

การแสดงผลทางคณิตศาสตร์เรื่องการคูณของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษา
ชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

STUDENTS' MATHEMATICAL REPRESENTATION OF THE MULTIPLICATION
IN CLASSROOM THROUGH LESSON STUDY AND OPEN APPROACH

รุ่งทิwa คณการณ

Rungthiwa Khonkarn

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Curriculum and Instructions, Faculty of Education, Chiangmai Rajabhat University

E-mail: rungthiwa_kho@g.cmru.ac.th

Received: January 9, 2023

Revised: April 11, 2023

Accepted: April 30, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจลักษณะของการแสดงผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดเรื่อง การคูณ กลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านแม่สา อำเภอมะริม จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 คน เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ (3) จำนวน 10 แผน กล้องถ่ายภาพนิ่ง เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ และแบบบันทึกการสังเกต ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ ข้อมูลในรูปภาพนิ่ง ผลงานหรือใบกิจกรรมของนักเรียน และโพรโทคอลที่ได้จากการถอดข้อความจากวีดิทัศน์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โพรโทคอล และกรอบการแสดงผลทางคณิตศาสตร์ของ Cramer & Karnowski

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการแสดงผลทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพเกี่ยวกับการคูณดังต่อไปนี้ 1) ลักษณะของการแสดงผลทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพเพื่อแสดงแทนจำนวน นักเรียนใช้การวาดรูป ได้แก่ บล็อก สิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันของตนเองตามประสบการณ์ของนักเรียนเพื่อแสดงแทนจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่ม 2) ลักษณะของการแสดงผลทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพเพื่อแสดงแทนการคูณ นักเรียนวาดภาพแสดงแทนการคูณโดยการวาดวงกลมล้อมรอบรูปภาพการวาดสิ่งของติดกันเป็นกลุ่มเพื่อแทนการเป็นกลุ่ม

คำสำคัญ

การแสดงผลทางคณิตศาสตร์ การคูณ การศึกษาชั้นเรียน วิธีการแบบเปิด

ABSTRACT

The objectives of this research were to explore the characteristics of mathematical representations of students in classroom through the lesson study and open approach of multiplication using a qualitative research model. The target group is Prathom Suksa 2, Semester 2, Academic Year 2019, Ban Mae Sa School, total 30 people, the research tool is 10 lesson plans on multiplication (3). Still camera video recorders and observation record form the data to be analyzed is data in still images. Student work or activity sheet and the protocol obtained by transcribing the text from the video. Data were analyzed using protocol analysis and Cramer & Karnowski's mathematical representation framework.

The research results were found that students have mathematical representations of multiplication as follows: 1) picture mathematical representation to represent numbers. Students use drawing, such as blogging, things in their daily life based on the student experience. To represent the number of members in each group. 2) Mathematical representation with pictures to represent multiplication. Students draw pictures instead of multiplication by drawing circles around the picture. Drawing objects attached together in groups to represent groups.

Keywords

Mathematical Representation, Multiplication, Lesson Study, Open Approach

ความสำคัญของปัญหา

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสาระหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากนักการศึกษาคณิตศาสตร์ตระหนักถึงความสำคัญและจำเป็น ไม่เพียงแต่ประเทศไทยเท่านั้น ที่หันมาใส่ใจส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ยังมี ประเทศอื่น ๆ อีกทั่วโลกที่สนใจส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยเช่นกัน เช่น ออสเตรเลีย สิงคโปร์ และสหรัฐอเมริกา สภาครูคณิตศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics หรือ NCTM) ซึ่งเป็นองค์กรสำคัญที่มีบทบาทอย่างมากต่อการ เรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนในสหรัฐอเมริกาและทั่วโลก ได้เสนอหนังสือมาตรฐาน หลักสูตรและการประเมินผลคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ในปี ค.ศ. 1989 และหนังสือหลักการและ มาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ในปี ค.ศ. 2000 ว่าด้วยมาตรฐานทางด้านทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนระดับโรงเรียนได้เรียนรู้ฝึกฝนทักษะและพัฒนา ให้ดีขึ้น ประกอบด้วย การแก้ปัญหา (problem solving) การให้เหตุผล (reasoning) การสื่อสาร (communication) การเชื่อมโยง (connection) และการแสดงแทน (representation) ซึ่งสิ่ง เหล่านี้ส่งผลให้นักการศึกษาทั่วโลก รวมทั้งนักการศึกษาของไทยหันมาสนใจศึกษาเกี่ยวกับทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น (Plaengprasopchok, 2015)

การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เข้าใจความหมายของสิ่งที่กำลังศึกษา และช่วยให้ผู้เรียนลดความผิดพลาดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Makanong, 2004) จึงจำเป็นต้องแสวงหานวัตกรรมที่เหมาะสม สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการที่แท้จริงเพื่อมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) เป็นนวัตกรรม (Innovation) หนึ่ง ซึ่งเป็นระบบการพัฒนาวิชาชีพครูที่ได้รับการพัฒนาและใช้ในประเทศญี่ปุ่นมาแล้วประมาณ 130 ปี (Shimizu, 2006) และในปัจจุบันได้รับการพัฒนาและใช้ไปหลายประเทศทั่วโลกเพื่อใช้ในการพัฒนาวิชาชีพครูและได้ยอมรับว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการปรับปรุงและพัฒนาการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และเป็นวิธีการที่ทำให้การสอนดีขึ้นอย่างยั่งยืน (Meyor, 2006) การศึกษาชั้นเรียน เป็นนวัตกรรมที่เน้นให้นักเรียนมีแนวคิดที่แตกต่างจากห้องเรียนเดิม (Lewis, 2002) ซึ่งการศึกษาชั้นเรียนมี 3 ขั้นตอน คือ 1) การร่วมกันวางแผนบทเรียน (Plan) เป็นการร่วมมือกันระหว่างนักวิจัย ผู้ช่วยวิจัย และครูผู้ทำการสอน โดยเริ่มต้นจากการกำหนดกิจกรรมปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด และสร้างสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับสภาพจริง จากนั้นดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัตรกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด 2) การร่วมกันสังเกตชั้นเรียน (Do) ในขั้นตอนนี้ครูจะนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริงในชั้นเรียน โดยมีทีมวิจัยเข้าร่วมสังเกต ในการสังเกตนั้นต้องสังเกตว่าจากการใช้สื่อการเรียนรู้นักเรียนเกิดการแสดงแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง 3) การสะท้อนผลบทเรียนร่วมกัน (See) เป็นขั้นตอนสะท้อนเกี่ยวกับผลที่ได้จากการสังเกตการสอนว่านักเรียนได้เกิดการแสดงแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือไม่อย่างไร เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนำเอาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในห้องเรียนใหม่อีกครั้งในปีการศึกษาหน้า (Inprasitha, 2010)

การเรียนการสอนในวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง มีอิสระในการคิด มีความกล้าที่จะแสดงออก มีคำตอบที่หลากหลายจากปัญหาปลายเปิดที่ครูได้สร้างขึ้น โดยนำเอาสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเป็นตัวกำหนดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และมีสื่อการเรียนรู้เป็นตัวหลักที่สำคัญในการสร้างสถานการณ์ปัญหาที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจบทเรียน ซึ่งการสอนในวิธีการแบบเปิดมี 4 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing Open-ended Problem) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนต้องสร้างปัญหาปลายเปิดให้เป็นปัญหาของนักเรียน 2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียน (Student' self-Learning) เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนได้ทำการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม ซึ่งครูมีหน้าที่คอยกระตุ้นให้กำลังใจนักเรียนเพื่อให้เกิดการแสดงแทนแนวคิดที่หลากหลาย 3) ช่วงอภิปรายบทเรียน (Whole Class Discussion and Comparison) เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ออกมานำเสนอแนวคิดหรือวิธีที่กลุ่มได้ทำการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตอนการสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยง (Summarization Through Connecting Students' Mathematical Ideas Emerged in the Classroom) เป็นขั้นที่ครูสรุปแนวคิดหรือวิธีการแสดงแทนต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน (Inprasitha, 2010)

การเรียนการสอนในบริบทการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถที่จะแสดงแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ออกมาในรูปแบบต่าง ๆ

ด้วยตัวนักเรียนเอง เนื่องจากแนวคิดทางคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม (Cramer & Karnowski, 1995) ได้แบ่งการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 5 รูปแบบ ได้แก่ 1) การแสดงแทนด้วยสื่อ (Manipulative aids) 2) การแสดงแทนด้วยรูปภาพ (Picture or Diagram) 3) การแสดงแทนด้วยสัญลักษณ์การเขียน (Written Symbols) 4) การแสดงแทนด้วยสัญลักษณ์การพูด (Verbal Symbols) 5) บริบทในชีวิตจริง (Real-World Situations) การแสดงแทนทั้ง 5 รูปแบบนี้ช่วยให้ผู้เรียนอธิบายแนวคิดของตนเองทางคณิตศาสตร์ ถ้าผู้เรียนมีความสามารถในการแสดงแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และเชื่อมโยงระหว่างวิธีการแสดงแทนที่แตกต่างกันไปนั้น แสดงว่าผู้เรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะวิเคราะห์ลักษณะของการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียนที่เรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียน และวิธีการแบบเปิด

โจทย์วิจัย/ปัญหาวิจัย

ลักษณะของการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนที่เรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสำรวจลักษณะของการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพเกี่ยวกับการคูณของนักเรียนที่เรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อสำรวจการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านแม่สา ในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ตามกรอบแนวคิดของ Cramer & Karnowski (1995) ใช้การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียน และการวิเคราะห์โพรโทคอล (Protocol Analysis) โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังนี้

บริบทของโรงเรียน

โรงเรียนบ้านแม่สา ตั้งอยู่หมู่ที่ 4 บ้านแม่สา ตำบลแม่สา อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 เปิดสอนระดับชั้นอนุบาลปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โรงเรียนบ้านแม่สา ได้เข้าร่วมโครงการพัฒนาการคิดขั้นสูงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยได้ส่งครูคณิตศาสตร์เข้ารับการอบรมจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นในปีการศึกษา 2552 และนำนวัตกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนตั้งแต่ปีการศึกษา 2552 เป็นต้นมา โดยในปีการศึกษา 2552 ได้มีการนำนวัตกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ 1 และ 4 ในปีการศึกษา 2553 ได้ขยายระดับชั้นเป็นชั้นประถมศึกษาปีที่ 1, 2, 4 และ 5 ปัจจุบันได้จัดการเรียนการสอนที่ใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านแม่สา อำเภอมะริม จังหวัดเชียงใหม่ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน ผู้วิจัยทำการศึกษาเชิงสำรวจจากผลงานเขียนของนักเรียนทั้งชั้นเรียนและจากการทำกิจกรรมกลุ่มย่อยที่มีการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 2 คน

การดำเนินการวิจัย

1. การกำหนดผู้ร่วมวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย 3 คน ประกอบด้วยนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยมีรายละเอียดของผู้ช่วยวิจัย ดังนี้

1) ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 เป็นนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ปีการศึกษา 2561 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิตโดยได้ศึกษาในรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา ผู้วิจัยมีประสบการณ์ในการวิเคราะห์หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาของสำนักพิมพ์ GAKKOHTOSHO CO., LTD. ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ที่ทำให้ผู้วิจัยสามารถเขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดและสามารถจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดได้ รวมทั้งมีประสบการณ์ในการทำความเข้าใจการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน

2) ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2 เป็นครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านแม่สา ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ปี 2543 ประสบการณ์การสอน 16 ปีประจำการโรงเรียนบ้านแม่สาตั้งแต่ปีการศึกษา 2558 เข้าร่วมโครงการการจัดการศึกษาโดยใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด และเป็นครูพี่เลี้ยงให้กับนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดทำให้ผู้ร่วมวิจัยสามารถเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดและสามารถจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดได้ รวมทั้งมีประสบการณ์ในการทำความเข้าใจการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่ร่วมวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับผู้วิจัย จัดบันทึกกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยการบันทึกวิธีคิด

3) ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 3 เป็นนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ปีการศึกษา 2561 ซึ่งสอนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต โดยได้ศึกษาในรายวิชาการบวนการนำเสนอในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน กระบวนการเชื่อมโยงในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน เรขาคณิตในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน จำนวนและการดำเนินการในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน กระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน การวัดในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน พีชคณิตในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ความน่าจะเป็นและสถิติ

ในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน และกระบวนการสื่อสารคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ผู้วิจัยมีประสบการณ์ในการวิเคราะห์หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ที่จัดทำขึ้นภายใต้ความร่วมมือระหว่าง Center for Research on International Cooperation in Educational Development (CRICED), University of Tsukuba ประเทศญี่ปุ่นและศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 ได้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะทางด้านการคิดทางคณิตศาสตร์ในโครงการพัฒนาการคิดขั้นสูงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ทำให้ผู้ร่วมวิจัยสามารถเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดและสามารถจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วัตรกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดได้ รวมทั้งมีประสบการณ์ในการทำความเข้าใจการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่ร่วมวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับผู้วิจัย จัดบันทึกกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยการบันทึกวิถีทัศน์

เครื่องมือในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ (3) จำนวน 10 คาบ

ตารางที่ 1 แสดงเป้าหมายระดับหน่วยการเรียนรู้ เป้าหมายรายคาบและการคาดคะเนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

เป้าหมายระดับหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การคูณ (3)	แผนการจัดการเรียนรู้	ชื่อกิจกรรม	เป้าหมายรายคาบ	การคาดคะเนแนวคิดทางคณิตศาสตร์
1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการคูณด้วยประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างแผนภาพบล็อกแทนการดำเนินการของจำนวนได้ 3. นักเรียนสามารถสร้างตารางการคูณของ $6 \times \square$, $7 \times \square$, $8 \times \square$, $9 \times \square$ และ $1 \times \square$ ได้	1	ตารางการคูณของ 6	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการคูณด้วยประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างแผนภาพบล็อกแทนการดำเนินการของจำนวนได้ 3. นักเรียนสามารถสร้างตารางการคูณของ 6 ได้	1. นักเรียนวาดบล็อกแสดงแทนการคูณ 2. นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

เป้าหมายระดับหน่วย การเรียนรู้ เรื่อง การคูณ (3)	แผนการ จัดการ เรียนรู้	ชื่อกิจกรรม	เป้าหมายรายคาบ	การคาดคะเน แนวคิดทาง คณิตศาสตร์
4. นักเรียนสามารถนำการคูณไปใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมได้	2	บัตรการคูณของ 6	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการคูณด้วยประโยคสัญลักษณ์สมการ และอ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างโจทย์ปัญหาการคูณได้	1. นักเรียนจะวาดภาพแสดงแทนการคูณ 2. นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ 3. นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาการคูณ
	3	ตารางการคูณของ 7	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการคูณด้วยประโยคสัญลักษณ์สมการ และอ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างแผนภาพบล็อกแทนการดำเนินการของจำนวนได้ 3. นักเรียนสามารถสร้างตารางการคูณของ 7 ได้	1. นักเรียนวาดบล็อกแสดงแทนการคูณ 2. นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ
	4	บัตรการคูณของ 7	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการคูณด้วยประโยคสัญลักษณ์สมการ และอ่านประโยคสัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถนำตารางการคูณไปใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมได้	1. นักเรียนวาดภาพแสดงแทนการคูณ 2. นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ
	5	ตารางการคูณของ 8	1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนการคูณด้วยประโยคสัญลักษณ์	1. นักเรียนวาดบล็อกแสดงแทนการคูณ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

