

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา
ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

A STUDY OF MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY ON THE
PROBLEM OF LINEAR EQUATION SYSTEMS IN TWO VARIABLES OF MATHAYOMSUKSA 3
STUDENTS BY USING MATHEMATICAL MODELING PROCESS

นภาพร เบี้ยกระโทก¹, ขนิษฐา ชมภูวิเศษ², นิภาดา จรัสเอี่ยม³

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

NAPAPON BIAKRATOK¹, KANITTHA CHOMPUVISED², NIPHADA CHARATIAM³

MATHEMATICS EDUCATION, FACULTY OF EDUCATION, NAKHON RATCHASIMA RAJABHAT UNIVERSITY

Corresponding Author E-mail : 65D0104101@nrru.ac.th¹, a0947725579@gmail.com²

(Received : July 8, 2024 ; Edit : July 23, 2024 ; accepted : July 26, 2024)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาในระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาในระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนชุมชนบ้านนารากอพิมพ์ ตำบลอรพิมพ์ อำเภอบัวบุรี จังหวัดนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 3 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 13 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาในระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 8 แผน แผนละ 1 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test) จำนวน 8 ข้อ ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับเท่ากับ 0.97 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติ t-test

ผลการวิจัยพบว่า

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาในระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การแก้โจทย์ปัญหา, ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร, การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were to 1) compare the mathematical problem solving ability on the problem of linear equation systems in two variables of mathayomsuksa 3 students between before and after learning process by using mathematical modeling process 2) the mathematical problem solving ability on the problem of linear equation systems in two variables of mathayomsuksa 3 students by using mathematical modeling process with the threshold at 60% of total scores. The sample of this research was the matthayomsuksa 3 students who currently studying in the 2nd semester of the 2023 academic year at Chumchonbannarakorapim School, Orapim Sub-District, Khon Buri District, Nakhon Ratchasima, under the supervision of Nakhon Ratchasima Primary Educational Service Area Office 3. The purposive sampling approach was used to obtain a class which consist of 13 students. The research instruments were 1) a mathematics lesson plans of the problem of linear equation systems in two variables based on using mathematical modeling process of mathayomsuksa 3 students. It consists of 8 lesson plans, each plan designed for a period (50 minutes per period), and 2) a summative test of mathematical problem solving ability which consisting of 8 essay items. The reliability coefficient of the mathematics problem solving ability test is 0.97. The statistics to analyze data were arithmetic mean, standard deviation, percentage, paired t-test and one-sample t-test.

The research found that:

1) The mathematical problem solving ability of student after learning process by using mathematical modeling process was higher than before learning process with the statistically significance at the 0.05 level.

2) The mathematical problem solving ability of student after learning process by using mathematical modeling process was higher than the threshold at 60% of total scores with the statistically significance at the 0.05 level.

Keywords : Problem solving, Linear equation systems in two variables, Mathematical problem solving, Mathematical modeling process.

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทรัพยากรมนุษย์เป็นปัจจัยขับเคลื่อนสำคัญในการยกระดับการพัฒนาประเทศในทุกมิติไปสู่เป้าหมายการเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วที่ขับเคลื่อนโดยภูมิปัญญาและนวัตกรรมในอีก 20 ปีข้างหน้า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวางรากฐานการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศอย่างเป็นระบบ โดยจำเป็นต้องมุ่งเน้นการพัฒนาและยกระดับคนในทุกมิติ และในทุกช่วงวัยให้เป็นทรัพยากรมนุษย์ที่ดี เก่ง และมีคุณภาพพร้อมขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศไปข้างหน้าได้อย่างเต็มศักยภาพ (สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ, 2561 : 30) ซึ่งการศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพสามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุขในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 เนื่องจากการศึกษามีบทบาทสำคัญในการสร้างความได้เปรียบของประเทศเพื่อการแข่งขันและยืนหยัดในเวทีโลกภายใต้ระบบเศรษฐกิจและสังคมที่เป็นพลวัตประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกจึงให้ความสำคัญและทุ่มเทกับการพัฒนาการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของตนให้สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ภูมิภาคและของโลก ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษา การพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของคนไทยให้มีทักษะ ความรู้ ความสามารถ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาประเทศ ภายใต้แรงกดดันภายนอกจากกระแสโลกาภิวัตน์ และรองรับการเปลี่ยนแปลงของโลกทั้งในปัจจุบันและอนาคต (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ, 2560 : 1)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ ซึ่งจากความสำคัญของคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ โดยมีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 : 1)

