

การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตามแนวทางการสอน  
ที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด

Elementary Students' Mathematical thinking Following Teaching through  
Problem-Solving Approach by Open Approach

อัฟฟาน แวสะมะแอ\*

Affan Waesama-ae

อังคณา วิโรจน์วิศิษฐ์กุล\*\*

Angkana Wirotevisitkul

สุดาทิพย์ หาญเชิงชัย \*\*\*

Sudatip Hanchengchai

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตามแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ คือ กรณีศึกษาและการทดลองเกี่ยวกับการสอน กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนที่ใช้โมเดลการศึกษาชั้นเรียนด้วยวิธีการแบบเปิดของประเทศไทย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่งและเสียง และแบบบันทึกภาคสนาม เก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ด้วยการบันทึกภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่งและเสียง และสังเกตโดยใช้แบบบันทึกภาคสนาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โปรโตคอล การวิเคราะห์เนื้อหาและการบรรยายเชิงวิเคราะห์

ผลการวิจัยพบว่า การสอนตามแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด นักเรียนมีกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ 1) การค้นหาลักษณะเฉพาะ นักเรียนมีการคิดด้วยวิธีการใหม่ ๆ และนำวิธีที่เคยเรียนมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา 2) การทำให้เป็นกรณีทั่วไป นักเรียนมีการสรุปบทเรียนออกมาเป็นกฎการคูณ เช่น กฎการคูณด้วย 0 และ 10 กฎการแจกแจงและการสับเปลี่ยน 3) การคาดการณ์

\* นักศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

Bachelor of Education Program in Education Mathematics, Faculty of Education Phuket Rajabhat University, Thailand

\*\* ครู โรงเรียนบ้านแหลมทราย

Teacher, Banlaemsai School, Thailand

\*\*\* อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

Advisor, Dr., Department of Mathematics, Faculty of Education Phuket Rajabhat University, Thailand

Corresponding Author E-mail Address: sudatip\_h@pkr.ac.th

นักเรียนมีการคาดการณ์วิธีการที่เหมาะสมและรวดเร็วสำหรับการแก้ปัญหา 4) การโน้มน้าวเพื่ออธิบายเหตุผล นักเรียนมีการอ้างกฎการคูณที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแก้ปัญหของตนเอง

**คำสำคัญ :** ชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา/ การคิดทางคณิตศาสตร์/ วิธีการแบบเปิด

### Abstract

This research aimed to analyze the elementary students' mathematical thinking following the teaching problem-solving approach by open approach. Qualitative methods were case studies and teaching experiments. The target group was the school's primary students that have been using Thailand Lesson Study incorporated with Open Approach model (TLSOA). Research tools were lesson plans, a video camera, an IC recorder, a camera, and field notes. Data were collected in the second semester of the 2023 academic year by recording video, photos, voice, and field notes. Data were analyzed by protocol, content and descriptive analysis.

The results revealed that Teaching according to teaching methods that emphasize problem solving with an open approach 1) specializing; students looked for novel solutions and took the previous knowledge to solve the problems; 2) generalizing, students summarizing the lesson multiplication rules, such as multiplied by 0 and 10, distributive, and commutative law, 3) anticipating; students forecast the appropriate methods to solve the problems. and 4) convincing; students cite multiplication rules related to their solutions.

**Keywords :** Mathematical Thinking/ Teaching through Problem-Solving Approach/ Open Approach

### บทนำ

ยุคอุตสาหกรรมมีการปฏิวัติมาหลายครั้ง โดยครั้งแรกเกิดขึ้นในปี 1760 เป็นยุคของการปฏิวัติจากแรงงานคนและสัตว์ งานที่ต้องใช้แรงงานซ้ำๆ ถูกทดแทนด้วยเครื่องจักรไอน้ำโดยมีถ่านหินเป็นพลังงานในการผลิต ปัจจุบันอยู่ในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 เป็นการนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ เข้าใช้ในระบอบอุตสาหกรรม (ปิยนันท์ ปิงวงศ์, 2560) ทักษะที่จำเป็นต่อแรงงานในยุคอุตสาหกรรม 4.0 ดังเช่น การแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การบริหารจัดการบุคคล การทำงานร่วมกับผู้อื่น การมีวุฒิภาวะทางอารมณ์ การตัดสินใจ การเจรจาต่อรอง การมีใจรักบริการและความยืดหยุ่นทางความคิด (Schwab, 2016) ดังนั้นควรพัฒนาระบบการศึกษาที่สามารถตอบสนองตลาดแรงงานที่เน้นการทำงาน

ร่วมกันระหว่างมนุษย์กับเทคโนโลยี เปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาเฉพาะด้านใดด้านหนึ่งสู่การเรียนรู้ในลักษณะของทักษะที่หลากหลาย (ศุภชัย ศรีสุชาติ, 2561)

แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา (Problem-solving Approach) เป็นแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนใช้วิธีการที่แตกต่าง เน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองให้บรรลุวัตถุประสงค์ของกิจกรรม นักเรียนจะคิดและแก้ปัญหาโดยใช้เครื่องมือเพื่อแก้ปัญห การแก้ปัญหาเป็นวิธีการที่มีศักยภาพเพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดและทักษะทางคณิตศาสตร์ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์จะสามารถนำมาใช้ผ่านปัญหาที่มาจากโลกจริงของพวกเขา โดยพัฒนาให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวพวกเขาเอง (Isoda & Katagiri, 2012) การสอนที่เน้นการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีวัตถุประสงค์ของบทเรียนคือ เพื่อใช้ผ่านการแก้ปัญหา ปัญหาใหม่ที่ได้รับจากครูผู้สอนการจัดการเรียนการสอนโดยอาศัยการแก้ปัญหาปลายเปิดมาใช้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้และการแก้ปัญหาเป็น วิธีนี้จะทำให้นักเรียนแต่ละคนรู้สึกว่าการแก้ปัญหาปลายเปิดนั้นเกี่ยวข้องกับตนเอง ทำให้นักเรียนพยายามที่จะคิดค้น ทหาวิธีการแก้ปัญหาและทำให้นักเรียนได้รู้จักคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2565; Isoda and Katagiri, 2012)

วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาแนวทางหนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พบกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ทำความเข้าใจกับปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบจากการแก้ปัญหาที่หลากหลายคำตอบที่ได้อาจไม่ใช่คำตอบเดียว เพราะวิธีการแบบเปิดเป็นการสอนที่ครูไม่ได้จำกัดวิธีการคิดของผู้เรียน แต่ครูจะทำความเข้าใจกับแนวคิดหรือเหตุผลในการได้มาของคำตอบ เป็นวิธีการสอนที่นักเรียนต้องหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวผู้เรียนเองได้มีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการสร้างความรู้ที่อาศัยการมีส่วนร่วมและสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง (วรรณนิภา สารสุวรรณ, 2563) ในการสอนที่เรียกว่าวิธีการแบบเปิด ปัญหาที่ใช้จะเป็นปัญหาที่ไม่สมบูรณ์หรือปัญหาปลายเปิดโดยจะถูกนำเสนอในช่วงแรกของการสอน จากนั้นเป็นการใช้คำตอบที่หลากหลาย ซึ่งเป็นการเตรียมประสบการณ์ในการค้นหาสิ่งใหม่ ๆ ในกระบวนการเรียนการสอนนั้น สิ่งนี้สามารถรวมความรู้ ทักษะหรือวิธีการคิดของนักเรียนที่เรียนผ่านมาแล้ว (Becker and Shimada, 1997: 1)

การคิดทางคณิตศาสตร์ได้รับการพิจารณาเป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนในระดับโรงเรียน ด้วยการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการมากกว่าเนื้อหาสาระ นักวิจัยทางด้านคณิตศาสตร์และนักวิจัยทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษาให้ความหมายการคิดทางคณิตศาสตร์ในฐานะที่เป็นกระบวนการ (Mason, Burton and Stacey, 2010; Isoda and Katagiri, 2012; Goos and Kaya, 2019; Inprasitha, 2023) ดังที่ (Mason et al., 2010) กล่าวถึงกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่ามีการค้นหาลักษณะเฉพาะ การทำให้เป็นกรณีทั่วไป การคาดการณ์ และการโน้มน้าวเพื่ออธิบายเหตุผลคู่ขนานกันไป ด้วยการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงให้เห็นว่าเราจะเริ่มต้นจัดการกับปัญหา

ที่ประสบ มีการนำประสบการณ์เดิมมาใช้วางแผนแก้ปัญหา ต้องใช้เวลา และความมุ่งมั่นเพื่อให้เกิดกระบวนการตั้งคำถามและหาคำตอบอย่างเฉลียวฉลาด (Rickart, 1996)

ดังนั้นการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นการบ่มเพาะแนวคิดและทักษะที่ช่วยให้นักเรียนเข้าถึงปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ และตัดสินใจอย่างมีเหตุผลโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในห้องเรียนจึงมีความสำคัญในการสอนคณิตศาสตร์ (Inprasitha, 2022) จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญมากในยุคปัจจุบัน เพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เชิงสร้างสรรค์ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ การคิดทางคณิตศาสตร์และกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็น (Isoda, 2008 Cited in Isoda, 2010) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะวิเคราะห์การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่สอนตามแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด

### วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อวิเคราะห์การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตามแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด ตามกรอบแนวคิดของ (Mason et al., 2010)

### วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ ได้แก่ กรณีศึกษาตามแนวคิดของ McMillan (2000) โดยใช้การสังเกตและการทดลองเกี่ยวกับการสอนตามแนวคิดของ (Steffe and Thomson, 2000) ซึ่งเป็นวิธีการวิจัยที่เน้นศึกษากระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีองค์ประกอบของฉากการสอน ตัวแทนผู้สอน ผู้สังเกต นักเรียนและวิธีการบันทึกฉากการสอน มีรายละเอียดดังนี้

#### ประชากร

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 8 คน ของโรงเรียนบ้านแหลมทราย โรงเรียนดังกล่าวเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก และเป็นโรงเรียนที่ใช้โมเดลการศึกษาชั้นเรียนด้วยวิธีการแบบเปิด (TLSOA) ในการพัฒนาการสอนของครูและการคิดของนักเรียนตั้งแต่ปีการศึกษา 2563

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด หน่วยการเรียนรู้ เรื่องการคูณ (1) จำนวน 13 แผน โดยออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยนี้ดำเนินการตามขั้นตอนของกระบวนการการศึกษาชั้นเรียน โดยผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัยและผู้เชี่ยวชาญร่วมกันศึกษามาตรฐานและตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ จากนั้นร่วมกันคัดเลือกกิจกรรมจากหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาของสำนักพิมพ์ Gakko Toshō ประเทศญี่ปุ่นฉบับแปล มาออกแบบสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดโดยพิจารณาบริบทและเงื่อนไขหรือคำสั่ง สื่อการสอนที่สำหรับครูและนักเรียนและสื่อเสริมที่ใช้ในการขยายแนวคิดของนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ร่วมกันออกแบบไปสอนในชั้นเรียนจริงโดยมีผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สังเกต หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอนในแต่ละสัปดาห์ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และผู้เชี่ยวชาญร่วมกันสะท้อนผลเพื่อหาแนวทางพัฒนาการสอนและการคิดของนักเรียน

เป็นประจำทุกวันจันทร์ เวลา 16.00-18.00 น. โดยสะท้อนผลในประเด็นต่าง ๆ เช่น การตอบสนองต่อสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดของนักเรียน แนวคิดหรือวิธีคิดของนักเรียน ปัญหาและอุปสรรค เป็นต้น

2) เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ ภาพนิ่งและเสียง ใช้สำหรับบันทึกภาพเคลื่อนไหวและเสียงขณะจัดการเรียนการสอน

3) แบบบันทึกภาคสนาม ใช้สำหรับบันทึกพฤติกรรมของครูและนักเรียนขณะจัดการเรียนการสอน

**การเก็บรวบรวมข้อมูล** ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนตามแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชี้นำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) ชี้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการแก้ปัญหา 3) ชี้นอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้น และ 4) ชี้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นของนักเรียน และบันทึกเสียง ขณะที่ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 ทำหน้าที่บันทึกวีดิทัศน์และภาพนิ่ง และผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2 ทำหน้าที่สังเกตและบันทึกการสังเกตในแบบบันทึกภาคสนาม

