

The Development of Problem-solving and Self-regulation Skills of Grade 12 High School Students through Meta-cognition-based Learning Processes

Chinnawat Poorakantong^{1*} Wanwisa Pengjaem² Panadda Sangsrikaew³

^{1,2,3} Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University

Abstract

This research aimed 1) to compare the ability to solve mathematical problems on arithmetic and geometric sequences of grade 12 students who received learning management according to the metacognition process before and after learning. 2) To compare the self-regulation ability of Grade 12 students who received learning management according to the metacognition process with the 80% criterion. The research sample in this study consists of 120 sixth-grade students from Anukoonnaree School, Mueang District, Kalasin Province, studying in the first semester of the 2024 academic year, selected through cluster sampling. The research instruments include six lesson plans for learning activities based on the metacognition process in mathematics, a mathematical problem-solving ability test, and a self-regulation assessment. Data was analyzed using statistical methods such as mean, percentage, standard deviation, and t-test.

The research findings revealed that (1) the ability to solve mathematical problems related to arithmetic and geometric sequences, which were taught through the metacognition process, showed a statistically significant increase in post-test scores compared to pre-test scores at the .01 level. (2) The ability to self-regulate, which was taught through the metacognition process, was at a level of frequent practice or higher, exceeding the set threshold of 80 percent.

Keywords: Metacognition processes, Problem-solving ability, Self-regulation, Learning management

How to Cite

Poorakantong, C., Pengjaem, W., & Sangsrikaew, P. (2025). The Development of Problem-solving and Self-regulation Skills of Grade 12 High School Students through Meta-cognition-based Learning Processes. *Research and Development Journal Suan Sunandha Rajabhat University*, 17(1), 157-169. Retrieved from <https://so05.tcithaijo.org/index.php/irdssru/article/view/277940> (In Thai)

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการกำกับตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเมตาคอกนิชัน

ชินวัตร ภูระก้านตรง^{1*} วันวิสา เพ็งแจ่ม² ปณิตดา สังข์ศรีแก้ว³

^{1,2,3} คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา, มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเมตาคอกนิชันระหว่างก่อนและหลังการเรียนรู้ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการกำกับตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเมตาคอกนิชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 80 กลุ่มตัวอย่างการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 6 โรงเรียนอนุคุณนารี อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 120 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการเมตาคอกนิชันในวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 6 แผน แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินการกำกับตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที (t-test)

ผลการวิจัย พบว่า (1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเมตาคอกนิชัน คะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) ความสามารถในการกำกับตนเอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเมตาคอกนิชัน การกำกับตนเองในการเรียนอยู่ในระดับปฏิบัติบ่อยครั้งขึ้นไป สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่ตั้งไว้

คำสำคัญ : กระบวนการเมตาคอกนิชัน, ความสามารถในการแก้ปัญหา, การกำกับตนเอง, การจัดการการเรียนรู้

คำนำ

ปัจจุบัน คณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากช่วยส่งเสริมให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล มีระบบระเบียบ และมีแบบแผนที่ชัดเจน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน อีกทั้งยังช่วยให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง รวมถึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งถือเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียม กับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้า

วารสารจะระบุชื่อผู้แต่งในการอ้างอิงครั้งแรก (เฉพาะภาษาไทย)*

การศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2566 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) อย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ กระทรวงศึกษาธิการ (Ministry of Education, 2017) ผลการทดสอบทางระดับประเทศ เท่ากับ 19.96 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (Sanational Institute of Educational Testing, 2023) ปัจจุบันหลักสูตรใหม่อย่างหลักสูตรฐานสมรรถนะให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาและการกำกับตนเอง โดยระบุไว้ในสมรรถนะหลักทั้ง 6 ด้าน ซึ่งด้านที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สมรรถนะการจัดการตนเอง ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการกำกับตนเองสำหรับการเรียนรู้และการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน และสมรรถนะการคิดขั้นสูง ที่เน้นการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (Office of the Education Council, 2019) ผลการทดสอบนี้สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนจำนวนมากประสบปัญหาเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเนื่องจากการทดสอบระดับชาติอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าควรได้รับการปรับปรุง ในการคิด การแก้ปัญหา การกำกับตนเองของนักเรียนมีระดับสูงขึ้น

