การจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Learning Implementation using mathematical tasks to enhance mathematical problems solving on sequences and series of students in Grade 11

ฤดีมาศ นาทัน
Ruedeemas Nathan
วนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์
Wanintorn Poonpaiboonpipat
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Faculty of Education of Naresuan University
E-mail: ruedeemasn64@nu.ac.th

(**Received**: May 14, 2023/ **Revised**: December 21, 2023/ **Accepted**: December 22, 2023)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ และศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 13 คน ของโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดอุตรดิตถ์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 12 คาบเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งใช้งานที่มีความต้องการเชิงรู้ระดับต่ำ และงานที่มีความต้องการเชิงรู้ระดับสูง แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และตรวจสอบแบบสามเส้า ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ งานที่ใช้ควรเป็นงานที่มีความต้องการเชิงรู้ระดับต่ำอย่างน้อย 1-2 งานก่อนใช้งานที่มีความต้องการเชิงรู้ระดับสูง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ได้ การออกแบบสถานการณ์ปัญหาควรออกแบบให้สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนให้มากที่สุด เป็นสถานการณ์ใกล้ตัวอยู่ในบริบทชีวิตจริง ครูควรคำนึงถึงความแตกต่างของความสามารถในการเรียนรู้ ควรสอบถามนักเรียนเพิ่มเป็นรายบุคคลและยกตัวอย่างเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องนั้น และครูควรตั้งคำถามเพื่อชี้ให้เห็นถึงประเด็นสำคัญ และ 2) นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบอยู่ในระดับดีและดีมาก กล่าวได้ว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

คำสำคัญ: งานทางคณิตศาสตร์; ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์; ลำดับและอนุกรม

Abstract

The purposes of this research were to study the appropriate learning implementation by using mathematics and to study the effects of mathematical task based learning implementation on mathematical problem solving ability on sequences and series of Mathayomsuksa 5 students. The target group was 13 students of a secondary school in Uttaradit Province in the second semester of the academic year 2022. The researcher used the model of classroom action research for 3 cycles. The total duration of the lessons was 12 hours. The research tools were 3 lesson plans with low of cognitive demand needs tasks and high of cognitive demand needs tasks, a reflection form, activity sheets, and mathematical problem-solving skills test. Data were analyzed using content analysis. The findings were as follows: 1) a learning implementation using mathematics tasks that promote mathematical problem solving should be emphasized on using at least 1-2 tasks with low of cognitive demand needs tasks before using high of cognitive demand needs tasks for checking student's understanding and continually solving problem. The problem situations should be related to real life situation as much as possible. Teachers should consider the different learning ability of students, ask more question individually and give more examples if necessary. Moreover, teacher should ask for pointing out the important Ideas. 2) Most students can understand the problem, choose a solution method and summarize the answer in a good and very good level. Therefore, learning by using mathematical tasks can develop students' mathematical problem solving ability.

Keywords: Mathematical tasks; Mathematical problem solving ability; Sequence and series

1. บทนำ

คณิตศาสตร์มีความสำคัญมากขึ้น ในมุมมองของการเป็นศาสตร์แห่งการพัฒนาความคิด ความเป็นเหตุเป็นผลที่ได้จากการเรียนรู้ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยามทางคณิตศาสตร์ รวมถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลายประการ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสารและทักษะการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาทักษะชีวิตของมนุษย์ (อัมพร ม้าคนอง, 2557: 4-5) ซึ่งการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตนเองเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ ให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย รู้จักประยุกต์และปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม รู้จักตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560: ออนไลน์) จุดเน้นสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ การแก้ปัญหา เนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในการเผชิญกับปัญหาในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเห็นตัวอย่างของปัญหาและสถานการณ์ที่มีการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ และได้รับประสบการณ์ตรงในการใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาในชีวิตจริงหรือปัญหาที่ใกล้ตัวมากขึ้น อันจะทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์และเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (พนินดา ดีหลี และคณะ, 2563: 68-80)

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผ่านมา แม้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่ก็มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยยังขาดความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การวิเคราะห์หรืออ้างอิงเหตุผล การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสื่อสาร การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่าง ๆ และความคิดสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) จึงได้เสนอว่า การสอนแก้โจทย์ปัญหาจึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลายผ่านกระบวนการคิด ซึ่งกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ปัญหาทางวิชาการและปัญหาอื่น ๆ รวมถึงแก้โจทย์ปัญหาตามสัญชาตญาณของมนุษย์ที่พยายามจะพัฒนาและปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่ให้ดีขึ้นเรื่อยๆ

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาการคิดแก้ปัญหาได้ไม่ดีเท่าที่ควร นักเรียนไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาได้ นักเรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ นักเรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการให้ได้ นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาสถานการณ์และสรุปผลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ส่งผลให้พบปัญหาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะเรื่อง ลำดับและอนุกรม ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตจริง ที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายควรมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพียงพอเพื่อใช้ในชีวิตจริง และจากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-net) รายวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2564 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ย 16.15 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ โดยเฉพาะสาระการเรียนรู้จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้ ตัวชี้วัด ม.5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้ จากคะแนนดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระการเรียนรู้จำนวนและพีชคณิต เรื่อง ลำดับและอนุกรม ซึ่งในเนื้อหานี้นักเรียนจะต้องมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบเพื่อแก้โจทย์ปัญหาและลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ข้อบกพร่องดังกล่าวจำเป็นต้องเร่งแก้ไขให้มีการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

