

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach)
เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
Results of Learning Management using Open Approach to Promote
Mathematical Understanding of Grade 4 Students

Received: March 26, 2025

Revised: May 16, 2025

Accepted: May 20, 2025

ธนาวดี จันท์เพชร¹ กิตติศักดิ์ ใจอ่อน^{2*} และเสาวลักษณ์ สุธน³

Thanawadee Janphet¹ Kittisak Jai-on^{2*} and Saowalak Suthon³

^{1, 2} สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

^{1, 2} Department of Mathematics, Faculty of Education, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, Mueang, Nakhon Si Thammarat, 80280

³ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

³ Nakhon Si Thammarat Rajabhat University Demonstration School Mueang, Nakhon Si Thammarat, 80280

*Corresponding Author, E-mail: Kittisak_jai@nstru.ac.th

บทคัดย่อ

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่องการบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 28 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เรื่องการบวกและการลบจำนวนที่มากกว่า 100,000 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 แผน แบบวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา โดยใช้ข้อมูลจากแบบวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของ Dubinsky and McDonald (2001)

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนเกิดระดับความเข้าใจ 3 ระดับ คือ 1) ระดับจัดการกระทำ (Action) การกระทำที่เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขคำสั่งในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน 2) ระดับกระบวนการ (Process) นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจระดับการจัดกระทำหรือการคิดคำนวณหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งสามารถใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องคาดการณ์ผลของการดำเนินการ 3) ระดับวัตถุ (Object) นักเรียนสามารถนำไปใช้สร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในการใช้ความรู้ความเข้าใจในระดับกระบวนการไปสร้างความคิดรวบยอด (Concept) ใหม่ได้

คำสำคัญ : วิธีการแบบเปิด ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และ การบวกและการลบจำนวน

Abstract

The results of learning management using Open Approach to promote mathematical understanding for grade 4 students This research is a qualitative research. The purpose of this research is to study the mathematical understanding of students on the addition and subtraction of numbers greater than 100,000. The target group is 28 grade 4/1 students in the first semester of the 2024 academic year, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University Demonstration School. The research instruments are 5 open learning management plans on the addition and subtraction of numbers greater than 100,000 for grade 4 students, and a mathematical understanding test. Data analysis is a content analysis using data from the mathematical understanding test using the conceptual framework of the level of mathematical understanding of Dubinsky and McDonald (2001).

The research results found that students had 3 levels of understanding: 1) Action level, the action occurred when students were able to follow the command conditions in the given problem situation in a step-by-step manner. 2) At the process level, students were able to develop understanding at the action level or calculation level many times until they were able to use the related knowledge and understanding to predict the results of the action. 3) At the object level, students were able to use it to create mathematical concepts by using knowledge and understanding at the process level to create new concepts.

Keywords : Open Approach, Mathematical Understanding and Addition and Subtraction of Numbers

บทนำ

การจัดการเรียนรู้ถือว่าเป็นหัวใจของการศึกษา เพราะการจัดการเรียนรู้เป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นมาเพื่อมุ่งเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมความรู้ของผู้เรียนหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดประสบการณ์ โดยคาดหวังว่าประสบการณ์และสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่ได้รับขณะปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ (Chetthawiro, 1993) ซึ่งสอดคล้องกับ Chitrachawanich (2019) ที่ได้ให้ความหมายว่าการจัดการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ในการดำเนินงานของผู้สอนตั้งแต่การวางแผนการจัดการเรียนรู้จนถึงสิ้นสุดการประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการนำการจัดการเรียนรู้มาปรับใช้ในการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนจะต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การเรียนรู้ตรงตามความต้องการคงทน และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปบูรณาการหรือประยุกต์เป็นโครงงานหรือนวัตกรรมที่ผู้เรียนมีความสนใจต่อไปได้ (Sangravee and Choosuan, 2022)