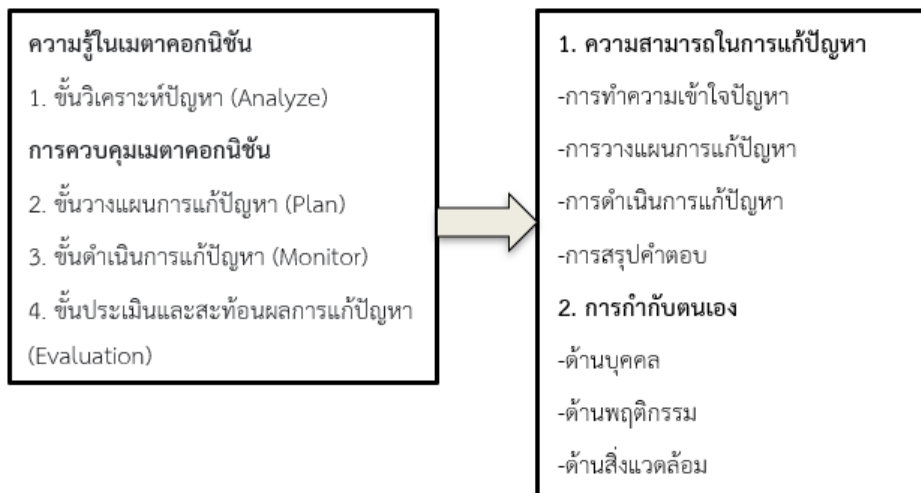
จากการศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอนุกุลนารี พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนตั้งไว้ โดยเฉพาะในเรื่องลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ซึ่งเนื้อหาในเรื่องนี้จะนำไปใช้ในระดับที่สูงขึ้น เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่อาจสับสนระหว่างลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต หรือไม่เข้าใจความหมายทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิตไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องซึ่งสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการกำกับตนเอง การควบคุมความคิดและระดับความคิดการวางแผน การสรุปผล ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในชีวิตประจำวัน โรงเรียนอนุกุลนารี (Anukoolnaree School, 2023) สอดคล้องกับแนวคิดของนิวัฒน์ สาระขันธ์ (Sarakan, 2021) ที่กล่าวว่าการศึกษาที่มุ่งเน้นการฝึกทักษะการคิดให้แก่ผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญที่ควรดำเนินการควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะอื่น ๆ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ การคิดเชิงคณิตศาสตร์ถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในบริบทของการเรียนในห้องเรียนและชีวิตประจำวัน ดังนั้น จึงควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และคิดอย่างมีเหตุผล รวมถึงสามารถนำความรู้ที่ไปประยุกต์ใช้ได้ โดยควรตั้งคำถามที่กระตุ้นความคิดของผู้เรียนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ การสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพให้ผู้เรียนคิด

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่วนมากไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อให้เกิดระบบข้อมูลที่เอื้อต่อการคิดในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและมีการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมให้ผู้เรียนสะท้อนคิดและแก้ปัญหามาส่งเสริมให้เกิดความคิดรวบยอดและเติมเต็มความคิดให้กับผู้เรียนซึ่งตรงกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบันที่เน้นกระตุ้นการคิดและแก้ปัญหาที่หลากหลายมีความเข้าใจในสิ่งที่เรียนและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดและนำไปสู่การแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน นิวัฒน์ สาระขันธ์ (Sarakan, 2021) และมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของนักวิจัยพบว่ากระบวนการเมตาคognition ที่มุ่งเน้นการควบคุมตนเอง (Self-regulation) และการติดตามตนเอง (Self-monitoring) อย่างเป็นระบบและเชื่อมโยงกันสามารถช่วยให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจ และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การ

เน้นกระบวนการเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการตรวจสอบความเข้าใจของตนเองและสามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Yazgan-Sağ & Argün, 2024) แนวทางที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการเมตาคอกนิชันมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะการส่งเสริมการตระหนักรู้ถึงกระบวนการคิด (Metacognitive Awareness) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการวางแผน ติดตาม และประเมินความก้าวหน้าของตนเอง กระบวนการนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถปรับกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเมื่อเผชิญกับอุปสรรคหรือลักษณะของโจทย์ที่ซับซ้อน (Rulli, Bruni, Domenico, & Mammarella, 2024)