ครูควรให้ความสำคัญในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และต้องเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีมุมมองในการประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเอง ฝึกทักษะการเสาะแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งทฤษฎีและการปฏิบัติ ที่สามารถช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างฉับไวและเหมาะสม การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ ถือเป็นการจัดการเรียนรู้อีกแนวทางหนึ่งที่จะสามารถนำไปใช้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ Stein et al. (2000) กล่าวว่า ครูควรออกแบบงานทางคณิตศาสตร์หรือพิจารณาใช้งานทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับนักเรียนในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ งานทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อชั้นเรียนที่เน้นให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมการแก้ปัญหาและกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้น เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาที่หลากหลายตามความต้องการเชิงการรู้ของนักเรียน งานทางคณิตศาสตร์แบ่งได้ 2 ระดับคือ 1) ความต้องการเชิงการรู้ระดับต่ำ 2) ความต้องการเชิงการรู้ระดับสูง และสามารถจำแนกตามลักษณะงานได้ออกเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้ 1) งานแบบการใช้ความรู้ความจำ 2) งานแบบอาศัยการใช้

ขั้นตอนวิธีดำเนินการที่ไม่ได้เชื่อมโยงความรู้อื่น ๆ หรือชีวิตจริง 3) งานแบบอาศัยการใช้ขั้นตอนวิธีดำเนินการที่มีการเชื่อมโยงในชีวิตจริง 4) งานแบบเน้นการลงมือทำและใช้ความรู้ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาที่อยู่ในโลกความจริง และเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่จะเอื้อให้เกิดการพัฒนาด้านสติปัญญา แต่อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้ผ่านงานทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องเริ่มต้นด้วยงานที่มีประสิทธิภาพเพื่อกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งงานทางคณิตศาสตร์จะเป็นตัวขับเคลื่อนและเป็นตัวสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และลงมือแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง รวมทั้งเป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน (Cai and Lester, 2010) ดังที่ วรรณิสา เมืองโคตร และณัชชา กมล (2560) ได้ศึกษาการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนร้อยละ 83.33 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้นไป โดยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จากการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ โดยนักเรียนที่ผ่านเรียนรู้ด้วยงานทางคณิตศาสตร์สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน พร้อมทั้งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของเงื่อนไขที่กำหนดให้ในสถานการณ์ปัญหาได้ ส่วนการวางแผนในการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว และสามารถดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งสรุปคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน

ผู้วิจัยเห็นว่า มีงานวิจัยไม่มากนักที่ได้ศึกษาการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา โดยเฉพาะระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์จึงมีความน่าสนใจ อีกทั้งการใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงหรือปัญหาเสมือนในชีวิตจริงจะเป็นการช่วยเสริมสร้างทักษะทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ ผู้วิจัยจึงเห็นว่าหากนำงานทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนแล้ว จะทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ในลำดับต่อไป

ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์มาใช้ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อจะนำผลไปใช้ปรับปรุงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.2 เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม

3. วิธีดำเนินการวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (อ้างใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557 : 149-151) ซึ่ง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (P) ขั้นปฏิบัติการ (A) ขั้นสังเกตการณ์ (O) และขั้นสะท้อนผล (R) มีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 3 วงจร โดยรายละเอียดระเบียบวิธีวิจัยมีดังต่อไปนี้

3.1 ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในจังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 13 คน เป็นนักเรียนชาย 4 คน และนักเรียนหญิง 9 คน

1) บริบทนักเรียน ส่วนใหญ่มีพื้นฐานครอบครัวที่บิดามารดาแยกทางกัน หรือไปทำงานพื้นที่อื่น ทำให้ต้องอาศัยอยู่กับผู้สูงอายุ โดยผู้ปกครองส่วนใหญ่นั้นประกอบอาชีพการเกษตร และรับจ้างทั่วไป

2) บริบทโรงเรียน เป็นโรงเรียนมัธยมขนาดกลางประจำตำบล โดยเปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 มีนักเรียน 175 คน มีการแบ่งระดับชั้นเรียนมัธยมต้นชั้นละ 1 ห้องเรียน มัธยมปลายชั้นละ 2 ห้องเรียน และจากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-net) รายวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564 ได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ

3.2 เครื่องมือในการวิจัย

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล 3 วงจรปฏิบัติการ แต่ละวงจรคือการจัดการเรียนรู้ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลวงจรละ 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งหมด 12 คาบเรียน เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ลำดับและอนุกรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 12 คาบเรียน ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของลำดับ ลำดับเลขคณิต และลำดับเรขาคณิต 4 คาบเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต 4 คาบเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การประยุกต์ของลำดับและอนุกรม 4 คาบเรียน

2) ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้และเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รายด้านทั้ง 3 ด้าน ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายของลำดับ ลำดับเลขคณิต และลำดับเรขาคณิต ใช้งานที่มีความต้องการเชิงรู้ระดับต่ำ จำนวน 2 ใบกิจกรรม และใช้งานที่มีความต้องการเชิงรู้ระดับสูง จำนวน 2 ใบกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต ใช้งานที่มีความต้องการเชิงรู้ระดับต่ำ จำนวน 2 ใบกิจกรรม และใช้งานที่มีความต้องการเชิงรู้ระดับสูง จำนวน 2 ใบกิจกรรม และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ใช้งานที่มีความต้องการเชิงรู้ระดับสูง จำนวน 4 ใบกิจกรรม ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ดังนี้

2.1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

2.2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

2.3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 1 ท่าน

จากการตรวจสอบความเหมาะสมพร้อมกับแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบลิเคิร์ท (Likert) เพื่อประเมินตรวจสอบความเหมาะสมในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านสาระสำคัญ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ พบว่า ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด คือ มีค่าเฉลี่ยทุกด้าน เท่ากับ 4.63 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.26 ซึ่งมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้

3) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ ทุกวงจรปฏิบัติการจะมีผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนมามากกว่า 10 ปี เป็นผู้ร่วมสังเกตการณ์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และจดบันทึกประเด็นปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ จากนั้นเมื่อจบแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัยร่วมพูดคุยสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยแล้วสรุปเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขในวงจรปฏิบัติการถัดไป จนครบ 3 วงจรปฏิบัติการ

4) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม เป็นข้อสอบแบบ อัตนัยจำนวน 6 สถานการณ์ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละสถานการณ์มีคำถาม ย่อย 4 ข้อ คำถามย่อยที่ 1 และ 2 วัดความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คำถามย่อยที่ 2 วัดความสามารถในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา คำถามย่อยที่ 3 วัดความสามารถในการสรุปคำตอบ โดยผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ และใบกิจกรรม เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC) ซึ่งข้อคำถามทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 1.00 ถือว่ามีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ได้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย

2) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 คาบเรียน จำนวน 3 วงจร (3 แผนการจัดการเรียนรู้)

3) ในขณะทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จะสังเกตการทำกิจกรรมและทำการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

4) เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บใบกิจกรรมและสะท้อนผลของการจัดการเรียนรู้เพื่อสรุปผลการสังเกตการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์แล้ววิเคราะห์และนำจุดที่ควรพัฒนามาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการครั้งถัดไป

5) เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ ทั้งหมดครบ 3 แผนจัดการเรียนรู้ หรือ 3 วงจรปฏิบัติการผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1 ชั่วโมง

6) นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดอีกครั้งเมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากผู้วิจัย และผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ จะนำมาดำเนินการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการสามเส้า (Resource Triangulation) มาวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่อย่างไร เพื่อหาข้อสรุปของข้อมูลที่ได้แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการถัดไปจนครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ จึงสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2) ผู้วิจัยนำข้อมูลจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาดำเนินการวิเคราะห์โดยการให้คะแนนแบบแยกประเด็น (Analytic Scoring) และจัดระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามความสามารถรายด้านทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ความสามารถในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา และความสามารถในการสรุปคำตอบ โดยแบ่งคำตอบของนักเรียนแต่ละด้านออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ดีมาก (3) ดี (2) ปรับปรุง (1) ตามลำดับ โดยเปรียบเทียบค่าเป็นร้อยละในแต่ละระดับความสามารถ ตามเกณฑ์การประเมินที่ปรับปรุงจากแนวคิดของ Charles et al. (1987 อ้างใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544) ดังตาราง 1

องค์ประกอบรายด้าน	ระดับ	ความสามารถที่แสดงออก
ความเข้าใจปัญหา	ดีมาก (3)	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์
	ดี (2)	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้บางส่วนไม่สมบูรณ์
	ปรับปรุง (1)	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้
การใช้วิธีการในการแก้ปัญหา	ดีมาก (3)	นักเรียนสามารถเขียนกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์
	ดี (2)	นักเรียนสามารถเขียนกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องบางส่วน
	ปรับปรุง (1)	นักเรียนเขียนกระบวนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเขียนกระบวนการแก้ปัญหาได้
การสรุปคำตอบ	ดีมาก (3)	นักเรียนสามารถสรุปผลได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์
	ดี (2)	นักเรียนสามารถสรุปผลได้อย่างถูกต้องบางส่วน
	ปรับปรุง (1)	นักเรียนไม่สามารถสรุปผลได้อย่างถูกต้อง หรือไม่มีการสรุปคำตอบ

4. ผลการวิจัย

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ซึ่งจำแนกตามบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อครูที่สนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 2

