



บทความวิจัย

การพัฒนางานทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

Development of Mathematical Tasks for Assessing Mathematical Literacy of Lower-Secondary Students

วีรวัฒน์ ไทยชำ¹ สกล ตั้งเก้าสกุล^{2*} และ ณัฐพัชญ์ มุกดา³

Weerawat Thaikam¹ Sakon Tangkawsukul^{2*} and Nuttapat Mookda³

บทคัดย่อ

การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนจำเป็นต้องอาศัยงานทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเฉพาะบางประการ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาหลักการออกแบบและต้นแบบงานทางคณิตศาสตร์ และ 2) เพื่อทดลองใช้งานที่ออกแบบขึ้นสำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการดำเนินการวิจัยและออกแบบแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ การเตรียมความพร้อมและการออกแบบ การทดลองใช้ต้นแบบงาน และการวิเคราะห์สปีชชีน ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยประกอบด้วย นักการศึกษาคณิตศาสตร์ ครู และนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย งานทางคณิตศาสตร์และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพื้นฐาน (ความถี่ ร้อยละ) และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยสรุปได้ 2 ประเด็น ดังนี้ 1) การออกแบบงาน จำเป็นต้องพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ 1.1) ความเชื่อมโยงกับบริบทโลกจริงและนักเรียน 1.2) ความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อคำถาม 1.3) การมีส่วนร่วมของผู้ออกแบบ และ 1.4) ความสะดวกต่อการใช้เกณฑ์การให้คะแนน และ 2) ผลการทดลองใช้งานพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงแนวคิดในการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถแสดงแนวคิดในการใช้คณิตศาสตร์ การตีความ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องตามข้อคำถามที่กำหนดได้ ข้อค้นพบจากการวิจัยและการออกแบบในครั้งนี้เป็นแนวทางการพัฒนางานทางคณิตศาสตร์อย่างมีส่วนร่วมเพื่อการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในบริบทจริง

คำสำคัญ: งานทางคณิตศาสตร์, ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์, นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

Article Info: Received 12 March, 2024; Received in revised form 11 July, 2024; Accepted 11 July, 2024

¹ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
Lecturer in Division of Mathematics, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Nakhon Sawan Rajabhat University
Email: weerawat.t@nsru.ac.th

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Lecturer in Division of Teaching Mathematics, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University
Email: sakon.tan@ku.th

³ นักวิชาการอิสระ
Independent Scholar

* Corresponding Author

Abstract

Assessing students' mathematical literacy requires the use of mathematically specific tasks. This research aimed to: (1) develop principles for task design and a prototype task, and (2) examine the implementation of task in assessing the mathematical literacy of lower-secondary students. The study comprised three phases: preparation and design, task implementation, and retrospective analysis. Participants included mathematics educators, teachers, and students. Research tools encompassed tasks and semi-structured interviews. Data analysis used descriptive statistics (frequency and percentage) and content analysis. The research had two key findings regarding task design and implementation: 1) Task designing involves several crucial aspects, including 1.1) Tasks should be relevant to students' lives and spark their interest. 1.2) The questions within the task should flow logically and build upon one another. 1.3) Collaboration among educators and other stakeholders in designing tasks leads to more comprehensive assessments. And, 1.4) Scoring criteria should be clear, concise, and easy for educators to apply. 2) The task implementation revealed that while most students could formulate mathematically, some faced challenges in employing, interpreting, and evaluating their responses within the context of the questions. These findings provide insights for collaborative mathematical task creation for appropriately assess students' mathematical literacy in real contexts.

Keywords: mathematical task, mathematical literacy, lower-secondary student

บทนำ

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หรือ Mathematical Literacy เป็นความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแปลงปัญหา การใช้คณิตศาสตร์ และการตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกรจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยายอธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563; Stacey & Turner, 2014) เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์นั้นมุ่งให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์การประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกรจริง โดยถือเป็นเป้าหมายหนึ่งในหลักสูตรการศึกษาคณิตศาสตร์ของหลายประเทศตั้งแต่ช่วงศตวรรษที่ 19 (Kaiser, 2020) เช่นเดียวกันกับหลักสูตรการศึกษาคณิตศาสตร์และยุทธศาสตร์การศึกษาแห่งชาติของประเทศไทยในปัจจุบันที่มุ่งเน้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงกับคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) สะท้อนให้เห็นว่าการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มุ่งพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงกับคณิตศาสตร์เป็นประเด็นหนึ่งที่นักการศึกษาคณิตศาสตร์ในหลายประเทศรวมถึงประเทศไทยกำลังให้ความสำคัญ

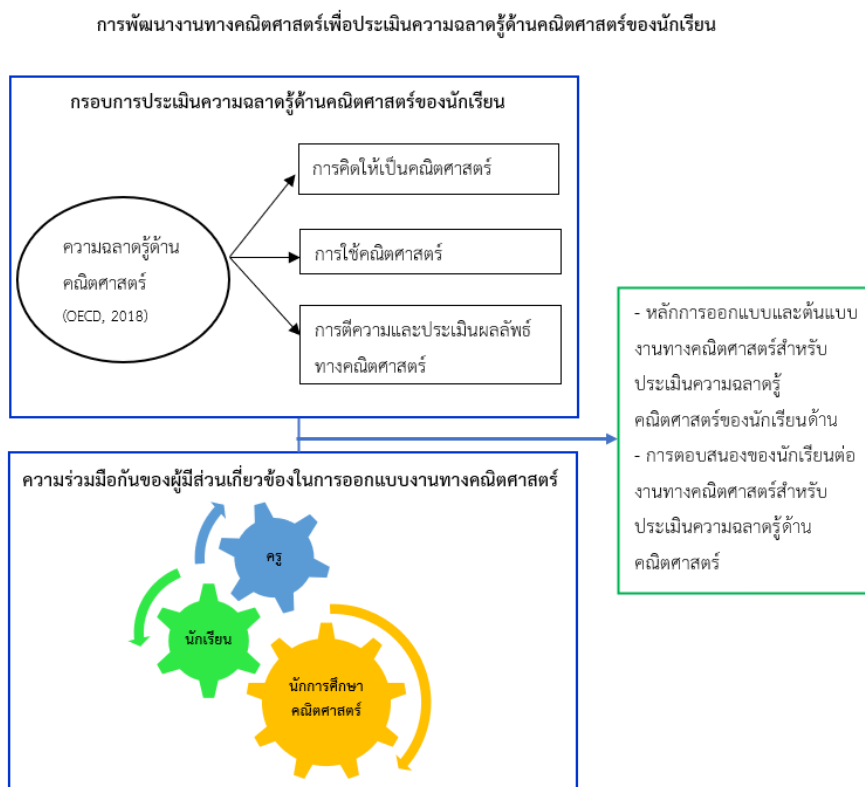
ความสามารถในการเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงกับคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่กล่าวถึงข้างต้นนั้นเป็นหนึ่งในจุดเน้นสำคัญของการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในการประเมินสมรรถนะผู้เรียนมาตรฐานสากล หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ที่จัดทำโดยองค์การความร่วมมือและพัฒนามหาสมุทรเศรษฐกิจ หรือ OECD (organization for Economic Cooperation and Development) และได้ผสานความร่วมมือในการประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงกับกลุ่มประเทศต่าง ๆ ตั้งแต่ช่วงปลาย ค.ศ.1990 มาจนถึงปี ค.ศ. 2022 หรือ PISA 2021 (OECD, 2018) โดยในบริบทของประเทศไทย ผลการประเมินดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนไทยตั้งแต่การประเมิน PISA 2000 เรื่อยมาจนถึงปัจจุบันที่ล่าช้ากว่าเพื่อนวัยเดียวกันจากประเทศในภูมิภาคเดียวกันและต่ำกว่ามาตรฐานนานาชาติ OECD (สุนีย์ คล้ายนิล, 2558) องค์ความรู้และสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมและการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของผู้เรียนไทยที่มีอย่างจำกัดนั้นจึงเป็นอีกหนึ่งประเด็นปัญหาที่ควรได้รับการพิจารณาและการพัฒนาอย่างเป็นระบบ

