



Effects of Using Open Approach on Mathematical Problem-Solving Ability of Arithmetic Series of 11th Grade Students

Phiraya Khumkhong¹, Songchai Ugsornkid² and Tongta Somchaipeng³

¹Graduate students, Mathematics Education, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

^{2,3}Mathematics Education, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

¹E-mail: phiraya.kh@ku.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-8253-3661>

E-mail: feduscu@ku.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-2520-8638>

E-mail: fedutts@ku.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-4630-2009>

Received 21/05/2024

Revised 23/05/2024

Accepted 15/07/2024

Abstract

Background and Aims: Mathematical problem-solving ability is an important skill for learning mathematics. The students should always develop and practice their ability to solve mathematical problems. Designing learning management using Open approach methods in the mathematics classroom makes students discover situations or problems that cause students to think analytically synthesize and understand the problems to arrive at answers from a variety of solutions. The answers may not be the only answer. Therefore, this research aims to study the mathematical problem-solving ability regarding arithmetic series of 11th-grade students by organizing learning using an open approach method

Methodology: The target group used in this research is 11th-grade students, semester 2, academic year 2023, Wisetchaichan Tantiwitthayapoom School, Ang Thong Province, totaling 36 students which is obtained through specific selection, were organized by learning using the open approach methods. The research tools consisted of; (1) the lesson plan using an open approach method on the topic of arithmetic series, and (2) a mathematical problem-solving ability test on the topic of arithmetic series. Quantitative data analysis uses a calculation of the arithmetic mean, percentage, and mode from the test results. Qualitative data analysis was used to analyze traces of student problem-solving from recording data in activity sheets and tests using content analysis according to the mathematical problem-solving framework.

Results: It was found that; (1) the majority of students, 44.44 percent, had a very good level of mathematical problem-solving ability. (2) Most students can choose the correct formula, define variables to lead to finding the answer, provide reasonable reasons to find answers and proceed to find answers correctly.





Conclusion: Target group students who are taught using open approach methods have a mathematical problem-solving ability at a very good level. This is because the open approach method emphasizes allowing students to create knowledge and practice until learning on their own. It stimulates students to find solutions to mathematical problems and provides opportunities for students to learn according to their potential in response to the abilities that differ between individuals by relying on the help of teachers who provide advice, guidance, and support for students to manage themselves.

Keywords: Problem-solving Ability in Mathematics; Open Approach; Arithmetic Series



ผลของการใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

พิรยา คุ่มคง¹, ทรงชัย อักษรคิด² และ ต้องตา สมใจเพ็ง³

¹นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

^{2,3}การสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

ภูมิหลังและวัตถุประสงค์: ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะที่สำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนควรได้รับการพัฒนาฝึกฝนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่เสมอ การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเข้ามาช่วยในห้องเรียนคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้ค้นพบกับสถานการณ์หรือปัญหาที่ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบจากการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลาย คำตอบที่ได้อาจจะไม่ใช่คำตอบเดียว การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

ระเบียบวิธีการวิจัย: กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนพิเศษไชยชาญ “ตันติวิทยานุกูล” จังหวัดอ่างทอง จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง อนุกรมเลขคณิต และ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณใช้การคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ร้อยละ ฐานนิยม จากผลการทำแบบทดสอบ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์ร่องรอยการแก้ปัญหาของนักเรียนจากการบันทึกข้อมูลในใบกิจกรรมและแบบทดสอบโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาตามกรอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัย: พบว่า (1) นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 44.44 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก (2) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกใช้สูตรได้อย่างถูกต้อง สามารถกำหนดตัวแปรเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ สามารถให้เหตุผลที่มีความสมเหตุสมผลสู่การหาคำตอบ และสามารถดำเนินการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

สรุปผล: นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก เนื่องจากวิธีการแบบเปิดเน้นให้นักเรียนได้คิดค้นความรู้และลงมือปฏิบัติจนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามศักยภาพเพื่อตอบสนองความสามารถที่แตกต่างกันระหว่างบุคคล โดยอาศัยการช่วยเหลือของครูผู้สอนที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีการบริหารจัดการตนเอง

คำสำคัญ : ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์; วิธีการแบบเปิด; อนุกรมเลขคณิต

บทนำ

จากสภาพห้องเรียนในยุคปัจจุบันพบว่าการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเร่งพัฒนาคนในประเทศให้เกิดการเรียนรู้ที่สามารถปรับให้ตนเองทันต่อการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ ดังนั้นประเทศไทยจึงได้มีพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มาตรา 22 ที่ระบุว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีแนวคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนากระบวนการคิด ทำให้มนุษย์เกิดความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างละเอียดรอบคอบ ช่วยให้เกิดการวางแผนและตัดสินใจแก้ปัญหา อีกทั้งกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ยังมีความสำคัญในการพัฒนาให้มีแนวคิดที่หลากหลาย มีทักษะพื้นฐานติดตัวไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญที่จะทำให้เกิดความสำเร็จเกี่ยวกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นวิธีการสอนหนึ่งที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบกับปัญหาหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และทำความเข้าใจกับปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ จากการแก้ปัญหาที่หลากหลาย คำตอบที่ได้อาจไม่ใช่คำตอบเดียว เพราะวิธีการแบบเปิดเป็นการสอนที่ครูไม่ได้จำกัดวิธีคิดของนักเรียน แต่ครูจะทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดหรือเหตุผลในการได้มาของคำตอบ เป็นวิธีการสอนที่นักเรียนต้องหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตัวนักเรียนเอง มีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในการวิจัยนี้แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) นักเรียนแก้ปัญหาเปรียบเทียบและอภิปราย 3) ครูและนักเรียนเปรียบเทียบและอภิปราย และ 4) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป จุดเด่นของวิธีการแบบเปิด คือ สามารถดึงเอากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของตัวนักเรียนออกมาได้มาก และสามารถนำไปสู่การค้นพบสูตร กฎ และหลักการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557)

ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าเนื้อหาเรื่อง อนุกรมเลขคณิต เป็นบทเรียนหนึ่งที่ใช้ฝึกฝนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ ในหนังสือเรียนโดยทั่วไปมักให้นักเรียนได้เรียนรู้และค้นพบสูตรอนุกรมเลขคณิตก่อนแล้วจึงไปทำโจทย์ประยุกต์ในตอนท้ายของเนื้อหา แต่สำหรับงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการแบบเปิดโดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับอนุกรมเลขคณิต โดยนักเรียนจะได้ค้นพบสูตรไปพร้อมกับการแก้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดนั้น ผู้วิจัยเชื่อว่าการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดจะสามารถช่วยให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการนำไปใช้ และส่งเสริมการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้ดีกว่า

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจแนวคิดการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดมาใช้ในการออกแบบ วางแผนในการจัดการเรียนรู้ เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง อนุกรมเลขคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากเป็นวิธีสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดการคิด การ

ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างหลากหลาย ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

การทบทวนวรรณกรรม

วิธีการแบบเปิด (Open Approach)

วิธีการแบบเปิด หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนใช้โจทย์สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดในการขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาชนิดที่มีคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้คิดค้นความรู้และลงมือปฏิบัติจนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาแนวทางแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามศักยภาพเพื่อตอบสนองความสามารถที่แตกต่างระหว่างบุคคล โดยอาศัยการช่วยเหลือของครูผู้สอนที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนสนับสนุนให้นักเรียนได้มีการบริหารจัดการตนเอง (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2558)

นักการศึกษา (Takahashi, 2021) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ (1) ขั้นนำ (Introduction) (2) ขั้นตั้งปัญหา (Posing the problem) (3) ขั้นนักเรียนแก้ปัญหาและครูตอบสนอง (Student problem-solving/anticipated student responses) (4) ขั้นเปรียบเทียบและอภิปราย (Comparison and Discussion) (5) ขั้นสรุปและเรียบเรียง (Summarizing)

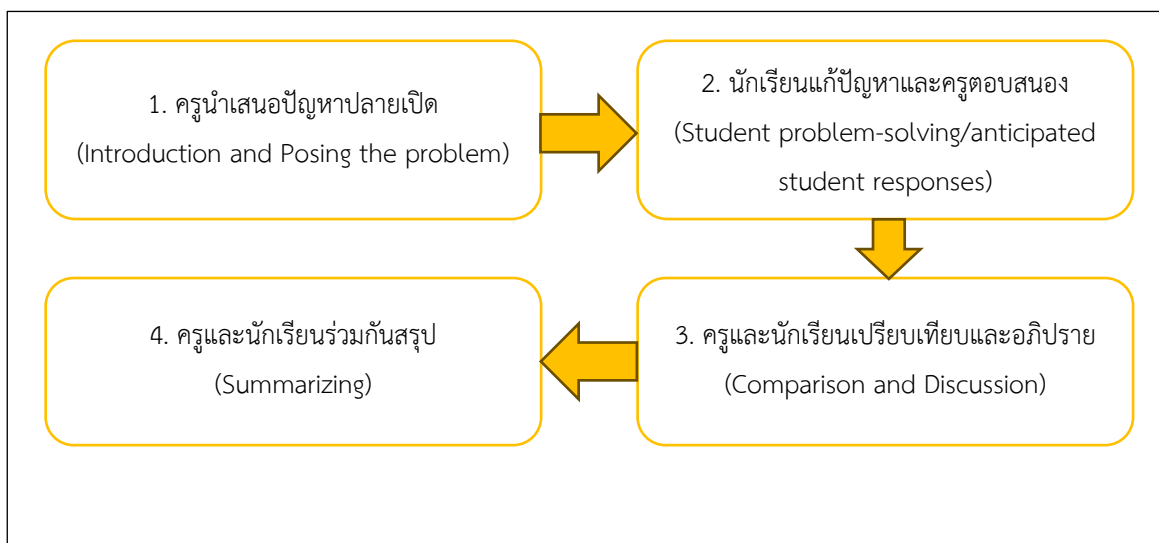
สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเป็น 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Takahashi โดยรวมขั้นตอนที่ 1 และ 2 เป็นขั้นตอนเดียวกัน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนท้าทาย กระตุ้นเร้า และนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้นักเรียน

ขั้นที่ 2 นักเรียนแก้ปัญหาและครูตอบสนอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องหาวิธีการที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละคนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันตามความสามารถของแต่ละคน

ขั้นที่ 3 ครูและนักเรียนเปรียบเทียบและอภิปราย เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายในกลุ่มย่อยถึงแนวทางในการแก้ปัญหาที่มีความเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ เมื่อมีการอภิปรายกลุ่มย่อยแล้วจะมีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหานั้นขึ้นเรียน เพื่อให้เพื่อนในห้องเรียนได้ทราบถึงแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้นมากที่สุด เป็นข้อสรุปแนวคิดร่วมกันของทุกคนในชั้นเรียน



