

บทความวิจัย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง กับพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ศิริชรินทร์ ยศสวรินทร์* รุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์ เสริมศรี ไทยแท้ และ สุกัญญา หะยีสมาและ

บทคัดย่อ

ความมุ่งหมายของกรวิจัยนี้ คือ เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แล้วศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คน โดยมีนักเรียน 4 คน เป็นนักเรียนเป้าหมายเพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตผ่านเกณฑ์ มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 (2) เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องพร้อมทั้งอธิบายได้ชัดเจนขึ้น

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้การสอน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

Instructional Activities to Enhance the Ability to Apply a Mathematical Model to Solve Mathematical Problems Related to Algebra for Mathayomsuksa Four Students

**Siratcharin Yodsawarin^{*}, Rungfa Janjaruporn, Sermsri Thaitae
and Sukanya Hayeesala**

ABSTRACT

The purposes of this research were to construct instructional activities to enhance the ability to apply a mathematical model to solve mathematical problems related to algebra for Mathayomsuksa Four students, and then to study its effects on the ability of the students and their performance in applying a mathematical model to solve mathematical problems related to algebra. The participants included twenty-four Mathayomsuksa Four students. Then, four of the participants were randomly chosen as target students for a case study. The results of the study were (1) More than sixty percent of students studying mathematics in the study had the ability to apply a mathematical model to solve mathematical problems at a level of .01 (2) While the students who had experiences on the instructional activities could develop their ability in understand a real world situation, apply the real world situation to the mathematical problem, adapt and apply a mathematical model to solve the mathematical problems and interpret the answer to real world situation.

Keywords: instructional activities, mathematics problem solving, mathematical modeling

บทนำ

สิ่งที่มีมนุษย์ต้องเผชิญอยู่เป็นประจำในการดำเนินชีวิตอย่างหนึ่ง ก็คือ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เช่น ปัญหาการเดินทางไปโรงเรียนหรือทำงาน ปัญหาการเลือกซื้อสินค้าและบริการ ปัญหาการลงทุนค้าขาย ปัญหาการวางแผนอนาคต เป็นต้น ซึ่งในบรรดาปัญหาเหล่านี้มีทั้งปัญหาที่เราสามารถแก้ได้ง่ายเพียงใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมๆ และปัญหาที่เราไม่สามารถแก้ได้ในทันที ต้องอาศัยความรู้ทักษะและกระบวนการร่วมกับเทคนิควิธีหลายอย่างในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าเรามีความรู้หรือแหล่งความรู้ที่เพียงพอ เข้าใจขั้นตอน/กระบวนการในการแก้ปัญหา มีเทคนิค/ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ตลอดจนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อน เราก็จะสามารถแก้ปัญหานั้นได้ดีและมีประสิทธิภาพ [1] การแก้ปัญหาจึงถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่นักเรียนควรจะได้เรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน เพราะการเรียนรู้การแก้ปัญหาจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผน และรู้จักตัดสินใจอย่างถูกต้อง [2]

ดั่งที่ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545 และแก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2553 ได้ให้ความสำคัญกับแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนรู้ไว้ใน หมวดที่ 4 มาตรา 24 ว่าด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่ง 2 ใน 6 ข้อ คือ (1) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และ (2) จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง [3] ส่งผลให้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์กำหนดให้การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (mathematical problem solving) เป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรจะได้เรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะการเรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้เด็กนักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้นานตลอดชีวิต [1]

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพตามเป้าหมายของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ซึ่งแนวทางหนึ่งคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนผ่านการแก้ปัญหา (problem solving approach) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาที่เหมาะสมกับวัยและพัฒนาการของนักเรียน แล้วให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบาย และตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปด้วยตนเองและสิ่งสำคัญที่จะทำให้เด็กนักเรียนเห็นคุณค่าและความสำคัญของคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ปัญหาที่ใช้ควรเป็นปัญหาสถานการณ์จริง (real world situation) ซึ่งในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงเราอาจใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) เช่น นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ หรือฟังก์ชัน และกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical modeling) ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงนั้น แล้วอธิบายสถานการณ์จริงเหล่านั้น ซึ่งการที่นักเรียนได้ใช้