การพัฒนาผู้เรียนให้มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์นั้น จำเป็นต้องอาศัยความสามารถเฉพาะของครูผู้สอนและงานทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพและมีลักษณะเฉพาะบางประการที่กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงออกถึงพฤติกรรม การแก้สถานการณ์ปัญหาในโลกจริงด้วยคณิตศาสตร์ หรือการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Blum, 2015; Bonotto, 2007) สำหรับลักษณะเฉพาะของงานทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์นั้น มีความสอดคล้องกับงานสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือ Modelling Tasks นักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านได้กำหนดไว้ในทิศทางเดียวกันพอสรุปได้ดังนี้ 1) เป็นงานที่มีความเชื่อมโยงกับโลกจริง 2) มีความสมจริง 3) เป็นงานที่มีความเปิด ท้าทาย และความซับซ้อน และ 4) กระบวนการแก้ปัญหาสอดคล้องกับกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (สกล ตั้งแก้ว สุกุล และคณะ, 2566; Borromeo Ferri, 2018; Galbraith, 2006; Maaß, 2010; Stacey & Turner, 2014) งานทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเฉพาะที่สอดคล้องกับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ จึงจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการวิจัย และการออกแบบตามหลักวิชาการและต้องอาศัยข้อมูลและข้อเรียนรู้ที่สะท้อนจากผู้ที่เกี่ยวข้องรวมถึงผู้ที่ใช้งานในบริบทจริง นอกจากนี้ผลการวิจัยของฉวีวรรณ แก้วไทรยะ และ สุพจน์ ไชยสังข์ (2557) มีข้อค้นพบว่าข้อสอบ O-NET ซึ่งเป็นการประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชาติ ยังไม่ครอบคลุมถึงการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามกรอบ การประเมินของ PISA ในระดับนานาชาติเท่าที่ควร โดยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาและปรับปรุงงานทางคณิตศาสตร์ใน หนังสือเรียนให้มีบริบทเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้ใช้คณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหามากขึ้น ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ การวิจัยการออกแบบเพื่อตอบโจทย์การวิจัยและได้ต้นแบบของงานทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้งานได้จริงในบริบทจริง

ด้วยเหตุผลและความสำคัญของการส่งเสริมและการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่กล่าวมา ข้างต้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญและจำเป็นที่จะต้องทำการวิจัยและการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์เพื่อการประเมิน ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่สามารถใช้งานได้จริงในบริบทชั้นเรียน โดยอาศัยการมีส่วนร่วมระหว่าง นักการศึกษาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอน และนักเรียน เพื่อให้ได้ต้นแบบงานทางคณิตศาสตร์และองค์ความรู้ด้านการออกแบบงาน ทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพและใช้งานได้จริง และเป็นสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อ ครูและนักการศึกษาคณิตศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในการพัฒนางานทางคณิตศาสตร์ต่อไปในอนาคต บทความวิจัยนี้ จึงมุ่งนำเสนอ ต้นแบบ หลักการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ และผลการทดลองใช้งานทางคณิตศาสตร์ ดังกรอบแนวคิดการวิจัย (ภาพ 1)

ภาพ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาหลักการออกแบบและต้นแบบงานทางคณิตศาสตร์สำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อทดลองใช้งานทางคณิตศาสตร์สำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

วิธีการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย เป้าหมายหลักของการวิจัยนี้ เพื่อพัฒนาต้นแบบและหลักการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นตามกรอบการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล หรือ PISA โดยมุ่งประเมินแบบแยกส่วน แบ่งเป็นสมรรถนะของผู้เรียน 3 ด้าน ประกอบด้วย ความสามารถในการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์ และความสามารถในการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีขอบเขตเนื้อหา/สาระในวิชาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาต้นแบบงานทางคณิตศาสตร์ในสาระจำนวนและพีชคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สอดคล้องตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ด้วยเหตุเพราะสาระจำนวนและพีชคณิตนั้นเป็นหนึ่งในสาระการเรียนรู้ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาคณิตศาสตร์สาระอื่น ๆ และศาสตร์อื่นในระดับสูง เช่น สมการ ความสัมพันธ์ ฟังก์ชันต่าง ๆ และแคลคูลัส นอกจากนี้ สาระจำนวนและพีชคณิตมีความสอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องปริมาณ การเปลี่ยนแปลง และความสัมพันธ์ในการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA ที่จัดสรรสัดส่วนของน้ำหนักเนื้อหาเรื่องดังกล่าวในการประเมินไว้ 50% ของแบบวัดในการประเมินแต่ละครั้ง

ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ นักการศึกษาคณิตศาสตร์ ครู และนักเรียนโดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. นักการศึกษาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยที่มีประสบการณ์ในการวิจัยและการออกแบบงานสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่า 5 ปี มีหน้าที่เป็นผู้ร่างการออกแบบและนักออกแบบ (Pioneer and designer) เพื่อให้ได้ต้นแบบงานทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

2. ครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 คน เป็นครูคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับงานสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีหน้าที่ร่วมกันให้ข้อเสนอแนะและพิจารณาปรับปรุงร่างต้นแบบงานในฐานะผู้ใช้งานทางคณิตศาสตร์ (User) ให้มีความเหมาะสมกับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ การนำไปใช้งานในบริบทจริง และสอดคล้องกับบริบทของนักเรียนในบริบทจริง

3. นักเรียน จำนวน 47 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มการทดสอบนำร่อง จำนวน 12 คน และกลุ่มการทดสอบจริง จำนวน 35 คน เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นกลุ่มนักเรียนที่มีหน้าที่ร่วมกันให้ข้อเสนอแนะต่อต้นแบบงานทางคณิตศาสตร์ในฐานะผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานทางคณิตศาสตร์และเป็นกลุ่มนักเรียนที่ทดลองทำงานทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัยและการออกแบบในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ระยะตามแนวทางการวิจัยการออกแบบที่เสนอโดย Bakker (2018) มีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 การเตรียมความพร้อมและการออกแบบ เป็นการดำเนินการเพื่อพัฒนาร่างหลักการออกแบบและต้นแบบงานทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยการศึกษาข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี เนื้อหาคณิตศาสตร์ จากเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ (สกล ตั้งเกาสกุล และคณะ, 2566; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563; Borromeo Ferri, 2018; Galbraith, 2006; Maaß, 2010; OECD, 2018; Stacey & Turner, 2014) และประสบการณ์ของครูผู้สอนในบริบทจริง รวมถึงการจัดประชุมร่วมกันเพื่อกำหนดงานทางคณิตศาสตร์ร่วมกันระหว่างนักการศึกษาคณิตศาสตร์และครูคณิตศาสตร์

ระยะที่ 2 การทดลองใช้ต้นแบบงานทางคณิตศาสตร์เป็นการดำเนินการเพื่อทดลองใช้ต้นแบบงานทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ได้ออกแบบในระยะที่ 1 โดยจัดการทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน 2 รอบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การทดสอบนำร่อง เป็นการทดสอบเบื้องต้นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 12 คน ประกอบด้วยโรงเรียนขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครสวรรค์และสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท โดยเป็นนักเรียนที่สนใจเข้าร่วมการทดสอบและผ่านการคัดเลือกจากครูคณิตศาสตร์ โรงเรียนละ 4 คน ซึ่งใน 4 คนประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูง 1 คน ระดับปานกลาง 2 คน และในระดับต่ำ 1 คน เพื่อศึกษาแนวคิดทางคณิตศาสตร์และการตอบสนองของนักเรียนที่มีต่องานฯ ในเบื้องต้น โดยผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล ได้แก่ งานฯ และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างในการเก็บข้อมูลแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในภาษาที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหาและข้อคำถาม ความน่าสนใจของบริบทที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหา ความยาก และความซับซ้อนของงานฯ และดำเนินการตรวจให้คะแนนนักเรียนที่แสดงแนวคิดตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้ 3 ระดับ (ดังตาราง 1) โดยใช้ผู้ตรวจเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยที่มีประสบการณ์และความเข้าใจเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ 2 ท่านดำเนินการตรวจให้คะแนนแบบอิสระจากกัน (Double-blind grading) เพื่อวิเคราะห์คะแนนความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยสถิติพื้นฐาน (ความถี่ ร้อยละ) และดำเนินการวิเคราะห์ข้อคิดเห็นและการตอบสนองของนักเรียนที่มีต่องานฯ ในด้านต่าง ๆ ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อนำสารสนเทศไปใช้เป็นฐานในการปรับปรุงหลักการออกแบบงานและต้นแบบของงานฯ ก่อนนำไปทดลองใช้ในรอบการทดสอบต่อไป

ตาราง 1

เกณฑ์การให้คะแนนการแสดงแนวคิดของนักเรียน

คำอธิบาย	คะแนน
แสดงแนวคิดที่นำไปสู่การหาคำตอบได้ถูกต้อง	2
แสดงแนวคิดที่นำไปสู่การหาคำตอบได้บางส่วน	1
ไม่แสดงแนวคิด/แสดงแนวคิดไม่ถูกต้อง	0

2) การทดสอบจริง เป็นการทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 35 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครสวรรค์ โดยเป็นนักเรียนที่สนใจเข้าร่วมการทดสอบและผ่านการคัดเลือกจากครูคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาแนวคิดทางคณิตศาสตร์และการตอบสนองของนักเรียนที่มีต่องานฯ ที่ได้รับการปรับปรุงจากการทดสอบนำร่องและดำเนินการตรวจให้คะแนนนักเรียนที่แสดงแนวคิดตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้ผู้ตรวจที่มีประสบการณ์และความเข้าใจเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ 2 ท่านเดิมได้ดำเนินการตรวจเช่นเดียวกับการทดสอบนำร่อง แล้วนำผลการให้คะแนนมาเปรียบเทียบกัน หากผลไม่สอดคล้องกันผู้วิจัยและผู้ตรวจจะนำมาอภิปรายกันและลงข้อสรุป ซึ่งมีความเชื่อมั่นระหว่างผู้ตรวจเท่ากับ 79.37 % โดยวิเคราะห์จากการหาร้อยละของจำนวนครั้งที่ผู้ประเมิน 2 ท่านให้คะแนนตรงกัน จากนั้นวิเคราะห์คะแนนความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยสถิติพื้นฐานและดำเนินการวิเคราะห์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อนำสารสนเทศเกี่ยวกับการทดลองใช้งานฯ ไปใช้เป็นฐานข้อมูลในการปรับปรุงงานฯ และปรับปรุงหลักการออกแบบงานและต้นแบบงานฯ ต่อไป

ระยะที่ 3 การวิเคราะห์สีย้อน เป็นการวิเคราะห์ผลการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์และวิเคราะห์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ตอบสนองต่องานฯ ในระหว่างการทดลองใช้ต้นแบบงาน รวมถึงการตอบสนองต่องานฯ ของครูและนักเรียนในด้านต่าง ๆ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาจากงานฯ แบบสัมภาษณ์นักเรียนและครู รวมถึงบันทึกการประชุมกลุ่มระหว่างนักการศึกษาและครู เพื่อให้ได้สารสนเทศที่นำไปสู่การปรับปรุงหลักการออกแบบและต้นแบบของงานฯ ต่อไป

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้ แบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ 1) หลักการออกแบบและต้นแบบงานทางคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และ 2) ผลการทดลองใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปรายละเอียดได้ดังนี้