ภาพที่ 1 รูปแบบ Open Approach

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง การหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหจะต้องใช้ความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาผสมผสานกับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหา เพื่อกำหนดวิธีการหาคำตอบของปัญหา

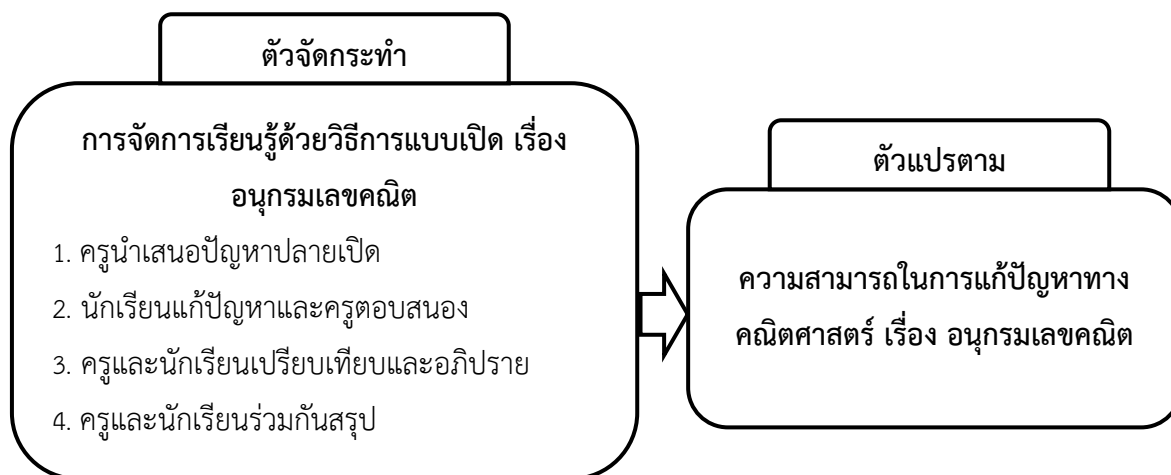
วัชรรา เล่าเรียนดี (2548) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง กระบวนการที่ต้องอาศัยความรู้ ความคิด การสังเกต ประสบการณ์เดิมที่มีความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างจากเดิม ใช้หลักการประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ เรียกว่า ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา ซึ่งต้องอาศัยทักษะการวิเคราะห์ สังเคราะห์ การคาดคะเนเหตุผล รวมทั้งทักษะการเข้าใจกับปัญหา คิดหาทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ทบทวนวิธีการแก้ปัญหาและประเมินผลแนวทางแก้ปัญหาให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

อัมพร ม้าคอง (2553) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาเป็นทั้งทักษะซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา และกระบวนการซึ่งเป็นวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผนโดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ

สำหรับงานวิจัยนี้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต หมายถึง กระบวนการทำงานเพื่อให้ได้มาเพื่อคำตอบของปัญหา ต้องอาศัยความรู้ ความคิด การสังเกต ประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคลที่มีความเข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต ซึ่งแนวทางในการแก้ปัญหาอาจเป็นไปได้หลายแนวทาง เพื่อกำหนดวิธีการในการได้มาของคำตอบ

กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรระหว่างตัวจัดกระทำ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง อนุกรมเลขคณิต ที่ส่งผลต่อตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต โดยกรอบแนวคิดแสดงดังภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยานุกูล" จังหวัดอ่างทอง จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

2. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

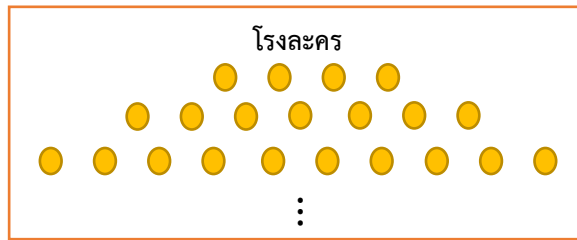
เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ มี 2 ชนิด ได้แก่

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง อนุกรมเลขคณิต มีจำนวน 5 แผน แผนละ 1 คาบ คาบละ 50 นาที โดยการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) นักเรียนแก้ปัญหาและครูตอบสนอง 3) ครูและนักเรียนเปรียบเทียบและอภิปราย 4) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป ทั้งนี้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีใบกิจกรรมเพื่อให้ให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม โดยเขียนแนวคิดในการแก้ปัญหาในขั้นตอนที่ 2

ตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เรื่อง อนุกรมเลขคณิต

สถานการณ์ปัญหาที่ 1

การจัดเก้าอี้ของโรงละครแห่งหนึ่ง มีรูปแบบการจัดเก้าอี้โดยกำหนดให้เก้าอี้แถวแรกมี 4 ตัว แถวที่สอง 7 ตัว แถวที่สาม 10 ตัว เช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ดังภาพ



คุณครูท่านหนึ่งต้องการจัดกิจกรรมสนทนากลุ่มให้นักเรียนจำนวน 120 คน ซึ่งจะต้องจัดเก้าอี้ตามจำนวนนักเรียนพอดี โดยมีเงื่อนไขในการจัดเก้าอี้ให้อยู่ในรูปของลำดับเลขคณิต ในลักษณะคล้ายกับการจัดเก้าอี้ของโรงละครข้างต้น ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการจัดเก้าอี้ดังกล่าวให้มีจำนวน 120 ตัว พร้อมทั้งตอบคำถามต่อไปนี้

