An Online Journal of Education
วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 OJED1901007 (13 pages)
EDUCU

บทความวิจัย

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE ที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

Effects of Mathematics Learning Activities Using CORE Learning Model on Mathematical Conceptual Knowledge and Reasoning Abilities of Lower Secondary Students

ภัทราวดี เพิ่มประยูร[1*]
Phattharawadee Phoemprayoon[1*]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัยนี้ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE กับเกณฑ์ร้อยละ 60 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 35 คน เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที มีผลการวิจัย คือ 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE มีความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: กระบวนการเรียนรู้ CORE, ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์, ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Article Info: Received 9 May, 2024; **Received in revised form** 24 June, 2024; **Accepted** 26 June, 2024

[1] นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Master Student in Division of Mathematics Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University
Email: phattharawadee.earth@gmail.com

* Corresponding Author

Abstract

The purposes of this research were: 1) to compare the mathematical conceptual knowledge of the students following instruction using the CORE learning model at the 70% level; 2) to compare the mathematical reasoning abilities of the students before and after instruction using the CORE learning model; and 3) to compare the mathematical reasoning abilities of the students after instruction using the CORE learning model at the 60% level. The subjects consisted of 35 ninth grade students, and the instruments used for data collection included a mathematical conceptual knowledge test, and mathematical reasoning abilities tests. Data were analyzed using arithmetic mean, standard deviation, and *t*-test. The results of the research revealed that: 1) the mathematical conceptual knowledge of the students following instruction using the CORE learning model were higher than the minimum criteria of 70% at the .05 level of significance; 2) the mathematical reasoning abilities of students following instruction using CORE learning model were higher than those of the students before instruction at the .05 level of significance; and 3) the mathematical reasoning abilities of the students after instruction using the CORE learning model were higher than the minimum criteria of 60% at the .05 level of significance.

Keywords: core learning model, mathematical conceptual knowledge, reasoning abilities

บทนำ

คณิตศาสตร์นั้นสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ความเจริญก้าวหน้าของมนุษย์ใช้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานทั้งสิ้น รวมถึงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ ใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการพัฒนาการคิดที่หลากหลาย ทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ควรมุ่งให้มีคุณภาพได้มาตรฐานสากล พัฒนาคนไทยให้มีทักษะการคิด สังเคราะห์ สร้างสรรค์ ต่อยอดสู่นวัตกรรม และมีทักษะชีวิต ทักษะอาชีพ สารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี มีการเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต ทันสมัยและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงตามเป้าหมายและลักษณะของคนไทยในอีก 20 ปีข้างหน้า ตามร่างกรอบยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579)

คณิตศาสตร์นั้นเป็นวิชาที่สำคัญและมีความจำเป็นต่อการเรียนรู้อย่างยิ่งในการให้ประเทศชาติเดินหน้า แต่พบว่าการจัดการเรียนการสอนในตอนนี้ไม่ประสบความสำเร็จตามที่ควร พิจารณาได้จากผลการประเมินต่าง ๆ มากมาย เช่น ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O - NET) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน นักเรียนทั่วประเทศได้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์เพียง 24.39 คะแนน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวิชาอื่นแล้วเป็นวิชาที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564) นอกจากนี้ผลการประเมินจากโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) พบว่านักเรียนมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ (PISA, 2000-2021) จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติที่เน้นผลสัมฤทธิ์และระดับนานาชาติที่เน้นสมรรถนะการใช้งานในชีวิตประจำวันข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยมีปัญหาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งคือ นักเรียนขาดความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ต่ำ และขาดทักษะที่ใช้ในชีวิตจริง นั่นก็คือความสามารถในการให้เหตุผล เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจและแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนั้นจึงควรแก้ปัญหาเร่งพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นพื้นฐานหลักในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

“ความรู้ทางคณิตศาสตร์” นั้นความสำคัญในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ โดยความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้เชิงกระบวนการ โดยความรู้เชิงมโนทัศน์ เป็นความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ความคิดรวบยอดทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม รวมถึงสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งการอธิบายที่มาและให้เหตุผล ส่วนความรู้เชิงกระบวนการ นั้นเกี่ยวกับการดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหา การเขียนอธิบายวิธีการให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง พบว่าการจัดการศึกษาไทยต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานทั้ง

โดยตรงและโดยอ้อมในการคิด การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา โดยสำคัญยิ่งนั้นคือความรู้เชิงมโนทัศน์ ที่นักเรียนจะต้องมีความคิดรวบยอดในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ช่วยให้สามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ และช่วยพัฒนาสมรรถนะการใช้งานในชีวิตประจำวัน เห็นได้จากการที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอ ให้ใช้ในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ผู้วิจัยจึงศึกษาแนวทางการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ เพื่อใช้ในการคัดเลือกแนวคิดเพื่อการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แล้วพบว่า การพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ คือการทำให้นักเรียนเกิดการสร้างและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียน และนำไปสู่การสรุปเป็นมโนทัศน์ใหม่ที่จะได้เรียน (อัมพร ม้าคนอง, 2557)

“ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์” เป็นส่วนหนึ่งของการคิด การตัดสินใจ รวมถึงเป็นการสร้างหลักการ การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล และเป็นการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด แก้ปัญหาที่เกี่ยวกับแนวคิดเหล่านั้น (O'Daffer, 1993, pp. 39-50) วิธีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ครูควรสร้างบรรยากาศที่แสดงให้นักเรียนรู้สึกว่า การอธิบายเหตุผลในการคิดสำคัญกว่าการแค่ได้คำตอบที่ถูกต้อง (Rowan & Morrow, 1993, pp. 16-18) ดังนั้นการให้เหตุผลจึงสำคัญในการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งอัมพร ม้าคนอง (2557) ได้กล่าวว่า การฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น ควรลงมือทำในบริบททางคณิตศาสตร์ และควรทำเดี่ยว ๆ แยกจากการทำสิ่งอื่น กล่าวคือถ้าจะให้นักเรียนพัฒนาการให้เหตุผลไม่ควรคำนึงถึงคำตอบสุดท้าย ควรให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อบอกความคิดของตนเอง ดังนั้นการพัฒนาทักษะในการให้เหตุผล คือ นักเรียนต้อง สืบค้น คาดการณ์ ค้นหา พิสูจน์ สังเกตรูปแบบถ้านักเรียนพัฒนาได้โดยแสดงพฤติกรรมดังกล่าว ภายใต้บรรยากาศที่ชวนให้ได้อธิบายและบอกเหตุผลในการแก้ปัญหาร่วมกัน จะช่วยให้พัฒนาทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากการค้นคว้าแนวคิดในการพัฒนาพบว่ามีกระบวนการเรียนรู้ CORE ที่ตรงกับแนวคิดที่กล่าวมา

กระบวนการเรียนรู้ CORE พัฒนาตามแนวคิดของ Miller and Calfee (2004) ที่พัฒนามาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยกลวิธีการอ่านและการเขียน รวมถึงการมีการอภิปราย เพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม จัดโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมและความรู้ใหม่ และขยายความรู้ใหม่นั้นไปใช้งานในสถานการณ์ที่หลากหลาย ประกอบด้วยกระบวนการ 4 ขั้นตอน ได้แก่ **ขั้นที่ 1 การเชื่อมโยงความรู้ (Connecting)** ครูใช้กลวิธีการอ่านและการเขียน เพื่อทบทวนหรือตรวจสอบความรู้เดิมที่จำเป็นในการเรียนเนื้อหาใหม่ โดยนักเรียนอ่านและเขียนสะท้อนเกี่ยวกับความรู้เดิมที่จำเป็น จากนั้นนักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนสิ่งที่เขียน เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องมากขึ้น **ขั้นที่ 2 การจัดการความรู้ (Organizing)** เป็นขั้นที่ครูนำเสนอ ข้อมูล ตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ จากนั้นนักเรียนใช้กลวิธีการอ่านและการเขียน เพื่อจัดระบบและหมวดหมู่ของข้อมูล ตัวอย่างหรือสถานการณ์ จนสามารถสรุปเป็นความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง **ขั้นที่ 3 การสะท้อนคิด (Reflecting)** เป็นขั้นที่นักเรียนได้เขียนสะท้อนคิดเกี่ยวกับความรู้ที่ได้รับ ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง จากนั้นร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยน เพื่อเป็นการตรวจสอบ แก้ไขจนสามารถเขียนข้อสรุปความรู้ในเนื้อหาใหม่ที่ถูกต้องชัดเจน และ **ขั้นที่ 4 การขยายองค์ความรู้ (Extending)** เป็นขั้นที่นักเรียนได้ขยายความรู้ที่ได้รับ โดยนักเรียนจะใช้กลวิธีการอ่านและการเขียนหลากหลายสถานการณ์ เพื่อนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับสถานการณ์อื่น ๆ เพิ่มเติม หรือสถานการณ์กับชีวิตจริง

จากการวิเคราะห์งานวิจัยที่ศึกษาผลการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE พบว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น (1) ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหัวข้อต่าง ๆ เข้ากันได้ (Sari & Karyati, 2020) (2) ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาและให้เหตุผล โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าการเรียนแบบปกติ (Atiyah & Priatna, 2023) (3) ด้านความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในปัญหาที่กว้างขึ้นและนักเรียนมีความคิดที่หลากหลาย (Saregar et al., 2021) (4) ด้านความสามารถในการให้เหตุผล นักเรียนสามารถให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้ดี พูด อธิบาย หรือเขียนให้เหตุผลในการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้ (Fisher & Yaniawati, 2017) ทั้งนี้ยังไม่พบงานวิจัยที่กระบวนการเรียนรู้ CORE สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในด้านของการหาข้อสรุป และการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป ทั้งนี้จากการวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ CORE นักเรียนจะได้ฝึกการอ่าน การวิเคราะห์ข้อมูล การแยกแยะข้อมูล ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานของการให้เหตุผล จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำ

กระบวนการเรียนรู้ CORE ไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ผู้วิจัยจึงสนใจนำกระบวนการเรียนรู้ CORE มาทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อหาผลการศึกษาในด้านความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยศึกษากับเนื้อหาเรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง ของนักเรียนที่เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นเนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีนี้ เพราะเป็นเนื้อหาที่เต็มไปด้วยทฤษฎี และสามารถแสดงถึงวิธีการนำไปใช้งานของนักเรียน เพื่อสะท้อนความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียนได้ รวมถึงเพื่อให้นักเรียนแสดงความสามารถในการอภิปรายและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนออกมาได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE มีความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากบริบทการเรียนรู้ที่เป็นข้อมูล ตัวอย่าง หรือสถานการณ์โดยอาศัยกลวิธีการอ่านและการเขียน รวมถึงมีการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ จัดโครงสร้างความรู้ สะท้อนคิด และขยายความรู้ใหม่ให้ลึกซึ้งถูกต้องชัดเจน สำหรับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยปรับจาก Sari & Karyati (2020) ให้สอดคล้องตามธรรมชาติของการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ มี 3 ขั้นตอนดังนี้

