https://doi.org/10.14456/jeir.2024.4

การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

A study of Mathematical Critical Thinking Abilities on Linear Equation System in Two Variables of Grade 9 Students with Learning Activities Using Mathematical Modelling

จุฑาทิพ ดีละม้าย[1], ต้องตา สมใจเพ็ง[2] และ วันดี เกษมสุขพิพัฒน์[3]

Jutatip Deelamai[1], Tongta Somchaipeng[2] and Wandee Kasemsukpipat[3]

[1,2,3]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[1,2,3] Faculty of Education, Kasetsart University, Thailand

Corresponding Author, E-mail: [1]jutatip.d@ku.th

Received July 12, 2022; **Revised** August 9, 2022; **Accepted** August 13, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ และ 2) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 39 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกหัด และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ครูควรใช้สถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียนที่มีความซับซ้อน หลากหลายบริบท และควรเตรียมความพร้อมของนักเรียนในด้านเนื้อหาความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา รวมทั้งควรใช้คำถามเพื่อกระตุ้น

ให้นักเรียนคิดและเกิดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ 2) ผลของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์; ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร; ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were to study 1) the approach to use mathematical modelling to develop mathematical critical thinking abilities and 2) mathematical critical thinking abilities on Linear Equation System in Two Variables of grade 9 students with Learning activities using mathematical modelling between before learning and after learning. The sample consisted of 39 grade 9 students in the second semester of the academic year 2021, obtained by a cluster sampling. The research instruments included lesson plans, worksheets and mathematical critical thinking abilities tests. Data were analyzed using frequency, percentage, mean, standard deviation, dependent sample t–test, and content analysis.

The results showed that 1) the learning activity using mathematical modelling that develops mathematical critical thinking abilities should be implemented under an emphasis on teachers' use of problematic situations that are complicated and connected to the real life of students with a variety of contexts. Students should be prepared for content knowledge that is necessary to solve the problem. The teacher should encourage students to think and learn according to the steps of the mathematical modelling process by using questions. Allowing students to participate in discussion and share their ideas. enabled the students to efficiently solve problems and make decisions in complex problem situations by utilizing their mathematical critical thinking abilities. And 2) the posttest of mathematical critical thinking ability of the students was higher than the pretest at the .05 level of significance.

Keywords: Mathematical Modelling; Linear Equation System in Two Variables; Mathematical Critical Thinking Abilities

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของผู้เรียนในยุคศตวรรษที่ 21 นั่นคือ คณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ที่จะส่งผลให้ผู้เรียนเรียนรู้และสามารถปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงไปของโลกได้ ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้ พร้อมที่จะประกอบอาชีพ หรือพร้อมที่จะศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น (Office of the Basic Education Commission, 2017) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน จึงควรมุ่งให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดที่จำเป็นต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงมากกว่าการสอนแบบท่องจำ และควรสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดที่สำคัญ ได้แก่ คิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์และประเมินค่า คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดสร้างสรรค์ (Cheausuwantavee, 2012)

จากประสบการณ์สอนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า เมื่อนักเรียนเจอโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อน หรือแตกต่างไปจากเดิมที่เคยทำ นักเรียนไม่สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ โดยปัญหาเหล่านี้ส่งผลต่อการใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน กล่าวคือ เมื่อนักเรียนเจอสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนไม่สามารถที่จะตัดสินใจโดยใช้ความสมเหตุสมผลในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่เจอได้ เช่น การตัดสินใจเกี่ยวกับการเลือกซื้อ – ขายสินค้า การตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผนในการเดินทางที่ต้องอาศัยการคำนวณในเรื่องของระยะทาง อัตราเร็วและเวลา เป็นต้น ซึ่งเป็นผลมาจากส่วนหนึ่งที่นักเรียนยังขาดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการพิจารณาปัญหาและรวบรวมข้อมูลไปใช้ในการแก้ปัญหาจนนำไปสู่การตัดสินใจเลือกคำตอบของปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ตามที่ Schafersman (1991) ได้กล่าวว่า ทุกครั้งที่มีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือปัญหาในชีวิตจริง จะใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในกระบวนการแก้ปัญหานั้นด้วย และ Makmeesub (2010) ได้กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นหลักในการคิดและเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ ผลการสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในปีการศึกษา 2563 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางปะอิน “ราชานุเคราะห์ 1” วิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ จากการสอบถามนักเรียนที่ได้ทำแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ และไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกข้อสรุปที่สมเหตุสมผลได้ จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยมุ่งที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามขั้นตอนของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการนิยามปัญหา, ด้านการตัดสินข้อมูล, ด้านการระบุสมมติฐาน และด้านการสรุปและประเมินผล

