ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบคู่เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก*

THE EFFECTS OF LEARNING IMPLEMENTATION THROUGH DUAL MATHEMATICAL MODELLING ON MATHEMATICAL LITERACY IN RECTANGLES

ธนกฤต เปรมอ้น[1] และ วนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์[2]

Thanakrit Premon[1] and Wanintorn Poonpaiboonpipat[2]

[1-2]มหาวิทยาลัยนเรศวร

[1-2]Naresuan University, Thailand

Corresponding Author's Email: wanintorns@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบคู่เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 5 คน ของโรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก การจัดการเรียนรู้ใช้เวลา 13 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ใบกิจกรรม และแบบวัดความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและสถิติเชิงพรรณนา

ผลการวิจัยพบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีพัฒนาการความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยมเป็นส่วนใหญ่ โดยด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถแปลงภาพ บัตรภาพ หรือเงื่อนไขของสถานการณ์เป็นสมบัติ สูตร สมการ หรือความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ ด้านการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถนำสมบัติที่ได้จากการวิเคราะห์ภาพ สูตร สมการ ตาราง และการคำนวณไปใช้แก้ปัญหาตามเงื่อนไขของสถานการณ์ได้ และด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ นักเรียนสามารถอธิบายขอบเขตและข้อจำกัดของคำตอบหรือวิธีคิดได้ โดยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีการใช้สถานการณ์ในวงจรเสริมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าสถานการณ์ในวงจรหลักช่วยให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ นำแนวคิดกลับไปใช้แก้ปัญหาในวงจรหลักได้ครบถ้วนมากขึ้น

* Received 14 May 2026; Revised 24 May 2026; Accepted 25 September 2026

คำสำคัญ: การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบคู่, ความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์, รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

Abstract

This action research aimed to investigate the effects of learning implementation through dual mathematical modelling on the promotion of mathematical literacy in the topic of rectangles. The research participants were five Grade 4 students in a classroom of an elementary school in Phitsanulok Province. The learning implementation was conducted over 13 hours. The research instruments consisted of three lesson plans, activity sheets, and a mathematical literacy test. The data were analyzed using content analysis and descriptive statistics.

The findings revealed that, overall, most students demonstrated development in all three components of mathematical literacy at good and excellent levels. In terms of formulating situations mathematically, the students were able to transform pictures, visual cards, or situational conditions into mathematical properties, formulas, equations, or mathematical relationships. Regarding employing mathematical concepts, the students were able to apply properties derived from the analysis of pictures, formulas, equations, tables, and calculations to solve problems according to the given situational conditions. In terms of interpreting and evaluating outcomes, the students were able to explain the scope and limitations of their answers or solution methods. The learning management employed supplementary-cycle situations that were less complex than the main-cycle situations. This helped students recognize mathematical structures and apply their ideas back to solve problems in the main cycle more completely.

Keywords: Dual Modeling, Mathematical Literacy, Rectangles

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 สังคมโลกก้าวเข้าสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรมต่าง ๆ พัฒนาอย่างก้าวกระโดด ส่งผลให้นักเรียนต้องเผชิญกับปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่มีความซับซ้อนและเป็นข้อมูลที่หลากหลาย การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

จึงไม่ควรมุ่งเน้นเพียงการจดจำสูตรหรือการดำเนินการตามขั้นตอน แต่ควรส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐาน และพัฒนาสมรรถนะที่จำเป็นเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้ตามเป้าหมายขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD) ที่มีการประเมินความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ตามโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบันจึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับปัญหาในชีวิตจริงอย่างมีความหมาย

ผลการประเมิน PISA 2022 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 394 คะแนน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยลดลงจากการประเมินที่ผ่านมา และยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนจำนวนมากมีปัญหาในการใช้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย โดยเฉพาะการทำความเข้าใจสถานการณ์ การเลือกใช้ข้อมูลที่จำเป็น การเชื่อมโยงสถานการณ์จริงเข้าสู่โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และการตีความผลลัพธ์ไปสู่บริบทของปัญหา (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2568; OECD, 2023) ปัญหาดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้เผชิญสถานการณ์ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็น เลือกใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม และตีความผลลัพธ์กลับไปสู่บริบทจริง โดยควรเริ่มพัฒนาตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ซึ่งเป็นช่วงสำคัญในการวางพื้นฐานในการคิด การให้เหตุผลและการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหาใกล้ตัว