1.1 ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้รับการทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นผ่านกระบวนการเรียนรู้ “**การเชื่อมโยงความรู้ (Connecting)**” โดยครูจะนำเสนอข้อมูล ตัวอย่าง หรือสถานการณ์ที่สัมพันธ์กับความรู้เดิม รวมถึงมีคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้อ่าน ค้นหาประเด็นสำคัญ และเขียนแสดงแนวคิดเพื่อตอบคำถาม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนแนวคิด หากครูพบว่า นักเรียนแสดงความรู้เดิมที่ไม่ถูกต้องหรือมีไม่เพียงพอ ครูจะใช้วิธีการที่เหมาะสมในการปรับแก้ไขให้ถูกต้องหรือทำให้มีเพียงพอ

1.2 ขั้นพัฒนาความรู้ใหม่ เป็นขั้นให้นักเรียนจัดโครงสร้างเพื่อสรุปความรู้ใหม่ด้วยตนเอง รวมถึงมีการสะท้อนคิดเพื่อตรวจสอบและปรับปรุง ซึ่งมี 2 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

ขั้น 1.2.1 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการเรียนรู้ “**การจัดการความรู้ (Organizing)**” เพื่อสรุปความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูนำเสนอ ข้อมูล ตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่และให้นักเรียนอ่านเพื่อทำความเข้าใจ จากนั้นนักเรียนใช้กลวิธีการเขียน เพื่อจัดระบบและหมวดหมู่ของข้อมูล ตัวอย่างหรือสถานการณ์ จนสามารถสรุปเป็นความรู้ใหม่ตามความเข้าใจของนักเรียนเอง พร้อมทั้งครูให้ตัวอย่าง ปัญหา หรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาใหม่มากยิ่งขึ้น

ขั้น 1.2.2 ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการเรียนรู้ **“การสะท้อนคิด(Reflecting)”** โดยครูจะมีประเด็นคำถามเพื่อนักเรียนได้เขียนสะท้อนคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้จากขั้นที่ 2.2.1 จากนั้นร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด หากพบนักเรียนยังมีความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ครูอาจใช้การอธิบายเพิ่มเติมหรือปรับแก้ไขความเข้าใจของนักเรียนให้ถูกต้อง

1.3 ขั้นขยายความรู้และฝึกทักษะ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ขยายความรู้ในเนื้อหาใหม่ให้ลึกซึ้งมากขึ้นผ่านกระบวนการเรียนรู้ **“การขยายองค์ความรู้ (Extending)”** โดยครูนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์เพิ่มเติมที่คล้ายเดิมให้นักเรียนอ่าน จากนั้นเขียนแสดงการนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับตัวอย่างหรือสถานการณ์นั้น รวมถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการนำเสนอ และแลกเปลี่ยนแนวคิด รวมถึงได้ประเมินและเปรียบเทียบแนวคิดของแต่ละกลุ่ม

2. ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ของนักเรียนและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ รวมถึงความคิดรวบยอดทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ การอธิบายที่มาหรือให้เหตุผล การเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ของขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ในด้านคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่วิเคราะห์ข้อมูล สถานการณ์ สามารถบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สัมพันธ์กัน หรือใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูล สถานการณ์สู่การหาข้อสรุป ยืนยันข้อสรุป โดยมีการวัดความสามารถดังกล่าว 2 ด้าน ดังนี้

3.1. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียนบอกความเกี่ยวข้องกันของข้อมูลได้ นำมาซึ่งการสร้างข้อสรุป

3.2. การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป เป็นความสามารถพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป สามารถอธิบายแนวคิดของตนเอง โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์อธิบายอย่างสมเหตุสมผล

งานวิจัยนี้วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมีกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม โดยมีการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง และหลังจากมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE จะมีการทดสอบสองฉบับ คือ ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