1) หลักการออกแบบและต้นแบบงานทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

การออกแบบงานทางคณิตศาสตร์สำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดหลักการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ (Van Den Akker, 1999 อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวานิช, 2563) เพื่อนำไปใช้เป็นกรอบสำหรับการพัฒนาต้นแบบงานทางคณิตศาสตร์สำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ตลอดช่วงการดำเนินการวิจัยการออกแบบทำให้ได้ข้อสรุปเป็นหลักการออกแบบฉบับสมบูรณ์แสดงได้ดังข้อความต่อไปนี้

“ถ้าต้องการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้สำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในสาระจำนวนและพีชคณิตของนักเรียนในบริบทชั้นเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ควรออกแบบให้งานทางคณิตศาสตร์นั้นมีลักษณะเฉพาะ 4 ประการ ได้แก่ 1) เป็นสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงที่มีบริบทใกล้ตัวกับนักเรียน 2) ใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้ตอบแสดงแนวความคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ การใช้คณิตศาสตร์ การตีความและการประเมินผลลัพธ์ 3) เป็นปัญหาแบบเปิด และ 4) เป็นปัญหาที่มีความท้าทาย โดยกระบวนการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ต้องอาศัยกระบวนการออกแบบอย่างมีส่วนร่วมระหว่างครูและนักการศึกษาที่มีความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เกี่ยวกับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และงานทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้

การพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาและโครงสร้างของงานที่ออกแบบขึ้นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้
ต้องอาศัยข้อมูล แนวคิดและหลักฐานจากนักเรียนที่แสดงออกผ่านงานทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในการปรับข้อมูล
และเงื่อนไขของบริบทในสถานการณ์ปัญหาให้มีความสมจริง ความสมเหตุสมผล และเชื่อมโยงประสบการณ์ใกล้ตัว
ของนักเรียนให้มากที่สุด”

หลักการออกแบบงานฉบับสมบูรณ์นี้ มีกระบวนการพัฒนามาจากหลักการออกแบบงานและต้นแบบงานฉบับร่างที่
ดำเนินการยกย่องโดยนักการศึกษาคณิตศาสตร์ร่วมกับครูคณิตศาสตร์และได้ดำเนินการปรับปรุงจากผลการทดลองใช้งาน
การสัมภาษณ์นักเรียน การประชุมกลุ่มย่อยร่วมกับครู และการวิเคราะห์สื่อบย้อน สรุปประเด็นการปรับปรุงหลักการออกแบบ
งานและต้นแบบงานฯ ได้ดังนี้

ลักษณะของข้อคำถามที่ใช้ในการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากเดิมข้อคำถามที่ใช้ใน
สถานการณ์ปัญหานี้เน้นการกระตุ้นให้ผู้ตอบได้แสดงแนวคิดการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้สถานการณ์ปัญหาในโลกจริงเพียง
เท่านั้น ไม่ระบุเงื่อนไขของข้อคำถามให้มีลักษณะเฉพาะตามกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จึงควรปรับเงื่อนไข
เกี่ยวกับข้อคำถามในสถานการณ์ปัญหาให้กระตุ้นผู้ตอบให้แสดงแนวคิดตามกระบวนการสร้างแบบจำลอง ได้แก่ การคิดให้
เป็นคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลในการตีความหมายของข้อความที่ระบุในสถานการณ์โลกจริง แล้วสามารถระบุ
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบโดยพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลในสถานการณ์โลกจริงกับคณิตศาสตร์ แล้วเขียนแสดง
แทนความสัมพันธ์ดังกล่าวด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น กราฟ แผนภาพ สมการ รูปเรขาคณิต เป็นต้น การใช้
คณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลในการนำสิ่งที่แสดงแทนด้วยคณิตศาสตร์หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น
ไปดำเนินการด้วยวิธีการ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ เช่น การแก้สมการ การพิจารณากราฟ เป็นต้น และ
การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลในการอธิบายและแปลความหมายผลลัพธ์ที่ได้
จากการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของปัญหาในสถานการณ์โลกจริงหรือข้อความที่อธิบายสถานการณ์โลกจริง
และพิจารณาความเป็นไปได้จริงของคำตอบของปัญหาในสถานการณ์โลกจริง

บริบทของสถานการณ์ปัญหา จากเดิมเป็นสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงทั่วไป ไม่คำนึงถึงบริบทที่ใกล้ชิด
กับบริบทจริงและประสบการณ์ของนักเรียน จึงควรปรับเงื่อนไขของบริบทของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงให้มีความ
สอดคล้องและใกล้ชิดกับประสบการณ์จริงของนักเรียน

แนวทางการปรับข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์ปัญหา จากเดิมการปรับสถานการณ์ปัญหาอาศัย
หลักการ ข้อคิดเห็น และประสบการณ์ในมุมมองของนักการศึกษาและครูเพียงเท่านั้น ไม่ได้คำนึงถึงการนำแนวคิดและหลักฐาน
การตอบสนองของนักเรียนมาใช้ในการปรับสถานการณ์ปัญหา จึงควรปรับเงื่อนไขเกี่ยวกับแนวทางการปรับสถานการณ์ปัญหา
ให้เชื่อมโยงจากข้อมูล แนวคิด และหลักฐานการตอบสนองของนักเรียนมาร่วมพิจารณาในการปรับปรุงงานฯ ด้วย

ต้นแบบงานฯ สำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาจากหลักการออกแบบงานฯ ในงานวิจัยนี้
ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีข้อคำถามย่อย 3 ข้อแบบอัตนัย แต่ละข้อคำถามย่อยมี
ความต่อเนื่องและความสัมพันธ์กันตามกระบวนการสร้างแบบจำลองได้แก่ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (คำถามย่อย 1) การใช้
คณิตศาสตร์ (คำถามย่อย 2) และการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (คำถามย่อย 3) เวลาในการแก้สถานการณ์
ปัญหาแต่ละสถานการณ์ไม่ควรเกิน 20 นาที มีเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สมการเชิงเส้น ในสถานการณ์ปัญหาที่
1 ของว่างงานกีฬา สโมสรกำลังสอง ในสถานการณ์ปัญหาที่ 2 คัพเค้กครูฝ่าย และระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรใน
สถานการณ์ปัญหาที่ 3 การเลือกธัญพืชของครูก็ แสดงรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 2