ทั้งนี้ Cargas, Williams, & Rosenburg (2017 as cited in Kwangsawad, 2018) ได้กล่าวว่า การสอนโดยใช้ปัญหาจากสถานการณ์จริงเป็นเทคนิคหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Upper Secondary Education Bureau (2017) ที่กล่าวว่า การออกแบบการจัดการเรียนการสอนที่เป็นสถานการณ์ใกล้เคียงชีวิตจริงที่สุด หรือเป็นบริบทผู้เรียนคุ้นเคย จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากที่สุด ผู้วิจัยจึงนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงระหว่างโลกความเป็นจริงกับโลกคณิตศาสตร์ ซึ่ง Nenthien (2017) ได้กล่าวว่า การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เริ่มจากการเผชิญสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงและใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาในการแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วดำเนินการทางคณิตศาสตร์จนได้มาซึ่งคำตอบ โดยมีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบเพื่อแปลงกลับไปสู่คำตอบในชีวิตจริง ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนของกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา ขั้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ขั้นการหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ขั้นการทำนายคำตอบ และขั้นการตรวจสอบ และจากการศึกษางานวิจัยยังพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองช่วยส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน (Amalia, Hartono, & Indaryanti, 2019) และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาและให้เหตุผลสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ (Ketthong, 2008) อีกทั้งสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนในชีวิตประจำวันได้ (Eric, 2009)

จากความสำคัญและสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่สามารถเชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิตจริงของผู้เรียนได้หลากหลายสถานการณ์ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาและตัดสินใจในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้กับครูผู้สอนที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

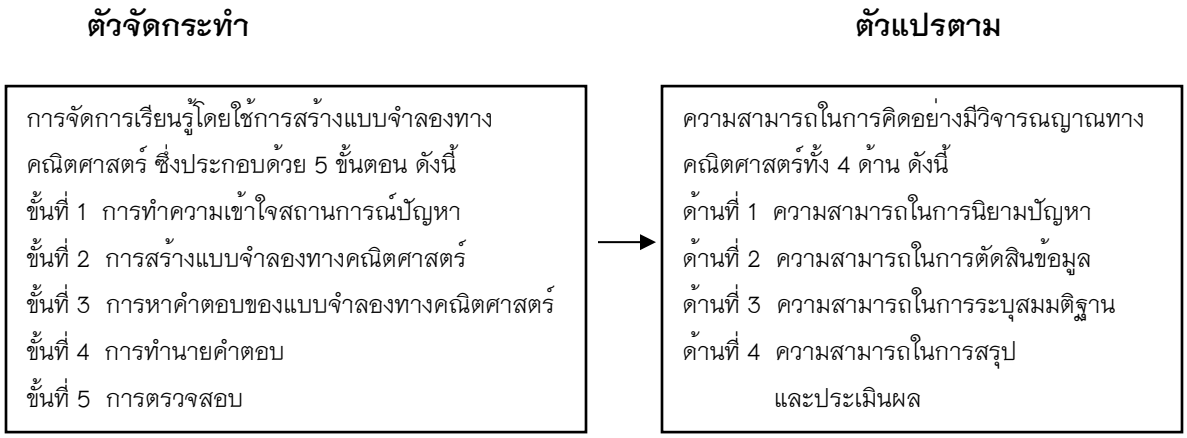
1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

สมมติฐานการวิจัย

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งหมด 11 ห้องเรียน จำนวน 440 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบางปะอิน “ราชานุเคราะห์ 1” จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