ตาราง 2 สรุปแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	
ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจอยากเรียนด้วยสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ด้วยคลิปวิดีโอ การเตรียมกิจกรรม Investigation ซึ่งเป็นกิจกรรมให้นักเรียนฝึกการสังเกตและตอบคำถาม กระตุ้นความสนใจโดยการ ถาม-ตอบคำถามในประเด็นต่างๆ เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียน มีการทบทวนความรู้เพื่อเตรียมความพร้อมในเรื่องที่จะเรียน	นักเรียนเตรียมความพร้อมใน การ ทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเพื่อให้เอื้อต่อการเรียนรู้ โดยนักเรียนต้องแสดงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนให้ได้มากที่สุด
2. ขั้นศึกษาวิเคราะห์	
ครูควรตั้งคำถามและอธิบายในสิ่งที่นักเรียนไม่เข้าใจ และสิ่งที่ศึกษาวิเคราะห์ควรสอดคล้องกับสถานการณ์ในขั้นปฏิบัติ	นักเรียน มีความกระตือรือร้นการ ศึกษาวิเคราะห์เนื้อหา จากสื่อการเรียนรู้ คลิปวิดีโอ หนังสือเรียน ใบความรู้ หรือตัวอย่างที่นำมาให้ มีการบันทึกความรู้ในประเด็นสำคัญออกมาเป็นโน้ตได้ และสอบถามครูในประเด็นที่ยังมีข้อสงสัย
3. ขั้นปฏิบัติ	
เมื่อถึงขั้นลงมือปฏิบัติที่ต้องใช้ทักษะการอ่านคิดการวิเคราะห์โจทย์ นอกเหนือจากการใช้ความรู้ ควรคำนึงถึงความสามารถการเรียนรู้และความถนัดของนักเรียนด้วย โดยครูต้องคอยแนะนำให้นักเรียนได้อย่างใกล้ชิดและควรใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียน งานที่ใช้ควรเป็นงานระดับต่ำอย่างน้อย 1-2 งาน ก่อนใช้งานระดับสูงเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ได้	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมมุ่งมั่นตั้งใจ มีการระดมความคิด ให้คำปรึกษาในการลงมือปฏิบัติร่วมกันกับเพื่อน มีการสืบค้นข้อมูลอื่น ๆ เพิ่มเติมความรู้เพื่อให้งานสำเร็จ หากยังมีข้อสงสัยประเด็นใดให้ขอคำแนะนำจากครู
4. ขั้นสรุป	
ครูควรคอยแนะนำแนวทางและช่วยบอกประเด็นสำคัญที่ยังไม่ชัดเจนจากการนำเสนองานทั้งก่อนการนำเสนอ และระหว่างการนำเสนองาน	นักเรียนทำความเข้าใจในงานหรือกิจกรรมที่นักเรียนทำและนำเสนอได้ มีการถาม-ตอบประเด็นที่ครูต้องให้นักเรียนอธิบายเพิ่มเติมได้ มีสรุปความรู้ในประเด็นสำคัญออกมาเป็นโน้ตได้
5. ขั้นปรับปรุงการเรียนรู้และนำไปใช้	
ครูควรใช้คำถามระบุถึงปัญหาของการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานกรณ์ที่คุ้นเคยหรือสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้ เพื่อนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงพัฒนาและนำองค์ความรู้ใหม่ที่ถูกต้องไปนำเสนอและแบ่งปัน
6. ขั้นประเมินผล	
ครูควรสอบถามนักเรียนเพิ่มเป็นรายบุคคลและยกตัวอย่างเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องนั้น	นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้ สามารถวิเคราะห์ในประเด็นของข้อคำถามและแสดงวิธีหาคำตอบได้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรม และเมื่อจัดกิจกรรมครบ 3 วงจรเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดจำแนกตามหัวข้อ ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

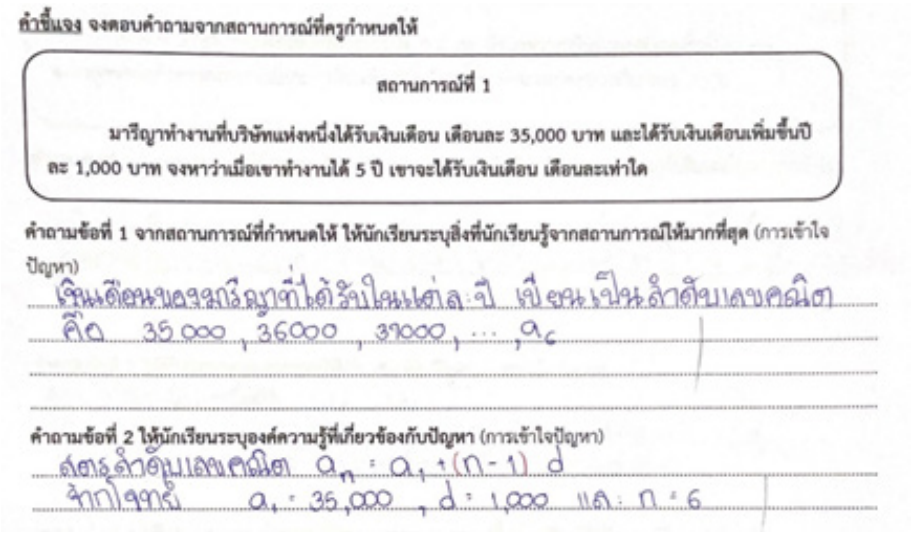
ความสามารถรายด้าน	จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ร้อยละ)											
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3			แบบทดสอบหลังเรียน		
	ดีมาก	ดี	ปรับปรุง	ดีมาก	ดี	ปรับปรุง	ดีมาก	ดี	ปรับปรุง	ดีมาก	ดี	ปรับปรุง
1. ความเข้าใจปัญหา	10 (76.92)	3 (23.08)	0 (0.00)	9 (69.23)	4 (30.77)	0 (0.00)	10 (76.92)	3 (23.08)	0 (0.00)	11 (87.18)	2 (15.38)	0 (0.00)
2. การเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหา	12 (92.31)	1 (7.69)	0 (0.00)	10 (76.92)	3 (23.08)	0 (0.00)	11 (84.62)	2 (15.38)	0 (0.00)	12 (89.74)	1 (10.26)	0 (0.00)
3. การสรุปคำตอบ	12 (92.31)	1 (7.69)	0 (0.00)	11 (84.62)	2 (15.38)	0 (0.00)	11 (84.62)	2 (15.38)	0 (0.00)	12 (89.74)	1 (10.26)	0 (0.00)