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญ ครูผู้สอนจึงต้องทำการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่การวางแผนการจัดการเรียนรู้จนถึงสิ้นสุดการประเมินผลการเรียนรู้ เพราะฉะนั้นครูที่จะต้องสอนคณิตศาสตร์ต้องตระหนักและให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งโดยเนื้อหาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาแนวคิด หรือผลลัพธ์ แต่นักเรียนไม่สามารถนำการวิเคราะห์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมในเรื่องการบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 นักเรียนส่วนใหญ่มีการจัดการกับการจัดเรียง

หลักตัวเลขที่ไม่ถูกต้อง ความไม่เข้าใจในหลักการยืมและยืมคืน การขาดการตรวจสอบผลลัพธ์ และความไม่เข้าใจในการบวกและลบจำนวนที่มีหลายหลัก ซึ่งสามารถส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการคิดวิเคราะห์และการคำนวณได้ (Boonmaton et al., 2017 p. 51 Cited in Yanukul and Poonpaiboonpipat, 2021) Toyai and Boonthanom (2021, cited in Phanyakit et al., 2024) กล่าวว่า ครูต้องคิดหาวิธีการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ประสบการณ์ไปใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียนในเรื่องการบวกและการลบได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในเรื่องอื่น ๆ

การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสามารถได้พบปัญหาด้วยตนเอง เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง อภิปรายเนื้อหาเชื่อมโยงสู่ชีวิตประจำวันได้ Inprasitha (2022) ได้นำเสนอนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ซึ่งเป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่น โดยแนวคิดดังกล่าวเป็นนวัตกรรมการสอนการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่เน้นให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหาปลายเปิด วิธีการสอนดังกล่าวรู้จักกันในนาม “วิธีการสอนแบบปลายเปิด (Open-ended Approach)” (Shimada et al., 1999 cited in Inprasitha, 2022) หรือ “วิธีการสอนที่มีโครงสร้างการแก้ปัญหา (Structured Problem Solving)” (Stigler and Hiebert, 1999 cited in Inprasitha, 2022) ซึ่งสอดคล้องกับ Thipchindachaikun (2014) ที่กล่าวว่า การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) นั้น จะเน้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนแต่ละบุคคลได้ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามศักยภาพ เพื่อสนองต่อความสามารถที่แตกต่างกัน โดยอาศัยการช่วยเหลือของครูที่เปรียบเทียบกับผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีการบริหารจัดการตนเอง

แนวทางเพื่อให้เกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับประสบการณ์จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม และต้องสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องเรียนรู้ด้วยการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ (Isaraprida, 2006 cited in Sirikampala and Punpaiboonpipat, 2020) ซึ่งสอดคล้องกับ คำกล่าวของ Pattanatrakoolsook (2002, cited in Sirikampala and Punpaiboonpipat, 2020) ที่ว่าผู้เรียนสามารถที่จะเข้าใจเหตุผล รู้จักการแก้ปัญหาสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องได้ในที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Dencha et al. (2015) กล่าวว่า การพัฒนาการเรียนรู้ที่แสดงถึงความเข้าใจของนักเรียนสามารถจำแนกความเข้าใจเป็น 3 ระดับตามทฤษฎี APOS ดังนี้ ความเข้าใจในระดับการกระทำ (Action) ความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process) และความเข้าใจในระดับวัตถุ (Object) ซึ่งเป็นการอธิบายความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยพิจารณาการเชื่อมโยงระหว่างความเข้าใจในระดับต่าง ๆ เมื่อผู้เรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของตนเองถึงระดับวัตถุ ผู้เรียนจะสามารถพัฒนาไปจนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรเน้นกระบวนการสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