ตัวแปรที่ปรึกษา

1. ตัวจัดกระทำ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2. ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 12 แผน แบ่งเป็น แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งเป็นการแก้โจทย์ปัญหาที่มีลักษณะไม่ซับซ้อนคล้ายกับในหนังสือเรียน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya เป็นหลัก จำนวน 6 แผน และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งเป็นการแก้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อนและหลากหลาย โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 แผน

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบฉบับก่อนเรียน (วัดหลังการจัดการเรียนรู้ในช่วงแรก) และแบบทดสอบฉบับหลังเรียน (วัดหลังการจัดการเรียนรู้ในช่วงที่สอง) ซึ่งแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย (ชนิดเติมคำตอบและชนิดเลือกตอบ) และเป็นแบบอัตนัย โดยข้อสอบมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหาที่มีบริบทซับซ้อน จำนวนฉบับละ 3 ข้อ ซึ่งในแต่ละข้อมีข้อคำถามย่อยที่วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน มีคะแนนเต็มฉบับละ 42 คะแนน โดยแบบทดสอบฉบับก่อนเรียน มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.43 – 0.50 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.39 – 0.64 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.87 และแบบทดสอบฉบับหลังเรียน มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.49 – 0.59 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.46 – 0.64 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.88

3. แบบฝึกหัด เป็นเครื่องมือที่อยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน หลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการสอนนักเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 6 คาบ คาบละ 50 นาที ในระหว่างการสอน ผู้วิจัยเก็บร่องรอยการทำงานของนักเรียนจากแบบฝึกหัด และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนแสดงออกระหว่างเรียนลงในบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

2. ทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร (แบบทดสอบฉบับก่อนเรียน) โดยใช้เวลา 90 นาที

3. ดำเนินการสอนนักเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 6 คาบ คาบละ 50 นาที ในระหว่างการสอน ผู้วิจัยเก็บร่องรอยการทำงานของนักเรียนจากแบบฝึกหัด และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนแสดงออกระหว่างเรียนลงในบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

4. ทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร (แบบทดสอบฉบับหลังเรียน) โดยใช้เวลา 90 นาที

5. นำผลทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน รวมถึงวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหลังแผนและการทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยอ่านและตีความข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกหลังการสอน และแบบฝึกหัดของนักเรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปของแนวทางการจัดการเรียนรู้

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนำคะแนนมาเทียบกับเกณฑ์การประเมินผลความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ทั้งในภาพรวมและแยกเป็นรายด้าน เพื่อหาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบ โดยใช้ dependent sample t-test

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน และแต่ละขั้นตอนผู้วิจัยค้นพบแนวทางในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นที่ให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ประเด็นปัญหาและบอกข้อมูลที่มีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อนและมีบริบทหลากหลาย เพื่อมุ่งพัฒนาความสามารถในการนิยามปัญหา โดยพบว่า ช่วงแรกนักเรียนเกิดความสับสนและไม่รู้ว่าจะเริ่มทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาอย่างไร แต่เมื่อครูใช้คำถามนำและชวนอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหานั้น ทำให้นักเรียนสามารถลำดับเหตุการณ์และเข้าใจสถานการณ์ได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้เมื่อเจอสถานการณ์ปัญหาที่มีบริบทคล้ายกัน นักเรียนจะสามารถทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหานั้นด้วยตนเองได้ ดังนั้น ในขั้นนี้ครูต้องวิเคราะห์สถานการณ์ไปพร้อมกับนักเรียนโดยอาจใช้คำถามนำหรือชวนอภิปรายถึงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นก่อน เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ที่อ่านง่ายขึ้น เห็นถึงประเด็นปัญหาและข้อมูลที่ต้องใช้ในการหาคำตอบของปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนฝึกระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรมาใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพื่อมุ่งพัฒนาความสามารถในการตัดสินข้อมูล โดยพบว่า ช่วงแรกนักเรียนเลือกกำหนดตัวแปรโดยไม่ได้พิจารณาความเพียงพอของข้อมูลที่ใช้ในการหาคำตอบ รวมทั้งไม่ทราบว่าต้องเลือกข้อมูลใดบ้างมาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปร แต่เมื่อครูคอยใช้คำถามว่า “นักเรียนต้องการหาข้อมูลใด” “แล้วคิดว่าข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้นั้นเพียงพอแล้วหรือไม่” “ถ้าไม่เพียงพอต้องหาข้อมูลใดก่อนเป็นลำดับแรกดี” ทำให้นักเรียนเลือกกำหนดตัวแปรและเลือกข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ถูกต้อง จากการที่นักเรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาไปพอสมควร ทำให้นักเรียนมีแนวทางในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว แต่ก็ยังมีนักเรียนบางส่วนที่วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลในบางสถานการณ์ไม่ค่อยได้ แต่เมื่อครูคอยใช้คำถามช่วย ทำให้นักเรียนถึงเห็นแนวทางและสามารถดำเนินการแก้ปัญหาต่อไปได้ ดังนั้น ก่อนเริ่มการจัดการเรียนรู้ ครูต้องเตรียมความพร้อมในด้านเนื้อหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหานั้นเสียก่อน และต้องใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อช่วยให้นักเรียน