ต้นแบบงานทางคณิตศาสตร์สำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

สถานการณ์ปัญหา	คำถามย่อย
สถานการณ์ที่ 1: ของว่างงานก๊ากลิ งานก๊ากลิของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ฟินดน้อยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รับผิดชอบเรื่องการสั่งซื้ออาหารว่างแจกน้อง ๆ ในคณะสีจำนวน 200 กล่อง ฟินดน้อยสนใจสั่งซื้ออาหารว่างที่ “ร้านปังยิม (Pang Yim Snack Box)” เพราะตั้งอยู่ใกล้กับโรงเรียน สะดวกต่อการขนส่ง ซึ่งทางร้านจัดชุดอาหารว่าง 1 กล่อง ราคากล่องละ 29 บาท มีขนมปังไส้กรอกนมสด 1 ชิ้น และ น้ำผลไม้ 1 กล่อง ถ้าหากลูกค้าเป็นสมาชิกกับทางร้าน (มีค่าสมัครสมาชิก 150 บาท) และสั่งอาหารว่างตั้งแต่ 100 กล่องขึ้นไป ทางร้านจะลดราคาอาหารว่างเหลือกล่องละ 25 บาท	- นักเรียนคิดว่าข้อมูลสำคัญหรือเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการสั่งซื้ออาหารว่างของฟินดน้อยมีอะไรบ้าง - นักเรียนคิดว่าฟินดน้อยต้องเตรียมงบประมาณสำหรับสั่งอาหารว่างแจกน้อง ๆ ในคณะสีอย่างน้อยกี่บาท - นักเรียนคิดว่างบประมาณในการสั่งอาหารว่างที่ได้จากการดำเนินการในข้อ 2 สอดคล้องและมีความเป็นไปได้ในบริบทชีวิตจริงหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ
สถานการณ์ที่ 2: คัพเค้กครุฝ่าย ครุฝ่ายเปิดร้านขายขนมเบเกอรี่ มีขนมหลากหลายให้ลูกค้าได้เลือกซื้อ ในช่วงเดือนที่ผ่านมาครุฝ่ายสังเกตเห็นว่าลูกค้าส่วนใหญ่มักจะเลือกซื้อคัพเค้กของทางร้าน ซึ่งมีราคาชิ้นละ 16 บาท และจะขายได้วันละ 80 ชิ้น แต่เนื่องจากราคาวัตถุดิบสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ครุฝ่ายจึงวางแผนที่จะขึ้นราคาคัพเค้กให้สอดคล้องกับราคาวัตถุดิบและยอดขายที่ได้ ครุฝ่ายจึงทดลองปรับราคาคัพเค้กให้สูงขึ้นครั้งละ 1 บาท พบว่าจำนวนคัพเค้กที่ขายได้จะลดลงจากเดิม 2 ชิ้น	- ถ้าครุฝ่ายต้องการกำหนดราคายาคัพเค้กต่อชิ้นให้มียอดขายคัพเค้กมากที่สุด นักเรียนคิดว่าข้อมูลสำคัญหรือเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องมีอะไรบ้าง - นักเรียนคิดว่าครุฝ่ายต้องกำหนดราคายาคัพเค้กขึ้นละกี่บาท เพื่อให้มียอดขายคัพเค้กมากที่สุด และจะมียอดขายคัพเค้กทั้งหมดกี่บาท - นักเรียนคิดว่าการกำหนดราคายาคัพเค้กต่อชิ้น (บาท) ที่ได้จากการดำเนินการในข้อ 2 สอดคล้องและมีความเป็นไปได้ในบริบทชีวิตจริงหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ
สถานการณ์ที่ 3: การเลือกรถตู้ของครูก็ การแข่งขันทักษะทางวิชาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มักจะจัดการแข่งขันขึ้นที่หอประชุมของโรงเรียนขนาดใหญ่ในแต่ละจังหวัด ซึ่งการเดินทางไปแข่งขันในครั้งนี้ ทางโรงเรียนได้มอบหมายให้ครูก็ ซึ่งเป็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์วางแผนการเดินทางพานักเรียนจำนวน 10 คนไปเข้าร่วมการแข่งขันด้วยการเช่ารถตู้ จำนวน 1 คัน ครูก็จึงได้ดำเนินการสอบถามข้อมูลจากบริษัทเช่ารถตู้ 2 บริษัท เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจดังนี้	- นักเรียนคิดว่าข้อมูลสำคัญหรือเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเลือกบริษัทเช่ารถตู้ของครูก็มีอะไรบ้าง - นักเรียนคิดว่าค่าเช่ารถตู้ของทั้ง 2 บริษัท มีกรณีใดบ้างที่ราคาเท่ากันและกรณีใดบ้างที่ราคาแตกต่างกัน - นักเรียนคิดว่าจากข้อมูลและการดำเนินการในข้อ 2 ครูก็ควรเลือกบริษัทเช่ารถตู้จากบริษัทใด เพราะเหตุใด จงอธิบายเหตุผลที่สอดคล้องและมีความเป็นไปได้ในบริบทชีวิตจริงหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน

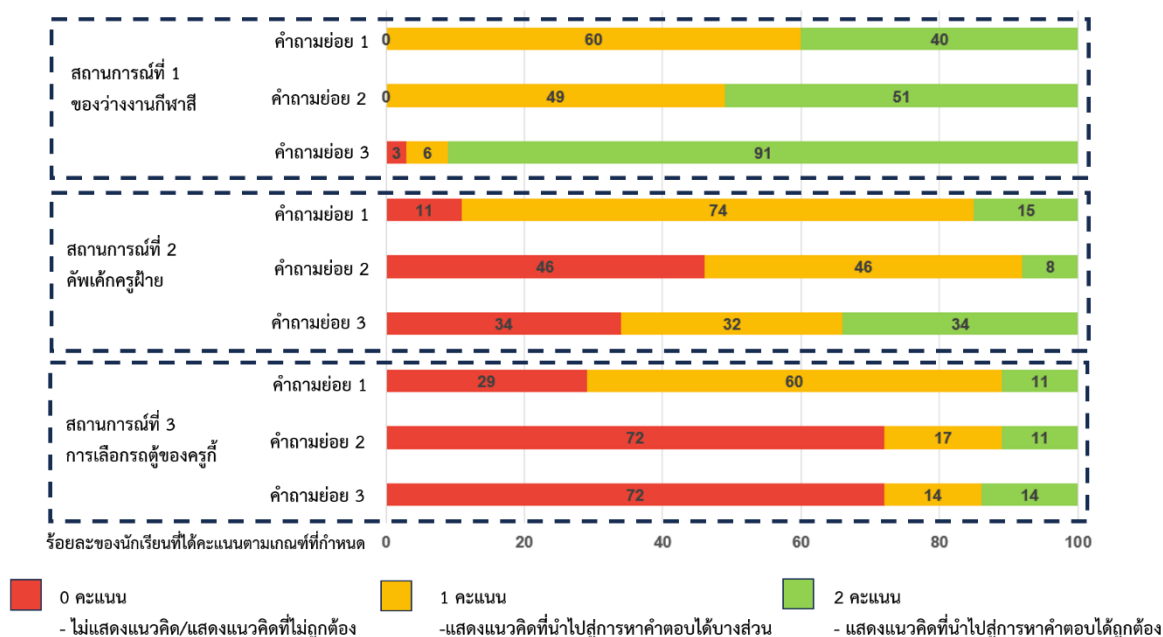
บริษัทเช่ารถตู้	บริษัทยังโฮมเรนท์อะคาร์
มี 12 ที่นั่ง	มี 11 ที่นั่ง
มีบริการน้ำดื่ม	มีประกันภัยอุบัติเหตุทุกที่นั่ง
สามารถร้องเพลงหรือชมภาพยนตร์ในรถ	มีพนักงานอำนวยความสะดวกทุกที่นั่ง
ค่าบริการเริ่มต้น 2,350 บาท	ค่าบริการเริ่มต้น 2,500 บาท
ค่าบริการต่อกิโลเมตร 30 บาท	ค่าบริการต่อกิโลเมตร 20 บาท

2) ผลการทดลองใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ตรงตามพฤติกรรมที่เป็นองค์ประกอบของการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และข้อคำถามที่กำหนด โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงแนวคิดในการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามมีนักเรียนเพียงบางส่วนที่สามารถแสดงแนวคิดในการใช้คณิตศาสตร์และการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ผลการประเมินดังแสดงในภาพ 2

ภาพ 2

ผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน ($n = 35$)



สรุปรายละเอียดผลการทดลองใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดังนี้

2.1) ผลการประเมินความสามารถในการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (คำถามย่อย 1) ของทั้ง 3 สถานการณ์ปัญหา พบว่านักเรียนมากกว่าร้อยละ 70 สามารถระบุข้อมูลสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบและนำไปสู่การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสถานการณ์ที่ 1 ของว่างงานกีฬา นักเรียนทุกคนสามารถระบุข้อมูลสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบ โดยนักเรียนร้อยละ 40 สามารถระบุข้อมูลสำคัญและการแสดงแทนข้อมูลดังกล่าวได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์

สำหรับตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนที่สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการระบุข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญที่จะนำไปสู่การดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้วิจัยยกตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนจากสถานการณ์ที่ 1 การสั่งซื้ออาหารว่างของพี่น้องน้อย โดยนักเรียน (ผู้แก้สถานการณ์ปัญหา) สามารถแสดงแนวคิดในการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง (2 คะแนน) โดยระบุข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญในการสั่งซื้ออาหารว่าง ประกอบด้วย จำนวนนักเรียนที่อยู่ในคณะสี่ ราคาของว่างต่อกล่อง (ซื้อตั้งแต่ 100 กล่องขึ้นไป) จำนวนของว่างที่ต้องการซื้อ (กล่อง) และ ค่าลงทะเบียนสมัครสมาชิก ดังภาพ 3 และตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนที่ไม่สามารถแสดงแนวคิดในการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (0 คะแนน) จากสถานการณ์ที่ 2 คัพเค้กครูฝ้าย โดยนักเรียนระบุข้อความอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือระบุเหตุผลในการปรับราคาให้สูงขึ้นเนื่องจากราคาวัตถุดิบสูงขึ้น ดังภาพ 4

ภาพ 3

ตัวอย่างการแสดงแนวคิดในการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ถูกต้อง (2 คะแนน) จากสถานการณ์ที่ 1 ของว่างงานกีฬา

คำถามข้อ 1 นักเรียนคิดว่าข้อมูลสำคัญหรือเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการสั่งซื้ออาหารว่างของพินิตน้อยมีอะไรบ้าง

ปริมาณของอาหารว่าง, ราคาของอาหารว่าง, จำนวนคนที่สั่งซื้อ, จำนวนที่สั่งซื้อ, จำนวนที่สั่งซื้อ, จำนวนที่สั่งซื้อ

ภาพ 4

ตัวอย่างการแสดงแนวคิดในการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ถูกต้อง (0 คะแนน) จากสถานการณ์ที่ 2 คัพเค้กครูฝ้าย

คำถามข้อ 1 ถ้าครูฝ้ายต้องการกำหนดราคาขายคัพเค้กต่อชิ้นให้มียอดขายคัพเค้กมากที่สุด นักเรียนคิดว่าข้อมูลสำคัญหรือเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องมีอะไรบ้าง

ต้นทุนของคัพเค้ก, ราคาขายคัพเค้ก, จำนวนคัพเค้ก, จำนวนคัพเค้ก, จำนวนคัพเค้ก, จำนวนคัพเค้ก

2.2) ผลการประเมินความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์ (คำถามย่อย 2) ของทั้ง 3 สถานการณ์ปัญหา พบว่านักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 สามารถนำแบบจำลองมาดำเนินการเพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาที่ 1 ของว่างงานกีฬาได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามมีนักเรียนเพียงบางส่วนที่สามารถนำแบบจำลองมาดำเนินการเพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาที่ 2 คัพเค้กครูฝ้ายและสถานการณ์ปัญหาที่ 3 การเลือกฤดูของครูก็

สำหรับตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนที่สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์โดยการแสดงวิธีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนจากสถานการณ์ที่ 1 การสั่งซื้อของว่างของพินิตน้อย โดยนักเรียน (ผู้แก้สถานการณ์ปัญหา) สามารถแสดงแนวคิดในการใช้คณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง (2 คะแนน) โดยคำนวณงบประมาณสำหรับการสั่งซื้อของว่างจำนวน 200 กล่อง ซึ่งแบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่เป็นสมาชิกและกรณีที่ไม่เป็นสมาชิก ซึ่งสร้างสมการหรือใช้ความสัมพันธ์ของราคาของว่างต่อกล่องและจำนวนของว่างต่อกล่อง และค่าสมัครสมาชิก 150 บาท ดังภาพ 5 และตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนที่ไม่สามารถแสดงแนวคิดในการใช้คณิตศาสตร์ (0 คะแนน) จากสถานการณ์ที่ 3 การเลือกฤดูของครูก็ โดยนักเรียนระบุความแตกต่างของราคาเริ่มต้นของรถตู้ทั้งสองบริษัทและราคาต่อกิโลเมตรจากที่โจทย์กำหนดให้เท่านั้น ไม่ได้แสดงการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบราคาค่าเช่ากับระยะทางของรถตู้ทั้งสองบริษัท ดังภาพ 6