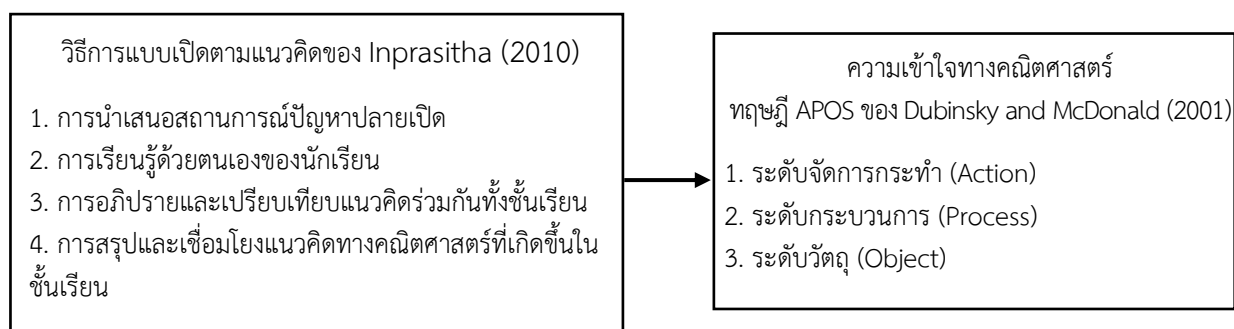
จากข้อมูลดังกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับการจัดการเรียนการสอนในเรื่องเรขาคณิตอื่น ๆ เพื่อสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ต่อผู้เรียนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่องการบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000

กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยนี้เป็นการนำวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ไปใช้ในชั้นเรียนเพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ผ่าน 4 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียน ขั้นที่ 4 การสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยผู้วิจัยได้สังเกตชั้นเรียนตามกรอบระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ จำแนกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1. ระดับจัดการกระทำ (Action) 2. ระดับกระบวนการ (Process) 3. ระดับวัตถุ (Object) ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยจะให้ความสำคัญกับกระบวนการหรือแนวคิดของนักเรียนเป็นหลักในการหาคำตอบหรือหาทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัย เรื่องผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. **กลุ่มเป้าหมาย** นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวนนักเรียน 28 คน

2. **เครื่องมือที่ใช้** ประกอบด้วย

2.1 **เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้** คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนที่มากกว่า 100,000 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 แผน เป็นแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิด 4 ขั้นตอนตามกรอบแนวคิดของ Inprasitha (2010) คือ 1) ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา 2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน และ 4) ขั้นสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน โดยให้ครูพี่เลี้ยงช่วยตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขตามคำแนะนำของครูพี่เลี้ยงเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยในการศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ แผนที่ 1 การบวก แผนที่ 2 การหาผลบวก ผลลบโดยใช้ค่าประมาณ แผนที่ 3 การหาค่าของตัวไม่ทราบค่า แผนที่ 4 การหาเลขโดดในหลักต่าง ๆ และแผนที่ 5 การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ ซึ่งแต่ละแผนจะใช้เวลา 1 ชั่วโมง ได้นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด จำนวน 3 ท่าน ซึ่งได้แก่ รองผู้อำนวยการโรงเรียนฝ่ายวิชาการ หัวหน้าสายชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งค่า IOC เฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ซึ่งมีค่า $IOC \geq 0.67$ ถือว่าผ่านเกณฑ์

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.2.1 แบบวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่องการบวกและการลบจำนวนที่มากกว่า 100,000 ใช้ประกอบการทำกิจกรรมหลังจากที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาแล้วให้นักเรียนลงมือทำในแบบวัดโดยให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดหรือแสดงวิธีทำของนักเรียนอย่างละเอียด โดยแบบวัดครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนที่มากกว่า 100,000 และนำแบบวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบหาความถูกต้อง ความสอดคล้องของเนื้อหา และความเหมาะสม เพื่อประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ซึ่งนำมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าระหว่าง 0.67 – 1.00