ผู้วิจัยจึงทำการวิจัยเรื่องความสามารถในการแก้ปัญหาและการกำกับตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเมตาคอกนิชัน เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการคิด การวางแผน การแก้ปัญหา การกำกับตนเอง ส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเมตาคอกนิชันระหว่างก่อนและหลังการเรียนรู้
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการกำกับตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเมตาคอกนิชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 80

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเมตาคอกนิชัน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ความสามารถในการกำกับตนเอง เรื่องลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภายหลังการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเมตาคอกนิชันในการวัดแต่ละครั้งแตกต่างกัน มีการปฏิบัติเกี่ยวกับการกำกับตนเองในการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80

ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Designs) ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (Saiyos & Saiyos, 1995) ผู้วิจัยกำหนดวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 1 แบบแผน One-Group Posttest-Only Design

| Group (กลุ่ม) | Posttest (ก่อนเรียน) | Treatment (การทดสอบ) | Posttest (หลังเรียน) |
|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | T ₁ | X | T ₂ |

เมื่อ

- 1 แทน กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย
- X แทน กระบวนการเรียนรู้เมตาคอกนิชัน
- T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง
- T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนอนุกุลนารี อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวน 216 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนอนุกุลนารี อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนในคาบ จำนวน 120 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) ดังนี้

- ห้อง 1 จำนวน 40 คน สุ่มอย่างง่ายมา 22 คน
- ห้อง 2 จำนวน 45 คน สุ่มอย่างง่ายมา 24 คน
- ห้อง 3 จำนวน 46 คน สุ่มอย่างง่ายมา 25 คน
- ห้อง 4 จำนวน 42 คน สุ่มอย่างง่ายมา 24 คน
- ห้อง 5 จำนวน 43 คน สุ่มอย่างง่ายมา 25 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการเมตาคอกนิชันในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 6 คาบ ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ (\bar{X} = 4.24, $S.D.$ = 0.77) อยู่ในระดับเหมาะสมมาก

2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต จำนวน 30 ข้อ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อจำนวน 1 ฉบับ ประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามวัตถุประสงค์ (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.25-0.71 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.25-0.58 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

3. แบบประเมินการกำกับตนเอง เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดค่าคะแนนเป็น ปฏิบัติประจำ ปฏิบัติบ่อยครั้ง ปฏิบัติบางครั้ง ปฏิบัติน้อยมาก จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชีวิตการกำกับตนเอง (IOC) เท่ากับ 1.00

ตารางที่ 2 เกณฑ์การแปลความหมายของแบบวัดการกำกับตนเอง

| ช่วงของคะแนนเฉลี่ยรวม | ระดับการกำกับตนเอง |
|-----------------------|--------------------|
| 3.51 - 4.00 | ปฏิบัติประจำ |
| 2.51 - 3.50 | ปฏิบัติบ่อยครั้ง |
| 1.51 - 2.50 | ปฏิบัติบางครั้ง |
| 1.00 - 1.50 | ปฏิบัติน้อยมาก |

4. แบบสัมภาษณ์ปลายเปิด ความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต แบบสัมภาษณ์ปลายเปิดนี้จัดทำขึ้นเพื่อวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยเฉพาะในหัวข้อ ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ การวิเคราะห์ และการสรุปอย่างมีเหตุผล คำถามในแบบสัมภาษณ์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงกระบวนการคิด การอธิบายเหตุผล และการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา มากกว่าคำตอบสุดท้ายเพียงอย่างเดียว เพื่อสะท้อนถึงระดับความเข้าใจเชิงลึกและทักษะการแก้ปัญหามาจริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. อธิบายและชี้แจงแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้เมตาคอกนิชัน เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่องลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต จำนวน 30 ข้อ 50 นาที

3. ดำเนินการสอนโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้เมตาคอกนิชัน เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งหมด 6 คาบ คาบละ 50 นาที ภาคเรียนที่ 1 เทอมการศึกษา 2567

4. ให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถการกำกับตนเอง โดยทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเมตาคอกนิชัน จำนวน 30 ข้อ 50 นาที เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80

5. เมื่อดำเนินการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยทดสอบหลังเรียน เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ โดยใช้เวลา 50 นาที

6. นำผลการทดสอบหลังเรียน เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต มาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการเรียนรู้

7. ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนเรื่องความสามารถในการแก้ปัญหา ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต นักเรียนระดับ เก่ง กลาง อ่อน ด้วยคำถามปลายเปิด

8. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อทำการสรุปและอภิปรายผล

วิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเมตาคอกนิชัน โดยใช้สถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และค่าสถิติทดสอบที (t-test dependent)

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบการกำกับตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเมตาคอกนิชัน กับเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเมตาคอกนิชัน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการเมตาคอกนิชัน

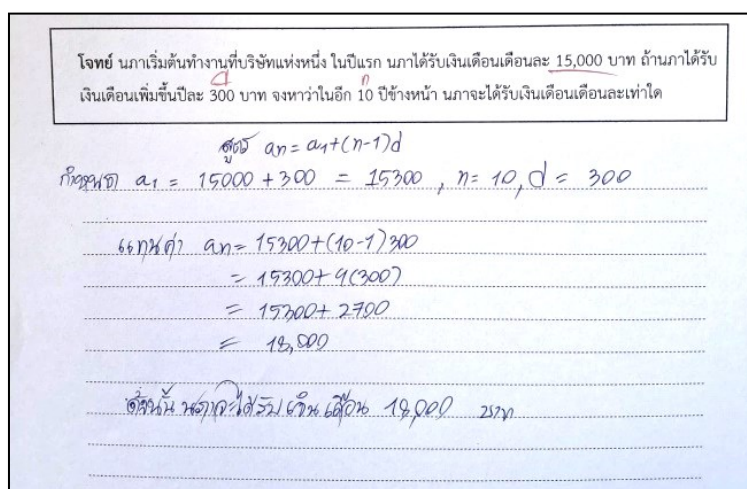
| ความสามารถในการแก้ปัญหา | n | คะแนนเต็ม | ก่อนเรียน | | | หลังเรียน | | | t | sig |
|-------------------------|-----|-----------|-----------|------|--------|-----------|------|--------|---------|------|
| | | | \bar{x} | S.D. | ร้อยละ | \bar{x} | S.D. | ร้อยละ | | |
| 1. การทำความเข้าใจปัญหา | 120 | 8 | 2.67 | 0.74 | 33.37 | 6.92 | 0.77 | 86.50 | 47.34** | 0.00 |
| 2. การวางแผนการแก้ปัญหา | 120 | 7 | 2.54 | 0.63 | 36.28 | 5.93 | 0.72 | 84.71 | 37.80** | 0.00 |
| 3. การดำเนินการแก้ปัญหา | 120 | 8 | 2.64 | 0.67 | 33.00 | 6.61 | 0.70 | 82.62 | 45.22** | 0.00 |

| | | | | | | | | | | |
|------------|------------|-----------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|----------------|-------------|
| 4. การสรุป | | | | | | | | | | |
| คำตอบ | 120 | 7 | 2.56 | 0.60 | 36.57 | 5.61 | 0.63 | 80.14 | 40.23** | 0.00 |
| รวม | 120 | 30 | 10.41 | 0.66 | 34.7 | 25.07 | 0.71 | 83.56 | 42.64** | 0.00 |

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 3 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุกุลนารี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา เรียงจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ดังนี้ ลำดับที่ 1 คือ ด้านการทำความเข้าใจในปัญหา ($\bar{X} = 6.92, S.D.= 0.77$) ลำดับที่ 2 คือ ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา ($\bar{X} = 5.93, S.D.= 0.72$) ลำดับที่ 3 คือ ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา ($\bar{X} = 6.61, S.D.= 0.70$) ลำดับที่ 4 คือ ด้านการสรุปคำตอบ ($\bar{X} = 5.61, S.D.= 0.63$) ตามลำดับ

ตัวอย่างแสดงความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องลำดับเลขคณิต และลำดับเรขาคณิต แสดงดังภาพที่ 1 และ 2 ดังนี้



ภาพที่ 2 การแก้ปัญหาลำดับเลขคณิต

หลังจากการสัมภาษณ์ นักเรียนแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาลำดับเลขคณิตได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจในเนื้อหาและการนำกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ นักเรียนยังสามารถอธิบายวิธีการคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหามีเหตุผลและเป็นระบบ ดังบทสนทนา