**การวิเคราะห์ข้อมูล** ข้อมูลวิจัยนี้เป็นข้อมูลวิจัยเชิงคุณภาพ ได้แก่ ผลงานของนักเรียน ข้อมูลการถอดความในรูปของข้อความ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โปรโตคอล การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและนำเสนอผลการวิจัยด้วยการบรรยายเชิงวิเคราะห์ตามกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ของ (Mason et al., 2010) ได้แก่ 1) การค้นหาลักษณะเฉพาะ 2) การทำให้เป็นกรณีทั่วไป 3) การคาดการณ์ 4) การโน้มน้าวเพื่ออธิบายเหตุผล

## ผลการวิจัย

ในชั้นเรียนนี้ครูจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนการสอนของวิธีการแบบเปิด โดยครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ในรูปของใบกิจกรรม และให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง จากนั้นร่วมกันอภิปรายแนวคิดในชั้นเรียนเพื่อเรียนรู้และแลกเปลี่ยนแนวคิดบนกระดาน เชื่อมโยงระหว่างแนวคิดเพื่อสรุปชั้นเรียน ผู้วิจัยวิเคราะห์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 13 แผน ข้อมูลข้างล่างนี้เป็นตัวอย่างของการวิเคราะห์ข้อมูล จำนวน 3 แผนประกอบด้วย 1) การคูณด้วยสิบ 2) การคูณจำนวนสองหลักกับหนึ่งหลัก 2) การคูณในแนวตั้ง

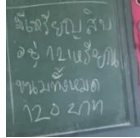
### 1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกิจกรรม การคูณด้วยสิบ (1)

กิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนคิดวิธีการคำนวณการคูณด้วย 10 โดยครูเริ่มต้นทบทวนกฎการคูณที่นักเรียนเคยเรียนมา มีดังนี้ 1) กฎการสลับที่ 2) กฎการเพิ่มขึ้นและการลดลง 3) กฎการแบ่งกลุ่ม 4) กฎการเปลี่ยนหมู่ 5) กฎการคูณด้วย 0 บนกระดาน จากนั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา “มีขนมเลย์ 3 ซอง ราคาของละ 40 บาท แล้วราคาขนมเลย์ทั้งหมดกี่บาท” และนำเสนอคำสั่งที่ 1 “ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์” และคำสั่งที่ 2 “ให้นักเรียนคิดวิธีการคำนวณหาเหรียญสิบ” บนกระดาน ครูแจกใบงานให้นักเรียนแต่ละคนขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองครูทำหน้าที่สังเกตและบันทึกแนวคิดของนักเรียน หลังจากนั้นครูให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดของ



ตนเองและอภิปรายแนวคิดเหล่านั้นร่วมกัน และสรุปขั้นตอนการบวกในแนวตั้งในกรณีที่มีการทดเกิดขึ้นจากการจัดการเรียนการสอนกิจกรรม การคูณด้วยสิบ พบกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1.1 การค้นหาลักษณะเฉพาะ นักเรียนหาราคาขนมโดยการนำจำนวนเหรียญมาคูณด้วย 10 นั่นคือ มีเหรียญสิบอยู่ 12 เหรียญ แสดงว่าราคาขนมคือ 120 บาท ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 จากภาพกระดานจะเห็นได้ว่านักเรียนหาจำนวนเหรียญสิบก่อน แล้วค่อยหาราคาขนมทั้งหมดโดยไม่ใช้การคูณ  $30 \times 4$  จัดเป็นการค้นหาลักษณะเฉพาะของกฎการคูณด้วย 10

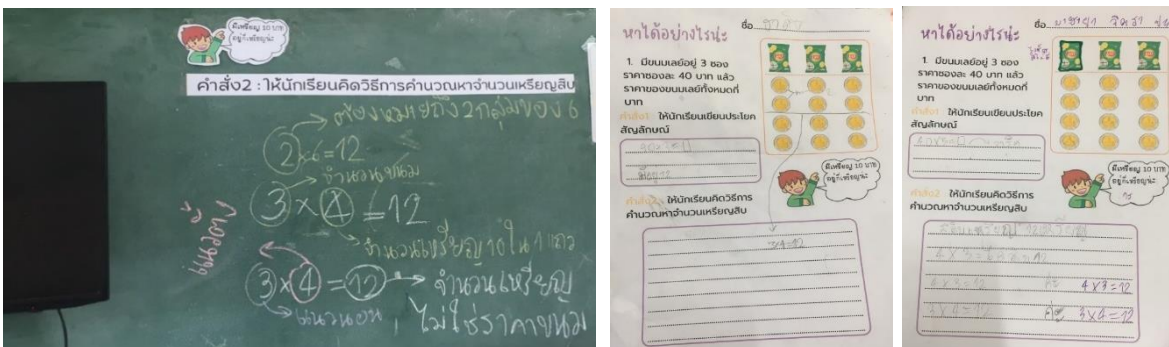
1.2 การทำให้เป็นกรณีทั่วไป นักเรียนได้นำบทเรียนที่ได้เรียนมาในคาบมาสรุปเป็นกรณีทั่วไป โดยสรุปว่า เวลาคูณด้วยสิบ วิธีที่ง่ายคือ หาจำนวนเหรียญสิบก่อน เช่น  $20 \times 2$  จะนำ  $2 \times 2$  จะได้ 4 เหรียญ แสดงว่า 40 ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 จากภาพกระดานจะเห็นว่า นักเรียนมีการสรุปบทเรียนที่ได้เรียนมาเป็นกรณีทั่วไป เพื่อนำไปปรับใช้จัดเป็นการทำให้เป็นกรณีทั่วไป