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแนวคิดของ Worrall (2004) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ 6 ขั้นตอน 1) ปัญหา ผู้วิจัยได้สังเกต เล็งเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนตนได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติการสอน 2) สำรวจข้อเท็จจริง ผู้วิจัยได้สำรวจสภาพแวดล้อม ภูมิหลัง สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนและแนวคิด วิธีการสอนที่จะสามารถนำมาปรับใช้ในการแก้ปัญหาในชั้นเรียนได้ 3) วางแผน จากที่ผู้วิจัยได้สำรวจข้อเท็จจริงจึงได้วางแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด 4) การปฏิบัติ ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่ออกแบบไว้ซึ่งมี 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหา ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดที่เกิดขึ้นร่วมกันในชั้นเรียน และขั้นที่ 4 การสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน 5) ประเมินผล ผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด 6) สะท้อนผลจากการที่ผู้วิจัยได้ประเมินผลจึงได้นำมาวิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎี APOS

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์เนื้อหา จากแบบวัดการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้ในระหว่างการจัดการเรียนการสอน ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องการบวกและการลบจำนวนที่มากกว่า 100,000 จำนวน 5 แผน โดยใช้กรอบการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎี APOS ของ Dubinsky and McDonald (2001) ซึ่งความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ จำแนกระดับความเข้าใจ 3 ระดับ 1) ระดับจัดการกระทำ (Action) 2) ระดับกระบวนการ (Process) และ 3) ระดับวัตถุ (Object) โดยผู้วิจัยได้อธิบายบริบทการสอน บทบาทของครูที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เพื่อสะท้อนภาพชั้นเรียนให้เห็น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

4.1 ขั้นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

ครูมีการทบทวนความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนในบทเรียนที่ผ่านมา โดยลักษณะการทบทวนบทเรียนจะเป็นการถามตอบระหว่างนักเรียนกับครู เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และหลังจากนั้นครูได้นำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะใช้คำถามเน้นประเด็นสำคัญ

4.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ครูให้นักเรียนทำเป็นกลุ่ม โดยให้นักเรียนจับกลุ่มเพื่อนของนักเรียน และให้เวลานักเรียนในการแก้สถานการณ์ปัญหา 20 นาที โดยระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหาครูได้เดินไปดูที่โต๊ะนักเรียน เพื่อสำรวจแนวคิดของนักเรียน โดยเป็นการสำรวจแนวคิดของนักเรียนอย่างมีเป้าหมายเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่ม



ภาพ 2 แสดงบทบาทของครูในการสังเกตการณ์แก้ปัญหาของนักเรียน

4.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ในขั้นของการอภิปรายหน้าชั้นเรียนและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน ครูจะทำหน้าที่ขัดเกลาแนวคิดของนักเรียน ผ่านการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน โดยการเลือกและการจัดลำดับแนวคิด ของนักเรียน โดยครูอธิบายเพิ่มเติมกับนักเรียนว่า “เนื่องจากตัวเลขมีจำนวนมาก การหาผลลัพธ์โดยการนำทั้งหมดมาบวกกันทำให้ได้คำตอบช้า และข้อมูลในลักษณะนี้ไม่จำเป็นจะต้องบอกเป็นจำนวนที่ถูกต้องครบถ้วนทุกหลัก”



ภาพ 3 แสดงบทบาทของครูในการอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อขัดเกลาแนวคิดของนักเรียน

4.4 ขั้นสรุปโดยการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนที่ปรากฏในชั้นเรียน

ในขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนที่ปรากฏในชั้นเรียน ครูได้ทบทวนสิ่งที่นักเรียนออกมาอภิปราย โดยเริ่มจากการอภิปรายแนวคิดของนักเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่า “การหาผลบวกหรือผลลบของจำนวนที่มีหลายหลักโดยใช้ ค่าประมาณ อาจทำได้โดยประมาณ จำนวนใดจำนวนหนึ่ง หรือจำนวนทั้งหมดให้เป็นจำนวนเต็มสิบ เต็มร้อย เต็มพัน เต็มหมื่น ... แล้วจึงนำมาบวกหรือลบกัน”