เป้าหมายระดับหน่วย การเรียนรู้ เรื่อง การคูณ (3)	แผนการ จัดการ เรียนรู้	ชื่อกิจกรรม	เป้าหมายรายคาบ	การคาดคะเน แนวคิดทาง คณิตศาสตร์
			สมการ และอ่านประโยค สัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้าง แผนภาพบล็อกแทนการ ดำเนินการของจำนวนได้ 3. นักเรียนสามารถสร้าง ตารางการคูณของ 8 ได้	2. นักเรียนเขียน ประโยค สัญลักษณ์การคูณ
	6	บัตรการคูณ ของ 8	1. นักเรียนสามารถเขียน แสดงแทนการคูณด้วย ประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยค สัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถนำ ตารางการคูณไปใช้ใน สถานการณ์ที่เหมาะสม ได้	1. นักเรียนวาด ภาพแสดงแทน การคูณ 2. นักเรียนเขียน ประโยค สัญลักษณ์การคูณ
	7	ตารางการ คูณของ 9	1. นักเรียนสามารถเขียน แสดงแทนการคูณด้วย ประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยค สัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้าง แผนภาพบล็อกแทนการ ดำเนินการของจำนวนได้ 3. นักเรียนสามารถสร้าง ตารางการคูณของ 9 ได้	1. นักเรียนวาด บล็อกแสดงแทน การคูณ 2. นักเรียนเขียน ประโยค สัญลักษณ์การคูณ
	8	บัตรการคูณ ของ 9	1. นักเรียนสามารถเขียน แสดงแทนการคูณด้วย ประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยค สัญลักษณ์การคูณได้	1. นักเรียนวาด ภาพแสดงแทน การคูณ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

เป้าหมายระดับหน่วย การเรียนรู้ เรื่อง การคูณ (3)	แผนการ จัดการ เรียนรู้	ชื่อกิจกรรม	เป้าหมายรายคาบ	การคาดคะเน แนวคิดทาง คณิตศาสตร์
			2. นักเรียนสามารถสร้าง โจทย์ปัญหาการคูณได้	2. นักเรียนเขียน ประโยค สัญลักษณ์การคูณ
	9	ตารางการ คูณของ 1	1. นักเรียนสามารถเขียน แสดงแทนการคูณด้วย ประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยค สัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้าง แผนภาพบล็อกแทนการ ดำเนินการของจำนวนได้ 3. นักเรียนสามารถสร้าง ตารางการคูณของ 1 ได้	1. นักเรียนวาด ภาพแสดงแทน การคูณ 2. นักเรียนเขียน ประโยค สัญลักษณ์การคูณ
	10	บัตรการคูณ ของ 1	1. นักเรียนสามารถเขียน แสดงแทนการคูณด้วย ประโยคสัญลักษณ์ สมการ และอ่านประโยค สัญลักษณ์การคูณได้ 2. นักเรียนสามารถสร้าง แผนภาพบล็อกแทนการ ดำเนินการของจำนวนได้ 3. นักเรียนสามารถสร้าง ตารางการคูณของ 1 ได้	1. นักเรียนวาด ภาพแสดงแทน การคูณ 2. นักเรียนเขียน ประโยค สัญลักษณ์การคูณ

2. กล้องถ่ายภาพ ใช้สำหรับบันทึกภาพการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน และผลงานของนักเรียน

3. เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ ใช้สำหรับบันทึกภาพเคลื่อนไหวและพฤติกรรมแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน ตั้งแต่เริ่มต้นชั้นเรียนที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดต่อนักเรียน ในกิจกรรมกลุ่มได้บันทึกพฤติกรรมแก้ปัญหาของนักเรียนในขณะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการนำเสนอผลงาน การอภิปรายหน้าชั้นเรียนของนักเรียน

และการสรุปแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้น โดยเครื่องมือเน้นการบันทึกเกี่ยวกับการแสดงแทนแนวคิดของนักเรียนเพื่อเป็นข้อมูลแสดงการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยรูปภาพ

4. แบบบันทึกการสังเกต ใช้สำหรับบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน

แบบบันทึกการสังเกต			
ระดับชั้น	โรงเรียน	สอนระดับชั้น/วิชา/ตำแหน่ง	
ชื่อผู้สังเกต	สอน	จำนวน	คาบ
หน่วยการเรียนรู้ที่ เรื่อง	จำนวน	เวลา	
คาบที่สังเกต คาบที่	เรื่อง		
วันที่ เดือน พ.ศ.			
คำสัง	คำพูด/พฤติกรรมของนักเรียน	แนวคิดของนักเรียน	ภาพประกอบ

ภาพที่ 1 ภาพตัวอย่างแบบบันทึกการสังเกต

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิดีทัศน์บันทึกการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน เป็นข้อมูลที่นักเรียนแสดงพฤติกรรมแสดงแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพ

2. โพรโทคอล เป็นข้อมูลที่ได้จากการถอดวิดีโอทัศน์ จัดทำเป็น Item ซึ่งแสดงคำพูดของนักเรียนที่พูดในระหว่างการแก้ปัญหาโดยวิธีการคิดพร้อมออกเสียงและข้อมูลการเคลื่อนไหวทางกายที่เกี่ยวข้อง

3. ภาพผลงานนักเรียน เป็นข้อมูลที่นักเรียนคิดและเขียนในการทำกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งมีข้อมูลเกี่ยวกับการแสดงแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การดำเนินการก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 การปฏิบัติการสอนและสังเกตชั้นเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้เข้าร่วมการสังเกตชั้นเรียน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน และวิธีการแบบเปิดเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

พื้นฐานของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ลักษณะนิสัย ความสนใจ บุคลิกภาพและพฤติกรรม การแสดงออก การแสดงแทน ตลอดจนพฤติกรรมการทำงานร่วมกับเพื่อน

1.2 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 11 เรื่องการคูณ (3) ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัยได้ร่วมกันสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้เชี่ยวชาญ คือ ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านแม่สา, ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านแม่สา และครูประจำวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแม่สา

1.3 การวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งกำหนดบทบาทหน้าที่ของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ในการวางกล่องวิทัศน์เพื่อบันทึกภาพวิทัศน์ ในขณะที่เก็บข้อมูล รวมไปถึงการนำการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน

2. การดำเนินการระหว่างเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านแม่สาที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่บันทึกพฤติกรรมแสดงแทนของผู้เรียนโดยไม่เข้าไปมีส่วนร่วมหรือแทรกแซงการคิดของนักเรียนและผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอนและดำเนินการในชั้นเรียนโดยวันและเวลาในการเก็บข้อมูลสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดง วัน เวลา และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้	วัน/เดือน/ปี	เวลา
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ตารางการคูณของ 6	19 ธันวาคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง บัตรการคูณของ 6	20 ธันวาคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ตารางการคูณของ 7	21 ธันวาคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บัตรการคูณของ 7	24 ธันวาคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ตารางการคูณของ 8	25 ธันวาคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง บัตรการคูณของ 8	26 ธันวาคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ตารางการคูณของ 9	27 ธันวาคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง บัตรการคูณของ 9	2 มกราคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ตารางการคูณของ 1	3 มกราคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง บัตรการคูณของ 1	3 มกราคม พ.ศ. 2562	1 ชั่วโมง

3. การดำเนินการหลังการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลงานนักเรียนมาวิเคราะห์รูปแบบการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพ โดยใช้วิธีตัดทอนมาถอดโพทโทคอลประกอบการวิเคราะห์ ตามกรอบแนวคิดของ Cramer & Karnowski (1995)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) และตามกรอบแนวคิดการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของ Cramer & Karnowski (1995) ในเรื่องการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพ (Picture)