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เนื่องจากเป็นความสามารถหรือความชำนาญในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ มนุษย์ใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการดำรงชีวิต ไม่ว่าจะเป็นการแก้ปัญหา การสื่อสารหรือการให้เหตุผลในสังคม เป็นเครื่องมือสำคัญของการคิด การทำงาน และการอยู่ร่วมกันของมนุษย์ในสังคมแห่งการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบันจึงมีการส่งเสริมในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในขณะสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องในทุกระดับของผู้เรียน (อัมพร ม้าคอง, 2553 : 21) โดยทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญและจำเป็นต้องพัฒนาให้เกิดแก่ผู้เรียนเป็นอันดับแรกในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คือ ทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผน แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของปัญหานั้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551 : 7) ดังนั้นความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่นักเรียนควรได้รับการฝึกฝน และพัฒนาให้

เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน เพราะการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลายและยังเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 : 6)

แม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญแต่เมื่อพิจารณาถึงบริบทการศึกษาคุณภาพการเรียนการสอน และความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนชุมชนบ้านนารากอร์พิมพ์ที่ผ่านมา โดยภาพรวมยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ โดยจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2562 2564 และ 2565 เมื่อวิเคราะห์ค่าสถิติสำหรับคะแนนโรงเรียนแยกตามมาตรฐานการเรียนรู้ พบว่ามาตรฐาน ค 1.3 ซึ่งเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 29.49 , 17.27 และ 38.00 ตามลำดับ ระดับประเทศ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 31.43, 24.49 และ 27.06 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าผลคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนในปีการศึกษา 2562 และ ปีการศึกษา 2564 ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของระดับประเทศ (โรงเรียนชุมชนบ้านนารากอร์พิมพ์, 2565) และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของโรงเรียนชุมชนบ้านนารากอร์พิมพ์ได้กำหนดเกณฑ์ให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 ซึ่งจากข้อมูลในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563-2565 เนื้อหาเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 36.14, 31.32 และ 34.16 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนตั้งไว้ จากการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนพบว่า การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เป็นเนื้อหาหนึ่งที่เป็นปัญหากับนักเรียนมากที่สุด นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ถูกต้อง ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ถือเป็นทักษะและกระบวนการหนึ่งที่นักเรียนต้องได้รับการเรียนรู้ แต่เมื่อนักเรียนเผชิญกับโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อน นักเรียนไม่รู้ว่าจะเริ่มต้นแสดงวิธีการใดในการหาคำตอบของสมการ และเมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรให้ นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาในข้อง่าย ๆ ได้ แต่เมื่อพบปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือแตกต่างจากปัญหาที่ครูยกตัวอย่างให้นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาก็ได้ อีกทั้งนักเรียนไม่สามารถแปลความหมายและเปลี่ยนรูปข้อความในโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ถูกต้องและเหมาะสมกับข้อมูลที่โจทย์กำหนด ทำให้ไม่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหาคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากนักเรียนยังขาดทักษะในการแก้ปัญหาลำบากส่งผลถึงความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่พบโดยทั่วไปส่วนใหญ่แล้วจะอยู่ในรูปแบบที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง โดยครูจะเป็นผู้บอกวิธีการแก้ปัญหให้นักเรียนแสดงวิธีทำ โดยที่นักเรียนไม่มีการฝึกคิดค้น หรือฝึกค้นหาวิธการดำเนินการแก้ปัญห นักเรียนเรียนรู้ด้วยการท่องจำไม่ได้สร้างความรู้และนำความรู้ไปใช้ด้วยตนเอง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับหรือเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอนโดยเป็นการสอนที่ผู้เรียนควรเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอนควรคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนควรมีบทบาทในการเรียนรู้มิใช่เป็นเพียงฝ่ายรับเท่านั้น (ทิศนา ขวมนิธิ, 2562 : 4) ซึ่งในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมาแม้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญห ทำให้ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 : 1) ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูควรให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการเลือกใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญห เช่น ยุทธวิธีสร้างตารางสัญลักษณ์ ฟังก์ชัน สูตร สมการ นิพจน์ กราฟ ตาราง สถานการณ์จำลอง และการทดลอง ซึ่งการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เป็นยุทธวิธีหนึ่งในการแก้ปัญห นักเรียนจะได้ฝึกฝนกระบวนการแก้ปัญห ฝึกใช้ทักษะต่าง ๆ และ

เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากห้องเรียนไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

การแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์นี้คือสิ่งที่คอยเชื่อมโยงระหว่างโลกแห่งความจริงกับโลกคณิตศาสตร์ เป็นส่วนสำคัญที่แสดงให้เห็นได้ว่าคณิตศาสตร์และชีวิตจริงมีความสัมพันธ์กัน (Cirillo, Pelesko, Felton-Koestler, & Rubel, 2016 : 10) ตลอดการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการกับความไม่ชัดเจน สร้างความเชื่อมโยง เลือก และประยุกต์ใช้โมเดลหรือทักษะที่มีความเหมาะสมระบุข้อตกลงเบื้องต้น และสะท้อนคิดไปยังผลลัพธ์ที่ได้ต่อปัญหาโลกจริงและสร้างการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลจากข้อมูลที่รวบรวมหรือกำหนดให้ (Ministry of Education Singapore, 2019) ซึ่งการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เป็นยุทธวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนได้ฝึกฝนกระบวนการแก้ปัญหา ฝึกการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากห้องเรียนไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ฝึกการใช้ทักษะต่าง ๆ และเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ จะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้ดีและมีประสิทธิภาพ (Ministry of Education Singapore, 2006 : 8) สอดคล้องกับคณาธิป นรสิงห์ (2564) ได้ศึกษากระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์กับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ส่งผลต่อการพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทุกองค์ประกอบ โดยขึ้นเชื่อมโยงเพื่อนำไปสู่ตัวแบบเป็นขั้นที่ส่งผลต่อการพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากที่สุด ซึ่งนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 และ วรพชร วงษ์ประทีป (2564) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้นทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้านได้ถูกต้อง ได้แก่ ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง ซึ่งสอดคล้องกับ Greefrath (2015 : 173 – 183) ที่ได้กล่าวว่า การที่นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงของตนเองโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหานั้น เป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลทำให้นักเรียนสามารถบูรณาการคณิตศาสตร์เข้าไปในชีวิตของตนเองได้ง่ายขึ้น สามารถทำความเข้าใจและแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ดีกว่าการที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือแก้ปัญหา อีกทั้งตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างชีวิตจริงของนักเรียนที่มักมีความเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เสมอ อีกทั้งยังทำให้นักเรียนได้ตระหนักถึงคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น ในการจัดการเรียนการสอนที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และจะนำไปช่วยในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้นั้น ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะต้องเป็นปัญหาที่สามารถพบเจอได้ในชีวิตจริง ซึ่งสามารถใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาได้

กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาในชีวิตจริงโดยใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ ด้วยการสร้างหรือใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริง โดยผู้เรียนต้องมีการแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ และนำคำตอบที่ได้ไปแปลงเป็นคำตอบปัญหาในชีวิตจริง ทั้งนี้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ได้รับความสนใจจากนักการศึกษาหลายท่าน ซึ่งต่างก็นำเสนอ

รายละเอียด และได้ออกแบบขั้นตอนหรือวงจรของกระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย แต่ทั้งหมดก็มีองค์ประกอบของกระบวนการสร้างตัวแบบที่สอดคล้องกัน ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Ministry of Education Singapore (2019) โดยมี 4 ขั้นตอนดังนี้ 1. การสร้างตัวแบบ เป็นขั้นการสร้างตัวแบบจากการทำความเข้าใจปัญหา กำหนดข้อตกลงเบื้องต้น และตัวแทนปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2. การแก้ปัญหา เป็นขั้นการแก้ปัญหาของตัวแบบที่ได้มาจากขั้นสร้างตัวแบบ ด้วยการเลือกใช้วิธีการ เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา และนำเสนอคำตอบ 3. การแปลความหมาย เป็นขั้นการแปลความหมายของคำตอบให้อยู่ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง และนำเสนอคำตอบ และ 4. การสะท้อนผล เป็นขั้นการสะท้อนถึงความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากขั้นการแปลความหมาย หากต้องพัฒนาแก้ไขตัวแบบให้เหมาะสม ให้ดำเนินการตามขั้นตอนใหม่อีกครั้ง

