่ส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปัญญาที่มีต่อสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การศึกษาครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนจำนวน 4 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 14 ชั่วโมง เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ การบันทึกวิดีโอและแบบวัดสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า

ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ควรเน้นมี 5 แนวทาง ประกอบด้วย แนวทางการเตรียมความพร้อมก่อนและระหว่างการจัดการเรียนรู้ แนวทางส่งเสริมการใช้กลวิธีเชิงอภิปัญญาในการทำงานของนักเรียน แนวทางการใช้คำถามระหว่างการจัดการเรียนรู้ แนวทางการกระตุ้นการมีส่วนร่วม และแนวทางการเชื่อมโยงและพัฒนาแนวคิด 2) นักเรียนมีแนวโน้มการพัฒนาสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยหลังเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนร้อยละ 36.84 มีระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับความรู้และเงื่อนไขอยู่ในระดับดีมาก นักเรียนร้อยละ 36.84 มีระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทนอยู่ในระดับดีมาก นักเรียนร้อยละ 21.05 มีระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนอยู่ในระดับดีมาก นักเรียนร้อยละ 36.84 มีระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อสรุปอยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนร้อยละ 21.05 มีระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการระบุและวิเคราะห์ข้อจำกัดอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: 5 แนวปฏิบัติการสอน; อภิปัญญา; สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

* ได้รับบทความ: 15 ตุลาคม 2566; แก้ไขบทความ: 23 พฤศจิกายน 2566; ตอปรับตีพิมพ์: 31 ธันวาคม 2566

Abstract

This research aimed to study instructional guidelines for promoting mathematical reasoning competency according to the 5 practices integrated with metacognitive strategies and to study the effects of learning implementation based on the 5 practices integrated with metacognitive strategies in three-dimensional geometry lessons for sixth-grade students. Four cycles of action research were conducted in 14 hours. Research tools of this study included learning management plans, activity sheets, an instructional reflection form, a video recording and mathematical reasoning competency tests. Data were analyzed by content analysis and data credibility by triangulation method.

The results reveal five instructional guidelines, including 1) guideline for preparing before and during learning management; 2) guideline for promoting the use of metacognition in students' work; 3) guideline for using questions during learning management; 4) guideline for stimulation and participation; 5) guideline for connecting and forming mathematical ideas. The study indicates a positive trend of mathematical reasoning competency. After learning the fourth cycle, 36.84 percent of the students had a very good level of competence in reasoning about knowledge and conditions. 36.84 percent of the students had a very good level of competence in reasoning about representation. 21.05 percent of students had a very good level of competence in reasoning about processes and procedures. 36.84 percent of the students had a very good level of competence in reasoning about conclusions. and 21.05 percent of students had a very good level of competence in reasoning about identifying and analyzing constraints.

Keywords: Five practices; Metacognitive; Mathematical reasoning competency

บทนำ

ทักษะการให้เหตุผลเป็นทักษะที่จำเป็นตามกรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่มีการผสมผสานองค์ความรู้ ทักษะเฉพาะด้าน ความชำนาญการ และความรู้เท่าทันด้านต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อความสำเร็จของนักเรียนทั้งด้านการงานและการดำเนินชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) การให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์

ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA (2022) ได้นิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็น ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม (OECD, 2018) โดย PISA 2022 ได้มีการประเมินสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไปพร้อมกับกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนสำหรับการเป็นพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่จะต้องมีการคิดอย่างเป็นตรรกะ มีความสามารถในการอธิบายที่มาที่ไป และมีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน

ถึงแม้ว่าสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญและมีการผนวกสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เข้ากับกระบวนการแก้ปัญหาในกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 แต่จากชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมาของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถให้เหตุผลในการทำงานของตนเองได้ เมื่อครูให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับที่มาของคำตอบหรือที่มาของการทำงานแต่ละขั้นตอน นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้อย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับผลการวิจัยของ (วรรณุช หลวงจันทร์, 2564) ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์แล้วพบว่านักเรียนสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง หรือนำข้อมูลที่มีมาใช้ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหาได้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ดังกล่าวเกิดจากการจัดการเรียนรู้ของครูที่ผ่านมาใช้รูปแบบการอธิบายผ่านตัวอย่างและให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัดโดยใช้ขั้นตอนตามตัวอย่างที่ครูได้อธิบายไว้ ซึ่งนักเรียนไม่มีการแลกเปลี่ยนแนวคิดและเหตุผลในการแก้ปัญหาของตนเอง ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์ สร้างข้อสรุปและยืนยันข้อสรุป โดยใช้หลักการหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สมเหตุสมผลด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนขาดโอกาสที่จะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2560) อีกทั้งการโต้ตอบที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนเป็นเพียงการซักถามเพื่ออธิบายตัวอย่างของครูเท่านั้นทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้อธิบายเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งการทำงานของผู้อื่น ลักษณะการสอนที่เป็นรูปแบบการสื่อสารทางเดียว การโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียนเป็นเพียงการซักถามที่อยู่ในรูปของประโยคปิด ไม่ได้ปลูกฝังให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต รู้จักการสำรวจ ตรวจสอบตั้งข้อคาดการณ์พร้อมทั้งให้เหตุผลเชิงพิสูจน์ต่างๆ ได้ด้วยตนเอง ซึ่งลักษณะการเรียนการสอนดังกล่าวอาจถือว่าการปิดกั้นการแสดงออกทางความคิดการให้เหตุผลของนักเรียน (กิตติ พัฒนตระกูลสุข, 2546)

แนวทางของการพัฒนาสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการคิดวิเคราะห์และสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผล และจัดกิจกรรมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการสร้างบรรยากาศการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดภายในห้องเรียน ทำให้นักเรียนคิดและตรึงตรองหาเหตุผลเพื่อพิจารณาหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยอาศัยองค์ประกอบพื้นฐานต่าง ๆ เช่น การสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม (สุตารัตน์ ภิรมย์ราช, 2555) แนวปฏิบัติในการพัฒนาสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองและพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง โดยครูควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผล ให้นักเรียนได้อธิบาย ชี้แจงเหตุผลเพื่อสะท้อนความคิดของตนเอง และที่สำคัญคือ นักเรียนได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจความถูกต้องของสิ่งของต่าง ๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอกหรือตามที่หนังสือเขียน (อัมพร ม้าคนอง, 2554)