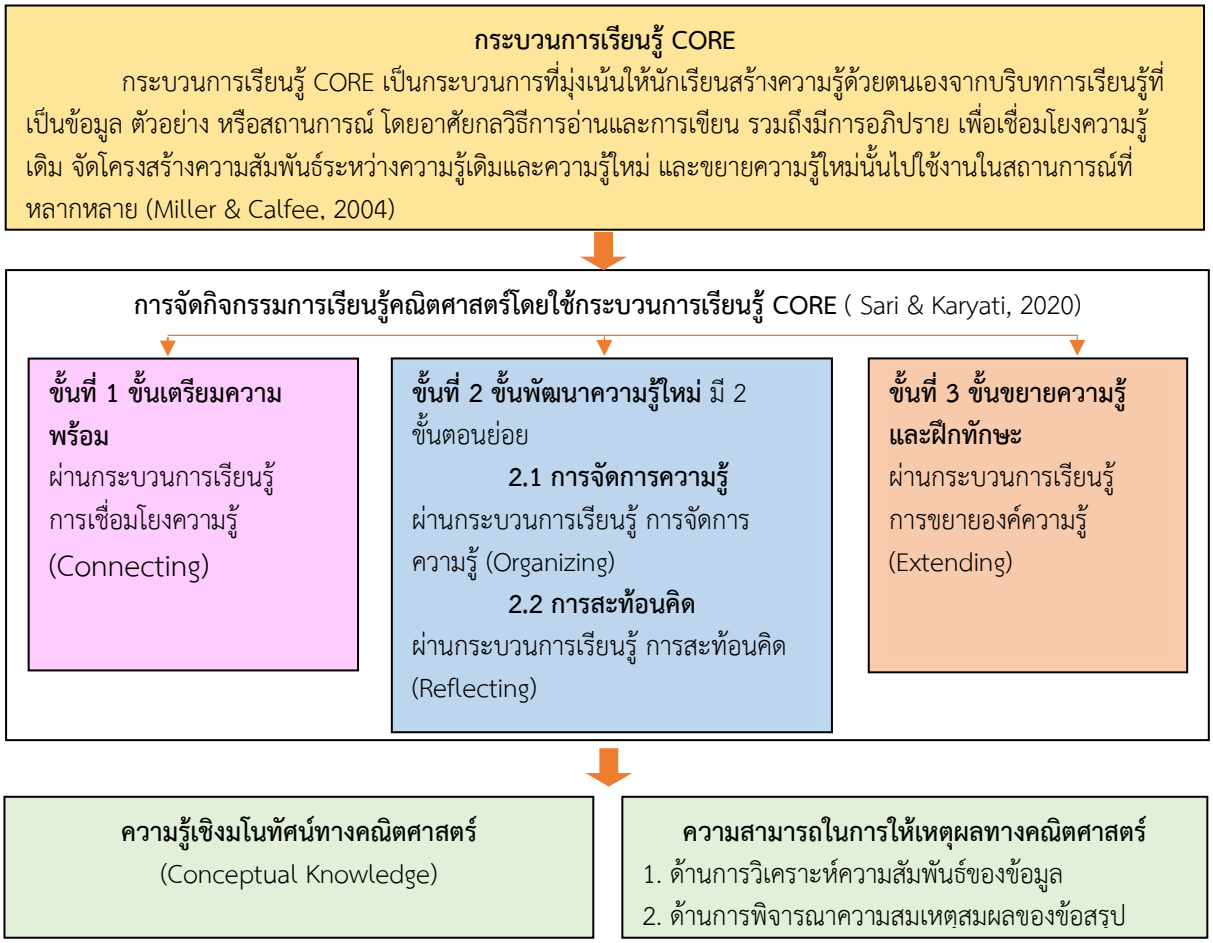
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากำแพงเพชร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักเรียนโรงเรียนวัชรวิทยา โรงเรียนขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากำแพงเพชร ใช้การเลือกแบบจาะจง (Purposive Sampling) เลือกนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 35 คน โดยพิจารณาจาก 1. เลือกนักเรียนห้องเรียนปกติ 2. เลือกนักเรียนห้องที่มีเกรดเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยรวมของทั้งระดับชั้นมากที่สุด และ 3. เลือกนักเรียนที่มีเวลาเขาเรียนในขณะทดลองอย่างน้อยร้อยละ 80 ของเวลาในการทดลองทั้งหมด

2. กรอบแนวคิดในการวิจัย

ภาพ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ชนิด ได้แก่

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 9 แผน แผนละ 1 คาบ จำนวน 6 แผน และแผนละ 2 คาบ จำนวน 3 แผน รวมทั้งสิ้น 12 คาบ คาบละ 50 นาที แต่ละแผนมีกิจกรรมที่เป็นขั้นตอนตาม กระบวนการเรียนรู้ CORE จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสม มีการปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

3.2.1 แบบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง เป็นแบบวัดอัตนัย ชนิดตอบสั้น โดยให้อธิบายความรู้ จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาทำ 50 นาที เนื้อหาที่ใช้คือ กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง สำหรับเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน จากนั้นมีการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิและทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ อีกโรงเรียนหนึ่ง เนื่องจากอยู่ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากำแพงเพชรเหมือนกัน จากการทดสอบพบว่าแบบวัดมีคุณภาพผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ นั่นคือมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.851 ค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.20–0.70 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20–0.80

3.2.2 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน ใช้เวลาทำฉบับละ 50 นาที เนื้อหาที่ใช้คือ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เศษส่วน อัตราส่วน และร้อยละ เป็นแบบวัดอัตนัย ฉบับละ 3 ข้อ แต่ละข้อจะมีสถานการณ์และคำถามย่อยให้นักเรียนเขียนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล 1 คำถาม และ เขียนการพิจารณา

ความสมเหตุสมผลของข้อสรุป 1 คำถาม จากนั้นมีการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิและทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนหนึ่งที่อยู่ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากำแพงเพชรเหมือนกัน โดยฉบับก่อนเรียน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.887 ค่าความยาก ตั้งแต่ 0.36–0.70 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.66–0.99 และฉบับหลังเรียน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.820 ค่าความยาก ตั้งแต่ 0.37–0.70 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.59–0.89 สามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้ สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน แสดงดังตาราง 1 ดังนี้

ตาราง 1

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน

1. ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล			
1.1 เขียนอธิบายแนวคิดในการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูล	คะแนน	1.2 เขียนข้อสรุปของความสัมพันธ์	คะแนน
เขียนอธิบายแนวคิดได้ถูกต้องทั้งหมด	3	เขียนข้อสรุปของความสัมพันธ์ได้ถูกต้อง	1
เขียนอธิบายแนวคิดได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด	2		
เขียนอธิบายแนวคิดได้ถูกต้องบ้าง	1	เขียนข้อสรุปของความสัมพันธ์	0
เขียนอธิบายแนวคิดไม่ถูกต้อง /ไม่ตอบ	0	ไม่ถูกต้อง /ไม่ตอบ	
2. ด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป			
2.1 ยืนยัน/โต้แย้งข้อสรุปของปัญหา	คะแนน	2.2 เขียนอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุปโดยอาศัยข้อมูลจากปัญหา/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์และความรู้ทางคณิตศาสตร์	คะแนน
ยืนยัน/โต้แย้งข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง	1	เขียนอธิบายได้ถูกต้องทั้งหมด	3
		เขียนอธิบายได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด	2
ยืนยัน/โต้แย้งข้อสรุปไม่ถูกต้อง/ไม่ตอบ	0	เขียนอธิบายได้ถูกต้องบ้าง	1
		เขียนอธิบายไม่ถูกต้อง /ไม่ตอบ	0

4. การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 ก่อนเรียนครูทดสอบ “ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์(ก่อนเรียน)” โดยใช้แบบวัดที่สร้างขึ้น เวลา 50 นาที จากนั้นตรวจและให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4.2 ผู้วิจัยทำการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนทั้งสิ้น 12 คาบ โดยสอน 3 คาบในหนึ่งสัปดาห์ รวมเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ในปีการศึกษา 2566

4.3 หลังการทดลอง ให้นักเรียนทำแบบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน โดยจัดสอบคาบละ 1 ฉบับ จากนั้นทำการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ตั้งไว้ รวมถึงมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ถ้านักเรียนเขียนอธิบายไม่ชัดเจน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 เปรียบเทียบความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE ของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาจากทดสอบหลังเรียน คำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิตส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเลขคณิตกับเกณฑ์ร้อยละ 70 จากการทดสอบค่าที (*t*-test for one sample)

5.2 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE ระหว่างหลังเรียนเทียบก่อนเรียน โดยผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบวัด มาคำนวณหา

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเลขคณิต จากการทดสอบค่าที (*t*-test for paired sample)

5.3 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนที่ได้ คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยจากการทดสอบค่าที (*t*-test for one sample)

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ตอนตามวัตถุประสงค์การศึกษา ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนรู้จากการใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE มีความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนน ความรูเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างหลังเรียนกับเกณฑร้อยละ 70 ของคะแนน จากนักเรียนทั้งหมด 35 คน (n=35)

	คะแนนเต็ม	ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม	*M*	*SD*	*t*-test	*p*
ความรูเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	20	14	15.7	2.86	3.49	<.001*

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและรายด้าน ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนน ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน จากนักเรียนทั้งหมด 35 คน (n=35)

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		*หลังเรียน*		*t*-test	*p*
		M	*SD*	*M*	*SD*		
ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล	12	6.86	5.01	9.57	2.36	-3.71	<.001*
ด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป	12	4.43	4.85	8.26	3.27	-6.18	<.001*
รวม	24	11.3	9.15	17.8	4.64	-7.39	<.001*

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและรายด้าน ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนน ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนน จากนักเรียนทั้งหมด 35 คน (n=35)

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม	*M*	*SD*	*t*-test	*p*
ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล	12	7.2	9.57	2.36	5.96	<.001*
ด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป	12	7.2	8.26	3.27	1.91	0.03*
รวม	24	14.4	17.8	4.64	13.6	<.001*

*หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05*

อภิปรายผล

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE ที่มีต่อความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยนำเสนอการอภิปรายเป็น 2 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่าสอดคล้องตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ คือความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Putri & Abadi, (2020) ที่พบว่า การจัดเรียนการสอนตามขั้นตอนของ CORE ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ให้สูงขึ้น นักเรียนรู้ความหมายของการเรียนรู้ และช่วยในเรื่องของการจดจำที่ยาวนานขึ้น อีกทั้งกระบวนการเรียนรู้ CORE ช่วยพัฒนาความสามารถของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนจะต้องมีความรู้ในการอธิบายทฤษฎีหรือหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหา เช่น งานวิจัยของ Atiyah & Priatna (2023) พบว่าช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการให้แก้ปัญหาและเหตุผลสูงกว่าการเรียนแบบปกติ และงานวิจัย Sari and Karyati (2020) พบว่ากระบวนการเรียนรู้ CORE ช่วยพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เข้ากับชีวิตประจำวันได้ รวมถึงผลการวิจัยของ Saregar et al., (2021) ที่กล่าวว่ากระบวนการเรียนรู้ CORE ช่วยในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งความสามารถด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น นักเรียนล้วนต้องใช้ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น ทำให้กระบวนการเรียนรู้ CORE พัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ได้ด้วย สนับสนุนด้วยเหตุผล 2 ประการ ดังนี้

ประการแรก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE เน้นให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ในทุก ๆ ขั้นตอน ทำให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ของตนเองอยู่เสมอ ทำให้นักเรียนสามารถปรับแก้ไขให้ถูกต้อง เกิดความรู้ที่เพียงพอในการสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยพบว่า

ขั้นเตรียมความพร้อม นักเรียนได้รับการทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็น สำหรับการสร้างความรู้ใหม่ผ่านกระบวนการเรียนรู้การเชื่อมโยงความรู้ ยกตัวอย่างเช่น การที่ครูได้ออกแบบใบกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้เดิมที่สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ โดยให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้เดิมได้ด้วยตนเอง จากนั้นการให้นักเรียนออกมาสรุปหน้าชั้นเรียน ทำให้ครูสามารถอธิบายเพิ่มเติมหรือปรับแก้ไขความเข้าใจของนักเรียนให้ถูกต้องได้