จะเห็นว่ากระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของ Ministry of Education Singapore (2019) เป็นแนวทางที่สามารถนำไปใช้ได้กับผู้เรียนในทุกระดับชั้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการประเทศสิงคโปร์ยังได้นำเสนอวงจรกระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ไว้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน จากผลการศึกษาสิงคโปร์เป็นหนึ่งในประเทศที่มีระบบการศึกษาที่ดีที่สุด นักเรียนของสิงคโปร์ได้คะแนนเป็นอันดับที่สองของการสอบวัดผล PISA 2018 ใน 79 ประเทศ ซึ่งจัดทำโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) เพื่อประเมินผลการเรียนด้านคณิตศาสตร์, วิทยาศาสตร์ และการอ่าน

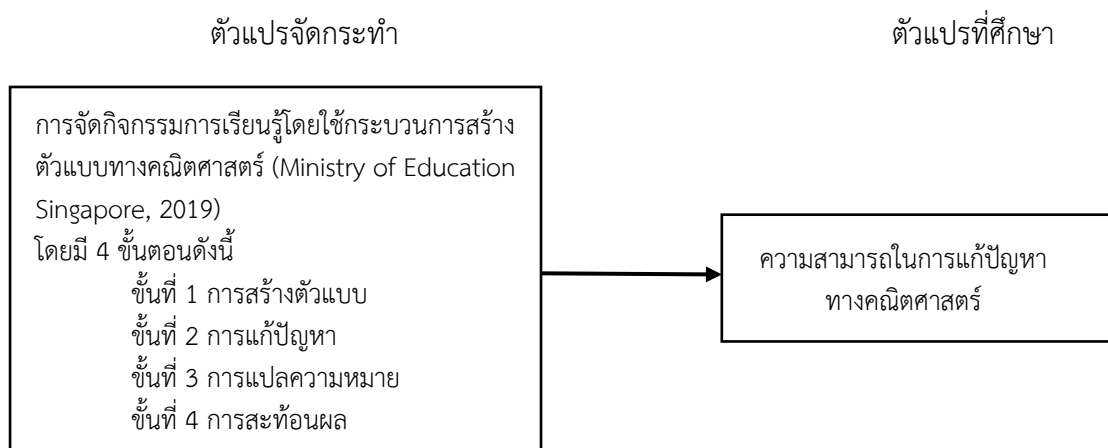
จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เป็นเนื้อหาหนึ่งที่เป็นปัญหากับนักเรียนมากที่สุด นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ถูกต้อง เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรให้ นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหในข้อง่าย ๆ ได้ แต่เมื่อพบปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือแตกต่างจากปัญหาที่ครูยกตัวอย่างให้ นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหได้ อีกทั้งนักเรียนไม่สามารถแปลความหมายและเปลี่ยนรูปข้อความในโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ถูกต้องและเหมาะสมกับข้อมูลที่โจทย์กำหนด ทำให้ไม่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหาวางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์เป็นวิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาในชีวิตจริง นักเรียนได้ใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียน จนนักเรียนสามารถสร้างระบบสมการจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดนั้นได้ โดยเลือกวิธีการในการแก้ปัญห และหาคำตอบด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญห และเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ และยังสามารถช่วยให้นักเรียนได้นำความรู้ในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหในชีวิตจริงได้ ผู้วิจัยจึงสนใจจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในสาระจำนวนและพีชคณิต เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รวมถึงเป็นการพัฒนาแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของ Ministry of Education Singapore (2019) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถนำมาเขียนเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ



สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านนารากอพิมพ์ ตำบลอพิมพ์ อำเภอบรรพือ จังหวัดนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครราชสีมา เขต 3
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านนารากอพิมพ์ ตำบลอพิมพ์ อำเภอบรรพือ จังหวัดนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครราชสีมา เขต 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 13 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

ตัวแปร

ตัวจัดกระทำ ได้แก่ กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 8 แผน แผนละ 1 คาบเรียน

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 8 แผน แผนละ 1 คาบเรียน โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ซึ่งประกอบไปด้วยสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

1.2 ศึกษาเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.3 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดจำนวนทั้งสิ้น 8 แผน แต่ละแผนใช้เวลาในการสอน 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ความสอดคล้องของมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง มีบริบทการจัดการเรียนการสอนและจำนวนนักเรียนใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 แผน

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขหลังจากการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ เพื่อพิจารณาก่อนนำไปจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นฉบับสมบูรณ์ แล้วนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 8 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน คะแนนเต็ม 24 คะแนน ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยสาระและมาตรฐานการเรียนรู้

ตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา และโครงสร้างรายวิชา

2.2 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล และการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องและครอบคลุมกับเนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยเป็นแบบอัตนัย 1 ชุด จำนวน 16 ข้อ

2.4 จัดทำแนวการตอบและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนโดยวิธีการให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric scoring) โดยใช้รูปแบบการตรวจให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic scoring) มาปรับใช้

2.5 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ ของข้อคำถามและภาษาที่ใช้แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มาวิเคราะห์เพื่อหาค่า IOC พบว่า ข้อสอบฉบับนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เท่ากับ 1.00 จำนวน 16 ข้อ และนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.8 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หาค่า IOC แล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอรพิมพิทยา ตำบลอรพิม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีบริบทใกล้เคียงกัน จำนวน 30 คน ซึ่งผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.9 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D)

2.10 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เลือกไว้
จำนวน 8 ข้อ

2.11 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 8 ข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการสร้าง

ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนชุมชนบ้านนารากอพิม ตำบลอรพิม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 13 คน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบก่อนเรียน 50 นาที

2. ดำเนินการทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนชุมชนบ้านนารากอพิม ตำบลอรพิม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดนครราชสีมา ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 แผน แผนการจัดการเรียนรู้ละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวม 8 คาบเรียน

3. ทำการทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนชุมชนบ้านนารากอพิม ตำบลอรพิม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 13 คน โดยใช้แบบวัดความสามารถ

ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบหลังเรียน 50 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เนื่องจากเป็นกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อยจึงทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบ Shapiro-Wilk test พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ จึงทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบทีกรณีประชากรสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent sample)

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 เนื่องจากเป็นกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อยจึงทำการทดสอบการแจกแจงปกติของคะแนนหลังเรียนด้วยการทดสอบ Shapiro-Wilk test พบว่าคะแนนหลังเรียนมีการแจกแจงแบบปกติ จึงทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน โดยนำคะแนนหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้สถิติทดสอบทีกรณีประชากรกลุ่มเดียว (t-test for one sample)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ, ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการคำนวณจากสูตร Rovinelli and Hambleton, การหาค่าความยากง่าย (Difficulty), การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination), การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)
3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน ได้แก่ การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติทดสอบ W, การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test dependent), การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้สถิติทดสอบที กรณีประชากรกลุ่มเดียว (t-test for one sample)

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย เรื่อง การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	sig.
ก่อนเรียน	13	24	2.12	2.15	34.996*	.000
หลังเรียน	13	24	18.19	3.33		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้าง

ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	คะแนนร้อยละ 60	$\bar{X}$	S.D.	<i>t</i>	<i>sig.</i>
หลังเรียน	13	24	14.4	18.19	3.33	4.103*	.001

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เป็นวิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาในชีวิตจริง นักเรียนได้ใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียน จนนักเรียนสามารถสร้างระบบสมการจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดนั้นได้ โดยเลือกวิธีการในการแก้ปัญหา และหาคำตอบด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ Greefrath (2015, pp. 173-183) ที่ได้กล่าวว่าการที่นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงของตนเองโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหานั้น เป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลให้ให้นักเรียนสามารถบูรณาการคณิตศาสตร์เข้าไปในชีวิตของตนเองได้ง่ายขึ้น สามารถทำความเข้าใจและแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ดีกว่าการที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ คณาธิป นรสิงห์ (2564) ที่ได้ศึกษากระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์กับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 31 คน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับแนวคิดของ E. Lisa

(2010) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเปรียบเทียบผลการทดสอบความสามารถของนักเรียน 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ตัวแบบ กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ และกลุ่มอื่น ๆ โดยผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนอีก 2 กลุ่ม

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาชัดเจน มีลักษณะเป็นวงจรเวียนซ้ำ ซึ่งเป็นการดำเนินการที่สามารถย้อนกลับมาพิจารณาตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้เมื่อเห็นข้อผิดพลาดหรือต้องการปรับปรุง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ผ่านกระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ช่วยส่งเสริมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มี 4 ขั้นตอนโดยเริ่มจาก