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียน และวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) ที่ได้จากการถอดจากวิดีโอทัศน์ ของแผนการเรียนรู้ จำนวน 10 แผน ตามกรอบแนวคิดการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของ Cramer & Karnowski (1995)

ตารางที่ 3 แสดงผลสรุปการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียนในรูปแบบคุณภาพ

ลำดับ	รูปแบบการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์	การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียน
1	การแสดงแทนจำนวน	ภาพบล็อก, ภาพสิ่งของต่าง ๆ ตามประสบการณ์ของนักเรียน
2	การแสดงแทนการคูณ	การวงกลม, การวาดภาพแสดงการอยู่เป็นกลุ่มของสิ่งของ, วาดบล็อกติดกัน

ตารางที่ 4 แสดงผลการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัด การเรียนรู้	ชื่อกิจกรรม	การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพ
1	ตารางการคูณของ 6	- แสดงแทนจำนวน - แสดงแทนการคูณ
2	บัตรการคูณของ 6	- แสดงแทนจำนวน - แสดงแทนการคูณ
3	ตารางการคูณของ 7	- แสดงแทนจำนวน - แสดงแทนการคูณ
4	บัตรการคูณของ 7	- แสดงแทนจำนวน - แสดงแทนการคูณ
5	ตารางการคูณของ 8	- แสดงแทนจำนวน - แสดงแทนการคูณ
6	บัตรการคูณของ 8	- แสดงแทนจำนวน - แสดงแทนการคูณ
7	ตารางการคูณของ 9	- แสดงแทนจำนวน - แสดงแทนการคูณ
8	บัตรการคูณของ 9	- แสดงแทนจำนวน - แสดงแทนการคูณ
9	ตารางการคูณของ 1	- แสดงแทนจำนวน - แสดงแทนการคูณ
10	บัตรการคูณของ 1	- แสดงแทนจำนวน - แสดงแทนการคูณ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนวิธีการแบบเปิด โดยอาศัยรูปแบบการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของ Cramer & Karnowski (1995) ผลการวิจัยพบว่า ในขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยตนเองของนักเรียน ภายใต้บริบทของการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach) นักเรียนมีการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพ 2 แบบ ได้แก่

1. การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพเพื่อแสดงแทนจำนวน โดยนักเรียนวาดรูปบล็อกสี่เหลี่ยม หรือรูปสิ่งต่าง ๆ ตามประสบการณ์ของนักเรียน เช่น รูปแอปเปิ้ล ส้ม ลูกโป่ง รูปสัตว์ต่าง ๆ เพื่อแสดงแทนจำนวนต่าง ๆ ที่อยู่ในสถานการณ์ปัญหา เพื่อจำลองวิธีการคิดในการหาจำนวน

ทั้งหมดจากการคุณและนักเรียนใช้การวงกลม การเขียนสิ่งของอยู่ด้วยกันเกี่ยวกับรูปที่วาดเพื่ออธิบายว่าเป็นการแสดงแทนจำนวนของกลุ่มและสมาชิกในแต่ละกลุ่มจากภาพหรือสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

2. การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพเพื่อแสดงแทนการคูณกันของจำนวน โดยนักเรียนวาดวงกลมแสดงความเป็นกลุ่ม เพื่ออธิบายให้เห็นประโยคสัญลักษณ์ของการคูณ ที่ซึ่งตัวตั้งคูณมาจากจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่ม ตัวคูณมาจากจำนวนกลุ่ม และผลคูณมาจากจำนวนสมาชิกทั้งหมด

อภิปรายผล

จากการศึกษาการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยรูปแบบการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของ Cramer & Karnowski (1995) ผู้วิจัยมีประเด็นการอภิปรายผล ดังนี้