สามารถตัดสินข้อมูลมาใช้ในการระบุตัวแปร และเลือกข้อมูลมาใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบของปัญหานั้นได้

ขั้นที่ 3 การหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนฝึกการนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการทางคณิตศาสตร์ หรือเทคนิควิธีต่าง ๆ ที่จำเป็นมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อมุ่งพัฒนาความสามารถในการตัดสินข้อมูล โดยพบว่า ในขั้นนี้นักเรียนแทบจะไม่มีปัญหาหรือติดขัดเลย ซึ่งเป็นผลมาจากนักเรียนได้ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรจากการจัดการเรียนรู้ในช่วงแรกมาพอสมควร จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่หาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว และมีนักเรียนเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ยังดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง แต่เมื่อครูถามถึงที่มาในการคิดแต่ละบรรทัด ทำให้นักเรียนรู้จุดที่ตนเองผิดพลาดและเกิดความผิดพลาดในจุดเดิมน้อยลง ดังนั้น ก่อนเริ่มการจัดการเรียนรู้ ครูต้องเตรียมความพร้อมในด้านเนื้อหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนอย่างเพียงพอและเกิดความชำนาญในเรื่องนั้นเสียก่อน และเมื่อนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ครูต้องถามถึงที่มาในการคิดและต้องเน้นย้ำในจุดที่นักเรียนผิดพลาด เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความแม่นยำในการคำนวณและมีความรอบคอบมากขึ้น

ขั้นที่ 4 การทำนายคำตอบ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนฝึกกำหนดแนวทางของคำตอบและสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล เพื่อมุ่งพัฒนาความสามารถในการระบุสมมติฐานและความสามารถในการสรุปผล โดยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่นำข้อมูลที่รวบรวมได้ไปใช้กำหนดแนวทางของคำตอบในสถานการณ์ปัญหาได้ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่ทราบว่าจะต้องนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในการกำหนดแนวทางของคำตอบอย่างไร แต่เมื่อครูชวนอภิปรายร่วมกันก่อนว่า “เราจะนำคำตอบที่ได้มาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้อย่างไร” ทำให้นักเรียนได้แนวทางในการคิดมาใช้ในการกำหนดแนวทางของคำตอบในสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวด้วยตนเองได้ แต่เมื่อถึงขั้นการสรุปคำตอบ นักเรียนส่วนใหญ่จะบอกข้อสรุปเป็นไปในทิศทางเดียวกันและยังไม่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เมื่อครูชวนอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบของนักเรียนเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ทำให้นักเรียนเห็นภาพของคำตอบชัดเจนขึ้น สามารถใช้ภาษาของตนเองในการอธิบายข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลและหลากหลายมากขึ้น ดังนั้น ในขั้นนี้ครูต้องชวนนักเรียนอภิปรายร่วมกันก่อนถึงแนวทางในการกำหนดคำตอบของสถานการณ์ปัญหานั้น เพื่อช่วยให้นักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่แข็งแรงได้แนวทางในการกำหนดคำตอบเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาได้ แล้วครูควรชวนนักเรียนอภิปรายต่อถึงข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนบอกข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลและหลากหลาย

ขั้นที่ 5 การตรวจสอบ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบคำตอบว่าสอดคล้องและสมเหตุสมผลกับเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหานั้นหรือไม่ อย่างไร เพื่อมุ่งพัฒนาความสามารถในการประเมินผล

โดยพบว่า ช่วงแรกนักเรียนจะตรวจสอบแค่ความถูกต้องของคำตอบเท่านั้น แต่ไม่ได้ประเมินว่าคำตอบที่ได้นั้นสมเหตุสมผลและเป็นไปได้หรือไม่ในชีวิตจริง ซึ่งเป็นผลมาจากความคุ้นเคยของนักเรียนที่เคยตรวจสอบแค่ความถูกต้องของคำตอบเท่านั้น แต่เมื่อครูชวนนักเรียนอภิปรายถึงข้อสรุปที่นักเรียนได้เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ทำให้นักเรียนสามารถบอกได้ว่าข้อสรุปนั้นเป็นไปได้หรือไม่ อย่างไร ส่งผลให้ในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป นักเรียนเริ่มตรวจสอบทั้งความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบมากขึ้น ดังนั้น ในขั้นนี้ครูต้องชวนนักเรียนอภิปรายถึงข้อสรุปที่นักเรียนได้เชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบทั้งความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ตอนที่ 2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณาความสามารถในภาพรวม

ระดับความสามารถ	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ
สูง	0	0.00	17	43.59
ค่อนข้างสูง	8	20.52	15	38.46
ปานกลาง	6	15.38	4	10.26
ค่อนข้างต่ำ	19	48.72	3	7.69
ต่ำ	6	15.38	0	0.00

จากตารางที่ 1 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 48.72 ซึ่งมีนักเรียนบางส่วนที่มีความสามารถอยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 15.38 และไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถอยู่ในระดับสูง แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับสูงและค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 43.59 และ 38.46 ตามลำดับ ซึ่งมีนักเรียนเพียงบางคนเท่านั้นที่มีความสามารถอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 7.69 และไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถอยู่ในระดับต่ำ

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณาความสามารถแยกเป็นรายด้าน

ด้านการนิยามปัญหา				
ระดับความสามารถ	**ก่อนเรียน**		**หลังเรียน**	
	จำนวน (คน)	**ร้อยละ**	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
สูง	18	46.15	38	97.44
ค่อนข้างสูง	13	33.34	1	2.56
ปานกลาง	8	20.51	0	0.00
ค่อนข้างต่ำ	0	0.00	0	0.00
ต่ำ	0	0.00	0	0.00
ด้านการตัดสินข้อมูล				
ระดับความสามารถ	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สูง	0	0.00	24	61.54
ค่อนข้างสูง	7	17.95	5	12.82
ปานกลาง	5	12.82	5	12.82
ค่อนข้างต่ำ	17	43.59	2	5.13
ต่ำ	10	25.64	3	7.69
ด้านการระบุสมมติฐาน				
ระดับความสามารถ	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สูง	0	0.00	17	43.59
ค่อนข้างสูง	0	0.00	10	25.64
ปานกลาง	8	20.51	5	12.82
ค่อนข้างต่ำ	7	17.95	4	10.26
ต่ำ	24	61.54	3	7.69
ด้านการสรุปและประเมินผล				
ระดับความสามารถ	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สูง	0	0.00	15	38.46
ค่อนข้างสูง	0	0.00	8	20.52
ปานกลาง	6	15.38	6	15.38
ค่อนข้างต่ำ	6	15.38	7	17.95
ต่ำ	27	69.24	3	7.69

จากตารางที่ 2 พบว่า

ด้านการนิยามปัญหา ก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับสูงและค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 46.15 และ 33.34 ตามลำดับ แต่หลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 97.44 และมีนักเรียนหนึ่งคนเท่านั้นที่มีความสามารถอยู่ในระดับค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 2.56