เมื่อพิจารณาระดับห้องเรียน พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 บางคนสามารถคำนวณหาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ เมื่อโจทย์กำหนดข้อมูลที่จำเป็นไว้อย่างชัดเจนและมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับแบบฝึกหัดทั่วไป แต่เมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง นักเรียนไม่สามารถแยกข้อมูลที่จำเป็นได้ครบถ้วน ไม่สามารถเลือกใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และไม่สามารถตีความผลลัพธ์ไปสู่สถานการณ์จริงได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถทำโจทย์ลักษณะประยุกต์หรือโจทย์สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้ การแก้ปัญหาลักษณะนี้จึงต้องอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจสถานการณ์ วิเคราะห์ข้อมูล สร้างความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการแก้ปัญหา และตีความผลลัพธ์ สอดคล้องกับกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Blum, 2015) ซึ่งการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา มีแนวโน้มช่วยพัฒนานักเรียนได้หลายด้าน ทั้งความสามารถในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล การอภิปรายและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การตรวจสอบผลลัพธ์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์จริง (อรอุมา ชินมาลา และน้ำทิพย์ องอาจวาณิชย์, 2568; สิรินทิพย์ ญาณะพันธ์ และสิรินภา กิจเกื้อกูล,

2564; กมลวรรณ แก่นจันทร์ และวนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์, 2566; English and Watters, 2005; Seçgin et al., 2024) อย่างไรก็ตาม ในบริบทของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีพื้นฐานความรู้ที่ต่างกันประกอบกับความไม่คุ้นเคยกับปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง การใช้วงจรแบบจำลองเพียงวงจรเดียวอาจไม่เพียงพอสำหรับนักเรียนบางคน โดยเฉพาะเมื่อสถานการณ์ปัญหาหลักที่มักมีข้อมูลเกินความจำเป็นและมีรายละเอียดหลายประการ ทำให้นักเรียนไม่สามารถมองเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากสถานการณ์หลักได้ทันที จนพบจุดติดขัด กรอบแนวคิดวงจรแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบคู่ (Dual Modelling Cycle Framework: DMCF) ของ Saeki & Matsuzaki (2013) จึงสอดคล้องกับบริบทดังกล่าว เนื่องจากใช้สถานการณ์หลักควบคู่กับสถานการณ์เสริมซึ่งเป็นสถานการณ์ที่มีโครงสร้างทางคณิตศาสตร์สัมพันธ์กัน แต่มีความซับซ้อนน้อยกว่า เพื่อให้นักเรียนนำความรู้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์เสริมกลับไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์หลักได้เหมาะสมยิ่งขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบคู่เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก อันจะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในบริบทจริงได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบคู่ที่มีต่อความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยมุ่งเน้นการศึกษาด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ มีขั้นตอนการวิจัย 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1996 อ้างอิงใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149-151) ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติการ ขั้นสังเกตการณ์ และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ โดยทั้ง 4 ขั้นตอนมีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร โดยผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติการมาสะท้อนผล เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป จนครบจำนวนวงจรที่กำหนด

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนขยายโอกาสขนาดเล็กในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 5 คน (โดยมีนักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับสูง 3 คน นักเรียนที่มีผลการเรียนระดับต่ำถึงปานกลาง 2 คน) โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้สร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัยโดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ศึกษา 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน 1 ท่าน มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 แผน เพื่อศึกษาจุดติดขัดเบื้องต้นและเรียนรู้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบคู่ จำนวน 2 แผน รวม 3 แผน ดำเนินการ 3 วงจรปฏิบัติการ โดยที่ 1 วงจรปฏิบัติการต่อ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) โดยมีเกณฑ์การตัดสินผล คือ มีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญของแผนชุดนี้ พบว่า มีค่าเฉลี่ย 4.69 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.37 ซึ่งถือว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