ครู : โจทย์กำหนดอะไรมาบ้าง

นักเรียน : นายได้รับเงินเดือนในปีแรก 15,000 บาท, เงินเดือนเพิ่มขึ้นปีละ 300 บาท

ครู : ต้องการหาค่าเงินเดือนในปีที่เท่าไร

นักเรียน : โจทย์ระบุว่าให้หาค่าเงินเดือนในปีที่ 10

ครู : ควรใช้หลักการทางคณิตศาสตร์แบบใด

นักเรียน : เป็นลำดับเลขคณิต เพราะเงินเดือนเพิ่มขึ้นในอัตราคงที่ทุกปี สูตรลำดับเลขคณิตคือ $a_n = a_1 + (n-1)d$

a_1 คือค่าเริ่มต้น (เงินเดือนปีแรก), d คือผลต่างร่วม (เงินเดือนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี), n คือตำแหน่งหรือปีที่

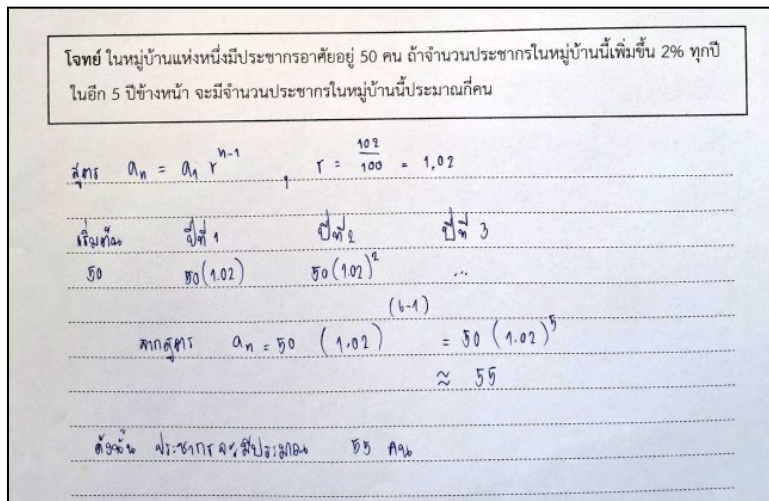
ต้องการหา

ครู : ข้อมูลที่ใช้แทนค่าสูตรมีอะไรบ้าง

นักเรียน : ค่าเริ่มต้น $a_1=15,000$, ผลต่างร่วม $d=300$, ปีที่ต้องการหา $n=10$

ครู : คำตอบที่ได้คืออะไร

นักเรียน : เงินเดือนในปีที่ 10 เท่ากับ 18,000 บาท



ภาพที่ 3 การแก้ปัญหาลำดับเรขาคณิต

หลังจากการสัมภาษณ์ นักเรียนแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาลำดับเรขาคณิตได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งสะท้อนถึงความเข้าใจแนวคิดเชิงลึกและการประยุกต์ใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ นักเรียนยังสามารถอธิบายแนวทางและขั้นตอนการแก้ปัญหอย่างเป็นลำดับขั้นและชัดเจน ดัง บทสนทนา

ครู : โจทย์ต้องการหาสิ่งใด

นักเรียน : โจทย์ต้องการหาจำนวนประชากรในอีก 5 ปีข้างหน้า โดยมีเงื่อนไขว่าประชากรเพิ่มขึ้น 2% ต่อปี

ครู : ข้อมูลเริ่มต้นมีอะไรบ้าง

นักเรียน : ประชากรเริ่มต้น: 50 คน และอัตราการเพิ่มขึ้นต่อปี: 2% (แปลงเป็นเลขทศนิยมคือ 1.02)

ครู : สูตรคำนวณที่ใช้คืออะไร

นักเรียน : สูตรการเพิ่มขึ้นแบบเรขาคณิตคือ $a_n = a_1 \cdot r^{n-1}$ โดย a_1 คือจำนวนเริ่มต้น, r คืออัตราการเพิ่ม n คือจำนวนปี

ครู : ต้องการหาจำนวนปีที่ต้องนำไปคำนวณเท่าไร

นักเรียน : ต้องการหาจำนวนประชากรใน "อีก 5 ปี" ดังนั้น $n = 5$

ครู : วิธีการคำนวณจะอย่างไร

นักเรียน : แทนค่าในสูตร $a_n = 50 \cdot (1.02)^5$

ครู : ผลลัพธ์สุดท้ายมีความหมายอย่างไร

นักเรียน : ประชากรจะเพิ่มขึ้นจาก 50 คนเป็นประมาณ 55 คนในอีก 5 ปีข้างหน้า

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเมตาคอกนิชันมีพัฒนาการด้านความสามารถในการกำกับตนเองในระดับที่น่าพึงพอใจ โดยมีคะแนนเฉลี่ยรวมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งบ่งชี้ว่านักเรียนสามารถวางแผน ติดตาม และประเมินพฤติกรรมการเรียนของตนเองได้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการจัดการสภาพแวดล้อมการเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การพัฒนาในด้านพฤติกรรมและด้านบุคคลก็อยู่ในระดับที่ดีเช่นกัน แสดงให้เห็นถึงผลเชิงบวกของกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการคิดเกี่ยวกับความคิด (metacognition) ต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในภาพรวม

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์การกำกับตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเมตาคอกนิชันกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ระดับการกำกับตนเอง ด้วยกระบวนการเมตาคอกนิชัน

| รายการประเมิน | | | | | |
|-----------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-------------------------|
| การกำกับตนเอง | \bar{X} | <i>S.D.</i> | ร้อยละ | t | ระดับการกำกับตนเอง |
| ด้านบุคคล | 3.23 | 0.332 | 80.75 | 35.0** | ปฏิบัติบ่อยครั้ง |
| ด้านพฤติกรรม | 3.43 | 0.117 | 85.75 | 77.3** | ปฏิบัติบ่อยครั้ง |
| ด้านสิ่งแวดล้อม | 3.55 | 0.128 | 88.75 | 87.8** | ปฏิบัติเป็นประจำ |
| สรุปผล | 3.38 | 0.272 | 84.50 | 68.1** | ปฏิบัติบ่อยครั้ง |

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4 พบว่าผลการศึกษารายการกำกับตนเอง ในภาพรวม มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.38 และ 0.272 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีระดับการกำกับตนเองอยู่ในระดับการปฏิบัติบ่อยครั้ง (ร้อยละ 84.50) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาการกำกับตนเองเป็นรายด้านพบว่า ด้านสิ่งแวดล้อม มีระดับการกำกับตนเองสูงสุด ($\bar{X} = 3.55, S.D. = 0.128$) รองลงมาคือด้านพฤติกรรม ($\bar{X} = 3.43, S.D. = 0.117$) และด้านบุคคล ($\bar{X} = 3.23, S.D. = 0.332$) ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการกำกับตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเมตาคอกนิชัน ที่ผู้วิจัยได้มีการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการกำกับตนเองอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 8 คาบ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่าเมื่อนักเรียนได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทำให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยเมตาคอกนิชันของผู้วิจัยประกอบด้วย 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา ชั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา ชั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ชั้นที่ 4 ประเมินและสะท้อนผล ทั้ง 4 ชั้นนี้ ผู้เรียน

มีกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้ของผู้เรียน ประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้ภาระงานที่สะสมเป็นความรู้นำไปเชื่อมโยงไปใช้ในการวางแผนเลือกวิธีการ วางแผนขั้นตอน ทบทวนเป้าหมาย นำไปสู่การดำเนินการ ประเมินและสะท้อนผลการคิดของตนที่ได้รับเป็นเวลา 8 คาบ จึงเพียงพอต่อการสะสมความรู้และประสบการณ์เดิมไปใช้ในการแก้ปัญหาได้มากกว่าก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังเห็นได้จากงานวิจัยของ สลิธดา ลิ้มเจริญ (Limcharoen, 2017) ที่ได้จัด กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับการ ฝึกฝนอย่างเป็นประจำ จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง และการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบจากกิจกรรมกลุ่ม ร่วมทั้งการฝึกการวางแผน กำกับควบคุม และประเมินความคิดของตนเองอยู่เสมอ จะทำให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม สามารถแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ดังเป็นที่ อนุพงศ์ สิงห์อำพนัดดา สังข์ศรีแก้ว และ ภูชิต ภูขำนิ (Singam, Sangsrikaew & Phchumni, 2024) และ ฐุพทอง กว่างสวัสดิ์ (Kwangsawad, 2011) กล่าวว่าความสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชันที่เน้นการคิดขั้นสูง สามารถควบคุมการคิด ตรวจสอบและประเมินการเรียนรู้ของตนได้ ส่งผลเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การกำกับตนเอง เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเมตาคอกนิชัน มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.38 และ 0.272 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการกำกับตนเอง ระดับการปฏิบัติบ่อยครั้ง (ร้อยละ 84.50) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาการกำกับตนเองเป็นรายด้านพบว่า ด้านสิ่งแวดล้อม มีระดับการกำกับตนเองสูงที่สุด ($\bar{X} = 3.55$, $S.D. = 0.128$) รองลงมาคือด้านพฤติกรรม ($\bar{X} = 3.43$, $S.D. = 0.117$) และด้านบุคคล ($\bar{X} = 3.23$, $S.D. = 0.332$) ตามลำดับ ซึ่งจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับเก่ง และมีการกำกับตนเองในอยู่ในระดับปฏิบัติบ่อยครั้ง พบว่า นักเรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รู้วิธีการกำกับควบคุมตนเอง รู้จุดเด่นด้วยตัวของตัวเอง มีความรู้สึกท้าทายเมื่อเจอสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อน ก็จะสามารถและหาผลลัพธ์ได้ นักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลางและการกำกับตนเองอยู่ในระดับปฏิบัติบางครั้ง และนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับอ่อนและมีการกำกับตนเองอยู่ในระดับไม่เคยปฏิบัติเลย ซึ่งจากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนขาดความมั่นใจในตนเอง ขาดการควบคุมพฤติกรรมของตนเอง ขาดความเชื่อมั่นจากตนเอง ไม่ชอบการคิดคำนวณที่ซับซ้อน ต้องการคำปรึกษาจากครูหรือเพื่อนอยู่ตลอดเวลา และไม่สามารถอธิบายผลลัพธ์ได้ หลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเมตาคอกนิชัน นักเรียนมีความรับผิดชอบ ความกระตือรือร้น ความตั้งใจ ให้ความร่วมมือ การกำกับควบคุมพฤติกรรมของตนเอง รู้จุดเด่นและจุดด้อยของตัวเอง มีความรู้สึกท้าทายเมื่อเจอสิ่งที่ยุ่งยาก ซับซ้อนสามารถและหาผลลัพธ์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ (Zimmerman, 1989) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำกับตนเองในการเรียน ว่าเป็นพื้นฐานของการกำกับตนเองในการเรียนมีด้วยกัน 3 ด้าน คือ ด้านบุคคล ด้านพฤติกรรม และด้านสิ่งแวดล้อม โดย ปัจจัยทั้ง 3 จะส่งผลซึ่งกันและกัน และ Zimmerman ยังได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่ได้มีการนำขั้นตอนกลวิธี ได้แก่ การประเมินตนเอง การจัดรูปแบบและเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนรู้ การ ตั้งเป้าหมายและวางแผน การ ค้นหาข้อมูล การจัดบันทึก การเตือนตนเอง การจัดสภาพแวดล้อม โดยมีการรู้คิด มีแรงจูงใจที่จะกระทำด้วยตนเอง และยิ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Pintrich, 1995) คุณลักษณะการกำกับตนเองในการเรียน

(Characteristics of self-regulated learning) กล่าวว่า การกำกับตนเองในการเรียน เป็นความพยายามของผู้เรียนที่จะควบคุม พฤติกรรม แรงจูงใจ อารมณ์ความรู้สึกของตนเอง โดยนักเรียนสามารถเตือนตนเองในด้าน พฤติกรรม แรงจูงใจ ความคิดและดำเนินการกำกับและคุณลักษณะเหล่านี้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ต้องมี เป้าหมายที่นักเรียนพยายามจะบรรลุผล เป้าหมายที่ตั้งขึ้น จะเป็นมาตรฐานที่นักเรียนสามารถเตือนตนเองและ พิจารณาตัดสินการกระทำของตนแล้วดำเนินการปรับให้เหมาะสม คุณลักษณะที่สำคัญประการสุดท้าย คือตัว นักเรียนเอง นักเรียนต้องเป็นผู้ควบคุมพฤติกรรมของตนเองไม่ใช่ถูกควบคุมโดยพ่อแม่หรือครู สรุปแล้วการ กำกับตนเองในการเรียน (self-regulated learning) จะเกี่ยวข้องกับการกระทำ การกำหนดเป้าหมายการ กำกับควบคุมตนเองทั้งด้านพฤติกรรมแรงจูงใจและความคิดของตนเองด้วยตัวนักเรียนเอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