### 1.3 การโน้มน้าวเพื่ออธิบายเหตุผล

นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ตามสถานการณ์ คือ นักเรียนนำราคาของขนมแต่ละห่อ คือ 40 บาท คูณด้วยจำนวนของขนมทั้งหมด คือ 3 ห่อ จะได้ประโยคสัญลักษณ์เป็น  $40 \times 3$  สำหรับนักเรียนที่เขียนประโยคสัญลักษณ์นี้ ในคำสั่งที่ 2 นักเรียนจะหาจำนวนเหรียญสิบโดยใช้วิธีการนำ 3 มาคูณกับ 4 โดยให้เหตุผลว่า 3 คือจำนวนขนม และ 4 คือจำนวนเหรียญสิบ ก็จะได้ผลคูณเท่ากับ 12 ซึ่งนักเรียนให้เหตุผลว่า 12 ไม่ใช่ราคาขนมทั้งหมด แต่เป็นจำนวนของเหรียญสิบทั้งหมด ดังภาพที่ 3 ในกระดานและใบงาน



ภาพที่ 3

จากการวิเคราะห์ผลงานของนักเรียน พบว่า นักเรียนใช้วิธีการเขียนประโยคสัญลักษณ์การคูณตามสถานการณ์ โดยนำ นำราคาของขนมแต่ละห่อ คือ 40 บาท คูณด้วยจำนวนของขนมทั้งหมด คือ 3 ห่อ

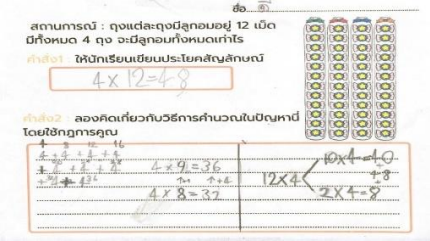
จะได้ประโยคสัญลักษณ์เป็น  $40 \times 3$  หากจำนวนเหรียญสิบโดยเขียนประโยคสัญลักษณ์เป็น  $3 \times 4$  และมีการสลับที่ จาก  $3 \times 4$  เป็น  $4 \times 3$

## 2. ผลการวิจัย กิจกรรม การคูณด้วยสิบ (2)

กิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจเรื่องการคูณของจำนวนสองหลักกับจำนวนหนึ่งหลัก และในคาบนี้ นักเรียนต้องไปถึงการแยก  $12 \times 4$  เป็น  $10 \times 4$  กับ  $2 \times 4$  เพื่อนำเข้าสู่การคูณในแนวตั้งในคาบถัดไป โดยครูเริ่มต้นทบทวนกฎการคูณที่นักเรียนเคยเรียนมา จากนั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา “ถุงแต่ละถุงมีลูกอม 12 เม็ด มีทั้งหมด 4 ถุง จะมีลูกอมทั้งหมดเท่าไร” ถัดจากนั้นครูนำเสนอมาคำสั่งที่ 1 “ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์” และคำสั่งที่ 2 “ลองคิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณในปัญหานี้โดยใช้กฎการคูณ” บนกระดาน ครูแจกใบงานให้นักเรียนแต่ละคนขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองครูทำหน้าที่สังเกตและบันทึกแนวคิดของนักเรียน หลังจากนั้นครูให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดของตนเองและอภิปรายแนวคิดเหล่านั้นร่วมกัน และสรุปวิธีการคูณที่เรียนมาในคาบนี้

### 2.1 การค้นหาลักษณะเฉพาะ

นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์โดยใช้จำนวนถุงที่ใส่ลูกอมทั้งหมด คือ 4 เป็นตัวตั้ง และใช้จำนวนของลูกอมในแต่ละถุง คือ 12 เป็นตัวคูณ จะได้ประโยคสัญลักษณ์เป็น  $4 \times 12$  แต่ในคำสั่งที่ 2 นักเรียนเขียนเป็น  $12 \times 4$  ใช้กฎการคูณข้อที่ 3 นั่นก็คือ กฎการแบ่งกลุ่ม โดยแบ่งเป็น  $10 \times 4$  กับ  $2 \times 4$  ในส่วนที่แบ่งเป็น  $10 \times 4$  นักเรียนใช้กฎข้อที่ 6 นั่นคือ กฎการคูณด้วยสิบ จากนั้นนักเรียนนำผลคูณมาบวกกันก็จะได้เท่ากับ 48 ดังรูปในใบงาน และโปรโตคอล Item 31-33

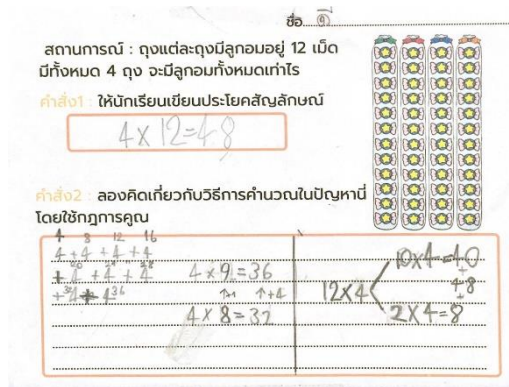
Item 31	T	:	นำของเพชรขึ้นบนกระดาน พร้อมถามว่าใช้กฎข้อไหน	 <p>สถานการณ์ : ถุงแต่ละถุงมีลูกอมอยู่ 12 เม็ด มีทั้งหมด 4 ถุง จะมีลูกอมทั้งหมดเท่าไร คำสั่งที่ 1 ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ <math>4 \times 12 = 48</math> คำสั่งที่ 2 ลองคิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณในปัญหาโดยใช้กฎการคูณ <math>12 \times 4 = 48</math> <math>10 \times 4 = 40</math> <math>2 \times 4 = 8</math> <math>40 + 8 = 48</math> <math>4 \times 8 = 32</math></p>
Item 32	Sa	:	กฎข้อที่ 3	
Item 33	S3	:	กฎข้อที่ 6 กับ 3 ใช้ 2 กฎเลย	

ภาพที่ 4

จากภาพที่ 4 และบทสนทนา Item 31-33 พบว่า นักเรียนนำแนวคิดการเขียนประโยคสัญลักษณ์  $4 \times 12$  แต่ตอนหาผลคูณนักเรียนเขียนเป็น  $12 \times 4$  นักเรียนหาผลหารโดยใช้กฎข้อที่ 3 ที่นักเรียนได้เรียนในคาบที่ 4 มาใช้เป็นวิธีการคำนวณในปัญหานี้ โดยแบ่งเป็น  $10 \times 4$  กับ  $2 \times 4$  ในส่วนที่แบ่งเป็น  $10 \times 4$  นักเรียนใช้กฎข้อที่ 6 นั่นคือ กฎการคูณด้วยสิบ จากนั้นนักเรียนนำผลคูณมาบวกกันก็จะได้เท่ากับ 48 เป็นการนำสองกฎมาใช้ในข้อเดียว