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะสามารถช่วยเปลี่ยนมุมมองของนักเรียนเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ จากวิชาที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีบทที่แน่นอนตายตัว ไปสู่วิชาที่มีการคาดการณ์คำตอบของสถานการณ์จริงหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติ และถ้าการคาดการณ์นั้นได้รับการตรวจสอบว่าเป็นจริงแล้ว จะนำไปสู่การสร้างสร้าองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีคุณค่ามากกว่าการคำนวณ [4]

ด้วยเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตตั้งแต่วัยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

กรอบแนวคิดของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยดัดแปลงมาจากกรอบแนวคิดของ รุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์ [5] และ สุรสาล ผาสุข [6] ดังนี้

จุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนการสอน

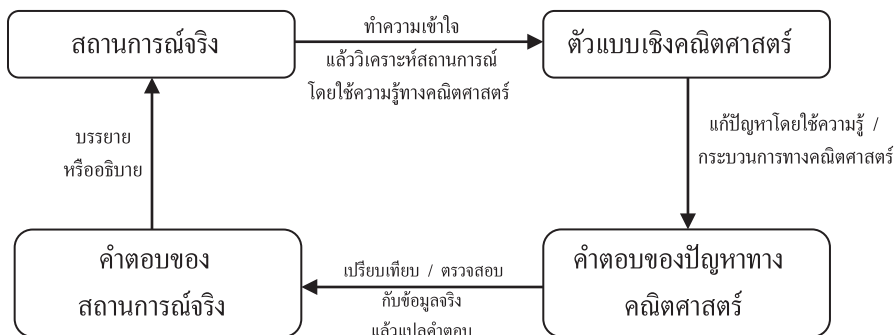
กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจุดมุ่งหมายหลัก คือ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในด้าน (1) การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (2) การปรับ

เปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (4) การแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

ขอบเขตของกิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 90 นาที ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

ในกิจกรรมการเรียนการสอนนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical modeling process) เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งดัดแปลงมาจากกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Ploya [7] กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของ Wilson และคณะ [8] และกระบวนการศึกษาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Giordano และคณะ [9] ซึ่งกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากรูปข้างต้น สามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อเผชิญสถานการณ์จริงที่เป็นปัญหา นักเรียนจะต้องเริ่มทำความเข้าใจกับสถานการณ์จริงก่อน หลังจากนั้นวิเคราะห์สถานการณ์จริงโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต แล้วปรับสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งกำหนดตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์จริงนั้น แล้วดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จนกระทั่งสามารถหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ หลังจากนั้นพิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้โดยการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบกับข้อมูลจริง แล้วแปลออกมาเป็นคำตอบของสถานการณ์จริง สุดท้ายบรรยายหรืออธิบายคำตอบของสถานการณ์จริงนั้น

นอกจากเรียนรู้กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์แล้ว นักเรียนยังได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง (real world situation) จำนวนมาก โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยตนเอง (learning by doing) ได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) โดยนักเรียนต้องลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม (group problem solving) ซึ่งในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียน 4 คน แบบละครความสามรถ กล่าวคือ มีนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน โดยนักเรียนแต่ละคนต้องร่วมกันรับผิดชอบในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงของกลุ่ม นำเสนอผลการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งของตนเองและของกลุ่ม ตลอดจนมีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 90 นาที ผู้วิจัยจะทำหน้าที่เป็นครูผู้สอน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา (problem solving approach)

เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยแบ่งกิจกรรมการเรียนการสอนนี้ออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1-4) กิจกรรมการเรียนการสอนในคาบเรียนที่ 1 เป็นการแนะนำกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่มผ่านการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่ไม่ซับซ้อน ในคาบเรียนที่ 2-3 เป็นการฝึกฝนกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่มผ่านการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนดโดยใช้กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้ ในคาบเรียนที่ 4 เป็นการตรวจสอบความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน โดยให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนดเป็นรายบุคคล

ช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 5-8) กิจกรรมการเรียนการสอนในคาบเรียนที่ 5-7 เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้และมีประสบการณ์มากขึ้นในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่มผ่านการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่หลากหลายและมีความซับซ้อนขึ้น โดยใช้กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้ และในคาบเรียนที่ 8 ให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนดเป็นรายบุคคล เพื่อตรวจสอบความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน

ช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 9-12) ซึ่งถือว่าเป็นช่วงท้ายของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยในคาบเรียนที่ 9-11 ยังคงเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้และมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนด โดยให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่มผ่านการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนดตามกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้ และในคาบเรียนที่ 12 ซึ่งเป็นคาบเรียนสุดท้ายของกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนดเป็นรายบุคคล เพื่อตรวจสอบความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย (1) เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต (2) เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1. เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้เวลา 90 นาที ในการดำเนินการแต่ละแผน เนื้อหาที่ใช้เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตและไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผล

ในการวิจัยครั้งนี้ เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผล ประกอบด้วย (1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต (2) แบบสังเกตพฤติกรรมในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต และ (3) แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต รายละเอียดดังนี้

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อตรวจสอบความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วย ปัญหาสถานการณ์จริงที่ไม่ซับซ้อนและปัญหาสถานการณ์จริงที่มีหลายขั้นตอนหรือซับซ้อน จำนวน 4 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน และมีการให้คะแนนแบบวิเคราะห์

2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อบันทึกพฤติกรรมในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ขณะลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริง ประกอบด้วย แบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม

2.3 แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของแต่ละคน โดยใช้หลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ คือ แบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบหลังการทดลอง (One-Group Posttest-Only Design) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่ใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตกับกลุ่มตัวอย่าง และทำการทดสอบหลังการทดลอง แล้วพิจารณาผลการทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 24 คน โดยมีนักเรียน 4 คน เป็นนักเรียนเป้าหมาย เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต

ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการวิจัยทั้งหมด 14 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที โดยแบ่งเป็นเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต จำนวน 12 คาบเรียน และเวลาในการทดสอบหลังเรียน 2 คาบเรียน ซึ่งดำเนินการทดลอง ดังนี้ (1) ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โดยใช้เวลานอกเหนือจากเวลาเรียนปกติ ในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนและผู้สังเกตการณ์ โดยมีนิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยวิจัย บันทึกพฤติกรรมในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตของนักเรียนเป้าหมายและสมาชิกในกลุ่ม ขณะลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริง นอกจากนั้น เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนในแต่ละคาบเรียน ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และ (2) เพื่อตรวจสอบความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต

1.1 การวิเคราะห์ความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต

ในการวิเคราะห์ความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยนำคะแนนจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตมาหาค่าเฉลี่ย

เลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากใบกิจกรรมในชั้นเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งที่มาของคะแนน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x})	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)
1. ใบกิจกรรมในชั้นเรียน	60	43.09	71.82	5.53
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต	40	28.37	70.93	6.31
รวม	100	71.46	71.46	11.40

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนเท่ากับ 43.09 คิดเป็นร้อยละ 71.82 ของคะแนนเต็ม โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.53 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตเท่ากับ 28.37 คิดเป็นร้อยละ 70.93 ของคะแนนเต็ม โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.31 ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนรวมจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตเท่ากับ 71.46 คิดเป็นร้อยละ 71.46 ของคะแนนเต็มโดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.04

1.2 การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

ผู้วิจัยได้รวมคะแนนจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต แล้วหาจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม หลังจากนั้นทำการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย โดยใช้การทดสอบทวินาม ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลของการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ)	ค่าสัดส่วนทดสอบ (Test. Prop.)	ค่าพี (p-value)
24	19 (79)	0.6	0.000*

หมายเหตุ: * ที่ระดับนัยสำคัญ .01

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01

ตอนที่ 2 พฤติกรรมในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต

ในการวิเคราะห์พฤติกรรมในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 คน ร่วมกันวิเคราะห์จาก (1) ผลงานเขียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต (2) ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเป้าหมายขณะลงมือใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยสังเกตการณ์ ซึ่งมีแบบสังเกตพฤติกรรมและกล้องวิดีโอช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น และ (3) ผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต โดยมีแบบสัมภาษณ์กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต และกล้องวิดีโอช่วยในการบันทึกรายละเอียดเหล่านั้น

เพื่อวิเคราะห์และอธิบายพฤติกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยพิจารณาการแสดงออกของนักเรียนในด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริงผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตในช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1-4) ช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 5-8) ช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 9-12) โดยแต่ละช่วงของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่นักเรียนมีพฤติกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เด่นชัดมาอธิบาย ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