1. ครูควรเริ่มด้วยการอธิบายการจัดการเรียนรู้แบบนำกระบวนการเมตาคอกนิชันมาใช้ในการสอน วิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะหัวข้อที่มีความเป็นระบบ เช่น ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต ซึ่งช่วยให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ ตระหนักถึงวิธีการเรียนรู้ของตนเอง และสามารถประเมินความเข้าใจได้ดีขึ้น และสร้าง กิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดย้อนกลับถึงวิธีการแก้ปัญหา เช่น การให้เขียนบันทึกการแก้โจทย์และวิเคราะห์ จุดแข็ง-จุดอ่อนของตนเองในการคิดคำนวณ

2. ครูควรฝึกทักษะการคิดเชิงระบบ (Systematic Thinking) และการกำกับตนเอง (Self-Regulation) ผ่านการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมที่ออกแบบให้ต้องไตร่ตรองและวางแผนการแก้ปัญหา

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรสร้างแผนการเรียนรู้ที่สนับสนุนการคิดแบบเมตาคอกนิชัน เช่น ซีทแบบฝึกหัดที่มีคำถาม สะท้อนคิด (เช่น “คุณใช้วิธีไหนในการแก้ปัญหานี้?” หรือ “ทำไมวิธีนี้จึงเหมาะสม?”)

2. ควรทดลองใช้กระบวนการนี้กับนักเรียนที่มีระดับความสามารถต่างกัน (เก่ง, ปานกลาง, อ่อน) เพื่อ วิเคราะห์ว่ากลุ่มไหนได้ประโยชน์สูงสุดจากกระบวนการนี้ และปรับรูปแบบการสอนให้เหมาะสม

3. ควรมีการติดตามผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการกำกับตนเองในระยะยาว เพื่อตรวจสอบว่าทักษะที่พัฒนาแล้วสามารถคงอยู่ได้หรือไม่

References

- Anukoolnaree School. (2023). *Report on the study of the learning management conditions in mathematics for Grade 12 students, academic year 2023*. Anukoolnaree School.
- Kwangsawad, T. (2011). *Teaching critical thinking*. Bangkok: Khaofang. (In Thai)
- Limcharoen, S. (2017). *The effects of organizing mathematics learning activities by using metacognition in problem solving on mathematical problem solving ability and mathematics achievement of Mathayomsuksa 4 students*. Retrieved July 11, 2017, from

- <https://buuir.buu.ac.th/xmlui/bitstream/handle/1234567890/6889/Fulltext.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (In Thai)
- Ministry of Education. (2017). *Indicators and core learning content for the mathematics learning group*. Bangkok: Agricultural Cooperative Printing Demonstrations of Thai Co., Ltd. (In Thai)
- Office of the Education Council. (2019). *Understanding competencies made easy: For the general public. Understanding competency-based curriculum made easy: For teachers, administrators, and educational personnel*. Nonthaburi: Century. (In Thai)
- Pintrich, P. R. (1995). Understanding self-regulation learning. In *New directions for teaching and learning* (Vol. 63, pp. 3–12). Jossey-Bass Publishers.
- Rulli, M., Bruni, E., Domenico, A. D., & Mammarella, N. (2024). Educating preschoolers environmental to actions: A metacognition-based approach. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 10(3), 179–189.
- Saiyos, L., & Saiyos, A. (1995). *Techniques in educational research*. Bangkok: Suwiryasan. (In Thai)
- Sanational Institute of Educational Testing. (2023). *Title of the document or report in italics*. National Institute of Educational Testing Service (NIETS). (In Thai)
- Sarakhan, N. (2021). How to teach the students to arise mathematical skills and processes. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 6(4), 202–218. Retrieved from <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JRKSA/article/view/247700> (In Thai)
- Singam, A., Sangsrikaew, P., & Phchumni, P. (2024). Ability of analytical thinking critically and self-efficacy in mathematics on basic statistics in high school Grade 12 by using the 5Es process and metacognition concept. *Kalasin University Journal of Humanities Social Sciences and Innovation*, 3(2), 48–59. <https://doi.org/10.14456/hsi.2024.17> (In Thai)
- Yazgan-Saç, G., & Argün, Z. (2024). Self-control and self-monitoring behaviour of gifted learners in the mathematical problem-solving process: A case study. *South African Journal of Education*, 44(1), 1–19. <https://doi.org/10.15700/saje.v44n1a2279>
- Zimmerman, B. J. (1989). A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 81(3), 329–339. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Barry-Zimmerman-2/publication/232534584_A_Social_Cognitive_View_of_Self-Regulated_Academic_Learning