### 2.2 การคาดการณ์

ในคำสั่งที่ 1 ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ นักเรียนมีการเขียนผลคูณแล้ว แต่นักเรียนต้องพยายามหาวิธีการคำนวณเพื่อให้ได้ผลคูณเท่ากับที่คาดการณ์

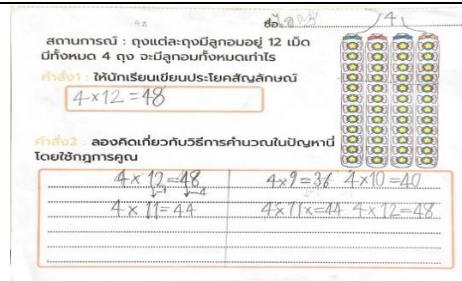


ภาพที่ 5

จากผลงานของนักเรียนจะเห็นได้ว่า นักเรียนการคาดการณ์ผลคูณของ  $4 \times 12$  โดยเขียนเป็น  $4 \times 12 = 48$  แต่ในคำสั่งที่ 2 นักเรียนต้องพยายามหาวิธีการคูณเพื่อให้ได้ผลคูณเท่ากับที่ได้คาดการณ์ จัดเป็นการคาดการณ์

### 2.3 การโน้มน้าวเพื่ออธิบายเหตุผล

นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์โดยใช้จำนวนคูณที่ใส่ลูกอมทั้งหมด คือ 4 เป็นตัวตั้ง และใช้จำนวนของลูกอมในแต่ละถุง คือ 12 เป็นตัวคูณ จะได้ประโยคสัญลักษณ์เป็น  $4 \times 12$  และใช้กฎการคูณข้อที่ 2 นั้นก็คือกฎการเพิ่มขึ้นและการลดลง โดยเขียนเริ่มจาก  $4 \times 9 = 36$   $4 \times 10 = 40$   $4 \times 11 = 44$   $4 \times 12 = 48$  โดยจาก  $4 \times 9$  ไป  $4 \times 10$  จะบวกเพิ่มอีก 4 ไป  $4 \times 11 = 44$  จะบวกเพิ่มอีก 4 ไป  $4 \times 12 = 48$  จะบวกเพิ่มอีก 4 ดังรูปในใบงาน และโพรโตคอล Item 24-25

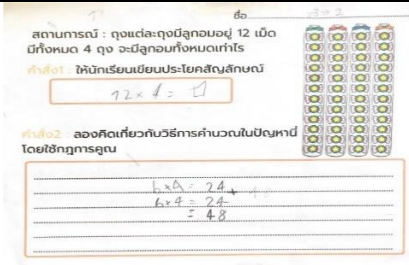
Item 24	T	:	ครูนำแนวคิดของ S2 ขึ้นบนกระดานแล้วให้ S2 อธิบายแนวคิดของตนเอง	
Item 25	S2	:	หนูใช้กฎข้อที่ 2 เพิ่มขึ้นทีละ 4 4 4	

ภาพที่ 6

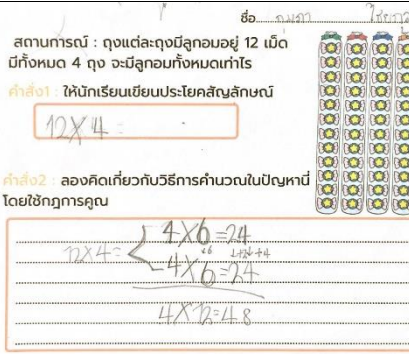
จากผลงานของนักเรียนและบทสนทนาข้างต้น พบว่า นักเรียนนำแนวคิดการเขียนประโยคสัญลักษณ์  $4 \times 12$  และ หาผลคูณโดยใช้กฎข้อที่ 2 ที่นักเรียนได้เรียนในคาบที่ 3 มาใช้เป็นวิธีการคำนวณในปัญหานี้และอธิบายเหตุผลของตนเองกับครูผู้สอน

นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์โดยใช้จำนวนของลูกอมในแต่ละถุง คือ 12 เป็นตัวตั้ง และใช้จำนวนคูณที่ใส่ลูกอมทั้งหมด คือ 4 เป็นตัวคูณ จะได้ประโยคสัญลักษณ์เป็น  $12 \times 4$  และใช้กฎการคูณข้อที่ 3 นั่นก็คือ กฎการแบ่งกลุ่ม โดยแบ่งเป็น  $6 \times 4$  กับ  $6 \times 4$  แล้วนำผลคูณมาบวกกัน ดังรูปในใบงาน และโพรโตคอล Item 26-27



Item 26	T	:	ครูนำแนวคิดของ S3 ขึ้น บนกระดานแล้วถาม S3 ว่าใช้กฎข้อไหน	 <p style="text-align: center;">ภาพที่ 7</p>
Item 27	S3	:	ผมใช้กฎข้อที่ 3	

จากผลงานของนักเรียนและบทสนทนา Item 26-27 พบว่า นักเรียนนำแนวคิดการเขียนประโยคสัญลักษณ์  $12 \times 4$  และ หาผลคูณโดยใช้กฎข้อที่ 3 ที่นักเรียนได้เรียนในคาบที่ 4 มาใช้เป็นวิธีการคำนวณในปัญหานี้ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์โดยใช้จำนวนของลูกอมในแต่ละถุง คือ 12 เป็นตัวตั้ง และใช้จำนวนถุงที่ใส่ลูกอมทั้งหมด คือ 4 เป็นตัวคูณ จะได้ประโยคสัญลักษณ์เป็น  $12 \times 6$  และใช้กฎการคูณข้อที่ 3 นั่นก็คือ กฎการแบ่งกลุ่ม แต่จะโดยแบ่งเป็น  $4 \times 6$  กับ  $14 \times 6$  แล้วนำผลคูณมาบวกกัน ในขณะที่เพื่อนกำลังนำเสนอแนวคิดที่ 2 นักเรียนที่ทำแนวคิดที่ 3 ยกมือพร้อมพูดออกมาว่า “ของผมก็เหมือนกับแนวคิดที่ 2 แต่ของผมสลับที่กัน” ดังรูปในใบงานและโปรโตคอล Item 28-30