5 แนวปฏิบัติการสอน (Five practices) เป็นแนวทางในการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Smith และ Stein เพื่อช่วยให้ครูสามารถใช้การตอบสนองต่องานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไปสู่การอภิปรายในชั้นเรียน โดยพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งชั้นเรียนและสรุปเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ และต่อมา Larsson (2015) ได้นำ 5 แนวปฏิบัติการสอนมาปรับให้เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการอภิปราย ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนปฏิบัติ ได้แก่ ขั้นการปฏิบัติที่ 1 การคาดการณ์การเรียนรู้และการทำงานของนักเรียน ขั้นการปฏิบัติที่ 2 การนำเข้าสู่งานทางคณิตศาสตร์ ขั้นการปฏิบัติที่ 3 การกำกับและติดตามการทำงานของนักเรียน ขั้นการปฏิบัติที่ 4 การคัดเลือกและจัดลำดับแนวคิดหรือวิธีการของนักเรียน ขั้นการปฏิบัติที่ 5 การเชื่อมโยงข้อสรุปจากแนวคิดหรือวิธีการไปสู่ความรู้ใหม่ จากงานวิจัยที่ผ่านมา 5 แนวปฏิบัติการสอนได้ถูกใช้พัฒนาสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งพบว่า สามารถพัฒนาสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น ผลการวิจัยของ ปิยะวัฒน์ ศรีสังวาล (2563) ได้ใช้การจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการปฏิบัติ 5 ขั้นของสไตน์พบว่า ระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ไม่สอดคล้องกับผลการทำแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลจากใบกิจกรรมกลุ่มในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมากและไม่มีนักเรียนระดับปรับปรุง แต่การคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลจากแบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์รายบุคคลนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ระดับดี และยังมีนักเรียนบางส่วนอยู่ในระดับปรับปรุง ซึ่งเห็นได้ว่าการพัฒนาสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมดีขึ้น แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนอยู่ในระดับปรับปรุง ซึ่งเป็นความท้าทายสำหรับผู้วิจัยในการพัฒนาแนวทางการใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทุกคน

กลวิธีเชิงอภิปัญญาเป็นการควบคุมความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิด รู้ว่าอะไรที่เหมาะสมกับตนเองในการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผน กำกับควบคุม และประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่าง ๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

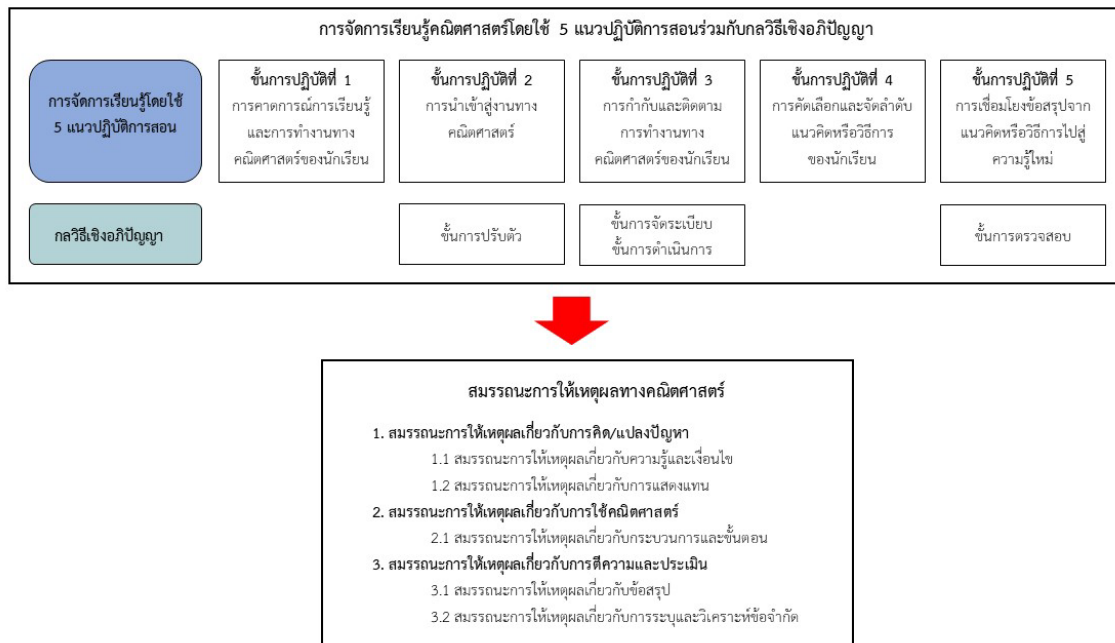
(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) Garofalo and Lester (1985) ได้รวมกิจกรรมอภิปรายจากขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ด้านอภิปรายของการปฏิบัติทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกลวิธีเชิงอภิปรายของ Garofalo และ Lester (1985) ประกอบด้วย 4 กลวิธีย่อย ได้แก่ 1) ขั้นตอนการปรับตัวในการประเมินและทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นตอนการจัดระเบียบโดยการเลือกและวางแผนการแก้ปัญหา 3) ขั้นตอนการดำเนินการควบคุมพฤติกรรมเพื่อให้สอดคล้องกับแผนการแก้ปัญหา 4) ขั้นตอนการตรวจสอบ ประเมินการตัดสินใจและผลลัพธ์ของแผนการแก้ปัญหา จากงานวิจัยที่ผ่านมา กลวิธีเชิงอภิปรายได้ถูกใช้ร่วมกับการจัดเรียนรู้รูปแบบอื่นในการพัฒนาสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยของ วรณวิสา สุวรรณชัยรบ (2564) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปรายพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนเป็นการจัดกิจกรรมที่นักเรียนต้องใช้ความรู้ ความเข้าใจและทักษะทางคณิตศาสตร์ในการเขียนแสดงกระบวนการคิดของตนเองเพื่อตอบสนองต่องานทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Nabb et al. (2018) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนแสดงแนวคิดที่หลากหลาย และสามารถเชื่อมโยงไปสู่วัตถุประสงค์หลักของการเรียนการสอนผ่านการเชื่อมโยงแนวคิดและการอภิปรายในชั้นเรียน ดังนั้นครูควรจัดการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาการคิดของนักเรียนควบคู่กับการใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอน ซึ่งการสะท้อนอภิปรายเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการทำกระบวนการคิดชัดเจน เมื่อนำเข้ามาใช้ในการคิดแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย การสะท้อนอภิปรายมีส่วนร่วมในการสะท้อนให้เห็นถึง การพูดแบ่งปันกับผู้อื่น และการวิเคราะห์ที่ละเอียดถี่ถ้วน การใช้เทคนิคนี้จะช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงขั้นตอนทางปัญญที่ตนเองและผู้อื่นใช้ในการแก้ปัญหาเดียวกัน (Barry K. Beyer, 2008)

จากแนวคิดข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปรายที่มีต่อสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปรายที่ส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปรายที่มีต่อสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ใน 1 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) 3) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยดำเนินการวิจัยทั้งหมด 4 วงจรปฏิบัติการ

2. กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดลำปาง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวนนักเรียน 19 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปัญญาที่ส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 13 ชั่วโมง

3.2 ใบกิจกรรมกลุ่ม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงและข้อคำถามที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งลักษณะของใบกิจกรรมกลุ่มมีการเรียงข้อคำถามแบ่งเป็นส่วนเพื่อให้นักเรียนใช้กลวิธีเชิงอภิปัญญาในการทำงาน

3.3 แบบสะท้อนผลการทำงานของนักเรียน เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีข้อคำถามที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินความเหมาะสมของแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง และมีข้อคำถามให้นักเรียนได้ร่วมเขียนแนวคิดและวิธีการที่ถูกปรับแก้หรือพัฒนาให้ดีขึ้นกว่าเดิม

3.4 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ครูประจำการที่สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นเวลามากกว่า 10 ปี ทำการจดบันทึก บรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติต่อไป

3.5 แบบวัดสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นรูปแบบการเขียนตอบแบบอิสระ จำนวน 4 ฉบับ โดยแต่ละฉบับเป็นสถานการณ์สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละวงจรปฏิบัติการและมีข้อคำถามที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนทำการทดสอบทุกครั้งหลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการ รวมทั้งหมด 4 ครั้ง ใช้เวลาครั้งละ 90 นาที

โดยผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมกลุ่ม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบวัดสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง ปรับปรุงแก้ไขก่อนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความตรงเชิงเนื้อหา

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย

4.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปรายที่ส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ในช่วงโมเมนต์ของโรงเรียน โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 13 ชั่วโมง

4.3 ระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดเพื่อวางแผนและลงมือแก้ปัญหาในใบกิจกรรมกลุ่มที่ผู้วิจัยกำหนด รวมทั้งขณะที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือโต้แย้งด้วยเหตุผลและความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตจะสังเกตและจดบันทึกการจัดการเรียนรู้

4.4 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตจดบันทึกการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แล้วจะนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดมาทำการสะท้อนผล และสรุปสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

4.5 หลังเสร็จสิ้นแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ตามเนื้อหาแต่ละวงจรปฏิบัติการเป็นรายบุคคล รวมทั้งหมด 4 ครั้ง

4.6 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปัญญาที่ส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) คัดเลือกข้อมูลที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2) จัดระเบียบเนื้อหาข้อมูลและจัดกลุ่มแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3) กำหนดหมวดหมู่ของแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4) เรียบเรียงผลการวิจัยเพื่อสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

5.2 การวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปัญญาที่มีต่อสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบวัดสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนแต่ละวงจรปฏิบัติการ จำนวน 4 ฉบับ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) ตรวจสอบและศึกษาร่องรอยการตอบคำถามของนักเรียนในแบบวัดสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนแต่ละวงจรปฏิบัติการ

2) นำคำตอบของนักเรียนมาใส่รหัส โดยใส่รหัสตามระดับพฤติกรรมของสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งระดับพฤติกรรมในแต่ละประเด็นแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 4 (ดีมาก) ระดับ 3 (ดี) ระดับ 2 (พอใช้) และระดับ 1 (ปรับปรุง)

3) ศึกษาคำตอบของนักเรียนที่ได้ในแต่ละระดับและเขียนบรรยายเป็นความเรียงเกี่ยวกับการพัฒนาการของสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด 5 ประเด็น ได้แก่ ความรู้และเงื่อนไข การแสดงแทน กระบวนการและขั้นตอน ข้อสรุป การระบุและวิเคราะห์ข้อจำกัด โดยเปรียบเทียบร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ

4) นำผลการวิเคราะห์ในแต่ละประเด็นมาสรุปเป็นภาพรวมในแต่ละองค์ประกอบของสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ตามกระบวนการแก้ปัญหาของ PISA (2022) ได้แก่ สมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการคิด/แปลงปัญหา สมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการใช้คณิตศาสตร์ และสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการตีความและประเมิน

ผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปัญญาที่ส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1) แนวทางการเตรียมความพร้อมก่อนและระหว่างการจัดการเรียนรู้

1.1) ครูควรออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลตัดสินใจตลอดกระบวนการทำงานและควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติร่วมกันภายในกลุ่ม โดยงานที่ครูออกแบบควรมีแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีความท้าทายสำหรับนักเรียนและไม่ควรยากหรือง่ายเกินไป อีกทั้งควรเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคยและสามารถใช้ประสบการณ์เดิมมาช่วยในการอธิบายเหตุผลได้ โดยครูอาจมีสื่อตัวอย่างของจริงเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันสำรวจ สังเกตและใช้ประกอบการอธิบายเหตุผล

1.2) ครูควรกำหนดประเด็นการอภิปรายไว้อย่างชัดเจนในขั้นปฏิบัติการที่ 4 เพื่อให้การอภิปรายในชั้นเรียนช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนและตรวจสอบความคิดของตนเองในการทำงานขั้นการปรับตัว ขั้นการจัดระเบียบและขั้นการดำเนินการของกลวิธีเชิงอภิปัญญา รวมทั้งกำหนดประเด็นการอภิปรายเพื่อให้การอภิปรายในชั้นเรียนนำไปสู่จุดประสงค์ของบทเรียน ซึ่งครูกำหนดประเด็นการอภิปรายโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการอ่านแนวคิดในใบกิจกรรมกลุ่มและข้อมูลจากการใช้คำถามกับนักเรียนขณะทำงานกลุ่ม

1.3) ครูควรคัดเลือกงานของนักเรียนที่นำไปสู่การอภิปรายในจุดประสงค์ของบทเรียนและการอภิปรายสะท้อนผลการทำงานของกลุ่มที่นำเสนอ โดยครูควรคัดเลือกงานที่เป็นแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องและมีข้อผิดพลาดในแต่ละประเด็นการอภิปราย เพื่อให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลสนับสนุนหรือค้านแนวคิดหรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาและให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันสะท้อนผลการทำงานของกลุ่มที่นำเสนอ โดยครูไม่จำเป็นต้องคัดเลือกให้นักเรียนกลุ่มเดียวนำเสนอทุกประเด็นและไม่จำเป็นต้องนำเสนอทุกกลุ่ม

1.4) ครูควรจัดลำดับการนำเสนอที่ละประเด็นตามที่กำหนดไว้ โดยครูควรเรียงประเด็นการอภิปรายตามกระบวนการแก้ปัญหา คือ การคิด/แปลงปัญหา การใช้คณิตศาสตร์ และการสรุปและตีความ ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละประเด็นการอภิปรายครูเรียงลำดับการนำเสนอจากกลุ่มที่มีแนวคิดหรือวิธีการที่มีข้อผิดพลาดไปสู่กลุ่มที่มีแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องสมบูรณ์ เพื่อให้นักเรียนเกิดการตระหนักรู้และตรวจสอบความเข้าใจของตนเองในระหว่างการอภิปราย และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดหรือวิธีการที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนไปสู่แนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้อง