2.2 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้มีข้อคำถามให้นักเรียนเขียนตอบแบบอิสระ แต่ละสถานการณ์มีคำถามย่อยตามองค์ประกอบของความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 สถานการณ์ ได้แก่ วงจรที่ 1 ใบกิจกรรม “สี่เหลี่ยมนี้ แบ่งอย่างไร”, วงจรที่ 2 ใบกิจกรรมที่ 1 (วงจรหลัก) “พื้นที่ผืนนี้ ล้อมรั้วเท่าไร” ใบกิจกรรมที่ 2 (วงจรเสริม) “ล้อมรั้วกระดาษนี้ ความยาวเท่าไหร่” และวงจรที่ 3 ใบกิจกรรมที่ 1 (วงจรหลัก) “แบ่งพื้นที่อย่างพอเพียง” ใบกิจกรรมที่ 2 (วงจรเสริม) “แบ่งตาราง สร้างความเข้าใจ” ซึ่งใบกิจกรรมถูกพิจารณาความเหมาะสมพร้อมแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขแล้ว คือ ปรับข้อคำถามให้สอดคล้องกับความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ และปรับความถูกต้องของภาษา

2.3 แบบวัดความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ มีข้อคำถามให้นักเรียนเขียนตอบแบบอิสระ ประกอบด้วย 2 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถามย่อยตามองค์ประกอบของความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การตัดสินผล คือ แต่ละข้อมีค่าความตรงเชิงเนื้อหา ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ค่าความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญของแบบวัดชุดนี้ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 ทุกข้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ จากนั้นนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างย่อยจำนวน 4 คน ที่กำลังศึกษาในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นนักเรียนคนละกลุ่มกับผู้เข้าร่วมวิจัย (ต่างโรงเรียน) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผู้ประเมิน ใช้วิธีการให้ครูคณิตศาสตร์จำนวน 2 ท่าน ให้คะแนนคำตอบของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์เดียวกัน และวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index: RAI) จากเกณฑ์การพิจารณา (สุรชัย มีชาญ, 2547) พบว่า มีค่าความสอดคล้อง เท่ากับ 0.96 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าผู้ประเมินสามารถให้คะแนนได้อย่างสอดคล้องกันสูงมาก

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ปฐมนิเทศพร้อมทั้งชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ

3.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลาทั้งหมด 13 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอน และสังเกตนักเรียนขณะทำการเรียนรู้พร้อมตั้งกล้องวิดีโอบันทึกภาพในระหว่างการจัดการเรียนรู้นักเรียนทำใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล โดยเขียนคำตอบหรือแสดงวิธีคิดลงในใบกิจกรรมพร้อมทั้งนำเสนอ

3.3 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมใบกิจกรรม เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงวงจรปฏิบัติการในครั้งต่อไป

3.4 หลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3.5 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบคู่เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากการตรวจคำตอบใบกิจกรรมเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ร่วมกับการตรวจแบบวัดความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ นำข้อมูลมาจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน กำหนดรหัสข้อมูลตามองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ การคิดแปลงสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (F1–F3), การใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ (E1–E4) และการตีความและประเมินผลลัพธ์ (I1–I3) แต่ละรหัสแบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ดีเยี่ยม (2) ดี (1) ปรับปรุง (0) ตามลำดับ โดยนับจำนวนนักเรียนและหาค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับ พร้อมเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากข้อมูล 2 แหล่ง เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลวิเคราะห์ข้อมูล ดังตัวอย่างการวิเคราะห์ความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านการคิดแปลงสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ด้านการคิดแปลงสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

ระดับคุณภาพ	พฤติกรรมที่แสดงออก
การวิเคราะห์สถานการณ์และอธิบายข้อมูลจากการอ่านสถานการณ์ปัญหา (F1)	
ระดับ 2 (ดีเยี่ยม)	ระบุและอธิบายข้อมูลจากสถานการณ์ ตัวเลข และประเด็นปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน และเพียงพอในการแปลงปัญหาให้เป็นคณิตศาสตร์
ระดับ 1 (ดี)	ระบุและอธิบายข้อมูลจากสถานการณ์ได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วน หรือข้อมูลไม่เพียงพอในการแปลงปัญหาให้เป็นคณิตศาสตร์