2.1 พฤติกรรมด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ผลจากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง 3 ลักษณะ ได้แก่ (1) นักเรียนให้เวลามากขึ้นในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (2) นักเรียนแสดงร่องรอยการขีดเขียนมากขึ้นในขณะที่ทำความเข้าใจสถานการณ์จริง และ (3) นักเรียนเขียนคำอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงได้มากขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

(1) นักเรียนให้เวลามากขึ้นในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่ให้เวลาในการอ่านสถานการณ์จริงน้อยมาก และไม่ได้ให้ความสนใจกับข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงก่อนลงมือทำกิจกรรม ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์และระบุส่วนสำคัญของสถานการณ์จริงได้ จึงต้องย้อนกลับไปอ่านสถานการณ์จริงใหม่เพื่อให้เข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงมากขึ้น สำหรับช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ให้เวลาในการอ่านสถานการณ์จริงมากขึ้น โดยอ่านแล้วคิดวิเคราะห์ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงจนเข้าใจก่อนลงมือทำกิจกรรม ซึ่งนักเรียนยังคงแสดงพฤติกรรมดังกล่าวจนถึงสิ้นสุดการเรียนการสอน

(2) นักเรียนแสดงร่องรอยการขีดเขียนมากขึ้นในขณะที่ทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ในช่วงแรกของการเรียนการสอน มีนักเรียนจำนวนน้อยที่ขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความในสถานการณ์จริงในขณะที่ทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ซึ่งมีทั้งข้อความที่เป็นสาระสำคัญและไม่เป็นสาระสำคัญของสถานการณ์จริง สำหรับช่วงที่ 2 มีนักเรียนจำนวนมากที่ขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความในสถานการณ์จริงในขณะที่ทำความเข้าใจสถานการณ์จริง และมีนักเรียนบางส่วนที่มีการขีดเขียนข้อความวิเคราะห์ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงอย่างคร่าวๆ และช่วงท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น มีการขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความที่เป็นสาระสำคัญของสถานการณ์จริงในขณะที่ทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

(3) นักเรียนเขียนคำอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงได้มากขึ้น

ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนคำอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงได้น้อยมาก โดยเขียนคำอธิบายสั้นๆ แสดงเพียงคำตอบที่ได้จากการตรวจสอบแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงนั้น อย่างไรก็ตามในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มเขียนคำอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงได้มากขึ้น แต่ยังคงเขียนคำอธิบายบางส่วนไม่ชัดเจน ซึ่งนักเรียนยังคงแสดงพฤติกรรมดังกล่าวและพยายามเขียนคำอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงได้ถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น จนถึงสิ้นสุดการเรียนการสอน

2.2 พฤติกรรมด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลจากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2 ลักษณะ ได้แก่ (1) นักเรียนเขียนคำอธิบายกระบวนการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาได้มากขึ้น และ (2) นักเรียนเขียนตัวไม่ทราบค่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญได้ครบถ้วนและสอดคล้องกับความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาได้มากขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

(1) นักเรียนเขียนคำอธิบายกระบวนการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาได้มากขึ้น

ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนคำอธิบายกระบวนการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาได้น้อยมาก โดยเขียนอธิบายเพียง

ข้อความสั้นๆ ไม่เป็นลำดับขั้นตอน อย่างไรก็ตาม ในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มเขียนคำอธิบายกระบวนการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาได้มากขึ้น โดยพยายามนำข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงมาวิเคราะห์และเขียนอธิบายเป็นลำดับขั้นมากขึ้น แต่มีคำอธิบายบางส่วนยังไม่ถูกต้องและชัดเจน ซึ่งนักเรียนยังคงแสดงพฤติกรรมดังกล่าวและพยายามเขียนคำอธิบายกระบวนการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาได้ถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น จนถึงที่สุดการเรียนการสอน

(2) นักเรียนเขียนระบุตัวไม่ทราบค่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ครบถ้วนและสอดคล้องกับความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาได้มากขึ้น

ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนระบุตัวไม่ทราบค่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงบางส่วนยังไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ที่ได้ อย่างไรก็ตาม ในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มเขียนระบุตัวไม่ทราบค่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้สอดคล้องกับความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ที่ได้มากขึ้น โดยพยายามระบุตัวไม่ทราบค่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขได้ถูกต้อง ครบถ้วน และเป็นลำดับมากขึ้น ซึ่งนักเรียนบางส่วนยังคงพยายามเขียนระบุตัวไม่ทราบค่าข้อมูลหรือเงื่อนไขให้สอดคล้องกับความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนและเป็นลำดับมากขึ้น จนกระทั่งถึงที่สุดการเรียนการสอน