ขั้นพัฒนาความรู้ใหม่ นักเรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการเรียนรู้การจัดการความรู้ โดยมีการร่วมกันอภิปรายกับเพื่อนทำให้ได้แนวคิดมากกมายในการจัดระบบและหมวดหมู่ของข้อมูล ยกตัวอย่างเช่น การจัดหมวดหมู่ของความสัมพันธ์ที่เป็นฟังก์ชันและไม่เป็นฟังก์ชัน ครูให้ตัวอย่างความสัมพันธ์ที่เป็นฟังก์ชันและไม่เป็นฟังก์ชันคละกันมา โดยบอกกำกับว่าความสัมพันธ์ใดบ้างที่เป็นฟังก์ชัน นักเรียนต้องร่วมกันอภิปรายถึงความแตกต่างของความสัมพันธ์ดังกล่าว ว่ามีความเหมือนและต่างกันอย่างไร ซึ่งถ้าต้องสร้างเงื่อนไขในการแบ่งความสัมพันธ์ออกเป็น 2 กลุ่ม นักเรียนแต่ละคนจะมีเงื่อนไขในการแบ่งความสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน แต่เนื่องจากมีการอภิปรายเกิดขึ้นทำให้นักเรียนได้แนวคิดในการแบ่งที่หลากหลาย ทำให้ครู

สามารถเลือกการจัดหมวดหมู่ที่ต้องการได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้มีการสะท้อนคิด ที่นักเรียนจะได้อภิปรายแลกเปลี่ยนทั้งชั้นเรียนเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการของกลุ่มตนเอง ทำให้นักเรียนสามารถได้ข้อสรุปได้ง่ายขึ้น เช่น มีบางกลุ่มใช้เงื่อนไขในการแบ่งความสัมพันธ์ออกเป็น 1) ข้อมูลที่เป็นตัวเลข กับ 2) ข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวเลข พบว่ามีนักเรียนโต้แย้งเงื่อนไขนี้ว่า “ในบางครั้งข้อมูลที่เป็นตัวเลขก็สามารถเป็นฟังก์ชันและไม่เป็นฟังก์ชันได้” หรือบางกลุ่มแบ่งเป็นความสัมพันธ์ 1) ตัวหน้าจับคู่กับตัวหลังซ้ำกันกับ 2) ตัวหน้าจับคู่กับตัวหลังไม่ซ้ำกัน ครูก็คอยปรับข้อสรุปของนักเรียนให้เป็นข้อสรุปที่ถูกต้องมากขึ้น โดยใช้คำถามให้นักเรียนได้อภิปรายว่า “มีตัวอย่างความสัมพันธ์ใดที่ขัดแย้งกับเงื่อนไขนี้หรือไม่” และยกตัวอย่างเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบกับเงื่อนไขดังกล่าวไปเรื่อย ๆ จนนักเรียนสามารถเข้าใจเงื่อนไขความสัมพันธ์ที่เป็นฟังก์ชันได้

ขั้นขยายความรู้และฝึกทักษะ นักเรียนได้ขยายความรู้ในเนื้อหาใหม่ให้ลึกซึ้งมากขึ้น ผ่านกระบวนการเรียนรู้การขยายองค์ความรู้ โดยเมื่อนักเรียนได้ทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติมแล้ว จะมีการอภิปรายหน้าชั้นเรียนของกลุ่มตนเอง ช่วยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ประเมินและเปรียบเทียบแนวคิดของตนเองกับกลุ่มอื่น จากการปฏิบัติมาข้างต้น ทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยใบกิจกรรมเอื้อให้นักเรียนได้ใช้การสังเกต การวิเคราะห์ข้อมูล และการอภิปรายทำให้นักเรียนต้องฝึกหัดใช้ความรู้ของตนเองในการอธิบายสะท้อนความคิดเพื่อการสนับสนุนหรือโต้แย้งความคิดของตนเองและเพื่อน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Saregar et al., (2021) ที่กล่าวไว้ว่า กระบวนการเรียนรู้ CORE ช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งรอบตัว นั่นก็คือการอภิปรายซึ่งบรรยากาศช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนได้พูดอภิปรายนั้น ช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้และนำความรู้ไปใช้งานในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ และยังสอดคล้องกับ ทรรศมน วินัยโกศล (2561) กล่าวว่า นักเรียนจะได้ตรวจสอบความเข้าใจและความรู้ในเนื้อหาของตัวเอง จากการจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนกันในชั้นเรียน สร้างโอกาสให้นักเรียนได้ปรับแก้ความรู้ให้ถูกต้องและยิ่งชัดเจน จนสามารถสรุปเป็นความรู้ใหม่ได้ จึงช่วยพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์

ประการที่สอง กระบวนการเรียนรู้ CORE มีการสอดแทรกกลวิธีการอ่านและการเขียน (Reading and Writing) ซึ่งกลวิธีเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ ทำให้นักเรียนได้เห็นรายละเอียดต่าง ๆ ของข้อมูล อีกทั้งสามารถอ่านทำความเข้าใจซ้ำเมื่อยังไม่เกิดความรู้ที่ถูกต้องและเพียงพอ ยกตัวอย่างเช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการวาดกราฟของฟังก์ชันกำลังสอง กราฟจะบานน้อยหรือมากขึ้นอยู่กับค่า a ของสมการ $y = a(x-h)^2 + k$ เมื่อ a เป็นค่าคงที่และ $a \neq 0$ พบว่า “การอ่านเพื่อทำความเข้าใจ” ทำให้นักเรียนได้เห็นภาพชัดเจน ค่อย ๆ สังเกตและเรียงลำดับการบานน้อยหรือมากของกราฟได้ถูกต้อง จากนั้น“การเขียน” เป็นการให้นักเรียนได้สร้างข้อสรุปความรู้ที่ได้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ของค่า a กับการบานของกราฟได้ เช่น “ยิ่งค่า a น้อยกราฟยิ่งบาน และค่า a มากกราฟยิ่งหุบ” หรือ “ค่า a ตรงข้ามกับการบานของกราฟ” เป็นต้น จากนั้นครูได้นำการเขียนสรุปของนักเรียนสะท้อนคิดร่วมกัน จนสามารถปรับความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเอง ให้เป็นความรู้ที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Sari and Karyati (2020) ที่กล่าวถึงกลวิธีการอ่านและการเขียนว่า ช่วยทบทวนและปรับความรู้ของนักเรียนให้ถูกต้อง การอ่านทำความเข้าใจช่วยเชื่อมโยงความรู้ จัดระบบข้อมูล จนได้โครงสร้างความรู้ในเนื้อหาใหม่ที่สัมพันธ์กับความรู้เดิม และเขียนสะท้อนคิดเพื่อสรุปความรู้เนื้อหาใหม่ รวมถึงนำความรู้นั้นไปใช้งานในสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อฝึกฝนและแก้ปัญหา