ระดับ 0 (ปรับปรุง)	ระบุและอธิบายข้อมูลจากสถานการณ์ได้เพียงเล็กน้อย หรือไม่มีการระบุข้อมูล
การแยกย่อยสถานการณ์ปัญหาเพื่อวิเคราะห์ปัญหาและระบุสิ่งที่ต้องแก้ปัญหา (F2)	
ระดับ 2 (ดีเยี่ยม)	การแยกย่อยสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้วิเคราะห์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และกำหนดสิ่งที่ต้องแก้ปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน
ระดับ 1 (ดี)	การแยกย่อยสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้วิเคราะห์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และกำหนดสิ่งที่ต้องแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน
ระดับ 0 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถแยกย่อยสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้วิเคราะห์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และกำหนดสิ่งที่ต้องแก้ปัญหาไม่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ
การแปลงสถานการณ์ปัญหาเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (F3)	
ระดับ 2 (ดีเยี่ยม)	ระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล
ระดับ 1 (ดี)	ระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงได้ไม่ครบถ้วนและไม่สมเหตุสมผล
ระดับ 0 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถระบุประเด็น ระบุตัวแปรที่สำคัญ หรือนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงได้

*ตารางที่แสดงเป็นเพียงส่วนหนึ่งจาก 3 องค์ประกอบของความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัย

ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบคู่ที่มีต่อความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากใบกิจกรรม และหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบวัดความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ มีผลการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 2 จำนวนนักเรียนตามระดับคุณภาพของความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 วิเคราะห์เป็นรายกลุ่ม จำนวน 2 กลุ่ม และวงจรปฏิบัติการที่ 3 วิเคราะห์เป็นรายบุคคล จำนวน 5 คน

ความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์	องค์ประกอบ	ระดับคุณภาพของความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์														
		วงจรปฏิบัติการที่1			วงจรปฏิบัติการที่ 2						วงจรปฏิบัติการที่ 3					
					วงจรหลัก			วงจรเสริม			วงจรหลัก			วงจรเสริม		
		ปรับปรุง	ดี	ดีเยี่ยม	ปรับปรุง	ดี	ดีเยี่ยม	ปรับปรุง	ดี	ดีเยี่ยม	ปรับปรุง	ดี	ดีเยี่ยม	ปรับปรุง	ดี	ดีเยี่ยม
การคิด	F1	0	1	1	0	0	2	0	0	2	0	2	3	0	2	3
	F2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	2	3	0	3	2
	F3	0	1	1	0	0	2	0	0	2	0	0	5	0	0	5
การใช้	E1	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	5	0	0	5
	E2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	1	4	0	1	4
	E3	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	5	0	0	5
	E4	0	1	1	0	0	2	0	0	2	0	1	4	0	1	4
การตีความ	I1	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	2	3	1	2	2
	I2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	5	0	0	5
	I3	0	1	1	0	0	2	0	0	2	0	1	4	0	1	4

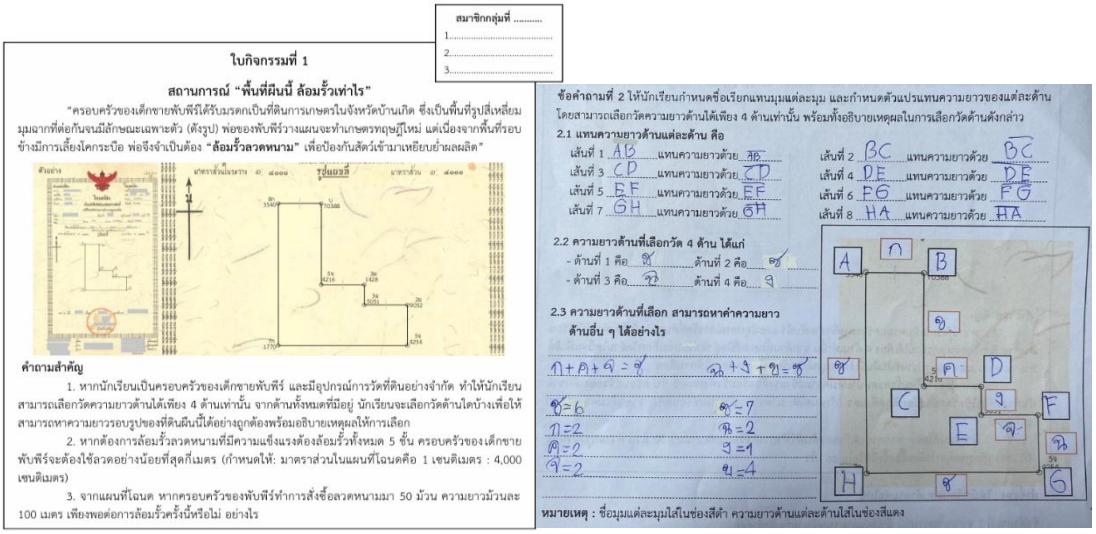
ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลจากใบกิจกรรมว่านักเรียนมีแนวโน้มพัฒนาความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นโดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีและดีเยี่ยม วงจรปฏิบัติการที่ 2 ทั้งวงจรหลักและวงจรเสริม นักเรียนทุกกลุ่มอยู่ในระดับดีเยี่ยม สะท้อนให้เห็นว่าการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบคู่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและแก้ปัญหาได้ชัดเจนขึ้น ส่วนวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งวิเคราะห์เป็นรายบุคคล พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีเยี่ยม โดยด้านที่พัฒนาเด่นชัด ได้แก่ ด้านการแปลงสถานการณ์ปัญหาเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (F3) ด้านการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (E1) และการเลือกใช้วิธีการหรือแนวคิดที่หลากหลาย (E3) ด้านการอธิบายขอบเขตและข้อจำกัดของแนวคิด (I2)