1. ควรจัดเก้าอี้แถวแรกจำนวนกี่ตัว
2. ผลต่างร่วมของเก้าอี้แต่ละแถวมีค่าเท่าใด
3. จำนวนเก้าอี้แถวสุดท้ายจะมีจำนวนกี่ตัว
4. จัดเก้าอี้ได้ทั้งหมดกี่แถว

ตัวอย่างผลเฉลย จัดเก้าอี้ ดังนี้

วิธีที่ 1 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21

วิธีที่ 2 15, 25, 35, 45

วิธีที่ 3 20, 20, 20

วิธีที่ 4 60, 40, 20

วิธีที่ 5 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22

สถานการณ์ปัญหาที่ 2

เช้าวันหนึ่งหนูนิตไปจ่ายตลาดกับคุณแม่เพื่อซื้อผลไม้ แต่ก็ต้องสะดุดตาที่กองส้มที่มีการเรียงตัวกันเป็นชั้น ๆ ที่สวยงาม ดังภาพ หนูนิตอยากทราบว่าส้มทั้งสองกองนี้มีทั้งหมดกี่ผล



จากภาพด้านล่าง อยากทราบว่าส้มทั้งสองกองนี้มีทั้งหมดกี่ผล



ตัวอย่างผลเฉลย นับจากแต่ละชั้น มีลักษณะดังนี้

ชั้นที่ 1 มีส้มจำนวน $1 \times 4 = 4$ (ชั้นบนสุด)

ชั้นที่ 2 มีส้มจำนวน $2 \times 5 = 10$

ชั้นที่ 3 มีส้มจำนวน $3 \times 6 = 18$

ชั้นที่ 4 มีส้มจำนวน $4 \times 7 = 28$

ชั้นที่ 5 มีส้มจำนวน $5 \times 8 = 40$

ชั้นที่ 6 มีส้มจำนวน $6 \times 9 = 54$ (ชั้นล่างสุด)

สรุปได้ว่า

ส้มกองหนึ่งมีจำนวน $4 + 10 + 18 + 28 + 40 + 54 = 154$

ดังนั้นส้มทั้งสองกองมีทั้งหมด $2 \times 154 = 308$ ผล

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบอัตนัยแสดงวิธีคิดจำนวน 4 ข้อ คะแนนรวม 20 คะแนน มีโจทย์ปัญหาดังนี้

ข้อที่	โจทย์ปัญหา
1	เด็กหญิงปูเก็บเงินทุกเดือนเพื่อซื้อรถจักรยานยนต์เป็นเวลา 40 เดือน โดยเก็บเงินเดือนแรก 500 บาท เดือนที่สอง 550 บาท เดือนที่สาม 600 บาท และเดือนต่อ ๆ ไปเก็บเงินเพิ่มขึ้นจากเดือนก่อนหน้าอีก 50 บาท เด็กหญิงปูเก็บเงินได้ทั้งหมดกี่บาท
2	หุ่นยนต์ตัวหนึ่งเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรง โดย เวลาตั้งแต่ 0 วินาที ถึง 1 วินาที หุ่นยนต์นี้เคลื่อนที่ได้ระยะทาง 50 นิ้ว เวลาตั้งแต่ 1 วินาที ถึง 2 วินาที หุ่นยนต์นี้เคลื่อนที่ต่อไปได้ระยะทางอีก 48 นิ้ว เวลาตั้งแต่ 2 วินาที ถึง 3 วินาที หุ่นยนต์นี้เคลื่อนที่ต่อไปได้ระยะทางอีก 46 นิ้ว และหุ่นยนต์นี้เคลื่อนที่ในทำนองนี้ไปเรื่อย ๆ จนหยุดนิ่ง ระยะทางทั้งหมดของหุ่นยนต์นี้เคลื่อนที่ได้เท่ากับกี่นิ้ว
3	กำหนดให้อนุกรมเลขคณิตชุดหนึ่งมีผลบวก 11 พจน์แรกเท่ากับ 77 และผลต่างร่วมเท่ากับ 3 จงหาพจน์แรกและพจน์ที่ 11
4	กำหนดให้ x และ y เป็นจำนวนจริง ถ้าผลบวกของพจน์ทุกพจน์ของลำดับเลขคณิต 2, x , 10, ..., y เท่ากับ 288 แล้ว $x + y$ มีค่าเท่ากับเท่าใด

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบพร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) พบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.76 – 1.00 ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่สามารถนำไปใช้ได้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบเปิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต จำนวน 5 คาบ คาบละ 50 นาที และเก็บข้อมูลแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมที่ใช้สอนในแต่ละคาบ

3.2 หลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในคาบสุดท้าย ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต โดยใช้เวลาในการทดสอบจำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที

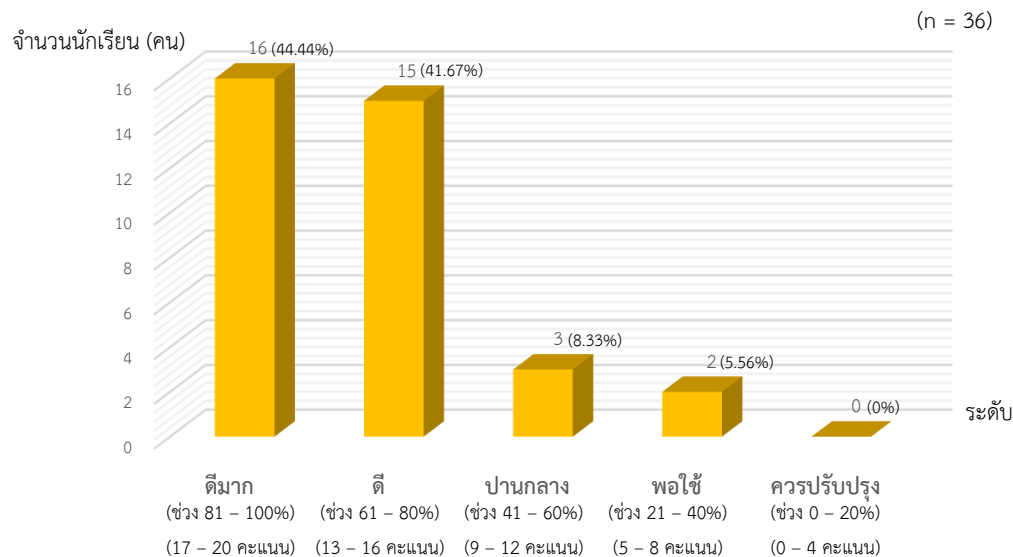
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต มาคำนวณหาความถี่ ร้อยละ และฐานนิยม

ผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต ในภาพรวม

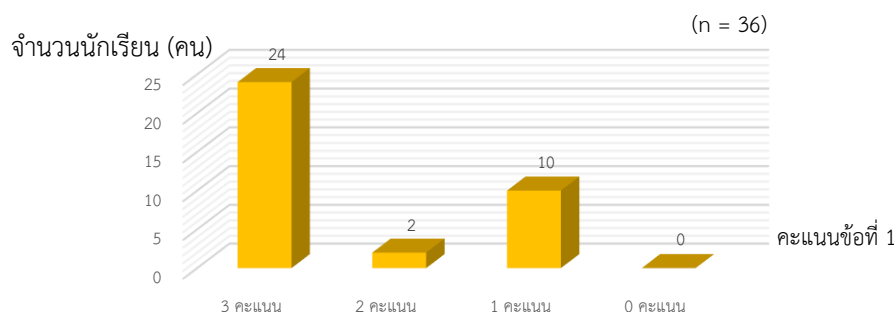
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต ของนักเรียนในภาพรวมสามารถจำแนกระดับได้ตามภาพที่ 3 ต่อไปนี้



ภาพที่ 3 แผนภูมิแท่งจำแนกจำนวนนักเรียนตามความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

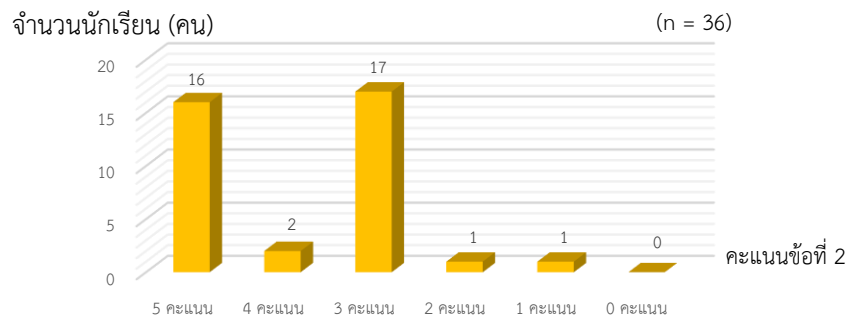
จากภาพที่ 3 พบว่าผลการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต โดยใช้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ (จำนวน 16 คน จากทั้งหมด 36 คน) มีคะแนนอยู่ในช่วง 17 – 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 44.44 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต จำแนกตามองค์ประกอบของการแก้ปัญหา



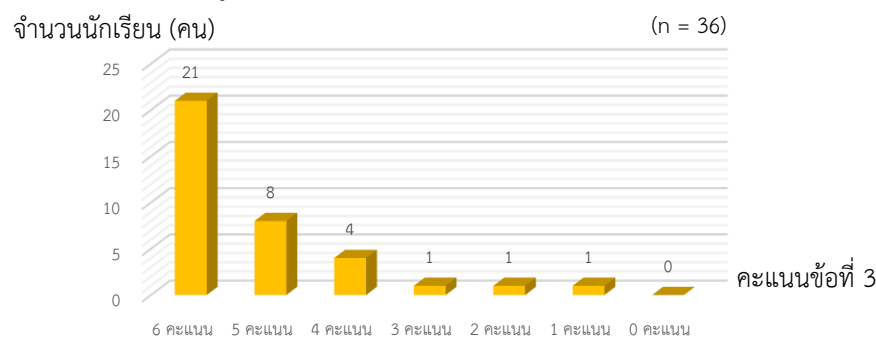
ภาพที่ 4 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่อง อนุกรมเลขคณิต ข้อที่ 1

จากภาพที่ 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (จำนวน 24 คน จากทั้งหมด 36 คน) ได้คะแนนเต็ม 3 คะแนน แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการเลือกใช้สูตร สามารถกำหนดตัวแปรเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบและสามารถดำเนินการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง



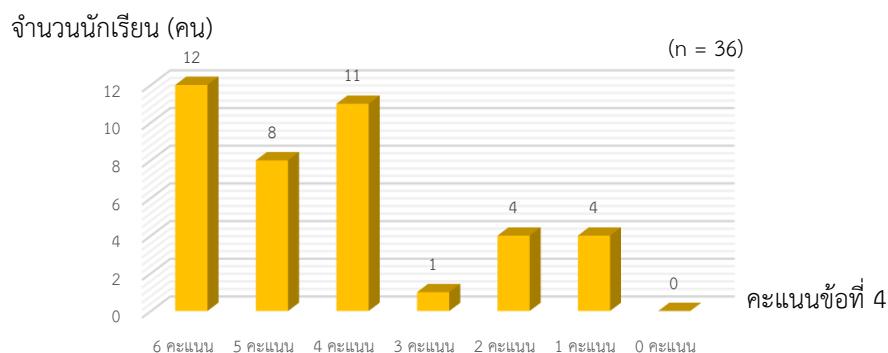
ภาพที่ 5 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่อง อนุกรมเลขคณิต ข้อที่ 2