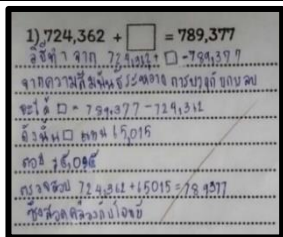


ภาพ 4 แสดงบทบาทของครูในการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนที่ปรากฏในชั้นเรียน

ผลการวิจัย

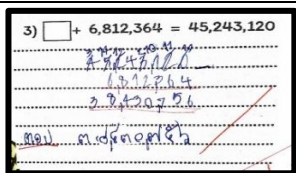
จากการวัดระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด เรื่องการบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 จำนวน 5 แผน ผลการวิเคราะห์พบว่า เกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ระดับ ซึ่งแต่ละการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะแสดงแนวความคิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ครบทุกระดับของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ดังตัวอย่างการวิเคราะห์ผลงานของนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด

ตาราง 1 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระดับจัดการกระทำ (Action)

ผลงานนักเรียน	แนวคิดของนักเรียน
	นักเรียนได้แสดงแนวความคิดของการหาตัวไม่ทราบค่าจากประโยคสัญลักษณ์การบวก ในภาพแสดงถึงว่านักเรียนได้ใช้ความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบซึ่งจะได้ว่า ผลบวกของจำนวนนับ 2 จำนวน เมื่อลบด้วยจำนวนใดจำนวนหนึ่ง ผลลบที่ได้จะเท่ากับจำนวนอีกจำนวนหนึ่ง นักเรียนได้ทำการตรวจสอบคำตอบ โดยการนำจำนวนที่ใช้ความสัมพันธ์ของการบวกและการลบ ดำเนินการบวกกับ ตัวตั้ง จะได้เท่ากับผลลัพธ์ที่โจทย์กำหนดมา จากขั้นตอนวิธีการแบบเปิด ระดับจัดการกระทำ อยู่ในขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ซึ่งจากภาพที่ปรากฏ เมื่อครูผู้สอนได้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาแล้ว

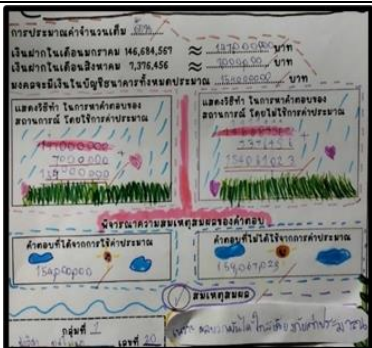
จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้ใช้ความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบซึ่งจะได้ว่า ผลบวกของจำนวนนับ 2 จำนวน ระดับจัดการกระทำ อยู่ในขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ตาราง 2 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระดับกระบวนการ (Process)

ผลงานนักเรียน	แนวคิดของนักเรียน
	นักเรียนได้แสดงแนวความคิดของการหาตัวไม่ทราบค่าจากประโยคสัญลักษณ์การบวก ในภาพแสดงถึงการหาคำตอบของตัวไม่ทราบค่า โดยไม่ได้ต้องดำเนินการตามขั้นตอนสามารถหาคำตอบได้ ระดับกระบวนการปรากฏ อยู่ในขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ โดยไม่คำนึงถึงลำดับขั้นตอนสามารถนำมาดำเนินการเพื่อหาตัวไม่ทราบค่า ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งระดับกระบวนการปรากฏ อยู่ในขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ตาราง 3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระดับวัตถุ (Object)