ตาราง 3 พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 87.18 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 12.82 เมื่อพิจารณาความสามารถรายด้าน ทั้ง 3 ด้าน พบว่า ความสามารถของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 76.92 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 23.08 เมื่อพิจารณาความสามารถรายด้าน ทั้ง 3 ด้าน พบว่า ความสามารถของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 82.05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 17.95 เมื่อพิจารณาความสามารถรายด้าน ทั้ง 3 ด้าน พบว่า ความสามารถของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก

และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนมีระดับความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในระดับดีมาก จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 87.18 ระดับดี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 15.38 นักเรียนมีระดับความสามารถในการเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 89.74 ระดับดี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10.26 และนักเรียนมีระดับความสามารถในการสรุปคำตอบอยู่ในระดับดีมาก จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 89.74 ระดับดี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10.26 ซึ่งโดยภาพรวมแล้วนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดีขึ้นไป ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบและการแสดงแนวคิดที่ชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังภาพ 1-3


ตัวชี้แจง จงตอบคำถามจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้

สถานการณ์ที่ 1

มารีญาทำงานที่บริษัทแห่งหนึ่งได้รับเงินเดือน เดือนละ 35,000 บาท และได้รับเงินเดือนเพิ่มขึ้นปีละ 1,000 บาท จงหาว่าเมื่อเขาทำงานได้ 5 ปี เขาจะได้รับเงินเดือน เดือนละเท่าใด

คำถามข้อที่ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียนรู้จากสถานการณ์ให้มากที่สุด (การเข้าใจปัญหา)

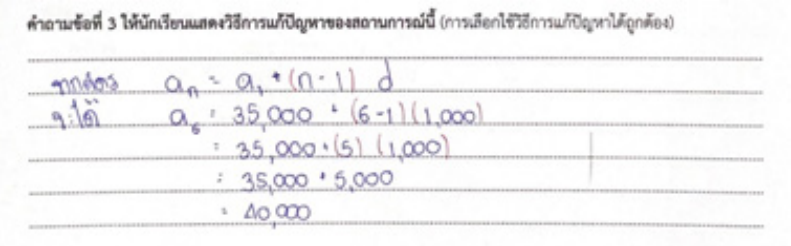
เงินเดือนของมารีญาที่ได้รับในแต่ละปี เขียนเป็นลำดับเลขคณิต
คือ 35,000, 36000, 37000, ..., a_6

คำถามข้อที่ 2 ให้นักเรียนระบุองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (การเข้าใจปัญหา)

สูตรลำดับเลขคณิต $a_n = a_1 + (n-1)d$
จากโจทย์ $a_1 = 35,000$, $d = 1,000$ และ $n = 6$

ภาพ 1 ตัวอย่างของแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงถึงความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา (ระดับดีมาก)

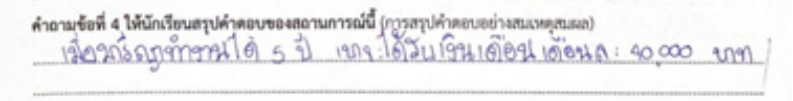
ภาพ 1 นักเรียนได้แสดงถึงความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา โดยสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ได้ สามารถระบุองค์ความรู้ว่าสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ตรงกับเนื้อหาใด เขียนแสดงออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ระบุตัวแปรต่าง ๆ ในเรื่องของลำดับเลขคณิตได้อย่างถูกต้อง


คำถามข้อที่ 3 ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาของสถานการณ์นี้ (การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง)

จากสูตร $a_n = a_1 + (n-1)d$
จะได้ $a_6 = 35,000 + (6-1)(1,000)$
$= 35,000 + (5)(1,000)$
$= 35,000 + 5,000$
$= 40,000$

ภาพ 2 ตัวอย่างของแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงถึงความสามารถในการเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหา (ระดับดีมาก)

ภาพ 2 นักเรียนได้แสดงถึงความสามารถในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาและแสดงวิธีการแก้สถานการณ์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์


คำถามข้อที่ 4 ให้นักเรียนสรุปคำตอบของสถานการณ์นี้ (การสรุปคำตอบอย่างสมเหตุสมผล)

เมื่อมารีญาทำงานได้ 5 ปี เขาจะได้รับเงินเดือนเดือนละ 40,000 บาท

ภาพ 3 ตัวอย่างของแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงถึงความสามารถในการการสรุปคำตอบ (ระดับดีมาก)

ภาพ 3 นักเรียนเขียนสรุปคำตอบของสถานการณ์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