จากภาพที่ 5 พบว่า นักเรียนจำนวน 16 คน จากทั้งหมด 36 คน ได้คะแนนเต็ม 5 คะแนน แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีกความสามารถในการเลือกใช้สูตร สามารถกำหนดตัวแปรเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบและสามารถดำเนินการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 6 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่อง อนุกรมเลขคณิต ข้อที่ 3

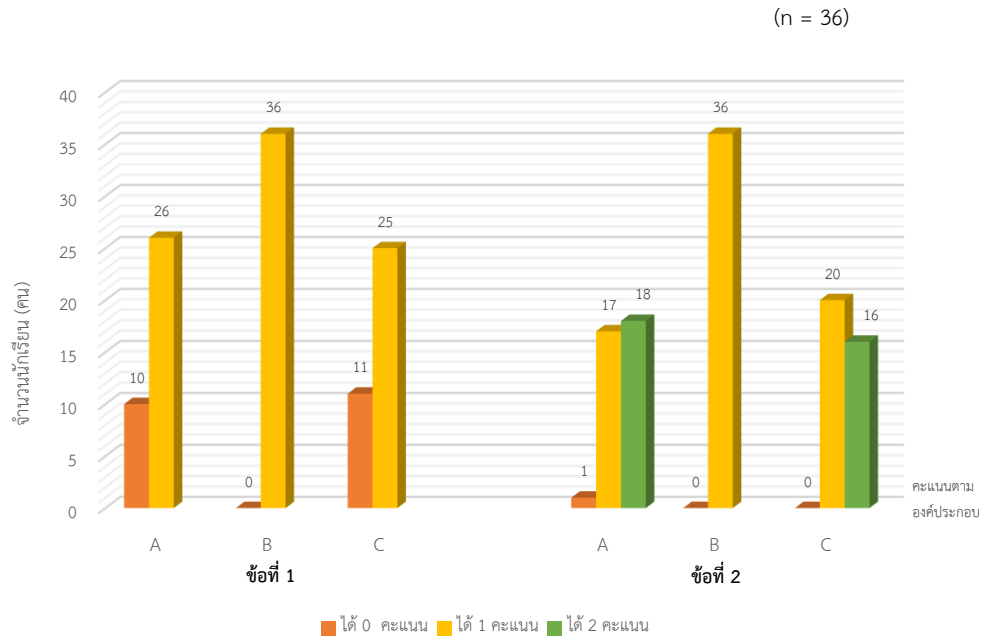
จากภาพที่ 6 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (จำนวน 21 คน จากทั้งหมด 36 คน) ได้คะแนนเต็ม 6 คะแนน แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีกความสามารถในการเลือกใช้สูตร สามารถกำหนดตัวแปรเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ สามารถให้เหตุผลที่มีความสมเหตุสมผลสู่การหาคำตอบ และสามารถดำเนินการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 7 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่อง อนุกรมเลขคณิต ข้อที่ 4

จากภาพที่ 7 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (จำนวน 12 คน จากทั้งหมด 36 คน) ได้คะแนนเต็ม 6 คะแนน แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีกความสามารถในการเลือกใช้สูตร สามารถกำหนดตัวแปรเพื่อนำไปสู่การหา

คำตอบ สามารถให้เหตุผลที่มีความสมเหตุสมผลสู่การหาคำตอบ และสามารถดำเนินการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง



A คือ นักเรียนสามารถเลือกใช้สูตรได้อย่างถูกต้อง (ข้อที่ 1 ได้ 1 คะแนน ข้อที่ 2 ได้ 2 คะแนน)

B คือ นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ (ข้อที่ 1 และ 2 ได้ 1 คะแนน)

C คือ นักเรียนสามารถดำเนินการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง (ข้อที่ 1 ได้ 1 คะแนน ข้อที่ 2 ได้ 2 คะแนน)

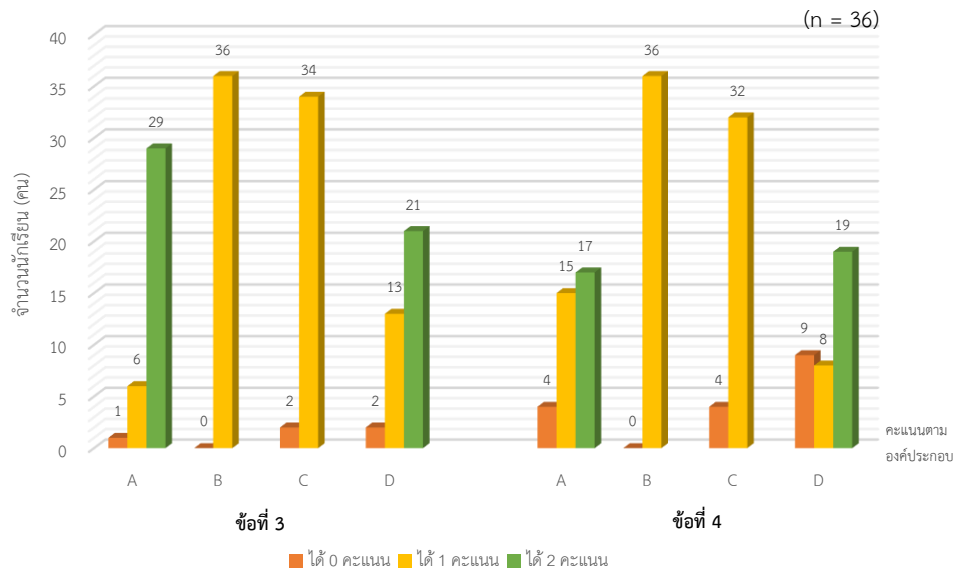
ภาพที่ 8 แผนภูมิแท่งจำแนกคะแนนตามองค์ประกอบข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ของนักเรียน