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับคุณภาพของความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์จากแบบวัดความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละสถานการณ์

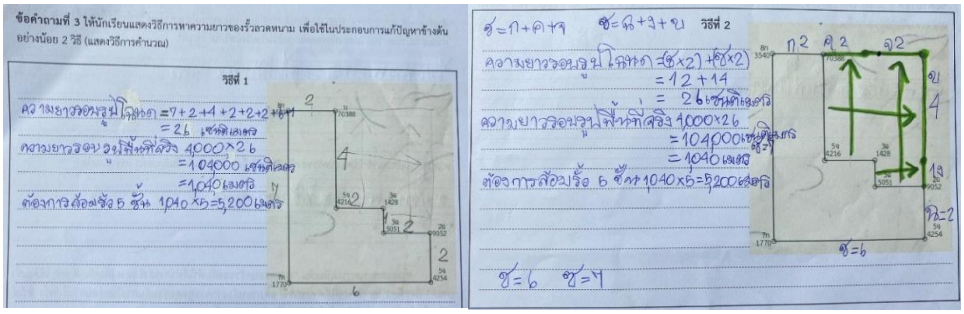
ความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์	องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียนตามระดับคุณภาพความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์					
		สถานการณ์ที่ 1			สถานการณ์ที่ 2		
		ปรับปรุง	ดี	ดีเยี่ยม	ปรับปรุง	ดี	ดีเยี่ยม
การคิด	F1	0	1	4	0	1	4
	F2	0	0	5	0	2	3
	F3	0	0	5	0	0	5
การใช้	E1	0	0	5	0	0	5
	E2	0	0	5	0	1	4
	E3	0	1	4	0	2	3
	E4	0	1	4	0	2	3
การตีความ	I1	0	0	5	0	0	5
	I2	0	0	5	0	0	5
	I3	0	1	4	0	0	5

ตารางที่ 3 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีและดีเยี่ยมในทั้ง 3 องค์ประกอบ สอดคล้องกับผลจากใบกิจกรรม กล่าวได้ว่านักเรียนสามารถนำแนวคิดจากการเรียนรู้ผ่านวงจรหลักและวงจรเสริมไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้ และพบประเด็นที่ควรพัฒนาต่อ ได้แก่ การแยกย่อยสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์และระบุสิ่งที่ต้องแก้ปัญหา (F2) การใช้การดำเนินการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนอย่างถูกต้อง (E4) และการเขียนอธิบายเหตุผลเพื่อประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ (I3)