ผลงานนักเรียน	แนวคิดของนักเรียน
	นักเรียนได้แสดงแนวความคิดของการหาผลโดยใช้ค่าประมาณ ในภาพแสดงถึงว่านักเรียนได้ใช้ค่าประมาณเป็นจำนวนเต็มล้าน เมื่อนักเรียนได้ค่าประมาณเพื่อนำมาดำเนินการหาผลบวกของจำนวนที่มีหลายหลักต่อนักเรียนได้แสดงวิธีทำโดยจะแบ่งเป็น การบวกโดยใช้ค่าประมาณ และการบวกโดยไม่ใช้ค่าประมาณ หลังจากที่นักเรียนได้ดำเนินการบวกเพื่อหาคำตอบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงได้พิจารณาความสมเหตุสมผลในคำตอบที่ได้จากการดำเนินการการบวก ซึ่งนักเรียนพิจารณาว่าสมเหตุสมผล โดยให้เหตุผลที่ว่า เพราะ ผลบวกมันได้ใกล้เคียงกันกับค่าประมาณ โดยใช้ค่าประมาณ จากขั้นตอนวิธีการแบบเปิด ระดับวัตถุ อยู่ในขั้นที่ 4 คือ การสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จำแนกเป็นระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับวัตถุ (Object) คือนักเรียนสามารถเชื่อมโยงจากความรู้ก่อนในการดำเนินการซึ่งได้มาของคำตอบ

เมื่อวิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด เรื่องการบวกและการลบจำนวนที่มากกว่า 100,000 จำนวน 5 แผน จะสามารถสรุปได้ว่าแต่ละระดับของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ระดับ จะเกิดขึ้นหลังจากโดยใช้วิธีการแบบเปิดทั้ง 4 ขั้นตอน ดังตาราง 4

ตาราง 4 ระดับของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ หลังจากโดยใช้วิธีการแบบเปิด ทั้ง 4 ขั้นตอน

		แผนการจัดการเรียนรู้ที่																			
ระดับความ เข้าใจทาง คณิตศาสตร์	1 การบวก				2 การหาผลบวก ผลลบ โดยใช้ ค่าประมาณ				3 การหาค่าของตัว ไม่ทราบค่า				4 การหาเลขโดดใน หลักต่าง ๆ				5 การวิเคราะห์ โจทย์ปัญหาและหา คำตอบ				
	ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้แบบเปิด				ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้แบบเปิด				ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้แบบเปิด				ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้แบบเปิด				ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้แบบเปิด				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Action	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Process	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Object	✕	✕	✕	✕	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า ระดับวัตถุ (Object) จะเกิดขึ้นในขั้น 4 ของวิธีการแบบเปิด คือขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพราะต้องการให้นักเรียนได้สรุปแนวคิดร่วมกันจากการที่ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งชั้นเรียน เพื่อสามารถเชื่อมโยงแนวคิดที่หลากหลายนำไปสู่ข้อสรุปของเนื้อหาในชั้นเรียน ซึ่งจะแสดงการสรุปผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 จำนวน 5 แผน ดังตาราง 5

ตารางที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 จำนวน 5 แผน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน		
	จัดการกระทำ (Action)	กระบวนการ (Process)	วัตถุ (Object)
1	✓	✓	-
2	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการหาผลบวก ผลลบ โดยใช้ค่าประมาณ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการหาค่าของตัวไม่ทราบค่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการหาเลขโดดในหลักต่าง ๆ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและหาคำตอบ นักเรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในระดับวัตถุ (Object) เนื่องจากนักเรียนสามารถสรุปเชื่อมโยงเนื้อหาทำให้เกิดเป็นข้อสรุปของชั้นเรียนได้ ซึ่ง ในส่วนของ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการบวก ที่นักเรียนยังไม่เกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในระดับวัตถุ (Object) เพราะว่าวิธีการเปิด ในขั้น 4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน นักเรียนไม่สามารถสรุปแนวคิด และเชื่อมโยงไปสู่ข้อสรุปในเนื้อหาของชั้นเรียนได้ อย่างไรก็ตาม ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการบวก พบว่านักเรียนยังไม่สามารถแสดง