ขั้นที่ 1 การสร้างตัวแบบ เป็นขั้นที่นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์ปัญหาและการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง นักเรียนได้ใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นและตัวแปรของปัญหา จนนักเรียนสามารถสร้างระบบสมการจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดนั้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554, น. 21-22) ได้กล่าวว่าการพัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา นักเรียนควรได้รับการฝึกฝนให้อ่านข้อความ อ่านปัญหา แล้วทำความเข้าใจ โดยเริ่มจากการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ จากนั้นนักเรียนจะฝึกทำความเข้าใจเอง โดยอาจใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ การเขียนแผนภาพ สร้างแบบจำลอง การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา ขั้นที่ 2 การแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาจากระบบสมการที่ได้มาจากขั้นสร้างตัวแบบ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา แล้วหาคำตอบโดยดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Krulik and Rudnick (1993, p. 6) ได้กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา ไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องค้นหาวางจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหาก็จะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา ขั้นที่ 3 การแปลความหมาย เป็นขั้นที่นักเรียนได้ฝึกการแปลความหมายของคำตอบให้อยู่ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง โดยนักเรียนนำคำตอบที่ได้ไปแปลงเป็นคำตอบปัญหาในชีวิตจริง และขั้นที่ 4 การสะท้อนผล เป็นขั้นที่นักเรียนได้ฝึกการตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้ว่าเป็นคำตอบของปัญหาหรือไม่ โดยพิจารณาว่าคำตอบที่ได้นั้นเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหาหรือไม่ สมเหตุสมผลหรือไม่หากต้องพัฒนาแก้ไขตัวแบบให้เหมาะสมให้ดำเนินการตามขั้นตอนใหม่ได้อีกครั้ง

จะเห็นได้ว่าการใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหา และเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหายังเป็นระบบ และยังสามารถช่วยให้นักเรียนได้นำความรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยทั้งห้องเรียนบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรพชร วงษ์ประทีป (2564) ที่ได้ศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ไพรินทร์ ชุมค่าน้อย (2563) ได้ศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นั้น ครูผู้สอนควรศึกษาบริบทและพื้นฐานความรู้ความเข้าใจของนักเรียนโดยพิจารณาความคุ้นเคยกับบริบทในชีวิตจริง และสถานการณ์จริงที่เหมาะสมกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหานั้นง่ายขึ้น และครูผู้สอนต้องเตรียมความพร้อมก่อนที่นักเรียนจะปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน สำหรับบทบาทในชั้นเรียนซึ่งยึดนักเรียนเป็นสำคัญนั้น ครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็น และรู้จักตั้งคำถามที่เหมาะสม รวมไปถึงการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน คอยกระตุ้น และคอยชี้แนะนักเรียนในขณะทำกิจกรรม

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับผู้เรียน และเหมาะสมกับการนำกระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งควรเป็นเนื้อหาที่สามารถเชื่อมโยงให้สอดคล้องกับชีวิตจริงได้ ครูผู้สอนควรเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม ครูผู้สอนต้องคอยสังเกต ชี้แจงหน้าที่ให้สมาชิกในกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทุกคน และควรกำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้นให้ชัดเจน เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทันเวลาในแต่ละคาบ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาอื่น ๆ หรือในระดับชั้นอื่น ๆ ที่มีเนื้อหาเป็นโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงความรู้ คิดค้นวิธีการแก้ปัญหา และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- คณาธิป นรสิงห์. (2564). กระบวนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์กับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- ทีศนา แคมมณี. (2562). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 23). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรพชร วงษ์ประทีป. (2564). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.. (2554). เอกสารสำหรับผู้ให้การอบรมครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการวิเคราะห์และแก้ปัญหา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิวมีเดีย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2579). กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟฟิค.
- สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ. (2561). ยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Cirillo, M., Pelesko, J. A., Felton-Koestler, M. D., & Rubel, L. (2016). Perspectives on Modeling in School Mathematics C. R. Hirsch & A. R. McDuffie Mathematical Modeling and Modeling Mathematics. United States of America: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- E. Lisa. (2010). Raise the bar on problem solving. Teaching children mathematics.
- Greefrath, G. (2015). Problem Solving Methods for Mathematical Modelling G. A. Stillman, W. Blum, & M. S. Biembengut Mathematical Modelling in Education Research and Practice Cultural, Social and Cognitive Influences (13 pp. 596). Switzerland: Springer International Publishing Switzerland.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). Reasoning and problem solving: A Handbook of Elementary School Teacher. Boston: Allyn and Bacon.
- Ministry of Education Singapore. (2006). Mathematics syllabus (Secondary). Singapore: Author.. (2019). Mathematics syllabus Secondary One to Four Normal (Technical) Cours. Retrieved from https://library.nie.edu.sg/sites/default/files/2020-01/2020-nt-maths_syllabus.pdf