ตอนที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยที่พบว่าสอดคล้องกับสมมติฐาน ข้อที่ 2 กล่าวคือ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 อีกทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีลักษณะแนวคิดคล้ายคลึงกัน ได้แก่ งานวิจัยของ Dahlia Fisher & Yaniawati (2017) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า กระบวนการเรียนรู้ CORE ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลได้ และงานของ Khairini and Nanang (2023) ที่ใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE พบว่า กระบวนการเรียนรู้ CORE ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ขยายองค์ความรู้ และนำความรู้ที่ได้มาเป็นตัวช่วยในการตอบคำถามและการแสดงเหตุผลของตนเอง สนับสนุนด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

ประการแรก นักเรียนได้ดำเนินการสร้างความรู้และพัฒนาความรู้แบบค่อยเป็นค่อยไป โดรวบรวมความรู้จาก“การอ่าน” จนได้ข้อสรุปจากการอ่าน ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายเหตุผล และ“การเขียน”

ตอบคำถาม ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนการนำความรู้มาอธิบายการแก้ปัญหา ทำให้เกิดการอธิบายเหตุผลที่ถูกต้องชัดเจนมากขึ้น พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทั้งสองด้าน ดังนี้

ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนฝึกการแยกแยะข้อมูลและทำความเข้าใจข้อมูลได้จากการอ่าน เช่น ในการสอนเนื้อหาเรื่อง ลักษณะของกราฟของฟังก์ชันกำลังสองที่อยู่ในรูป $y = a(x - h)^2$ เกิดจากการเลื่อนขนานกราฟ $y = ax^2$ เมื่อ $a \neq 0$ นักเรียนจะได้อ่านตัวอย่างของกราฟที่ค่า h เปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ กราฟจะเลื่อนขนานอย่างไร จนเกิดเป็นข้อสรุปในการเลื่อนขนานกราฟตามแนวแกน X โดยครูใช้คำถามกระตุ้น เช่น “นักเรียนคิดว่าค่าใดในสมการที่ทำให้กราฟแต่ละรูปแตกต่างกัน” หรือ “ให้นักเรียนยกตัวอย่างของสมการพาราโบลา ที่เลื่อนขนานตามแนวแกน X ไปทางซ้าย” จากนั้นนักเรียนพยายามเขียนความสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้ออกมาเป็นข้อสรุป ตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียน เช่น “ถ้าค่า h เป็นบวกจะเลื่อนไปทางซ้าย h หน่วย และถ้า h ติดลบจะเลื่อนไปทางขวา h หน่วย” หรือ “พาราโบลาจะไปทางขวา ถ้า $-h$ และไปทางซ้ายถ้า $+h$” เป็นต้น

อีกทั้งด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป นักเรียนต้องยืนยันข้อสรุป และเขียนอธิบาย โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์มาประกอบการอธิบายอย่างสมเหตุสมผล ยกตัวอย่างเช่น ครูใช้ตัวอย่างเพิ่มเติมในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยมีคำถามว่า “นักเรียนคิดว่ากราฟของสมการ $y = 2(x - 3)^2$ เกิดจากการเลื่อนขนาน กราฟ $y = 2x^2$ ไปทางซ้าย 3 หน่วย จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด” พบว่านักเรียนบางคนสามารถตอบได้ว่าไม่จริง แต่ก็ไม่สามารถเขียนอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใด ครูจึงสุ่มนักเรียนที่สามารถเขียนได้ออกมาอธิบายหน้าชั้นเรียน เพื่อสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ร่วมกัน จนนักเรียนสามารถเขียนบรรยายเป็นข้อสรุปของตนเองได้ สอดคล้องงานวิจัยของ Nurasiah et al. (2021) ที่กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้ CORE มีกิจกรรมหลักของการจัดการเรียนการสอนคือการให้แบบฝึกทักษะแก่ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้หัดตอบคำถามอยู่เสมอ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของจิรวัฒน์ ตัณฑานนท์ (2564) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมที่มักเน้นให้นักเรียนฝึกการสังเกต การวิเคราะห์ และการใช้ความคิดความรู้เดิมของนักเรียนเอง ทำให้มีความเข้าใจบริบทและปัญหา และยังสร้างบรรยากาศให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนร่วมกันทั้งชั้น จนสามารถเชื่อมโยงข้อสรุปเหล่านั้นมาเป็นความรู้ใหม่อย่างเป็นขั้นเป็นตอน