5. อภิปรายผล

ผลการจัดการเรียนรู้ที่โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการผู้วิจัยได้สำรวจและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ทำให้เข้าใจสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนค้นพบแนวทางที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยแต่ละขั้นตอนมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

การนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คลิปวิดีโอ ภาพ เหตุการณ์จากสถานการณ์ในชีวิต ประจำวันของนักเรียน และควรเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาน่าสนใจสำหรับในวัยของนักเรียนหรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เช่น กิจกรรม Investigation ซึ่งเป็นกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนสังเกตเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของลำดับที่ครูกำหนดให้ เป็นการทบทวนความรู้ในเรื่องเนื้อหาและสถานการณ์ในบทเรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น สร้างความสนใจและเกิดความท้าทายในบทเรียนที่จะเสนอ และใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ครูได้นำเสนอ ซึ่งสอดคล้องกับ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) กล่าวว่า ครูจะต้องกระตุ้นชักจูงและโน้มน้าวให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นและสนใจอยากค้นคว้าหาความรู้ครูอาจใช้วิธีการสนทนาซักถามและทบทวนประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเพื่อเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ที่จะต้องเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นศึกษาวิเคราะห์

ครูควรใช้วิธีการตั้งคำถาม ข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนค้นหาคำตอบที่เกี่ยวกับประเด็นในคลิปวิดีโอ ใบความรู้ หนังสือเรียน และสถานการณ์ตัวอย่างจากครูด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะและการปฏิบัติอื่น ๆ ครูควรเลือกแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียนและอธิบายในสิ่งที่นักเรียนไม่เข้าใจในระหว่างการศึกษาจากคลิปวิดีโอ ใบความรู้ หนังสือเรียน และสถานการณ์ตัวอย่าง ครูควรเลือกคลิปวิดีโอที่น่าสนใจเหมาะสมกับวัยของนักเรียน มีเนื้อหากระชับ เนื้อหาถูกต้อง และมีความยาวไม่เกิน 10 นาที ครูเป็นผู้ช่วยดูแลช่วยเหลืออธิบายเพิ่มเติมเพิ่มให้ตรงประเด็นชัดเจนขึ้นให้กับนักเรียน เพื่อให้ความรู้เพื่อเตรียมความพร้อมความรู้ไปปฏิบัติขั้นกิจกรรม ครูเป็นผู้ช่วยดูแลช่วยเหลืออธิบายเพิ่มเติมเพิ่มให้ตรงประเด็นชัดเจนขึ้นให้กับนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553) ที่ว่าการใช้คำถามของครูมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและการมีส่วนร่วมของนักเรียนในชั้นเรียน และยังเป็นเครื่องมือในการประเมินความเข้าใจของนักเรียนระหว่างการเรียนการสอน และวชิระ อินทร์อุดม (2539) ที่กล่าวว่า วิดีโอช่วยเอื้ออำนวยให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้ เพราะสามารถดูซ้ำได้หลายครั้งจนกว่าจะเข้าใจหรือจดจำได้

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติ

นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติโดยใช้ความรู้ ทักษะและการปฏิบัติอื่น ๆ เพื่อเผชิญสถานการณ์ในใบกิจกรรม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ช่วยกันคิด ปรึกษาหารือกัน ครูควรต้องสังเกตและให้คำแนะนำระหว่างการทำกิจกรรมอยู่เสมอเพื่อให้นักเรียนกิจกรรมสำเสร็จลุล่วง อีกทั้งคอยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองก่อนโดยครูเป็นที่ปรึกษาดูแลช่วยเหลือ และประเมินการปฏิบัติ และการออกแบบสถานการณ์ปัญหาของงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในขั้นปฏิบัติขั้นกิจกรรมครูควรออกแบบสถานการณ์เรื่องลำดับและอนุกรมที่สอดคล้องชีวิตประจำวันของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมจะช่วยกระตุ้นให้เรียนเกิดความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมมากขึ้นและมีความต่อเนื่องกันตามความต้องการเชิงรู้ของงานทางคณิตศาสตร์ทั้ง

4 ลักษณะ ภายใต้สถานการณ์ปัญหาเดียวกันจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดอย่างต่อเนื่องจากระดับต่ำไประดับสูงทั้งนี้ควรฝึกให้นักเรียนได้ทำงานในลักษณะงานแบบความจำที่เน้นให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วทั้งกฎ นิยามต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างน้อย 1-2 งาน แล้วจึงเพิ่มระดับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นลักษณะงานแบบการใช้ความคิดขั้นสูงที่เน้นการลงมือทำและใช้ความรู้ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ช่วยให้นักเรียนได้แสดงออกถึงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Cai & Lester (2010) ที่กล่าวว่า งานทางคณิตศาสตร์ที่สามารถท้าทายความสามารถของนักเรียนอย่างชาญฉลาดจะนำไปสู่การเพิ่มและพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน รวมทั้งเป็นสิ่งที่ดึงความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน และสอดคล้องกับ Yeo (2007) ผลการวิจัยพบว่า งานทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ วิธีการสอนและสิ่งที่ครูออกแบบสามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ใหม่และพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