Item 28	T	:	ของ S2 ใช้กฎข้อไหน	 <p style="text-align: center;">ภาพที่ 7</p>
Item 29	Sa	:	กฎข้อที่ 3	
Item 30	S3	:	$4 \times 6$ ของผมสลับที่กันครับ	

จากผลงานของนักเรียนและโปรโตคอล Item 28-30 พบว่า นักเรียนนำแนวคิดการเขียนประโยคสัญลักษณ์  $12 \times 4$  และหาผลคูณโดยใช้กฎข้อที่ 3 ที่นักเรียนได้เรียนในคาบที่ 4 มาใช้เป็นวิธีการคำนวณในปัญหานี้ และจากการวิเคราะห์โปรโตคอลพบว่านักเรียนเห็นถึงความเหมือนและความเชื่อมโยง โดยให้เหตุผลว่า “ของตัวเองเหมือนกับแนวคิดที่ 2 แต่ของผมสลับที่กัน”

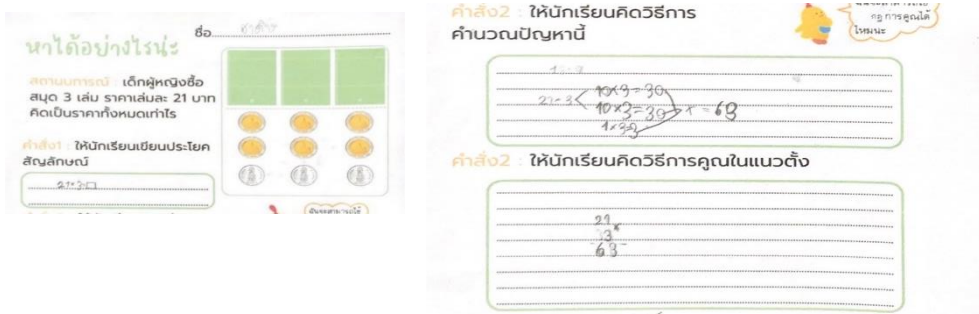
### 3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล กิจกรรม การคูณจำนวนสองหลักกับหนึ่งหลักในแนวตั้งแบบไม่มีตัวทด

กิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนคิดวิธีการคูณในแนวตั้ง เนื่องจากคาบนี้ นักเรียนเรียนวิธีการคูณในแนวตั้งเป็นคาบแรก ครูจึงให้นักเรียนทำวิธีเดิมที่นักเรียนใช้ในคาบที่แล้วก่อน นั่นก็คือ การคูณโดยใช้การแบ่ง โดยแบ่งตามหลัก คือ หลักหน่วยกับหลักสิบ ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการคูณในแนวตั้งโดยจะคูณทีละหลักโดยเริ่มจากหลักหน่วยก่อน โดยในคาบนี้ครูจะใช้สถานการณ์ 1 สถานการณ์ สถานการณ์มีอยู่ว่า “เด็กผู้หญิงซื้อสมุด 3 เล่ม ราคาเล่มละ 21 บาท คิดเป็นราคาทั้งหมดเท่าไร” และคำสั่ง 3 คำสั่ง คำสั่ง 1

“ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์” คำสั่ง 2 “ให้นักเรียนคิดวิธีการคำนวณปัญหานี้” และคำสั่ง 3 “ให้นักเรียนคิดวิธีการคูณในแนวตั้ง” โดยครูเริ่มต้นทบทวนกฎการคูณที่นักเรียนเคยเรียนมา จากนั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ถัดจากนั้นครูนำเสนอคำสั่งที่ 1 คำสั่งที่ 3 ตามลำดับบนกระดาน ครูแจกใบงานให้นักเรียนแต่ละคนขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองครูทำหน้าที่สังเกตและบันทึกแนวคิดของนักเรียน หลังจากนั้นครูให้นักเรียนออกมาแนะนำแนวคิดของตนเองและอภิปรายแนวคิดเหล่านั้นร่วมกัน และสรุปวิธีการคูณที่เรียนมาในคาบนี้

### 3.1 การค้นหาลักษณะเฉพาะ

นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์โดยใช้จำนวนราคาสมุด คือ 21 เป็นตัวตั้ง และใช้จำนวนสมุดคือ 3 เป็นตัวคูณ จะได้ประโยคสัญลักษณ์เป็น  $21 \times 3$  ในคำสั่งที่ 2 นักเรียนใช้กฎการคูณข้อที่ 3 นั่นก็คือ กฎการแบ่งกลุ่ม โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม จะได้เป็น  $10 \times 3$   $10 \times 3$  และ  $1 \times 3$  ในส่วนที่แบ่งเป็น  $10 \times 3$  นักเรียนใช้กฎข้อที่ 6 นั่นคือ กฎการคูณด้วยสิบ จากนั้นนักเรียนนำผลคูณมาบวกกันก็จะได้เท่ากับ 63 ดังรูปในใบงานและโปรโตคอล Item 34-39



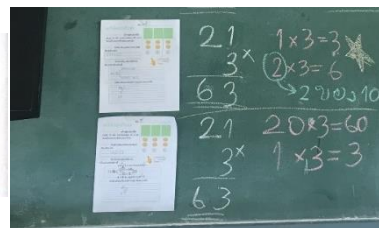
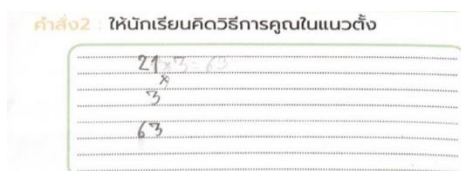
ภาพที่ 8