จากโจทย์ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 เมื่อพิจารณาเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ ผลปรากฏดังภาพที่ 8 ดังนี้

องค์ประกอบด้านความสามารถในการเลือกใช้สูตรได้อย่างถูกต้อง ข้อที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 72.22 (26 คนจากทั้งหมด 36 คน) และข้อที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 50 (18 คนจากทั้งหมด 36 คน) สามารถเลือกใช้สูตรได้อย่างถูกต้อง

องค์ประกอบด้านความสามารถในการกำหนดตัวแปรเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 นักเรียนทั้งหมด 36 คน คิดเป็นร้อยละ 100 สามารถกำหนดตัวแปรเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้

องค์ประกอบด้านความสามารถในการดำเนินการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 69.44 (25 คนจากทั้งหมด 36 คน) และข้อที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 44.44 (16 คนจากทั้งหมด 36 คน) สามารถดำเนินการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง



- A คือ นักเรียนสามารถเลือกใช้สูตรได้อย่างถูกต้อง (ข้อที่ 3 และ 4 ได้ 2 คะแนน)
- B คือนักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ (ข้อที่ 3 และ 4 ได้ 1 คะแนน)
- C คือนักเรียนสามารถให้เหตุผลที่มีความสมเหตุสมผลสู่การหาคำตอบ (ข้อที่ 3 และ 4 ได้ 1 คะแนน)
- D คือนักเรียนสามารถดำเนินการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง (ข้อที่ 3 และ 4 ได้ 2 คะแนน)

ภาพที่ 9 แผนภูมิแท่งจำแนกคะแนนตามองค์ประกอบข้อที่ 3 และข้อที่ 4 ของนักเรียน

จากโจทย์ข้อที่ 3 และข้อที่ 4 เมื่อพิจารณาเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ ผลปรากฏดังภาพที่ 9 ดังนี้

องค์ประกอบด้านความสามารถในการเลือกใช้สูตรได้อย่างถูกต้อง ข้อที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 80.55 (29 คนจากทั้งหมด 36 คน) และข้อที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 47.22 (17 คนจากทั้งหมด 36 คน) สามารถเลือกใช้สูตรได้อย่างถูกต้อง

องค์ประกอบด้านความสามารถในการกำหนดตัวแปรเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 นักเรียนทั้งหมด 36 คนคิดเป็นร้อยละ 100 สามารถกำหนดตัวแปรเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้

องค์ประกอบด้านความสามารถในการให้เหตุผลที่มีความสมเหตุสมผลสู่การหาคำตอบ ข้อที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 94.44 (34 คนจากทั้งหมด 36 คน) และข้อที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 88.88 (32 คนจากทั้งหมด 36 คน) สามารถให้เหตุผลที่มีความสมเหตุสมผลสู่การหาคำตอบ

องค์ประกอบด้านความสามารถในการดำเนินการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ข้อที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 58.33 (21 คนจาก 36 คน) และข้อที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 52.77 (19 คนจาก 36 คน) สามารถดำเนินการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเลขคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประเด็นอภิปราย ดังนี้

1. ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง อนุกรมเลขคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่ (จำนวน 16 คน จากทั้งหมด 36 คน) มีคะแนนอยู่ในช่วง 17 – 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 44.44 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก ทั้งนี้เพราะนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้รับการฝึกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ อย่างต่อเนื่องจำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 5 คาบ ซึ่งแต่ละแผนถูกออกแบบให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องอนุกรมเลขคณิต ในการทำกิจกรรมกลุ่ม โดยผู้วิจัยได้สร้างใบกิจกรรมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหา

กิจกรรมที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด โดยมีขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด ยกตัวอย่างเช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผู้วิจัยได้นำคลิปวิดีโอเรื่อง ประวัติของคาร์ล ฟรีดริช เกาส์ มาใช้ในการนำเข้าสู่การสอน และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้วิจัยได้นำรูปสถานที่ Gobe Herb Gardens มาแนะนำก่อนนำเข้าสู่บทเรียน ทำให้นักเรียนมีความสนใจก่อนนำไปสู่สถานการณ์ในแผน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นเป็นรูปธรรม ขั้นตอนที่ 2 นักเรียนแก้ปัญหาและครูตอบสนอง ซึ่งขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้หาแนวทางแก้ปัญหาร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม โดยมีครูผู้สอนคอยสังเกต และให้คำแนะนำ ขั้นตอนที่ 3 ครูและนักเรียนเปรียบเทียบและอภิปราย หลังจากให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ครูให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเองให้เพื่อนในชั้นเรียนฟัง พร้อมทั้งอภิปรายร่วมกัน และขั้นตอนที่ 4 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป หลังจากจบการนำเสนอแนวคิดของแต่ละกลุ่มแล้วนั้น ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผล พร้อมทั้งนำไปสู่การสรุปสูตร กฎ หรือแนวคิดที่ได้ในคาบเรียนนั้น ๆ

จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนควรจะได้เรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาจนเกิดทักษะขึ้นในตนเอง สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ นักเรียนมีความคิดที่หลากหลาย รู้จักประยุกต์ และรู้จักเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม นอกจากนี้การแก้ปัญหายังเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ ดังนั้นการส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาให้เกิดประสิทธิภาพควรใช้สถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สามารถกระตุ้นความสนใจ ส่งเสริมให้มีการประยุกต์ใช้ความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาและยุทธวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ที่หลากหลายอย่างเหมาะสม โดยงานวิจัยฉบับนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐกุล นินนันทน์ และปริญ ทนชัยบุตร (2564) พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนพัฒนาทักษะอื่น ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้คิด วางแผนและแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างหลากหลาย อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่จะช่วยสนับสนุนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนการพัฒนาทักษะอื่น ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ รวมถึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2. เมื่อพิจารณาจากรายองค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า องค์ประกอบที่มีความโดดเด่นที่สุดคือ นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ทุกคน คิดเป็นร้อยละ 100 ของข้อสอบทั้ง 4 ข้อ ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่า นักเรียนสามารถตีความหมายของโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ ทำ

ให้นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ส่วนองค์ประกอบที่ยังไม่โดดเด่นคือนักเรียนสามารถดำเนินการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง พบว่าผลขององค์ประกอบดังกล่าวยังมีความหลากหลายกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่า ยังมีนักเรียนบางคนที่มีกระบวนการคิดที่ไม่ถูกต้อง อีกทั้งยังมีการคำนวณผิดพลาดคลาดเคลื่อน ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ผู้วิจัยคิดว่านักเรียนบางคนขาดความรอบคอบในการคำนวณหาคำตอบ ครูอาจมีการแนะนำให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบก่อนเสมอ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง สอดคล้องกับขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya (ทรงชัย อักษรคิด, 2555) ขั้นตอนสุดท้ายซึ่งเป็นการตรวจสอบผล (Looking Back) ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือมียุทธวิธีแก้ปัญหาย่อยอื่นอีกหรือไม่ สำหรับหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดาและคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ควรคำนึงถึงการกำหนดโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาที่มีความน่าสนใจ สร้างโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาจากบริบทรอบตัวหรือสิ่งที่นักเรียนสามารถเจอได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างสรรค์สถานการณ์ขึ้นมาด้วยตนเองให้สอดคล้องกับสิ่งที่นักเรียนสามารถมองเห็นเป็นรูปธรรม และเจอได้ในชีวิตประจำวัน ไม่ได้ใช้โจทย์ปัญหาจากหนังสือเรียน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในสถานการณ์ปัญหา และสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ต่อไป
2. จากผลการวิจัยในรายองค์ประกอบที่นักเรียนสามารถดำเนินการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องนั้น พบว่ามีนักเรียนบางคนที่ไม่ได้คะแนนเต็มในส่วนนี้ สาเหตุเกิดจาก นักเรียนบางคนมีกระบวนการคิดที่ไม่ถูกต้องไม่เป็นลำดับขั้นตอน ทำให้ดำเนินการหาคำตอบผิดพลาด อีกทั้งยังมีการคำนวณผิดพลาดคลาดเคลื่อน ขาดความรอบคอบในการคิดคำนวณ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ครูผู้สอนควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนมีการตรวจสอบคำตอบก่อนเสมอ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องและในตอนการสอนอาจเพิ่มหรือเน้นย้ำให้เกิดการอภิปรายในเรื่องการตรวจสอบคำตอบให้มากขึ้น
3. จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ในขั้นตั้งปัญหา (Posing the problem) ครูผู้สอนอาจจะกำหนดบริบทให้นักเรียน และให้นักเรียนลองตั้งคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเองเพื่อให้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลาย

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาจากแบบทดสอบ การวิจัยในครั้งต่อไปอาจเพิ่มวิธีการที่ได้มาซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาแบบอื่น ๆ เช่น การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขั้นตอนต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นพฤติกรรมในการอภิปรายโต้แย้ง พฤติกรรมในการแก้ปัญหา พฤติกรรมในการสรุปผล หรือข้อหุนทิน เพื่อให้เห็นถึงพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยัง

สามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสารซึ่งเป็นหัวใจสำคัญอย่างหนึ่งที่จะนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้

2. จากการวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยทำการทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นการวัดผลแค่ครั้งเดียว ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจมีแบบทดสอบย่อยเพื่อเก็บคะแนนระหว่างเรียน เพื่อให้เห็นพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ.(2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ณัฐกุล นินนันทน์ และปริญ ทนชัยบุตร. (2564). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด. *Journal of MCU Ubon Review*. 8 (1), 19 – 22
- ทรงชัย อักษรคิด. (2555). *การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2549). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาด้วยยุทธวิธีปัญหาปลายเปิด. คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2557). *กระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน*. ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น.
- ริชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ใน *คู่มือนิพนธ์การศึกษาคุณูปกต* สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2548). *เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Takahashi, A. (2021). *Teaching Mathematics Through Problem-Solving: A Pedagogical Approach from Japan*. Routledge. DOI:[10.4324/9781003015475](https://doi.org/10.4324/9781003015475)