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในระดับวัตถุ (Object) ได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในชั้นที่ 4 ซึ่งเป็นขั้นของการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด นักเรียนยังไม่สามารถสรุปสาระสำคัญ ได้สาเหตุของปัญหาอาจมาจากการนำเข้าสู่บทเรียนในช่วงต้นยังไม่กระตุ้นความคิดอย่างเพียงพอ หากมีการปรับการใช้คำถามกระตุ้นคิด การจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนกันมากขึ้น อาจช่วยให้ นักเรียนสามารถสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ได้ดียิ่งขึ้นในขั้นสุดท้าย

จากผลวิจัยข้างต้นทำให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดทำให้นักเรียนมีแนวคิดหรือแนวทางในการหาคำตอบที่หลากหลายวิธี ใน 4 ขั้นตอนของวิธีการแบบเปิดที่ประกอบด้วย 1) การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน 3) การอภิปรายทั้งชั้นเรียน และ 4) การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน

อภิปรายผลการวิจัย

จากการสำรวจระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามกรอบทฤษฎีของ Dubinsky and McDonald (2001) พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ ระดับการจัดกระทำ ระดับกระบวนการ และมีนักเรียนบางส่วนที่มีความเข้าใจในระดับวัตถุและสามารถเชื่อมโยงให้เป็นส่วนหนึ่งโครงสร้างเชิงการรู้ (Schema) ได้ ทั้งนี้เนื่องจากตัวสถานการณ์ปัญหาเป็นลักษณะของปัญหาปลายเปิดที่เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจของตนเอง ทำให้เกิดแนวคิดที่มีความแตกต่างและหลากหลาย นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากแนวคิดของเพื่อนๆ จากการอภิปรายแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียน

จากการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด จะทำให้ชั้นเรียนคณิตศาสตร์เปลี่ยนไปจากเดิม กล่าวคือ ครูไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดเนื้อหาสู่นักเรียน แต่ครูทำหน้าที่เป็นโค้ชคอยช่วยเหลือนักเรียนให้เขาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยความเข้าใจของตัวเอง ซึ่งการเรียนด้วยความเข้าใจจะเป็นพื้นฐานในการนำความรู้ไปใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ National Council of Teachers of Mathematics (2000) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดทำให้ครูมีวิธีการ “How to” เข้าถึงความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างใกล้ชิด สอดคล้องกับแนวคิดของ Inprasitha (2014)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎี APOS ของนักเรียนที่ปรากฏในบทความนี้ เป็นการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นภายใต้บริบทของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย การนำผลการวิจัยนี้ไปใช้เพื่อการขยายผล จำเป็นต้องศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดอย่างละเอียด บทบาทของครูศึกษาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ ตามทฤษฎี APOS เพื่อให้สามารถดำเนินงานตามแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาใช้คำถามหรือการตั้งคำถามของบทบาทครูในการกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับวัตถุ (Object) ได้

องค์ความรู้ใหม่หรือข้อค้นพบใหม่

การนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องการบวกและการลบจำนวนที่มากกว่า 100,000 เพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เป็นแนวทางสำหรับนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ โดยอาศัยการวัดระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่จำแนกออกเป็น 3 ระดับ คือ 1) ระดับจัดการกระทำ (Action) 2) ระดับกระบวนการ (Process) และ 3) ระดับวัตถุ (Object) วิธีการแบบเปิด (Open Approach) มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะเกิดความเข้าใจในระดับจัดการกระทำ (Action) และระดับกระบวนการ (Process) ขั้นที่ 3 การอภิปรายผลและเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียน จะเป็นการนำเสนอผลงานหรือแนวคิดในชั้นเรียน และขั้นที่ 4 การสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้น ซึ่งได้มาจากการนำเสนอผลงาน แนวคิดที่เกิดขึ้น ในขั้นที่ 3 ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจในระดับวัตถุ (Object) ซึ่งขึ้นอยู่กับเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ของ วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ซึ่งแนวทางนี้แตกต่างจากการสอนแบบเดิมที่เน้นการถ่ายทอดความรู้ โดยตรงจากครูสู่ผู้เรียน เพราะวิธีการแบบเปิดเน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิด อย่างมีเหตุผล แลกเปลี่ยนแนวคิด และพัฒนาความเข้าใจจากประสบการณ์ตรง วิธีการนี้จึงเป็นการต่อยอด จากองค์ความรู้เดิมโดยเน้นการสร้าง "ความเข้าใจเชิงโครงสร้าง" แทนการท่องจำ และยังช่วยให้นักเรียนพัฒนา ทักษะคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์