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ดังภาพ 1 - 3

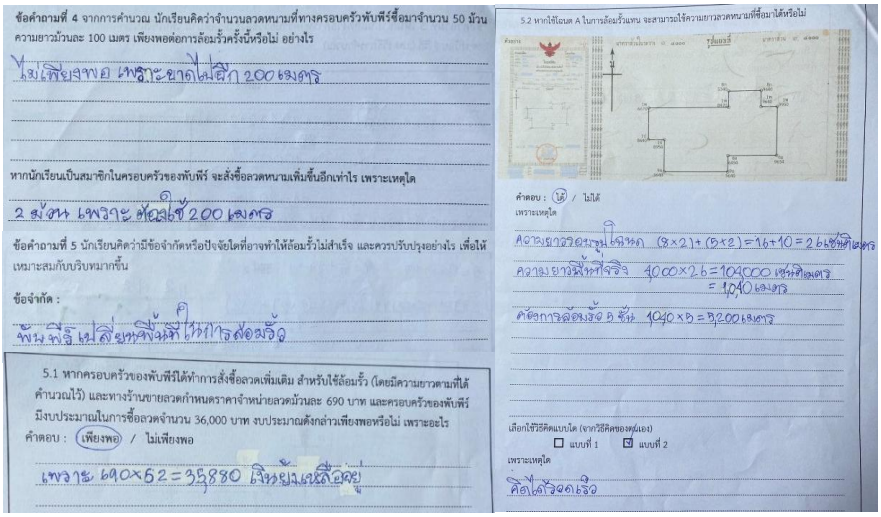


4 ด้านในการหาความยาวด้านอื่น ๆ เพื่อใช้ในการหาความยาวรอบรูปได้อย่างถูกต้อง



ภาพ 2 ตัวอย่างการเขียนคำตอบของนักเรียนด้านการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ (E1-E4) ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (วงจรหลัก) อยู่ในระดับดีเยี่ยม

ภาพ 2 พบว่า นักเรียนสามารถเลือกใช้สูตรหรือวิธีการคำนวณที่ถูกต้อง โดยแสดงแนวคิดการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันมากกว่า 1 รูปแบบ และการดำเนินการหาความยาวรั้วอย่างเป็นขั้นตอนและถูกต้อง



ภาพ 3 ตัวอย่างการเขียนคำตอบของนักเรียนด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ (I1-I3) ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 (วงจรหลัก) อยู่ในระดับดีเยี่ยม

ภาพ 3 พบว่า นักเรียนสามารถตีความผลลัพธ์ โดยเชื่อมโยงความยาวรั้วที่คำนวณได้กับความยาวรั้วที่ได้ทำการสั่งซื้อตามเงื่อนไขของสถานการณ์ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบได้ถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารถระบุข้อจำกัดของการจากสถานการณ์เพิ่มเติมนำไปสู่การปรับปรุงแบบจำลอง รวมทั้งตรวจสอบความสมเหตุสมผลและความเป็นไปได้ของผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้อง

อภิปรายผล

ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบคู่ที่มีต่อความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์

การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนมีพัฒนาการในด้านการแปลงสถานการณ์ปัญหาเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในขั้นอ่านทำความเข้าใจปัญหา ขั้นทำปัญหาให้ง่ายขึ้น และขั้นคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ครูให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลจากภาพสถานการณ์ และเงื่อนไขก่อนเริ่มคำนวณซึ่งเป็นข้อมูลที่เกินความจำเป็น โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนระบุว่าข้อมูลใดจำเป็น ข้อมูลใดสัมพันธ์กับสมบัติของรูป และควรแทนสถานการณ์ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์อย่างไร สอดคล้องกับ Blum (2015) ที่ให้ความสำคัญกับการใช้คำถามของครูในการสนับสนุนให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ ระบุข้อมูลที่จำเป็น สร้างแนวทางแก้ปัญหา และตรวจสอบผลลัพธ์สมเหตุสมผลกับสถานการณ์จริง เมื่อนักเรียนไม่สามารถมองเห็นโครงสร้างของสถานการณ์หลักได้ชัดเจน ครูควรใช้วงจรเสริมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าแต่มีโครงสร้างสัมพันธ์กัน โดยออกแบบให้ยืดหยุ่นตามประสบการณ์เดิมของนักเรียน

ร่วมกับการใช้สื่อรูปธรรมที่จับต้องได้ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ก่อนนำความรู้กลับไปใช้ในวงจรหลัก สอดคล้องกับ Saeki & Matsuzaki (2013) ที่เสนอว่าสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันแต่ซับซ้อนน้อยกว่าสามารถช่วยให้นักเรียนก้าวข้ามจุดติดขัดในสถานการณ์เริ่มต้นได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของศรัญญา พะวงษ์ และคณะ (2568) ที่พบว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยสามารถวิเคราะห์ข้อมูลสำคัญและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ดีขึ้น

การใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้พัฒนาในขั้นดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นไปใช้แก้ปัญหาตามเงื่อนไขของสถานการณ์ ไม่ใช่เพียงแทนค่าตามสูตร โดยนักเรียนใช้สมบัติของภาพในการจัดกลุ่ม ใช้ภาพประกอบการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่นำไปสู่วิธีคิดหรือสูตรในแนวทางอื่น รวมทั้งใช้ตารางจากวงจรเสริมเพื่อช่วยวางแผนออกแบบพื้นที่ในสถานการณ์หลัก ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของวิธีที่ใช้ และตรวจสอบความสัมพันธ์กับเงื่อนไขของสถานการณ์ ทำให้นักเรียนเลือกใช้สมบัติที่ได้จากการวิเคราะห์ภาพ สูตร สมการ ตาราง และการคำนวณได้เหมาะสม สอดคล้องกับกรอบ DMCF ของ Saeki & Matsuzaki (2013) ที่ระบุว่าผู้เรียนสามารถพัฒนาการแก้ปัญหาในวงจรหลักได้โดยอ้างอิงผลจากวงจรเสริม สอดคล้องกับ Kawakami et al. (2015) ที่พบว่าการแลกเปลี่ยนและปรับแบบจำลองช่วยให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดของตนเองได้ และสอดคล้องกับสุกัญญา สุนทรา และคณะ (2568) ที่เสนอว่าการออกแบบงานสร้างแบบจำลองสำหรับนักเรียนประถมศึกษาควรมีบริบทชัดเจนเหมาะกับความสามารถ และมีการจัดลำดับการสนับสนุนการเรียนรู้

การตีความและประเมินผลลัพธ์ได้พัฒนาการอธิบายขอบเขตและข้อจำกัดของแนวคิดในการแก้ปัญหา เนื่องจากในขั้นแปลความหมาย ขั้นตรวจสอบความเหมาะสม และขั้นนำเสนอผล ครูกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมให้นักเรียนพิจารณาหลังการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนต้องตรวจสอบคำตอบหรือวิธีการที่ใช้สอดคล้องกับสถานการณ์จริงหรือไม่ ใช้ได้ภายใต้เงื่อนไขใด และมีข้อจำกัดอย่างไร สอดคล้องกับ Blum (2015) ที่ให้ความสำคัญกับการแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ในกระบวนการสร้างแบบจำลอง ในงานวิจัยครั้งนี้วงจรเสริมช่วยให้นักเรียนตีความผลลัพธ์ในสถานการณ์ที่ง่ายกว่า ก่อนนำแนวคิดกลับไปปรับใช้กับสถานการณ์หลักที่มีเงื่อนไขซับซ้อนกว่า สอดคล้องกับ Saeki et al. (2015) ที่พบว่าการสลับระหว่างสองวงจรช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหาได้ลึกขึ้น และครูต้องปรับการช่วยเหลือให้เหมาะกับความสามารถของนักเรียน ผลที่นักเรียนอธิบายข้อจำกัดของคำตอบและวิธีคิดได้ชัดเจน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนที่มุ่งศึกษาพัฒนาการของนักเรียนในบริบทเฉพาะ ผลการวิจัยอยู่ภายใต้เงื่อนไขความรู้พื้นฐานของผู้เรียน เนื้อหาในการจัดกิจกรรม และการออกแบบกิจกรรม โดยเฉพาะเรื่องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเอื้อต่อการใช้ภาพ ตาราง และสถานการณ์เชิงพื้นที่ แต่หากเป็นเนื้อหาอื่นเช่น พีชคณิต อาจมีข้อจำกัดในการใช้ภาพ ตาราง ดังนั้นการสร้างแบบจำลองแบบคู่ไปใช้ในบริบทโรงเรียนอื่น ควรพิจารณาระดับชั้น

ความรู้เดิมของนักเรียน ลักษณะเนื้อหา และความพร้อมของครูในการออกแบบสถานการณ์หลักและสถานการณ์เสริมที่มีโครงสร้างสัมพันธ์กัน