นักเรียนจะต้องนำใบกิจกรรมมาเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน จะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิดและเกิดการพัฒนาแนวคิดของนักเรียนได้ ซึ่งในการนำเสนอนั้นครูควรแนะนำประเด็นของการนำเสนอให้กับนักเรียนได้ทราบก่อน และควรใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดของตนเองให้ตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแล้วครูควรแนะนำการปรับปรุงใบกิจกรรมของนักเรียนและควรเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่น ๆ ได้เสนอแนวคิดหรือถามคำถามเพิ่มเติมในการนำเสนอของแต่ละคน ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามของครูมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและการมีส่วนร่วมของนักเรียนในชั้นเรียน และยังเป็นเครื่องมือในการประเมินความเข้าใจของนักเรียนระหว่างการเรียนการสอน บางครั้งเมื่อนักเรียนตอบคำถามไม่ได้หรือคิดไม่ได้ แต่ครูช่วยเหลือด้วยการขี้แนะ หรือตั้งคำถามใหม่ที่ง่ายกว่าหรือเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถคิดได้

ขั้นที่ 5 ขั้นปรับปรุงการเรียนรู้และนำไปใช้

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปรับปรุงผลงานของกลุ่มตนเองหลังจากการนำเสนอหน้าชั้นเรียนให้สมบูรณ์มากขึ้น ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดการนำความคิดเดิมของตนมาพัฒนาต่อยอดให้ดียิ่งขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกันยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นจะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้อย่างมีความหมายเข้าใจได้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้งและจดจำได้นานขึ้น

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมประเมินผลงานโดยการตรวจใบกิจกรรม และครูตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดผลจากกระบวนการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน นอกจากนั้นครูควรประเมินด้านความรู้ และความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องที่เรียนหรือแนวทางในการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับราชบัณฑิตยสถาน (2555) ที่กล่าวว่า การประเมินเพื่อการเรียนรู้นอกจากเป็นการประเมินเพื่อนำไปสู่การปรับการเรียนของผู้เรียนแล้วยังเป็นการประเมินที่ทำให้ได้สารสนเทศอันเป็นประโยชน์ต่อการเปลี่ยนการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การประเมินเพื่อการเรียนรู้นับได้ว่าผู้สอนยังเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เป็นผู้ประเมินและใช้การสื่อสารเชิงบวก เพื่อแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงจุดแข็ง จุดอ่อนเพื่อใช้ในการปรับปรุงและแก้ไขตนเอง

การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากใบกิจกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบทดสอบทักษะหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยอภิปรายผลการจัดการเรียนรู้จำแนกตามองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา

ผลจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านการทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในระดับดีมาก โดยเห็นได้จากนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ในขั้นปฏิบัติ ครูเลือกใช้ลักษณะงานแบบการใช้ความคิดขั้นสูงที่เน้นการลงมือทำและใช้ความรู้ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนได้ทำใบกิจกรรมด้วยตนเอง นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและระบุองค์ความรู้ออกมาจนเกิดความชำนาญด้วยการถาม-ตอบ ครูได้เลือกใช้ประเด็นคำถามที่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถดังกล่าว ทำให้นักเรียนตอบคำถามได้ตรงประเด็น ดังนั้น จัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ส่งเสริมทักษะพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2554) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามของครูผู้สอนมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและการมีส่วนร่วมของนักเรียนในชั้นเรียน เมื่อนักเรียนตอบคำถามหรือคิดไม่ได้ ครูช่วยเหลือด้วยการชี้แนะหรือตั้งคำถามใหม่ที่ง่ายกว่า หรือเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถคิดได้ นักเรียนจะค่อย ๆ ตอบได้ และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาสุดท้ายที่ต้องการได้

2. ความสามารถในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา

ผลจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก โดยเห็นได้จากนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง นักเรียนสามารถเขียนกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ในขั้นปฏิบัตินักเรียนได้ทำใบกิจกรรมด้วยตนเองโดยเป็นลักษณะงานแบบการใช้ความคิดขั้นสูงที่เน้นการลงมือทำและใช้ความรู้ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ครูได้ทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาและนักเรียนส่วนใหญ่ทำความเข้าใจไปด้วย ทำให้นักเรียนเห็นแนวทางการแก้ปัญหาและสามารถเลือกใช้แนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น จัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ส่งเสริมทักษะพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับรุ่งทิวา บุญมาโตน และคณะ (2559) ที่กล่าวว่า นักเรียนเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง การแสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ยังไม่ชัดเจนและสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน ครูควรให้ความสนใจกับนักเรียนมากเป็นพิเศษ เนื่องด้วยถ้านักเรียนเกิดข้อสงสัยครูต้องคอยซักถาม และกระตุ้นเพื่อสร้างให้นักเรียนเห็นแนวทางที่จะนำไปซึ่งคำตอบด้วยตนเอง

3. ความสามารถในการสรุปคำตอบ

ผลจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านการสรุปคำตอบอยู่ในระดับดีมาก โดยเห็นได้จากนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง นักเรียนสามารถสรุปผลได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ในขั้นปฏิบัตินักเรียนได้ทำใบกิจกรรมด้วยตนเอง นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกันกับเพื่อน และได้ฝึกการนำเสนองาน