References

- Chetthawiro, S. (1993). *Chapter 4: Organizing learning activities. Subject EE362(50) Teaching in Elementary Level* 2nd ed. <http://old-book.ru.ac.th/e-book/inside/html/dlbook.asp?code=EE362> (in Thai)
- Chitrachawanich, K. (2019). *Learning Management*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Dench, T., Sangaroon, K., Inprasitha, M., & Srichompoo. 2015. Students' mathematical understanding levels on exponent in classroom using taught by open approach. *Veridian E-Journal, Slipakorn University*, 8(2), 1719-1734. retrieved from <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/40433> (in Thai)
- Dubinsky, E., & McDonald, M. A. (2001). "APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research". In *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level: An ICMI Study*. (pp. 273-280). Edited by Holton, et al. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Inprasitha, M. (2010). One feature of adaptive lesson study in Thailand: Designing learning unit. *Proceedings of the 45th Korean National Meeting of Mathematics Education*. (pp. 193-206). Gyeongju: Dongkook University.
- Inprasitha, M. (2014). *Lecture documents, Teaching Profession*. Khon Kaen: Center for research in mathematics education, Khon Kaen University. (in Thai)
- Inprasitha, M. (2022). *Problem-solving process in school-level mathematics* (2nd ed.). Center for research in mathematics education, Khon Kaen University. (in Thai)

- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). "The learning principle." In *Principles and Standards for School Mathematics and Teacher Education*. (pp. 20-21). USA.
- Phanyakit, P., Nongharnpituk, P., & Khansila, P. (2024). The Development of Learning Achievement of Prathomsuksa 4 Students on Addition and Subtraction of Numbers Over 100,000 Using a Learning Analysis of Problems with Bar Model. *Journal of Academic Surindra Rajabhat*, 2(3), 1–16. <https://doi.org/10.14456/jasrru.2024.15> (in Thai)
- Sangravee, T., & Choosuwan, R. (2022). THAI TEACHERS AND LEARNING MANAGEMENT IN THE DIGITAL DISRUPTION ERA. *Journal of MCU Nakhondhat*, 9(4), 13–26. retrieved from <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/JMND/article/view/260160> (in Thai)
- Sirikampala, R. & Poonpaiboonpipat, W. (2020). Learning implementation based on Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) approach to enhance mathematical concepts on addition subtraction multiplication and division for grade-4 students. *Journal of Science and Science Education (JSSE)*, 3 (2) , 1 5 5 - 1 6 4 . retrieved from <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSSE/article/view/242065> (in Thai)
- Thipchindachaikun, T. (2014). The effect of learning management using the open approach on the problem solving ability and mathematical reasoning ability on the mathematical process skills of Mathayom 3 students. (Master's thesis). Department of Secondary Education; Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Worrall, N. (2004). Trying to build a research culture in a school: trying to find the right questions to ask. *Teacher Development*, 8(2-3), 137-148. <https://doi.org/10.1080/136645304002000020228>
- Yanukul, K. & Poonpaiboonpipat, W. (2021). The Development of Mathematical Literacy through Learning Implementation based on Open Approach: A Case Study of Teaching Fundamental Principles of Counting to Grade 10 Students. *Journal of Yala Rajabhat University*, 16 (2), 211-220. retrieved from https://so04.tci-thaijo.org/index.php/yr_u_human/article/view/241454 (in Thai)