2) แนวทางส่งเสริมการใช้กลวิธีเชิงอภิปัญญาในการแก้ปัญหาของนักเรียน

2.1) ครูควรมีการวางแผนการใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การใช้กลวิธีเชิงอภิปัญญาในการแก้ปัญหา โดยครูเตรียมคำถามที่ช่วยสร้างความเข้าใจ ช่วยส่งเสริมและพัฒนาแนวคิดของนักเรียนในการทำงานแต่ละขั้นตอนตามกลวิธีเชิงอภิปัญญา ซึ่งครูควรวางแผนการใช้คำถามจากเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนทำสำเร็จในขั้นการปรับตัว ขั้นการจัดระเบียบและขั้นการดำเนินการของกลวิธีเชิงอภิปัญญา

2.2) ครูควรให้นักเรียนได้เขียนสะท้อนผลการทำงานของตนเอง เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลในการประเมินความเหมาะสมหรือความถูกต้องของแนวคิดหรือวิธีการที่ตนเองใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งครูควรให้นักเรียนได้เขียนแนวคิดหรือวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง ซึ่งเป็นแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกพัฒนาหรือปรับแก้จากเดิมให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนการเขียนแนวคิดหรือวิธีการที่ตนเองคิดว่าถูกต้องและเหมาะสมที่สุดในการแก้สถานการณ์ปัญหาในชั้นเรียน

3) แนวทางการใช้คำถามระหว่างการจัดการเรียนรู้

3.1) ครูควรใช้คำถามปลายเปิดก่อนการทำงานกลุ่มของนักเรียน โดยครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบคำถามอย่างอิสระไม่ขึ้นคำตอบของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้พูดแลกเปลี่ยนความเข้าใจของตนเองและร่วมกันทำความเข้าใจปัญหาร่วมกันทั้งชั้นเรียน รวมทั้งช่วยป้องกันความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เช่น “สถานการณ์ปัญหานี้ต้องการให้นักเรียนทำอะไร” “การทำงานของนักเรียนต้องคำนึงถึงอะไร” เป็นต้น และหลังการตอบคำถามทั้งชั้นเรียน ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายและร่วมกันเขียนสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับงานทางคณิตศาสตร์ของกลุ่ม

3.2) ครูควรใช้คำถามที่ส่งเสริมและพัฒนาแนวคิดของนักเรียนขณะที่ทำงานกลุ่ม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้เหตุผลตัดสินใจในแต่ละขั้นตอนของการทำงานและกระตุ้นให้นักเรียนเขียนแสดงเหตุผลที่ได้จากการอภิปรายภายในกลุ่ม อีกทั้งเมื่อนักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปัญหาหรือไม่สามารถทำงานได้ ครูควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันทบทวนความเข้าใจเกี่ยวกับงานทางคณิตศาสตร์หรือทบทวนแนวคิดหรือวิธีการที่นักเรียนใช้แก้ปัญหา เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถทำงานได้สำเร็จตามแผนที่วางไว้ เช่น “จากการสังเกตรูปคลื่นบนนักเรียนคิดว่า ความยาวของแต่ละส่วนในรูปคลื่นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร” “จากประโยคที่ว่า แต่ละชั้นบันไดสูงอย่างน้อย 25 เซนติเมตรแต่ไม่เกิน 40 เซนติเมตร นักเรียนคิดว่าชั้นบันไดที่นักเรียนจะออกแบบสูงเท่าไรได้บ้าง” เป็นต้น นอกจากนี้ครูควรใช้คำถามขณะที่นักเรียนทำงานกลุ่มเพื่อทำความเข้าใจเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียนและใช้เป็นข้อมูลสำหรับการกำหนดประเด็นอภิปราย

3.3) ครูควรใช้คำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนแนวคิดและเหตุผลขณะที่นำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนกลุ่มที่นำเสนอสามารถพูดอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลสนับสนุนการทำงานของตนเองให้ผู้ฟังเข้าใจได้ เช่น “นักเรียนลองอธิบายเหตุผลให้เพื่อนฟังว่า ทำไมนักเรียนถึงตัดสินใจเลือกออกแบบชั้นบันไดให้สูง 30 เซนติเมตร” “นักเรียนช่วยอธิบายเพิ่มเติมว่า การเขียนตัว A และ B ในประโยคสัญลักษณ์นั้น มีหมายความว่าอย่างไร” เป็นต้น

3.4) ครูควรใช้คำถามหลังการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม โดยใช้คำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนพิจารณาแนวคิดวิธีการและคำตอบของกลุ่มที่นำเสนอ เพื่อช่วยให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงเหตุผลสนับสนุนหรือค้านแนวคิดและวิธีการของกลุ่มที่นำเสนอ เช่น “นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับการเขียนประโยค

สัญลักษณ์ของเพื่อน” “นักเรียนอยากเพิ่มเติมตรงไหนหรือไม่เพื่อให้การระบุความรู้และการเขียนแสดงเหตุผลของเพื่อนสมบูรณ์มากขึ้น” เป็นต้น

4) แนวทางกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน

4.1) ครูควรให้นักเรียนมีเวลามากพอในการทำงานขั้นการปรับตัวและขั้นการจัดระเบียบของกลวิธีเชิงอภิปัญญา โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มควรมีเวลามากพอในการทำสมาธิเข้าใจสถานการณ์ปัญหาร่วมกัน อภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดการแก้ปัญหาและร่วมกันวางแผนการทำงานของกลุ่ม ซึ่งหลังการวางแผนการทำงานครูควรตรวจสอบความเข้าใจของสมาชิกทุกคนในกลุ่มเพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนทุกคนเข้าใจขั้นตอนการทำงานของ组和จะสามารถทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้

4.2) ครูควรอธิบายงานทั้งหมดที่นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำหรือออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนทุกคนมีหน้าที่ในการศึกษาหรือทำงานกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเกิดการกระจายงานกันภายในกลุ่มและแบ่งหน้าที่ในการทำงานได้อย่างเหมาะสม ซึ่งช่วยให้นักเรียนทุกคนมีบทบาทในการทำงานกลุ่มและนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถทำงานสำเร็จตามเวลาที่กำหนด