ด้านการตัดสินข้อมูล ก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำและต่ำ คิดเป็นร้อยละ 43.59 และ 25.64 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถอยู่ในระดับสูง แต่หลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 61.54 ซึ่งมีนักเรียนบางคนเท่านั้นที่มีความสามารถอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำและต่ำ คิดเป็นร้อยละ 5.13 และ 7.69 ตามลำดับ

ด้านการระบุสมมติฐาน ก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 61.54 ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถอยู่ในระดับสูงและค่อนข้างสูง แต่หลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับสูงและค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 43.59 และ 25.64 ตามลำดับ ซึ่งมีนักเรียนบางคนเท่านั้นที่มีความสามารถอยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 7.69

ด้านการสรุปและประเมินผล ก่อนเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 69.24 ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดที่มีความสามารถอยู่ในระดับสูง แต่หลังเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 38.46 ซึ่งมีนักเรียนบางคนเท่านั้นที่มีความสามารถอยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 7.69

ซึ่งจะเห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารญาณทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความสามารถในการนิยามปัญหา, ความสามารถในการตัดสินข้อมูล, ความสามารถในการระบุสมมติฐาน และความสามารถในการสรุปและประเมินผลของนักเรียนให้สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 42 คะแนน)

คะแนน	N	$\bar{x}$	$S.D.$	t	$Sig.$
ก่อนเรียน	39	17.44	6.57	11.46	.000*
หลังเรียน	39	32.23	8.73		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 17.44 และ 32.23 ตามลำดับ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 6.57 และ 8.73 ตามลำดับ จากการทดสอบค่าที (Dependent samples t-test) พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า ในขั้นการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหานั้น การเลือกสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียน มีความซับซ้อนที่พอเหมาะ และมีบริบทหลากหลาย เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์และตีความสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งการใช้คำถามนำในการกระตุ้นความคิดและชวนอภิปรายถึงสถานการณ์ที่เกิดขึ้น จะทำให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ได้อย่างลึกซึ้ง เห็นถึงปัญหาและข้อมูลที่ต้องการใช้ในการหาคำตอบของปัญหานี้ สอดคล้องกับ Makanong (2011) ที่กล่าวว่า การเน้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ข้อมูลในสถานการณ์ จะทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้และเห็นแนวทางในการแก้สถานการณ์ปัญหานั้นได้

ขั้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะมีปัญหาและติดขัด เมื่อขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Wangsila, Supap, & Klineam (2018) ที่กล่าวว่า หากนักเรียนขาดองค์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ปัญหานั้นได้ และพบว่า การที่ครูคอยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนจะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการคิดและสามารถดำเนินการแก้ปัญหาในขั้นต่อไปได้

ขั้นการหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การที่นักเรียนมีความรู้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์อย่างเพียงพอและมีความชำนาญในเรื่องนั้น จะทำให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างราบรื่น และการที่ครูใช้คำถามเน้นย้ำถึงวิธีการคิดของนักเรียน จะทำให้นักเรียนได้ตรวจสอบความคิดของตนเองระหว่างทางว่าถูกต้องหรือไม่ อย่างไร สอดคล้องกับ Brandt (1984 as cited in Chatcoop & Chuchart, 2001) ที่กล่าวว่า การสอนให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบความคิดของตนเองระหว่างที่แก้ปัญหา หรือตัดสินได้เอง

ว่าสิ่งที่ตนคิดใช้ได้หรือไม่ได้ และหากใช้ไม่ได้จะทำอย่างไร เป็นอีกยุทธวิธีการสอนให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ขั้นการทำนายคำตอบ การที่นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอ จะส่งผลให้ไม่สามารถคิดหรือหาคำตอบได้อย่างลึกซึ้ง ตามที่ Amornchewin (2013) กล่าวว่า ถ้าผู้เรียนมีความรู้ไม่มากพอก็ไม่อาจทำให้ผู้เรียนคิดได้อย่างลึกซึ้ง และพบว่า การที่ครูคอยใช้คำถามกระตุ้นความคิดหรือชวนอภิปรายถึงแนวในการแก้ปัญหาเมื่อนักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาต่อด้วยตนเองได้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นถึงแนวทางในการแก้ปัญหา และสามารถดำเนินการแก้ปัญหาต่อด้วยตนเองได้