ครูมีการตรวจสอบความเข้าใจและตรวจสอบคำตอบของนักเรียนโดยมีการใช้ถาม-ตอบและลงข้อสรุปร่วมกัน ดังนั้น จัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ส่งเสริมทักษะพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ครูควรออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ที่มีความต้องการเชิงรู้ต่ำอย่างน้อย 1-2 งาน เป็นงานง่าย ๆ ให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วทั้งกฎ นิยามต่าง ๆ เพื่อเชื่อมโยงความรู้ให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในงานที่มีความต้องการเชิงรู้ระดับสูง ซึ่งมีการใช้ความคิดขั้นสูงและมีความซับซ้อนมากขึ้น สามารถนำความรู้หรือประสบการณ์ด้านอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา และช่วยให้นักเรียนได้นำแนวคิดที่ได้ไปต่อยอดส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการทำงานที่ซับซ้อนขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งต่อไปควรนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ไปใช้ร่วมกับวิธีการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองในชั้นเรียน โดยครูจัดสถานการณ์ขึ้นเลียนแบบของจริง โดยกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ได้ใช้ทักษะกระบวนการคิดและการตัดสินใจจากสถานการณ์นั้นๆ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในด้านความเข้าใจปัญหาซึ่งนักเรียนยังมีพัฒนาการที่ค่อนข้างน้อย

7. เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

พนินดา ดีหลี. (2563). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับการใช้คำถาม. *วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนคณิตศาสตร์.* มหาวิทยาลัยบูรพา.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2538). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รุ่งทิวา บุญมาโตน, วนินทร สุภาพ และรัชฎา วิริยะพงศ์. (2561). การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*. 29(2): 51-61.

วชิระ อินทร์อุดม. (2539). ในเอกสารประกอบการสอนรายวิชาการผลิตสื่อวีดิทัศน์เพื่อการศึกษา. *ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรรณิสา เมืองโคตร และณัชชา กมล. (2560). การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์. *งานประชุมวิชาการคณิตศาสตร์ประจำปีครั้งที่ 22* : การประชุมประจำปีทางคณิตศาสตร์ 2017.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 วิชาคณิตศาสตร์*. เรียกใช้เมื่อ 12 มิถุนายน 2562 จาก https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSbUdGWmU2QkQwT00/view?resourcekey=0jD8uOJrQRS58ZKLV-VwkFDg.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูทศวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: จุลดิสการพิมพ์.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบประสบการณ์และที่เน้น การปฏิบัติ.* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนา*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนา.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Boonmatone, R., Supap, W., & Wiriyapong, R. (2018). Development of Mathematics Literacyon Probability of Mathayomsuksa 5 Students by Context-Based Learning Management. *Academic Resources Journal Prince of Songkla University*, 29(2): 51-61.

Cai, J., & Lester, F. (2010). *Why is teaching with problem solving important to student learning? (Problem solving research brief)*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Deelee, P. (2020). A Study of Mathematics Learning Achievement and Mathematical Problem Solving Ability of Mathayomsuksa 5 Students on Sequence and Series Using SSCS Model and Questions. *Thesis. Master of Education*, Mathematics Teaching. Burapha University.

In-Udom, W. (1996). In teaching documents for the course on video production for education. *Department of Educational Technology Faculty of Education*. Khon Kaen University.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). *Mathematics skills and processes*. Bangkok: SE-EDUCATION.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). *Research report of the TIMSS 2011 project in Mathematics*. Retrieved June 12, 2019 from https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSbUdGWmU2QkQwT00/view?resourcekey=0-jD8uO-JrQRS58ZKLVVwkFDg.

Kitkuakul S. (2014). *Science learning management direction for teachers of the 21st decade*. Phetchabun: Juladit Printing.

Makanong, A. (2010). *Mathematical Skills and Processes: Development for Development*. (3rd ed). Bangkok: Chulalongkorn University Printing House.

Makanong, A. (2011). *Mathematical Skills and Processes: Development for Development*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House.

Makanong, A. (2014). *Mathematics for high school teachers*. Bangkok: Chulalongkorn University.

Ministry of Education. (2017). *The measure and the core learning content of the mathematics learning group. (Revised edition 2017) according to the basic education core curriculum, 2008*. Bangkok: Agricultural Cooperative Federation of Thailand.

Muangkot, W. & Kamol. N. (2017). *Promoting Mathematical Problem Solving Ability of Mathayomsuksa 1 Students by Using Mathematics Tasks*. conferenceAnnual Mathematics Academic Year No. 22 : Annual Meeting in Mathematics 2017.

Naoyenpol, P. (1995). *Solving Mathematics Problems, Developing Students' Computational Skills. Elementary level*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing Press.

Office of the Secretariat of the Council of Education. (2007). *Experiential and practice-based learning management approaches*. (1st edition). Bangkok: Agricultural Cooperative Federation of Thailand.

Stein, M. K., Smith, M. S., Henningsen, M., & Silver, E. A. (2000). *Implementing standards based mathematics instruction: A casebook for professional development*. New York: Teachers College Press.

Yeo, B. W. (2007). Mathematical tasks: Clarification, classification and choice of suitable tasks for different types of learning and assessment. *National Institute of Education*, Nanyang Technological University, Singapore.

.