ภาพ 5

ตัวอย่างการแสดงแนวคิดในการใช้คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ถูกต้อง (2 คะแนน) จากสถานการณ์ที่ 1 ของว่างงานกีฬา

คำถามข้อ 2 นักเรียนคิดว่าพินิตน้อยต้องเตรียมงบประมาณสำหรับสั่งซื้ออาหารว่างแก่น้อง ๆ ในคณะอย่างน้อยกี่บาท (จงเขียนแสดงแนวคิดอย่างละเอียด)

ในคณะมี 3 ชั้นๆ 200คน ในกรณีที่ซื้อคัพเค้กในกล่อง 100กล่อง แล้วซื้อคัพเค้กในกล่อง 100กล่อง

จำนวนคัพเค้กที่ซื้อ 100 กล่อง 100กล่อง 100กล่อง 100กล่อง 100กล่อง 100กล่อง 100กล่อง 100กล่อง 100กล่อง 100กล่อง

ราคาคัพเค้ก 20 บาท 20 บาท 20 บาท 20 บาท 20 บาท 20 บาท 20 บาท 20 บาท 20 บาท 20 บาท

รวมคัพเค้ก 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท

รวมคัพเค้ก 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท

รวมคัพเค้ก 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท 2000 บาท

ภาพ 8

ตัวอย่างการแสดงแนวคิดในการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ถูกต้อง (0 คะแนน) จาก
สถานการณ์ที่ 2 คัพเค้กครูฝ่าย

คำถามข้อ 3 นักเรียนคิดว่าการกำหนดราคาขายคัพเค้กต่อชิ้น (บาท) ที่ได้จากการดำเนินการในข้อ 2 สอดคล้องและมีความเป็นไปได้ในบริบทชีวิตจริงหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

.....เป็นไปไม่ได้ เพราะ ราคาคัพเค้ก ซึ่ง สูง ขึ้นกว่าค่าของ สักกัณ ครึ่งบาทจะทอดกวน ขวี่อา จะขายเล็ก
จาก พหุ คัพ เค้ก

อภิปรายผล

จากผลการพัฒนาหลักการออกแบบและต้นแบบงานในครั้งนี้ ทำให้ได้ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของงานทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบไปด้วย 1) งานต้องเป็นสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงที่มีบริบทใกล้เคียงตัวกับนักเรียน 2) คำถามที่ใช้ในงานต้องกระตุ้นให้ผู้ตอบแสดงแนวความคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ การใช้คณิตศาสตร์ การตีความและการประเมินผลลัพธ์ 3) งานต้องเป็นปัญหาแบบเปิด และ 4) งานต้องเป็นปัญหาที่มีความท้าทาย โดยลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับคุณลักษณะของงานสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านได้นำเสนอไว้ เช่น เป็นสถานการณ์ปัญหาแบบเปิด มีความซับซ้อน มีบริบทอยู่ในโลกชีวิตจริง มีความสมเหตุสมผลตามสภาพความเป็นจริง ไม่ทราบแนวทางการหาคำตอบและคำตอบได้ทันที และสามารถดำเนินตามกระบวนการสร้างแบบจำลองเพื่อหาข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาได้ (สกล ตั้งเก้าสกุล และคณะ, 2566; Borromeo Ferri, 2018; Maaß, 2010) สาเหตุที่ช่วยให้งานมีลักษณะสำคัญตามข้อค้นพบอาจเนื่องมาจากกระบวนการออกแบบงานอย่างมีส่วนร่วมของกลุ่มนักการศึกษาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นผู้ที่มีความเข้าใจและมีประสบการณ์เกี่ยวกับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และงานทางคณิตศาสตร์ และกลุ่มครูผู้ใช้งานทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์สอนโดยตรงกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย สามารถช่วยพิจารณาความเหมาะสมของความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา สะท้อนให้เห็นว่าเรามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของเป้าหมายของงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของนักเรียน รวมถึงการร่วมกันออกแบบของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งนักการศึกษาคณิตศาสตร์ ครู และนักเรียน จะช่วยให้ออกแบบได้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดและมีทิศทางไปในทางเดียวกัน (Borromeo Ferri, 2018; Galbraith, 2006; Stacey & Turner, 2014; Tangkawsakul et al., 2024) นอกจากนี้ หลักการออกแบบงานที่อ้างอิงถึงข้อมูลและความคิดเห็นจากกลุ่มนักเรียนจริงที่ได้ทดลองเป็นผู้ทำงานทางคณิตศาสตร์และได้แสดงแนวคิดจากมุมมองของผู้แก้สถานการณ์ปัญหาจริง มีความสำคัญต่อการปรับปรุงต้นแบบงานให้สามารถช่วยกระตุ้นนักเรียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องตรงตามความสามารถย่อยของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และช่วยให้สามารถใช้งานในบริบทจริงได้ตรงตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Crespo, 2003)

จากผลการทดลองใช้งานช่วยให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความฉลาดรู้ของนักเรียนตามเป้าหมายหลักของการออกแบบงานในงานวิจัยนี้ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุข้อมูลสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบและนำไปสู่การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ สะท้อนให้เห็นว่างานสามารถกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิดได้ตรงตามความสามารถย่อยที่ 1 ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สาเหตุเพราะงานที่ออกแบบขึ้นมีลักษณะคำถาม บริบท และข้อมูลที่เชื่อมโยงระหว่างโลกจริงกับคณิตศาสตร์มีลักษณะใกล้เคียงกับงานสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้แก้สถานการณ์ปัญหาจำเป็นต้องวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลสำคัญที่จะนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาด้วยกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Maaß, 2010; Borromeo Ferri, 2018) เช่นเดียวกับความสามารถย่อยที่ 2 และ 3 ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่นักเรียนบางส่วนสามารถแสดงแนวคิดในการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการใช้คณิตศาสตร์ รวมถึงการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งสาเหตุที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ (ในที่นี้คือ สถานการณ์ที่ 2 คัพเค้กครูฝ่าย โดยใช้ความรู้เรื่องสมการกำลังสอง และ สถานการณ์ที่ 3 การเลือกรถตู้ของครูก็ โดยใช้ความรู้เรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร) เพราะนักเรียนอาจไม่คุ้นเคยกับการฝึกเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลและการสังเกตแบบรูปเพื่อนำไปสู่การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตีความหรือตรวจสอบผลลัพธ์จากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ (Goos, et al., 2020)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. จากการพัฒนางานทางคณิตศาสตร์และทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในบริบทจริง พบว่า ต้นแบบงานที่พัฒนาขึ้นจากหลักการออกแบบนั้น สามารถกระตุ้นให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สะท้อนถึงความสามารถย่อยทั้ง 3 ด้านของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ได้แก่ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ การใช้คณิตศาสตร์ และการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ครู นักการศึกษา และผู้ที่สนใจการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนในบริบทจริง สามารถนำหลักการออกแบบและงานที่พัฒนาขึ้นไปปรับใช้ในการออกแบบ การประเมินควบคู่กับการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งอาจนำไปใช้เป็นสถานการณ์ปัญหาสำหรับการประเมินเพื่อการเรียนรู้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับบทเรียนที่กำลังศึกษาอยู่