4.3) ครูควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพูดแสดงความคิดเห็นกันภายในกลุ่มก่อนการอภิปรายทั้งชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการพินิจคำตอบและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับงานของกลุ่มที่นำเสนอ และนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมกันสรุปเป็นข้อคิดเห็นของกลุ่มที่ใช้ในการอภิปรายทั้งชั้นเรียน โดยครูเลือกตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มพูดข้อคิดเห็นเกี่ยวกับงานของกลุ่มที่นำเสนอทีละกลุ่มเพื่อนำข้อคิดเห็นจากนักเรียนแต่ละกลุ่มไปสู่การอภิปรายทั้งชั้นเรียน

4.4) ครูควรให้นักเรียนมีเวลามากพอในการทำงานขั้นการตรวจสอบของกลวิธีเชิงอภิปัญญา โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มควรมีเวลาในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหลังการอภิปราย เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการสะท้อนผลการทำงานของกลุ่มและร่วมกันปรับแก้แนวคิดหรือวิธีการทำงานของกลุ่มให้ถูกต้อง

5) แนวทางการเชื่อมโยงและพัฒนาแนวคิดของนักเรียน

5.1) ครูควรแนะนำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนอธิบาย เขียนสัญลักษณ์หรือแผนภาพในการทำงานขั้นการปรับตัวและขั้นการจัดระเบียบของกลวิธีเชิงอภิปัญญา เพื่อให้นักเรียนได้จัดเรียงความคิดและอธิบายขั้นตอนการทำงานของกลุ่ม อีกทั้งครูควรออกแบบข้อคำถามให้นักเรียนได้เขียนแสดงแทนโดยใช้ประโยคสัญลักษณ์ลงในใบกิจกรรมเพื่อสรุปแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่ม

5.2) ครูควรนำเสนอผลงานการเขียนประโยคสัญลักษณ์หรือการเขียนคำตอบของกลุ่มที่จะนำเสนอ ก่อนการพูดนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนได้อ่านทำความเข้าใจ ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและคาดเดาแนวคิดหรือวิธีการของกลุ่มที่จะนำเสนอ

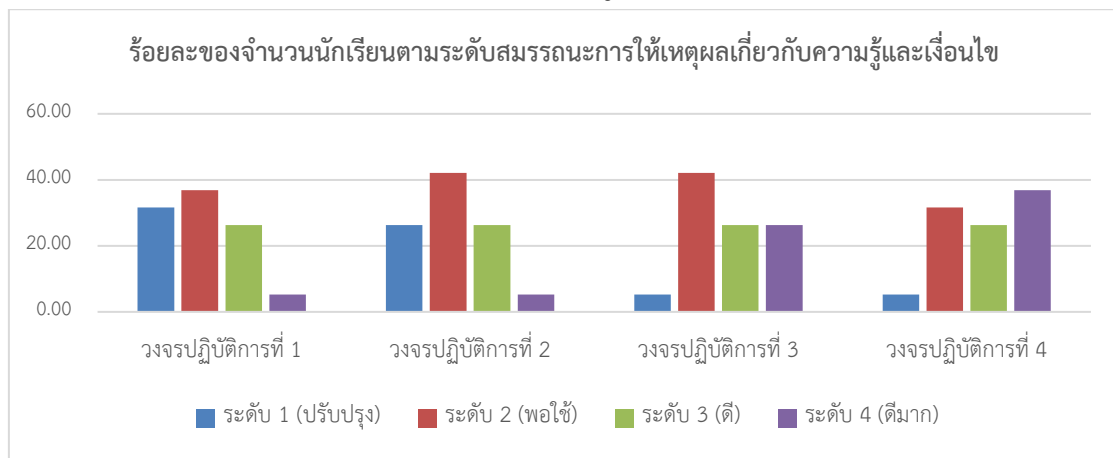
5.3) ครูควรให้นักเรียนมีเวลามากพอในการพูดแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มก่อนการอภิปรายทั้งชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มที่นำเสนอ พร้อมทั้งให้นักเรียนร่วมกันเสนอแนวทางการปรับแก้แนวคิดหรือวิธีการที่ผิดพลาดให้ถูกต้องสมบูรณ์

2. ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปรายที่มีต่อสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยวิเคราะห์แบบวัดสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์รายบุคคลของนักเรียนหลังเรียนทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 ไม่มีการวัดสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทนและการระบุและวิเคราะห์ข้อจำกัด และวงจรปฏิบัติการที่ 2 ไม่มีการวัดสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทนเนื่องจากสถานการณ์ปัญหาที่ออกแบบในวงจรปฏิบัติการดังกล่าวไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงแทนและการระบุและวิเคราะห์ข้อจำกัด ซึ่งผู้วิจัยได้รายงานผลตามองค์ประกอบของสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามกระบวนแก้ปัญหา PISA (2022) ดังต่อไปนี้

1) สมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการคิดแก้ปัญหา

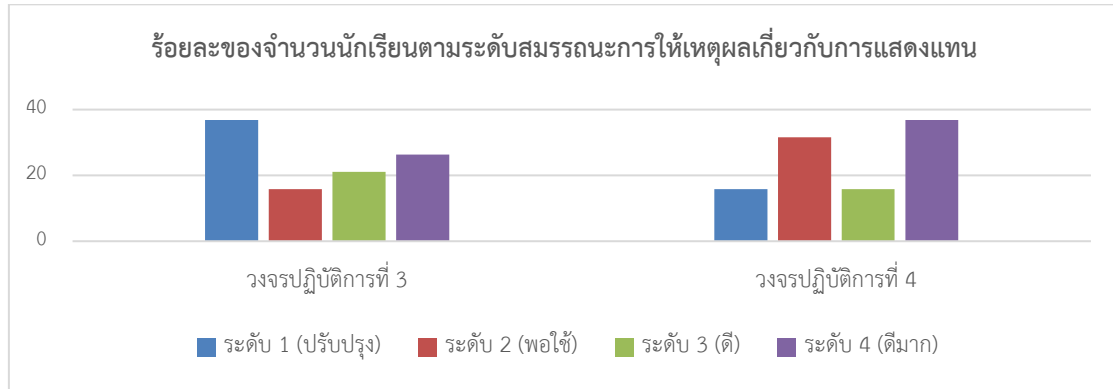
1.1) สมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับความรู้และเงื่อนไข



ภาพที่ 2 ร้อยละของจำนวนนักเรียนตามระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับความรู้และเงื่อนไข

จากภาพที่ 2 พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับความรู้และเงื่อนไขอยู่ในระดับ 1 (ปรับปรุง) และ 2 (พอใช้) ซึ่งรวมเป็นร้อยละ 68.42 เท่ากัน และนักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะอยู่ในระดับ 2 (พอใช้) คิดเป็นร้อยละ 42.10 โดยนักเรียนระดับ 4 (ดีมาก) มีจำนวนเพิ่มขึ้นและนักเรียนระดับ 1 (ปรับปรุง) มีจำนวนลดลงจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 และนักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มมากขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะอยู่ในระดับ 4 (ดีมาก) คิดเป็นร้อยละ 36.84 ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น