ประการที่สอง กระบวนการเรียนรู้ CORE เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ การอภิปรายในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ มีคำถามนำในการกระตุ้นการตอบ และมีการสร้างบรรยากาศที่แสดงให้นักเรียนเห็นว่าการให้เหตุผลเป็นสิ่งที่สำคัญกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว ยกตัวอย่างเช่น การสอนเนื้อหาเรื่องลักษณะกราฟของฟังก์ชันกำลังสอง โดยครูมีคำถามนำว่า “นักเรียนคิดว่าสมการของ $y = 2x^2$ และสมการ $y = 2(x - 3)^2$ มีค่าใดบ้างที่เหมือนกัน และค่าดังกล่าวทำให้กราฟมีลักษณะใดบ้างที่เหมือนกัน” พบว่านักเรียนมีคำตอบที่หลากหลาย เช่น “ค่า a เท่ากันทำให้กราฟหงายเหมือนกัน” หรือ “ค่า a เท่ากันทำให้กราฟบานเท่ากัน” ซึ่งก็มีบางคนตอบว่า “ค่า a เท่ากัน มีจุดยอดเหมือนกัน” แต่ก็มีนักเรียนช่วยกันอธิบายว่า “จุดยอดที่เหมือนกันนั้นเป็นเพียงมีลักษณะเป็นจุดต่ำสุดเหมือนกัน แต่อยู่คนละตำแหน่ง” ช่วยให้ในห้องเรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ พีชาณิกา เพชรสังข์ (2556) ที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนได้อธิบายเหตุผลของตน แม้คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับเพื่อนก็ไม่ได้แสดงว่าสิ่งที่นักเรียนทำนั้นผิด แต่นักเรียนต้องสามารถอธิบายได้ว่าทำไมนักเรียนถึงทำเช่นนั้น จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกสื่อสารเหตุผลของตนเองกันเพื่อนร่วมชั้นและครูผู้สอน เป็นการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากบริบทการเรียนรู้ที่เป็นข้อมูล ตัวอย่าง หรือสถานการณ์ โดยครูควรวิเคราะห์เนื้อหาแล้วคัดเลือกบริบทการเรียนรู้ให้เหมาะสมออกแบบให้นักเรียนได้วิเคราะห์จนเกิดเป็นข้อสรุปได้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE มุ่งเน้นให้นักเรียนใช้กลวิธีการอ่านและเขียนด้วยตัวเอง โดยครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อ่านและเขียนข้อมูลด้วยตนเองเสียก่อน ซึ่งอาจจะใช้เวลาค่อนข้างมาก และแต่ละคนใช้เวลาในการอ่านไม่เท่ากัน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในระหว่างทดลอง ผู้วิจัยพบหลักฐานหรือคำตอบของนักเรียนที่สะท้อนว่า นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมทั้ง 3 ขั้น นักเรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์อย่างถูกต้อง สามารถเขียนสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ จึงควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE ในด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. ควรศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE กับกลุ่มตัวอย่างสองกลุม มีการเปรียบเทียบระหว่างห้องที่จัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ CORE และห้องเรียนปกติ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. http://www.pwj.ac.th/main/flash-pdf/matat-2560.pdf

จิรวัฒน์ ตัณทานนท์. (2564). *ผลการใช้รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแอบสแตรกชันร่วมกับกลวิธีการเรียนรู้เชิงภาพที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทรรศมน วินัยโกศล. (2561). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ที่มีต่อความรู้และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พีชาณิกา เพชรสังข์. (2556). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (2564). *รายงานผลทดสอบทางการศึกษาระดับชาติพื้นฐาน (O-NET) ม. 3 ปีการศึกษา 2565*. http://niets.or.th

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.* 3-คิว มีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zScUJOOV9ldUNfTlk/view

อัมพร ม้าคนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม.* ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Atiyah, K., & Priatna, N. (2023). The CORE learning model of junior high school students for improving the mathematical reasoning ability. *Journal Nasional Pendidikan Matematika*, *7*(2), 280-289.

Fisher, D., & Yaniawati, P. (2017). The Use of Core Model in Enhancing The Mathematical Reasoning Ability of Junior High School. *Proceeding ICMETA*, *1*(1), 22-32. https://jurnal.uns.ac.id/math/article/view/12014/10534

Khairini A., & Nanang P. (2023). The CORE Learning Model of Junior High School Students for Improving the Mathematical Reasoning Ability. *Jurnal Nasional Pendidikan Matematika, 7*(2), 280–280. https://doi.org/10.33603/jnpm.v7i2.7871

Miller, R. G., & Calfee, R. C. (2004). Making thinking visible: A method to encourage science writing in upper elementary grades. *Science and Children*, *42*(3), 20-25.

Nurasiah, A. A., & Sharfina N.A. (2021). The Effect of Connecting, Organizing, Reflecting, and Extending (CORE) Learning Model on Students' Learning Motivation. *Proceedings of AICS - Social Sciences, 11*(0), 144–156. https://jurnal.usk.ac.id/AICS-Social/article/view/24343

O'Daffer, P. G., & Thornquis, B. A. (1993). Critical thinking, mathematical reasoning, and proof. In S. Patricia (Ed.), *Research Ideas for the Classroom High School Mathematics* (pp. 39-50). Macmillan.

Putri Ari, A. A. I. P., & Abadi, I. B. G. S. (2020). Improving science learning outcomes through CORE learning model based on SETS. *Journal of Ilmiah Sekolah Dasar*, *4*(4), 655-666.

Saregar, A., Nur, U., Misbah, C., Susilowati, N. E., Anugrah, A., & Muhammad, N. (2021). CORE learning model: Its effectiveness towards students' creative thinking. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, *10*(1), 35. https://doi.org/10.11591/ijere.v10i1.20813

Sari, E. P., & Karyati. (2020). CORE (Connecting, Organizing, Reflecting and Extending) learning model to improve the ability of mathematical connections. *Journal of Physics: Conference Series*, *1581*, 012028. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1581/1/012028