ขั้นการตรวจสอบ นักเรียนส่วนใหญ่จะคุ้นเคยกับการตรวจสอบเพียงความถูกต้องของคำตอบเท่านั้น ดังนั้น การที่ครูชวนนักเรียนอภิปรายร่วมกันจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้นักเรียนมองเห็นภาพและสามารถเชื่อมโยงชีวิตจริงมาใช้ในการประเมินความสมเหตุสมผลของข้อสรุปเหล่านั้นด้วยตนเองได้ สอดคล้องกับ Sintapanon (2009 as cited in Marasri, 2019) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้มีการอภิปรายร่วมกันตามหัวข้อที่นักเรียนสนใจ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เป็นการฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการลงข้อสรุปและประเมินความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างสมเหตุสมผล

2. จากผลการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 48.72 ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดเลยที่มีความสามารถอยู่ในระดับสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากการสอนนักเรียนแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ซับซ้อนเพียงอย่างเดียว ทำให้นักเรียนวิเคราะห์และตีความสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนไม่ค่อยได้ และลักษณะของโจทย์ที่ให้ข้อมูลมาอย่างพอดี ทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกการตัดสินข้อมูลด้วยตนเองในการพิจารณาข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้น ส่งผลให้เมื่อเจอข้อมูลจำนวนมาก ๆ นักเรียนจึงเลือกข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง รวมถึงโจทย์ปัญหาที่มีผลลัพธ์ตายตัว จึงทำให้นักเรียนขาดอิสระในการคิดคำตอบและไม่ได้ฝึกการตัดสินใจในการเลือกข้อสรุปนั้นด้วยตนเองเป็นเพียงการนำคำตอบที่หามาได้ไปตอบสิ่งที่โจทย์ถามเท่านั้น สอดคล้องกับ Wangsila, Supap, & Klineam (2018) ที่กล่าวว่า การสอนโดยใช้โจทย์ปัญหาการคำนวณ โจทย์ปัญหาด้านภาษา โจทย์ปัญหาการประยุกต์ที่เป็นเนื้อหาไกลตัวผู้เรียน เป็นการสอนที่ไม่ได้ส่งเสริมหรือพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้เต็มศักยภาพ

แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้ กลับพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 43.59 ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดเลยที่มีความสามารถอยู่ในระดับต่ำ และนักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาผ่านสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ทำให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์และตีความสถานการณ์ปัญหาที่มีบริบทหลากหลายและมีความซับซ้อนมากขึ้น ฝึกการตัดสินข้อมูลด้วยตนเอง ฝึกการกำหนดแนวทางของคำตอบ รวมถึงฝึกสรุปและประเมินคำตอบโดยใช้ทั้งหลักการทางคณิตศาสตร์ประกอบกับหลักความเป็นจริงมาใช้ในการตัดสินใจเลือกข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ตามที่ Upper Secondary Education Bureau (2017) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่ใช้สถานการณ์ที่ใกล้เคียงชีวิตจริงที่สุดช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนแก้ปัญหาและตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาดีขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Tunta, 2020; Santos, Belecina, & Diaz, 2015) และการใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในแก้สถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนในชีวิตประจำวันได้ (Eric, 2009) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาและตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 ครูควรตรวจสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนว่าเพียงพอต่อการนำไปใช้ในการสร้างและหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือไม่ ถ้านักเรียนขาดหรือบกพร่องในเนื้อหาเรื่องใด ครูควรทบทวนเนื้อหาเรื่องนั้นเพิ่มเติม เพื่อเป็นเครื่องมือให้นักเรียนนำไปใช้ในการคิดและแก้ปัญหาได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น

1.2 สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ควรเชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียน หรือเป็นบริบทที่นักเรียนคุ้นเคย และต้องมีความหลากหลายของบริบท เพื่อกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น