2. จากผลการวิจัยที่พบว่า การมีส่วนร่วมในกระบวนการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ระหว่างคณะผู้วิจัย นักการศึกษา ครูผู้สอน และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในบริบทจริง เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้งานทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ได้จริงได้ตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งกระบวนการมีส่วนร่วมดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของหลักการออกแบบงาน ดังนั้น ครู นักการศึกษา และผู้ที่สนใจในการพัฒนางานสำหรับการส่งเสริมและประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนในบริบทจริง อาจใช้แนวคิดการพัฒนาวิชาชีพผ่านชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพในการพัฒนางานทางคณิตศาสตร์ บทเรียนทางคณิตศาสตร์ และนวัตกรรมด้านการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมและประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์และมุมมองที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงที่หลากหลายของผู้มีส่วนร่วมในการออกแบบ เพื่อสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ใช้ประโยชน์ได้ในบริบทจริงอย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีขอบเขตการวิจัยด้านเนื้อหา คือ สาระจำนวนและพีชคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเท่านั้น ดังนั้นหลักการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้จึงอาจมีขอบเขตด้านสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มาเกี่ยวข้องกับการออกแบบงาน ผู้ที่สนใจในการวิจัยการออกแบบงานอาจศึกษาว่าหลักการออกแบบงานดังกล่าวควรมีการปรับอย่างไรเพื่อใช้ออกแบบงานในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อื่น ๆ หรือระดับการศึกษาอื่น ๆ ของนักเรียนที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในบริบทจริงอย่างมีประสิทธิภาพ

2. จากการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ร่วมกันระหว่างคณะผู้วิจัย นักศึกษาคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนคณิตศาสตร์ คณะผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าในระหว่างกระบวนการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ มีการคาดการณ์แนวคิดการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ในมุมมองของผู้แก้ปัญหาที่เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในบริบทจริงที่มีความแตกต่างกันไว้มากหลายแนวคิด ดังนั้น จึงควรทำการศึกษาและวิเคราะห์ต่อยอดว่าครูกลุ่มดังกล่าวมีความสามารถในการคาดการณ์แนวคิดการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ของผู้เรียนในชั้นเรียนของครูดีขึ้นหรือไม่ อย่างไร เพื่อให้ได้สารสนเทศสำหรับการพัฒนาความสามารถในการคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนในกิจกรรมการแก้ปัญหาและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการวางแผนการสนับสนุนและช่วยเหลือให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาและเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ประสบความสำเร็จ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ฉวีวรรณ แก้วไทร และ สุพจน์ ไชยสังข์. (2557). *การวิเคราะห์การสอบพิชชาและโอเน็ตของสถาบัน ทดสอบการศึกษาแห่งชาติเพื่อปฏิบัติการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์*. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
<https://backoffice.niets.or.th/th/content/view/304>

สกล ตั้งเก้าสกุล, ทรงชัย อักษรคิด, วันดี เกษมสุขพิพัฒน์ และ ชนิศรา เลิศอมรพงษ์. (2566). การวิเคราะห์ลักษณะสำคัญของงานสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ออกแบบโดยนักศึกษาคณิตศาสตร์. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต*, 17(2), 251-266.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563, 21 มิถุนายน). *PISA 2021* กับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์. <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2020-53>

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

สุนีย์ คล้ายนิล. (2558). *การศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนไทย : การพัฒนา - ผลกระทบ - ภาวะถดถอยในปัจจุบัน*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

<https://drive.google.com/file/d/0BwqF5kq5b7zSWUduVm1XWVldk/view?resourcekey=0-8oYRqf55pvEzmooqmTAtNg>

สุวิมล ว่องวานิช. (2563). *การวิจัยการออกแบบทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Bakker, A. (2018). *Design research in education: A practical guide for early career researchers*. Routledge.

Blum, W. (2015). Quality Teaching of Mathematical Modelling: What Do We Know, What Can We Do?. In: Cho, S. (Eds.), *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education* (pp. 73-96). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12688-3_9

Bonotto, C. (2007). How to Replace Word Problems with Activities of Realistic Mathematical Modelling. In: Blum, W., Galbraith, P.L., Henn, HW., Niss, M. (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 185-192). New ICMI Study Series, vol 10. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_18

Borromeo Ferri, R. (2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education*. Switzerland: Springer International Publishing.

Crespo, S. (2003). Learning to pose mathematical problems: Exploring changes in preservice teachers' practices. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 243-270.

Galbraith, P. (2006). Real world problems: Developing principles of design. In P. Grootenboer, R. Zevenbergen & M. Chinnappan (Eds.), *29th annual conference of the mathematics education research group of Australasia: Identities, cultures and learning spaces* (Vol. 1, pp. 229-236). Canberra: MERGA.

Goos, M., Vale, C., Stillman, G., Makar, K., Herbert, S., & Geiger, V. (2020). *Teaching secondary school mathematics: Research and practice for the 21st century*. Routledge.

Kaiser, G. (2020). Mathematical modelling and applications in education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 553-561). Second edition. Springer.

Maaß, K. (2010). Classification scheme for modelling tasks. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31(2), 285-311.

OECD. (2018, July 21). *PISA 2021 Mathematics Framework (Second Draft)*.

<https://pisa2022-maths.oecd.org/files/PISA%202022%20Mathematics%20Framework%20Draft.pdf>

Stacey, K., & Turner, R. (2014). *Assessing mathematical literacy*. Springer International Publishing AG.

Tangkawsakul, S., Thaikam, W. & Ugsonkid, S. (2024). Bridging Gaps: Pre-Service Mathematics Teachers' Handling the Difficulties in Posing Real-World Mathematical Problems. *Journal of Education and Learning*. 13(3), 133-143. <https://doi.org/10.5539/jel.v13n3p133>