1.2) สมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทน

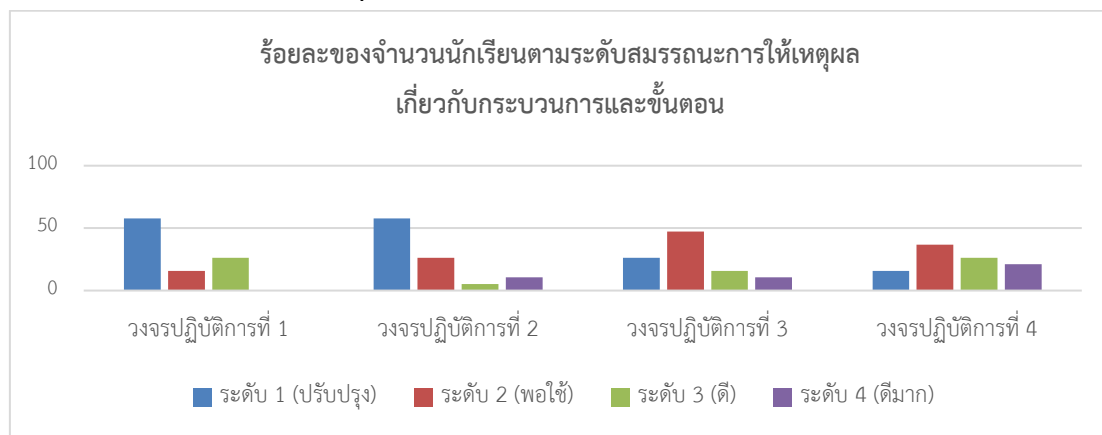


ภาพที่ 3 ร้อยละของจำนวนนักเรียนตามระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทน

จากภาพที่ 3 พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทนอยู่ในระดับ 1 (ปรับปรุง) คิดเป็นร้อยละ 36.84 และมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะอยู่ในระดับ 4 (ดีมาก) คิดเป็นร้อยละ 36.84 และนักเรียนระดับ 1 (ปรับปรุง) มีจำนวนลดลงจากวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น

2) สมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการคิด/แปลงปัญหา

2.1) สมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอน



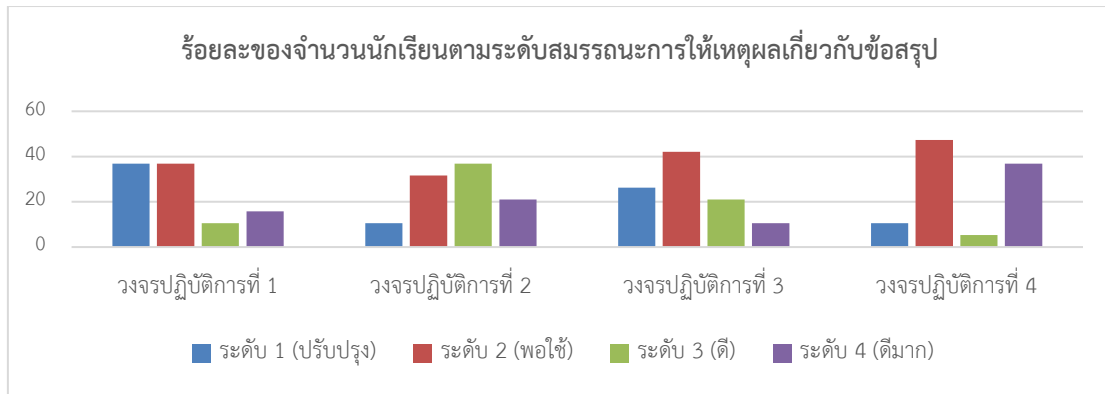
ภาพที่ 4 ร้อยละของจำนวนนักเรียนตามระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอน

จากภาพที่ 4 ในวงจรปฏิบัติที่ 1 และ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนอยู่ในระดับ 1 (ปรับปรุง) คิดเป็นร้อยละ 57.89 เท่ากัน และนักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะอยู่ในระดับ 2 (พอใช้) คิดเป็นร้อยละ 47.36 โดยนักเรียนระดับ 1 (ปรับปรุง) มีจำนวนลดลงจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 และนักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มมากขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะอยู่ในระดับ 2 (พอใช้) คิดเป็นร้อยละ 36.84 โดย

นักเรียนระดับ 3 (ดี) และระดับ 4 (ดีมาก) มีจำนวนเพิ่มขึ้น และนักเรียนระดับ 1 (ปรับปรุง) มีจำนวนลดลงจากวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้นแต่พัฒนาการค่อนข้างน้อย

3) สมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการสรุปและตีความ

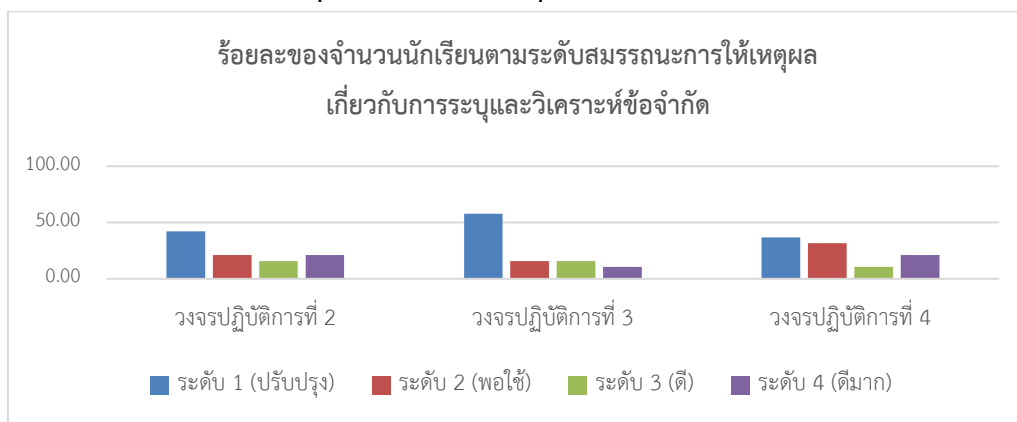
3.1) สมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อสรุป



ภาพที่ 5 ร้อยละของจำนวนนักเรียนตามระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อสรุป

จากภาพที่ 5 พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อสรุปอยู่ในระดับ 1 (ปรับปรุง) และ 2 (พอใช้) คิดเป็นร้อยละ 36.84 เท่ากัน และนักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะอยู่ในระดับ 3 (ดี) คิดเป็นร้อยละ 36.84 แต่นักเรียนมีพัฒนาการลดลงในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะอยู่ในระดับ 2 (พอใช้) คิดเป็นร้อยละ 42.10 และนักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มมากขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะอยู่ในระดับ 2 (พอใช้) คิดเป็นร้อยละ 47.36 โดยนักเรียนระดับ 4 (ดีมาก) มีจำนวนเพิ่มขึ้นและนักเรียนระดับ 1 (ปรับปรุง) มีจำนวนลดลงจากวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น