สรุป/ข้อเสนอแนะ

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบคู่ ทำให้นักเรียนมีผลจากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้และผลจากแบบวัดความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้เป็นไปในทิศทางเดียวกันที่นักเรียนทุกคนมีพัฒนาการความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีและดีเยี่ยม แสดงให้เห็นว่า DMCF เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้

1.1 ครูควรเลือกใช้สถานการณ์หลักที่มีข้อมูลเกินความจำเป็นอย่างเหมาะสม เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตีความ วิเคราะห์ และคัดเลือกข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

1.2 ครูควรใช้วงจรเสริมอย่างยืดหยุ่นโดยพิจารณาจากจุดติดขัดของนักเรียนในวงจรหลัก ซึ่งการใช้วงจรเสริมไม่ควรกำหนดเป็นขั้นตอนตายตัว แต่ควรพิจารณาจากหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์หลักได้ด้วยตนเอง

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบคู่ที่ส่งเสริมการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากกิจกรรมดังกล่าวเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิด แลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาและสื่อความหมายผ่านแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และขณะทำวิจัย พบว่า นักเรียนบางคนอธิบายด้วยคำพูดได้ แต่ไม่สามารถเขียนอธิบายเหตุผลหรือแสดงวิธีการคำนวณได้ครบถ้วน จึงควรมีการออกแบบกิจกรรมที่สนับสนุนการเขียนอธิบายทางทางคณิตศาสตร์ และติดตามผลในระยะยาว เพื่อให้เห็นพัฒนาการที่ต่อเนื่องและความคงทนของความรู้

เอกสารอ้างอิง

กมลวรรณ แก่นจันทร์ และวนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์. (2566). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง วงกลม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. Journal of Roi Kaensarn Academi, 8(7), 348-364.

ศรัญญา พะวงษ์ และคณะ. (2568). การศึกษาพัฒนาการด้านความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร. วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์, 20(3), 151-164.

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2568). ผลการประเมิน PISA 2022 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์. เรียกใช้เมื่อ 28 สิงหาคม 2568 จาก https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2022-fullreport/

สิรินทิพย์ ญาณะพันธ์ และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2564). การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก สำหรับนักเรียนชนเผ่าลาหู่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 16(2), 221-230.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูทศวรรษที่ 21. เพชรบูรณ์: จุลดิศการพิมพ์.

สุรชัย มีชาญ. (2547). ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index: RAI). วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 10(1), 67-75.

สุกัญญา สุนทรา และคณะ. (2568). การศึกษาหลักการออกแบบงานสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารครุศาสตร์ปริทรรศน์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 12(3), 151-163.

อรอุมา ชินมาลา และน้ำทิพย์ องอาจวาณิชย์. (2568). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. สิกขา วารสารศึกษาศาสตร์, 12(1), 207-222.

Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do? In S. J. Cho (Ed.), The proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education: Intellectual and attitudinal challenges (pp. 73-96). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12688-3_9

English, L. D. & Watters, J. J. (2005). Mathematical modelling in the early school years. Mathematics Education Research Journal, 16(3), 58-79. https://doi.org/10.1007/BF03217401

Kawakami, T., Saeki, A. & Matsuzaki, A. (2015). How do students share and refine models through dual modelling teaching: The case of students who do not solve independently. In G. A. Stillman, W. Blum & M. S. Biembengut (Eds.), Mathematical modelling in education research and practice: Cultural, social and cognitive influences (pp. 195-206). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18272-8_15

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. Archives of Psychology, 22(140), 1-55.

OECD. (2022). PISA 2022 mathematics framework. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2023). PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Saeki, A. & Matsuzaki, A. (2013). Dual modelling cycle framework for responding to the diversities of modellers. In G. A. Stillman, G. Kaiser, W. Blum & J. P. Brown (Eds.), Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice (pp. 89-99). Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6540-5_7

Saeki, A., Matsuzaki, A., Kawakami, T. & Lamb, J. (2015). Examining the heart of the dual modelling cycle: Japanese and Australian students advance this approach. In K. Krainer & N. Vondrová (Eds.), Proceedings of the Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 9) (pp. 1745-1751). Prague: Charles University in Prague and ERME.

Seçgin, M. G., Başkurt, İ. & Güner, P. (2024). Mathematical literacy of primary school students in the context of mathematical modeling. Journal of Pedagogical Sociology and Psychology, 6(3), 149-175.