1.3 ครูควรเริ่มจากสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่ไม่ซ้อนซ้อน เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนให้คุ้นเคยกับลักษณะของโจทย์และขั้นตอนของกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากนั้นค่อย ๆ เพิ่มระดับความซับซ้อนของสถานการณ์ปัญหา เพื่อฝึกให้นักเรียนใช้ความสามารถในการคิดและแก้ปัญหาในระดับที่สูงขึ้น

1.4 ครูควรให้ระยะเวลาในการคิดและแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนอย่างเพียงพอ และถ้านักเรียนติดขัดหรือมีปัญหาในขั้นตอนใด ครูควรเข้าไปช่วยเหลือโดยอาจใช้คำถามกระตุ้นความคิดเพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นถึงแนวทางในการแก้ปัญหาและไม่เกิดความรู้สึกท้อแท้ในการแก้ปัญหานั้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ และระดับชั้นอื่น ๆ เช่น อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ควบคู่ไปกับความสามารถในด้านอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการเชื่อมโยงเป็นต้น

2.3 ควรมีการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

References

Amalia, Q., Hartono, Y., & Indaryanti, I. (2019). Students' critical thinking skills in modeling based learning. *Journal of Physics Conference Series, 1166*, 1–6.

Amornchewin, B. (2013). *Critical Thinking: Principles for the development of logical thinking and judgment.* Bangkok: Prints.

Chatcoop, S., & Chuchart, U. (2001). *Critical thinking.* Bangkok: Thai Watana Panich.

Cheausuwantavee, C. (2012). *The development of mathematics instructional model to enhance higher order thinking and habits of mind of secondary school students* [Doctoral Dissertation, Silpakorn University].

Eric, C. (2009). Mathematical modelling as problem solving for children in the Singapore mathematics classrooms. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia, 32*(1), 36–61.

Ketthong, T. (2008). *Effects of organizing learning activities by using mathematical modeling process on problem solving ability and reasoning in mathematics of ninth grade students in schools under the office of the basic education commission in Lopburi* [Master's Thesis, Chulalongkorn University].

Kwangsawad, T. (2018). Teaching Critical Thinking. *Ratchaphruek Journal, 16*(3), 1–9.

Makanong, A. (2011). Mathematical process skills: Developing for development (2nd ed.). Bangkok: Faculty of Education, Chulalongkorn University.

Makmeesub, D. (2010). *A study of critical thinking effects and learning achievement with blended learning by problem solving process in selection and utilization of instructional media subject of undergraduate students* [Master's Thesis, Silpakorn University].

Marasri, S. (2019). Developing Critical Thinking Skills in the 21st Century. *Journal of MCU Nan Review, 3*(2), 106–122.

Nenthien, S. (2017). Mathematics learning with Real–World problems based on mathematical modeling. *Journal of Education Studies, 45*(2), 238–253.

Office of the Basic Education Commission (OBEC), (2017). *Indicators and learning standards of mathematics learning area (revised in B.E. 2560) in accordance with the basic education core curriculum B.E. 2551.* Bangkok: Press of the agricultural co–operative federation of Thailand.

Santos, M., Belecina, R., & Diaz, R. (2015). Mathematical Modeling: Effects on Problem Solving Performance and Math Anxiety of Students. *International Letters of Social and Humanistic Sciences, 65*, 103–115.

Schafersman, S. (1991). *An Introduction to Critical Thinking.* Retrieved April 15, 2021, from https://facultycenter.ischool.syr.edu/wp–content/uploads/2012/02/Critical–Thinking.pdf

Tunta, N. (2020). *Action Research for The Development of Learning Implementation Using Mathematical Models to Enhance Mathematical Problem Solving Skills on The Topic of Function for Grade 11 Students* [Master's Thesis, Naresuan University].

Upper Secondary Education Bureau. (2017). *21st Century Skills.* Retrieved April 15, 2021, from https://webs.rmutl.ac.th/assets/upload/files/2016/09/20160908101755_51855.pdf

Wangsila, P., Supap, W., & Klineam, C. (2018). The study of using mathematical modelling to enhance mathematical creative thinking in geometric analysis topic for 10th grade students. *Journal of Education Naresuan University, 22*(3), 150–163.