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายใต้บริบทของการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach) โดยเน้นสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่มีส่วนสำคัญทำให้นักเรียนเกิดการแสดงแทนได้อย่างหลากหลาย ซึ่งการแสดงแทนของนักเรียนจะช่วยให้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจในความหมายของการคูณและการเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณ ซึ่งสอดคล้องกับ Cramer & Karnowski (1995) ที่กล่าวไว้ว่า นักเรียนมีวิธีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เมื่อเขาได้รับโอกาสในการแสดงแทนความคิดรวบยอดด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ถ้านักเรียนมีความสามารถในการแสดงแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่หลากหลายและเชื่อมโยงระหว่างวิธีการแสดงแทนที่แตกต่างกันไปนั้น แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ ยังพบว่านักเรียนมีการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพที่แตกต่างกันตามประสบการณ์และชีวิตประจำวันของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Piaget (1896-1980 อ้างถึงใน Boeree, 2006) ที่กล่าวว่า เด็กในช่วงอายุ 2-7 ปี จะมีพัฒนาการในระดับ Preoperational Stage คือ เด็กจะมีสติปัญญาอยู่ในขั้นคิดก่อนปฏิบัติการ เริ่มที่จะเรียนรู้จัดระบบความคิด เรียนรู้ภาษาและใช้สัญลักษณ์ได้ สามารถบอกสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน แต่ยังไม่สามารถใช้เหตุผลได้อย่างลึกซึ้ง และสอดคล้องกับ Hiebert & Carpenter (1992) ที่กล่าวว่า การใช้การแสดงแทนหลายรูปแบบ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์และเชื่อมโยงการแสดงแทนที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน จะสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาสาระและทักษะกระบวนการ นักเรียนจะสามารถทำความเข้าใจทั้งรูปแบบ โครงสร้างของการแสดงแทนแต่ละรูปแบบและสามารถเลือกใช้การแสดงแทนที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหา

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

สถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและผู้สอนสามารถนำแนวทางการศึกษาการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในบริบทของการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ไปใช้ในการออกแบบ

การจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ และการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาเพิ่มเติมว่านักเรียนมีการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพในขั้นตอนอื่น ๆ ของวิธีการแบบเปิด

2. ควรออกแบบสถานการณ์ปัญหาและใบกิจกรรมเพื่อสนับสนุนหรือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพที่หลากหลาย

References

- Boeree, C. G. (2006). **Personality Theories**. Pennsylvania: Psychology Department Shippensburg University.
- Cramer, K. & Karnowski, L. (1995). The Importance of Informal Language in Representing Mathematical Ideas. **Teaching Children Mathematics**. 1(6), 332-335.
- Hiebert, J. & Carpenter, T. P. (1992). Learning and Teaching with Understanding. In D. A. Grouws (E.D.), **Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning**. New York: MacMilan.
- Inprasitha, M. (2010). Adapting Lesson Study in APEC Member Economies. **Proceeding of APEC Conference on Replicating Exemplary Practices in Mathematics Education**. 8-12 March 2010. Ko Samui, Surat Thani, Thailand.
- Lewis, C. (2002). **Lesson Study: A handbook of teacher-led instructional change**. Philadelphia: Research for Better Schools, Inc.
- Makanong, A. (2004). **lakkaṇ lae naēothāṅ kaṇchatkaṇ rianrū konmusāra kaṇrianrū khanittasāt** [Principles and guidelines for learning management in the subject group learning mathematics]. Bangkok: Center of Textbook and Academic Document, Faculty of Education, Chulalongkorn University.
- Meyor, D. (2006). **Lesson Study: The Effect on Teachers and Students in Urban Middle School**. Baylor University.
- Plaengprasopchok, S. (2015). **thaksa krabuānkaṇ thāṅ khanittasāt** [Mathematical process skills]. Retrieved March 20. 2018 from <http://mathprocess2558.blogspot.com/2015/05/blog-post.html>.
- Shimizu, S. (2006). Professional Development through Lesson Study: A Japanese Case. **The APEC International Symposium on Innovation and Good Practices for Teaching and Learning Mathematics through Lesson Study**. Khon Kaen, Thailand.