Item 34	S1	:	$10 \times 3$ $10 \times 3$ $1 \times 3$ แล้วมาบวกกันทั้งหมดได้ 63
Item 35	T	:	S1 ใช้กฎข้อไหน
Item 36	S3	:	กฎข้อที่ 3
Item 37	S1	:	กฎการแบ่งกลุ่ม และกฎการคูณด้วยสิบ
Item 38	T	:	แล้ว 10 10 1 มาจากไหน
Item 39	S4	:	มาจาก 21

จากผลงานของนักเรียนและบทสนทนา Item 34-39 พบว่า นักเรียนนำแนวคิดการเขียนประโยคสัญลักษณ์  $21 \times 3$  ในคำสั่งที่ 2 นักเรียนใช้กฎการคูณข้อที่ 3 คือ กฎการแบ่งกลุ่ม แต่แตกต่างจากที่นักเรียนเคยทำ เพราะที่เคยเรียนมานักเรียนจะแบ่งแค่สองกลุ่ม แต่ในคาบนี้นักเรียนมีการนำมาปรับใช้โดยแบ่ง 3 กลุ่ม กลุ่มสิบ 2 กลุ่ม และกลุ่มหนึ่ง 1 กลุ่ม แล้วนำผลคูณของทั้งสามมารวมกัน โดยแนวคิดนี้ยังไม่เคยมีนักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้นักเรียนนำ 21 ตั้ง และนำ 3 ใส่ไว้ข้างล่างตรงกับเลข 1 หรือตรงกับหลักหน่วย นักเรียนที่เขียนแบบนี้มีวิธีการดำเนินการ 2 วิธีดังนี้ วิธีที่ 1) นำ  $1 \times 3 = 3$  แล้วก็นำ  $2 \times 3 = 6$

และวิธีที่ 2) นำ  $1 \times 3 = 3$  แล้วก็นำ  $20 \times 3 = 60$  แต่ทั้งสองวิธีนี้ได้ผลคูณเท่ากัน ดังรูปในใบงาน ในกระดาษ และโพรโตคอล Item 50 และ Item 53

Item 50	S2	:	21 มาจากโจทย์ 3 ก็มาจากโจทย์ นำ $1 \times 3$ แล้วก็ $2 \times 3 = 6$
Item 53	S2	:	$21 \times 3$ $1 \times 3 = 3$ $20 \times 3 = 60$

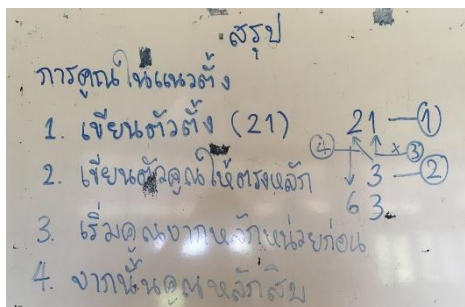


ภาพที่ 9

จากภาพที่ 9 Item 50 และ 53 พบว่า นักเรียนที่ใช้วิธีที่ 1 ในลำดับที่ 2 นักเรียนมีการใช้กฎการคูณด้วยสิบ คือนักเรียนจะไม่เขียนเป็น  $20 \times 3$  แต่นักเรียนเขียนเป็น  $2 \times 3$  โดยที่นักเรียนรู้ว่า 2 ที่นักเรียนเขียนหมายถึง 2 กลุ่มของสิบ ไม่ใช่ 2 ธรรมดา จากที่เคยเรียนมาอย่างไม่มีนักเรียนคนไหนใช้วิธีการเขียนแบบนี้

### 3.2 การทำให้เป็นกรณีทั่วไป

นักเรียนร่วมสรุปที่ได้เรียนรู้ด้วยกันจากแนวคิดต่าง ๆ ในชั้นเรียนให้เป็นที่กรณีทั่วไป เพื่อที่จะได้นำไปใช้ในคาบต่อ ๆ ไป นักเรียนร่วมกันสรุปว่า การคูณในแนวตั้ง 1) เขียนตัวตั้ง 2) เขียนตัวคูณให้ตรงหลัก 3) เริ่มคูณจากหลักหน่วย 4) คูณหลักสิบ ดังภาพที่ 10 บนกระดาน



ภาพที่ 10

จากการวิเคราะห์แนวคิดพบว่า นักเรียนมีการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนให้อยู่ในรูปของกรณีทั่วไป ร่วมกันสรุปว่า วิธีการคูณในแนวตั้ง

### 3.3 การคาดการณ์

ในคำสั่งที่ 1 ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ นักเรียนมีการเขียนผลคูณแล้ว แต่นักเรียนต้องพยายามหาวิธีการคำนวณเพื่อให้ได้ผลคูณเท่ากับที่คาดการณ์



ภาพที่ 11

จากผลงานของนักเรียน จะเห็นได้ว่า นักเรียนการคาดการณ์ผลคูณของ  $21 \times 3$  โดยเขียนเป็น  $21 \times 3 = 63$  แต่ในคำสั่งที่ 2 และ 3 นักเรียนต้องพยายามหาวิธีการคูณเพื่อให้ได้ผลคูณเท่ากับที่ได้คาดการณ์

### 3.4 การโน้มน้าวเพื่ออธิบายเหตุผล

นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์โดยใช้จำนวนราคาสมุด คือ 21 เป็นตัวตั้ง และใช้จำนวนเล่มคือ 3 เป็นตัวคูณ จะได้ประโยคสัญลักษณ์เป็น  $21 \times 3$  ในคำสั่งที่ 2 นักเรียนเขียนการคูณโดยนับจำนวนเหรียญ นั่นคือ เหรียญสิบ มีทั้งหมด 6 เหรียญ เขียนประโยคสัญลักษณ์เป็น  $10 \times 6$  และเหรียญหนึ่งบาท มีทั้งหมด 3 เหรียญ เขียนประโยคสัญลักษณ์เป็น  $3 \times 1$  แล้วนำผลคูณมาบวกกัน จะได้เป็น 63 และในคำสั่งที่ 3 นักเรียนเขียนการคูณในแนวตั้ง นักเรียนวางตัวคูณไม่ตรงหลัก แต่ผลคูณของนักเรียนได้เท่ากับ 63 เหมือนเดิม ดังภาพที่ 12 ในใบงาน