3.2) สมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการระบุและวิเคราะห์ข้อจำกัด



ภาพที่ 6 ร้อยละของจำนวนนักเรียนตามระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการระบุและวิเคราะห์ข้อจำกัด

จากภาพที่ 6 พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการระบุและวิเคราะห์ข้อจำกัดอยู่ในระดับ 1 (พอใช้) คิดเป็นร้อยละ 42.10 และมีพัฒนาการลดลงในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะอยู่ในระดับ 1 (ปรับปรุง) คิดเป็นร้อยละ 57.89 และมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะอยู่ในระดับ 1 (ปรับปรุง) คิดเป็นร้อยละ 36.84 โดยนักเรียนระดับ 4 (ดีมาก) มีจำนวนเพิ่มขึ้นและนักเรียนระดับ 1 (ปรับปรุง) มีจำนวนลดลงจากวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้นแต่นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 (ปรับปรุง)

อภิปรายผล

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปัญญาที่ส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น ครูต้องออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลตัดสินใจตลอดกระบวนการทำงานและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เขียนอธิบายเหตุผลสนับสนุนการทำงานของตนเอง โดยครูจำเป็นต้องนำผลงานหรือใบกิจกรรมของนักเรียนมาวิเคราะห์แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาเพื่อกำหนดประเด็นการอภิปรายที่นำไปสู่จุดประสงค์ของบทเรียนและคัดเลือกงานในแต่ละประเด็นทั้งที่เป็นแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องและมีข้อผิดพลาดเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลสนับสนุนหรือค้านแนวคิดหรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งระหว่างการอภิปรายครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันเสนอแนวทางการปรับแก้แนวคิดหรือวิธีการที่มีข้อผิดพลาดให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ สอดคล้องกับ Smith and Stein (2011) ที่กล่าวว่า การเลือกแนวคิดของนักเรียน มีความสำคัญที่ช่วยให้ครูสามารถอภิปรายในชั้นเรียนอย่างมีเป้าหมาย ซึ่งครูต้องตัดสินใจว่า อะไรคือแนวคิดที่สำคัญที่จะเลือกออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนและนำไปอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน

การวางแผนการใช้คำถามของครูจะช่วยนำนักเรียนไปสู่การใช้กลวิธีเชิงอภิปัญญาในการทำงาน โดยครูควรวางแผนการใช้คำถามจากเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนทำสำเร็จในแต่ละขั้นตอนของกลวิธีเชิงอภิปัญญา ซึ่งการใช้คำถามของครูควรเกิดขึ้นตลอดการทำงานของนักเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการทำงานและดำเนินงานได้สำเร็จตามแผนที่วางไว้ อีกทั้งระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียนครูควรใช้คำถามที่ช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนและตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง ได้พินิจและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการของนักเรียนกลุ่มที่นำเสนอเพื่อให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งการทำงานของตนเองและผู้อื่น สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคอง (2554) ที่กล่าวว่า แนวปฏิบัติในการพัฒนาสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองและพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง โดยครูควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผล ให้นักเรียนได้อธิบาย ชี้แจงเหตุผลเพื่อสะท้อนความคิดของตนเอง นอกจากนี้หลังการอภิปรายในชั้นเรียนครูควร

เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนผลการทำงานของตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลในการประเมินความเหมาะสมหรือความถูกต้องของแนวคิดหรือวิธีการที่ตนเองใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งครูควรให้นักเรียนได้เขียนแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง ซึ่งเป็นแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกพัฒนาหรือปรับแก้จากเดิมให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ สอดคล้องกับ พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2559) ที่กล่าวว่า ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการประเมินตนเอง เพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุงพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง

2. ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปัญญาที่มีต่อสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

นักเรียนมีแนวโน้มการพัฒนาสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งเป็นผลมาจากการวางแผนจัดลำดับการนำเสนอที่ช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนตรวจสอบแนวคิดหรือวิธีการในการทำงานของตนเองและผู้อื่น ซึ่งนำไปสู่การเปรียบเทียบและประเมินแนวคิดหรือวิธีการที่แตกต่างกัน โดยก่อนการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนได้อ่านทำความเข้าใจ พุดแสดงความคิดเห็นและคาดเดาแนวคิดหรือวิธีการจากประโยคสัญลักษณ์หรือการเขียนคำตอบเพื่อให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลอธิบายแนวคิดหรือวิธีการของผู้อื่น และหลังการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ทบทวนตรวจสอบแนวคิดหรือวิธีการทำงานของนักเรียนกลุ่มที่นำเสนอและกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายเพื่อแสดงเหตุผลสนับสนุนหรือค้านแนวคิดหรือวิธีการที่ใช้ในการทำงาน อีกทั้งการคัดเลือกงานที่มีแนวคิดหรือวิธีการผิดพลาดมานำเสนอในชั้นเรียนช่วยให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลเพื่อระบุข้อผิดพลาดในการทำงานและร่วมกันเสนอแนวทางการปรับแก้การทำงานให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ และหลังการนำเสนอครบทุกกลุ่มครูควรให้เวลานักเรียนมากพอในการสะท้อนผลการทำงานของตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลในการประเมินความเหมาะสมหรือความถูกต้องของแนวคิดหรือวิธีการที่ตนเองใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เขียนแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง ซึ่งนักเรียนจะเกิดการเปรียบเทียบแนวคิดของตนเองกับผู้อื่นและประเมินตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่ตนเองคิดว่าถูกต้องและเหมาะสมที่สุดในการแก้สถานการณ์ปัญหาของชั้นเรียน สอดคล้องกับ Nabb et al. (2018) ได้กล่าวว่า การวางแผนการจัดลำดับแนวคิดที่เหมาะสม ทำให้นักเรียนมองเห็นแนวคิดที่แตกต่างกันของตนเองและแนวคิดของเพื่อน ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดจากการเปรียบเทียบแนวคิดที่แตกต่างกันนั้น และพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนต่องานทางคณิตศาสตร์ที่ครูออกแบบได้ อีกทั้งการจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่เกิดข้อผิดพลาดในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากข้อผิดพลาดนั้นและพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ให้ดีขึ้นได้

องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ครูควรออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลตัดสินใจตลอดกระบวนการทำงานและครูควรวางแผนการ

ใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การใช้กลวิธีเชิงอภิปรายในการทำงาน โดยการใช้คำถามของครูควรเกิดขึ้นตลอดการทำงานของนักเรียนเพื่อช่วยนักเรียนทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบและดำเนินงานได้สำเร็จตามแผนที่วางไว้ โดยหลังการทำงานของนักเรียนครูควรนำผลงานหรือใบกิจกรรมของนักเรียนมาวิเคราะห์แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาเพื่อกำหนดประเด็นการอภิปรายที่นำไปสู่จุดประสงค์ของบทเรียนและคัดเลือกงานในแต่ละประเด็นทั้งที่เป็นแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องและมีข้อผิดพลาด ซึ่งการอภิปรายในชั้นเรียนครูควรเริ่มจากการให้นักเรียนได้อ่านทำความเข้าใจ แสดงความคิดเห็นและคาดเดาแนวคิดหรือวิธีการของกลุ่มที่จะนำเสนอจากประโยคสัญลักษณ์หรือการเขียนคำตอบ และระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียนครูควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ทบทวนและตรวจสอบความคิดของตนเองในการทำงาน รวมทั้งครูควรให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลระบุข้อผิดพลาดในการทำงานของกลุ่มที่นำเสนอและร่วมกันเสนอแนวทางการปรับแก้การทำงานให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ หลังการอภิปรายในชั้นเรียนครูควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สะท้อนผลการทำงานของตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลในการประเมินความเหมาะสมของแนวคิดหรือวิธีการที่ตนเองใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เขียนแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง ซึ่งเป็นแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกพัฒนาหรือปรับแก้จากเดิมให้มีความถูกต้องสมบูรณ์

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปรายมีแนวโน้มการพัฒนาสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการคิด/แปลงปัญหานักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น ซึ่งทั้งประเด็นความรู้และเงื่อนไขและประเด็นการแสดงแทนนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นสอดคล้องควบคู่กันไป สมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการใช้คณิตศาสตร์นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นแต่มีการพัฒนาค่อนข้างน้อย และสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการสรุปและตีความนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยประเด็นข้อสรุปนักเรียนมีพัฒนาการดีขึ้นและประเด็นการระบุและวิเคราะห์ข้อจำกัดนักเรียนมีพัฒนาการดีขึ้นแต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังอยู่ในระดับ 1 (ปรับปรุง)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูควรออกแบบงานเสริมที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนและการระบุและวิเคราะห์ข้อจำกัด เช่น การยกตัวอย่างผลงานการเขียนแสดงการทำงานที่นอกเหนือจากผลงานของนักเรียน การพูดเล่าวิธีการและขั้นตอนที่แตกต่างจากที่นักเรียนทำ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนเกิดการอภิปรายแสดงเหตุผลสนับสนุนหรือค้านกระบวนการและขั้นตอนและอภิปรายระบุข้อจำกัดในการทำงานจากงานที่หลากหลายมากขึ้น

1.2 ครูควรวางแผนจัดลำดับการนำเสนอที่ช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนตรวจสอบแนวคิดหรือวิธีการในการทำงานของตนเองและผู้อื่น เพื่อนำไปสู่การเปรียบเทียบแนวคิดที่แตกต่างกันและประเมินตัดสินใจเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่สุดในการแก้สถานการณ์ปัญหา

1.3 ครูควรให้นักเรียนได้เขียนสะท้อนผลการทำงานของตนเอง โดยให้นักเรียนได้ประเมินความเหมาะสมของแนวคิดที่ตนเองใช้แก้ปัญหา และให้นักเรียนเขียนแนวคิดที่ถูกปรับแก้ให้ถูกต้องใหม่อีกครั้ง

1.4 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปัญญาสำหรับนักเรียนประถมศึกษาควรให้นักเรียนพักก่อนการปฏิบัติขั้นที่ 5 เพื่อให้นักเรียนไม่รู้สึกเหนื่อยจากการทำกิจกรรมต่อเนื่องเป็นเวลานาน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยครั้งนี้ พบว่า นักเรียนยังมีพัฒนาการสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนและสมรรถนะการให้เหตุผลเกี่ยวกับการระบุและวิเคราะห์ข้อจำกัดที่ค่อนข้างน้อย อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ระดับปรับปรุงและพอใช้ ดังนั้นควรหาสาเหตุ วิเคราะห์อุปสรรคเพื่อหาแนวทางการพัฒนาสมรรถนะการให้เหตุผลทั้งสองประเด็น

2.2 การวิจัยครั้งนี้ พบว่า นักเรียนบางคนมีส่วนร่วมในการทำใบกิจกรรมค่อนข้างน้อย ดังนั้นควรมีการศึกษาต่อยอดการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ 5 แนวปฏิบัติการสอนร่วมกับกลวิธีเชิงอภิปัญญา โดยพัฒนาแนวทางที่ทำให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกขั้นตอน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กิตติ พัฒนตระกูลสุข. (2546). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยล้มเหลวจริงหรือไม่. วารสารคณิตศาสตร์. 46(530-532), 54-58.

ปิยะวัฒน์ ศรีสังวาลย์. (2563). การจัดการเรียนรู้ตามขั้นการปฏิบัติ 5 ขั้นของสไตน์ที่เน้นการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 .การค้นคว้าอิสระหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2559). เทคนิคการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- มนตรี วงษ์สะพาน. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้สื่อการเรียนรู้จากท้องถิ่น สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร. 19(2), 71-82.
- วรณัฐ หลวงจันทร์. (2564). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.การค้นคว้าอิสระหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วรรณวิสา สุวรรณชัยรบ. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานร่วมกับกลวิธีเชิงอุปนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องความน่าจะเป็น. วารสารมหาจุฬานาครธรรม. 8(1), 214-228.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น
- _____. (2556). Metacognition. เรียกใช้เมื่อ 25 สิงหาคม 2564 จาก<https://sa.ipst.ac.th/wcontent/uploads/sites/7/2014/08/03.กระบวนการพัฒนาข้อสอบวัด-Metacognition.pdf>
- สุภารัตน์ ภิรมย์ราช. (2555). ผลของการใช้เทคนิค Think-Talk-Write ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ .วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Barry K. Beyer. (2008). What Research Tells Us about Teaching Thinking Skills. The Social Studies, 99(5), 223-232.
- Nabb, k., Hofacker, E. B., Ernie, K. T., & Ahrendt. S. (2018). Using the 5 Practices in Mathematics Teaching. Mathematics Teacher, 111(5), 366-373.
- OECD. (2018). PISA 2021 Mathematics Framework (Second Draft). Retrieved August 29, 2021, from <https://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA-2021-mathematics-framework.pdf>
- Smith, M. S., & Stein, M. K. (2011). Five practices for orchestrating productive mathematics discussions. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.