2.3 พฤติกรรมด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลจากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3 ลักษณะ ได้แก่ (1) นักเรียนเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมกับสถานการณ์จริงได้มากขึ้น (2) นักเรียนเขียนคำอธิบายกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น และ (3) นักเรียนที่ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์มีจำนวนมากขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

(1) นักเรียนเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมกับสถานการณ์จริงได้มากขึ้น

ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังไม่เหมาะสมกับสถานการณ์จริง โดยมีการนำความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ที่ได้มาปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของตัวไม่ทราบค่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงยังไม่ถูกต้องครบถ้วน ทำให้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ยังไม่เหมาะสมกับสถานการณ์จริง อย่างไรก็ตาม ในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่พยายามนำข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงมาเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมกับสถานการณ์จริงมากขึ้น ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ยังคงแสดงพฤติกรรมดังกล่าวจนถึงที่สุดการเรียนการสอน

(2) นักเรียนเขียนคำอธิบายกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น

ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนคำอธิบายกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้น้อยมาก โดยเขียนคำอธิบายอย่างสั้นๆ

ไม่ระบุข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริง และมีนักเรียนบางส่วนแทนข้อมูลจากสิ่งทีสถานการณ์จริงกำหนดไม่ถูกต้อง แต่ในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีความพยายามเขียนคำอธิบายกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น โดยมีการเขียนระบุข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงก่อนการค้นหาคำตอบ แต่คำอธิบายบางส่วนยังไม่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนยังคงแสดงพฤติกรรมดังกล่าวและพยายามเขียนอธิบายกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้น จนถึงที่สุดการเรียนการสอน

(3) นักเรียนที่ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์มีจำนวนมากขึ้น

ในช่วงแรกของการเรียนการสอน มีนักเรียนจำนวนน้อยที่ได้คำตอบที่ถูกต้องของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ที่ไม่ได้คำตอบที่ถูกต้องของปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่แทนค่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์บางส่วนไม่ถูกต้อง กลุ่มที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์บางส่วนไม่ถูกต้อง และกลุ่มที่สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง อย่างไรก็ตาม ในช่วงที่ 2 มีนักเรียนจำนวนมากขึ้นที่ได้คำตอบที่ถูกต้องของปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ให้เวลาในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริงมากขึ้น และมีประสบการณ์ในการนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้สามารถใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้น และยังคงแสดงพฤติกรรมเช่นนี้ในช่วงที่ 3 จนถึงที่สุดการเรียนการสอน

2.4 พฤติกรรมด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

ผลจากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง 2 ลักษณะ ได้แก่ (1) นักเรียนเขียนอธิบายการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น และ (2) นักเรียนเขียนบรรยายหรืออธิบายคำตอบของสถานการณ์จริงได้มากขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

(1) นักเรียนเขียนอธิบายการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น

ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนอธิบายการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้น้อยมาก แต่ในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีความพยายามเขียนอธิบายการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น และยังคงแสดงพฤติกรรมดังกล่าวจนกระทั่งถึงที่สุดการเรียนการสอน

(2) นักเรียนเขียนบรรยายหรืออธิบายคำตอบของสถานการณ์จริงได้มากขึ้น

ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนบรรยายหรืออธิบายคำตอบของสถานการณ์จริงได้น้อยมาก แต่อย่างไรก็ตามในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีความพยายามเขียนบรรยายหรืออธิบายคำตอบของสถานการณ์จริงได้มากขึ้น และยังคงแสดงพฤติกรรมดังกล่าวจนกระทั่งสิ้นสุดการเรียนการสอน

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. ความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต ที่มีความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตผ่านเกณฑ์ มีมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของพรพิศ ศรีชาคำ [10] ที่ได้ทำการศึกษาศามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถสอบผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสามารถสรุปได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น ได้สร้างตามแนวคิดของกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง ได้มีส่วนร่วมในการเรียนแบบร่วมมือ รับผิดชอบในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงทั้งของกลุ่มและของตนเอง ตลอดจนได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอและอภิปรายผลการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

2. พฤติกรรมในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต

เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้องพร้อมทั้งอธิบายได้ชัดเจนขึ้น กล่าวคือ ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง นักเรียนใช้เวลาในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริงมากขึ้น แสดงร่องรอยการขีดเขียนในขณะที่ทำความเข้าใจสถานการณ์จริงมากขึ้น และเขียนอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงได้มากขึ้น ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนเขียนคำอธิบายกระบวนการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาได้มากขึ้น และเขียนตัวไม่ทราบค่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญได้ครบถ้วนและสอดคล้องกับความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาได้มากขึ้น ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนเขียนตัวแบบเชิง

คณิตศาสตร์ได้เหมาะสมกับสถานการณ์จริงได้มากขึ้น พร้อมทั้งอธิบายกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น และนักเรียนที่ได้คำตอบถูกต้องของปัญหาทางคณิตศาสตร์มีจำนวนมากขึ้น สำหรับด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง นักเรียนเขียนอธิบายการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น ตลอดจนเขียนบรรยายหรืออธิบายคำตอบของสถานการณ์จริงได้มากขึ้นเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Swetz และ Hartzler [11] ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่เป็นประจำนั้น จะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกลยุทธ์และทักษะที่ได้เรียนรู้มาไปสู่การค้นหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาใหม่ได้อย่างง่ายดาย และเห็นถึงคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีกว่านักเรียนที่มีประสบการณ์น้อย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน

เนื่องจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในห้าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ผูกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ดังนั้น ครูอาจนำไปจัดกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษา หรือนำไปบูรณาการกับการเรียนการสอนปกติ สำหรับสถานการณ์จริงที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรเป็นสถานการณ์จริงที่ใกล้ตัวกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าและความสำคัญของคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ตลอดจนครูควรสนับสนุนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ซึ่งได้แก่ การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

กิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต สำหรับ การวิจัยครั้งต่อไป อาจปรับเปลี่ยนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เช่น ศึกษาแก่นักเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นนิสิตนักศึกษาหรือครูคณิตศาสตร์ หรืออาจปรับเปลี่ยนเนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา เช่น เรขาคณิต แคลคูลัส คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน หรือเนื้อหาวิชาอื่นๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศุทธวรรณ ศรีภิรมย์ สิรินิลกุล และ อาจารย์ธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์ ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแก้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. 2012. Mathematical Skills and Processes. Bangkok. 3-Qmedia. p. 6. (in Thai)
2. Tipkong, S. 2001. Solving Mathematics Problems. Bangkok. Kurusapa Printing Ladphrao. p. 4. (in Thai)
3. Office of the National Education Commission. 2010. National Education Act B. E. 1999, Amendments (Second National Education Act. B. E. 2002) and Amendments (Third National Education Act. B. E. 2010). p. 12. (in Thai)
4. Dossey, J. A. 1996. Modeling with Function. Portsmouth, NH. Heinemann Press. p. 276.
5. Janjaruporn, R. 2005. The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving. (PhD Thesis). Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand. p. 47-54. (in Thai)
6. Parsuk, S. 2003. A study of High School Students' Ability and Thinking in Working on Mathematical Modeling and Its Effect on their Attitude Towards Mathematics. (PhD Thesis). Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand. p. 38-43. (in Thai)
7. Polya, G. 1957. How to Solve it. Princeton, New Jersey. Princeton University Press. p. 5-19.
8. Wilson, J. W., Fernandez, M. L., and Hadaway, N. 1993. Mathematical Problem Solving. In Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics. New York. Macmillan Publish Company. p. 57-78.
9. Giordano, F. R., Weir, M. D., and Fox, W. P. 2003. A First Course in Mathematical Modeling. 3rd ed. Brooks/Cole. p. 52-54.
10. Srichacum, P. 2005. The Instructional Activities Using Mathematical Model in Problem Solving for Mathayomsuksa III Students. (Master's Thesis). Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand. p. 65-66. (in Thai)
11. Swetz, F., and Hartzler, J.S. 1991. Mathematical Modeling in the Secondary School Curriculum: A Resource Guide of Classroom Exercises. Reston, Virginia. The National Council of Teacher of Mathematics, INC. p. 6.

ได้รับบทความวันที่ 9 พฤศจิกายน 2559
ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 13 ธันวาคม 2559