ภาพที่ 12

จากการวิเคราะห์ผลงานของนักเรียน พบว่า นักเรียนนำแนวคิดการเขียนประโยคสัญลักษณ์  $21 \times 3$  ในคำสั่งที่ 2 นักเรียนใช้กฎการคูณข้อที่ 3 คือ กฎการแบ่งกลุ่ม แต่แตกต่างจากที่นักเรียนเคยทำ เพราะที่เคยเรียนมานักเรียนจะแบ่งจากประโยคสัญลักษณ์ แต่ในคาบนี้นักเรียนแบ่งตามรูปเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มสิบและกลุ่มหนึ่ง โดยกลุ่มสิบ จะคูณด้วย 6 เพราะในรูปมีเหรียญสิบทั้งหมด 6 เหรียญ และกลุ่มหนึ่ง คูณด้วย 3 เพราะในรูปมีเหรียญหนึ่งบาททั้งหมด 3 เหรียญ แล้วนำผลคูณทั้งสองมารวมกัน สังเกตได้ว่านักเรียนแก้ปัญหาคล้าย ๆ กับกิจกรรมการคูณด้วย 0 คือ นักเรียนจะคะแนนของแต่ละบัตรคูณด้วยจำนวนบัตรจัดเป็นการคิดในรูปแบบให้เหตุผล

## อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิดทั้ง 13 แผน พบว่าการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาแสดงออกได้หลากหลายรูปแบบ ดังนี้ 1) การค้นหาลักษณะเฉพาะ 2) การทำให้เป็นกรณีทั่วไป 3) การคาดการณ์ 4) การโน้มน้าวเพื่ออธิบายเหตุผล และพบว่าในแผนที่ 1 2 3 4 และ 6 จะไม่เกิดการค้นหาลักษณะเฉพาะ เนื่องจากเป็นความรู้เดิมที่เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ดังนั้นนักเรียนจึงนำความรู้ที่เคยเรียนมาใช้แก้ปัญหาในแผนที่ 9 ไม่มีการทำให้เป็นกรณีทั่วไป เนื่องจากในกิจกรรมนี้จะเป็นการนำกฎการคูณที่เรียนมาใช้เพื่อหาผลคูณ ในแผนที่ 2 3 5 และ 6 จะไม่เกิดการคาดการณ์ เพราะคำสั่ง และสถานการณ์ ไม่ได้ทำให้นักเรียนเกิดการคาดการณ์ และในแผนที่ 3 และ 4 ไม่มีการโน้มน้าวเพื่ออธิบายเหตุผล เพราะคำสั่งไม่ได้ก่อกำเนิดนักเรียนแสดงการให้เหตุผล ผลงานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติศักดิ์ ใจอ่อน และ กตัญญูตา บางโท (2563) ทำวิจัยเรื่อง การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง พื้นที่ โดยใช้ การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ผลการวิจัยพบว่า เพื่อที่จะแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใน “หน่วยพื้นที่” นักเรียนใช้การคิดทางคณิตศาสตร์ 7 ประเภท ทักษะการคิดเหล่านี้รวมประเภทที่ 1: แนวคิดแบบเซต นักเรียนระบุเงื่อนไขของฉากเพื่อค้นหาพื้นที่อย่างมีเหตุผล แบบที่ 2: แนวคิดเรื่องหน่วย นักเรียนเน้นเรื่องขนาดและความสัมพันธ์ ประเภทที่ 3: แนวคิดในการเป็นตัวแทน นักเรียนใช้สัญลักษณ์แทนกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ประเภทที่ 4: แนวคิดการดำเนินงานนักเรียนสามารถวิเคราะห์การดำเนินการที่เหมาะสมสำหรับการบวกและการคูณได้ พวกเขาสามารถสร้างตารางเพื่อคำนวณพื้นที่ได้ ประเภทที่ 5: แนวคิดเรื่องอัลกอริทึม นักเรียนพยายามเพื่อกำหนดสูตรหาพื้นที่ แบบที่ 6: แนวคิดเรื่องคุณสมบัติพื้นฐาน นักเรียนใช้คุณสมบัติเชิงฟังก์ชันเพื่ออธิบายกระบวนการคิด ประเภทที่ 7: แนวคิดเกี่ยวกับการแสดงออก ที่นักเรียนชี้แจงด้วยวาจาและอธิบายวิธีแก้ปัญหาหรือแนวคิดที่พวกเขาเขียนไว้อย่างละเอียด

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำวิจัย

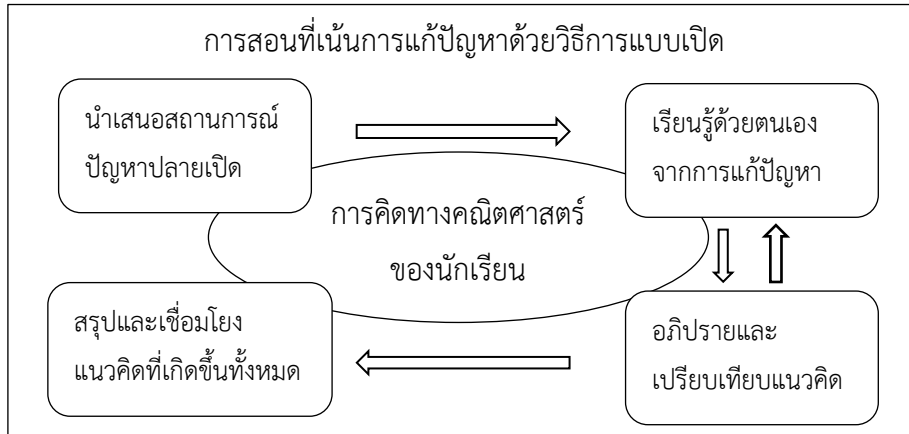
การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหายังวิธีการแบบเปิดส่งเสริมให้นักเรียนค่อย ๆ บ่มเพาะวิธีการคิดจนก่อกำเนิดนักเรียนเกิดการคิดทางคณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดจนทำให้นักเรียนสามารถคิดวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย และร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้นจนตกผลึกเป็นวิธีการเรียน (how to)

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน



## ถ่องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย



ภาพที่ 13 การสอนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด  
ปรับจาก (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2565)

### สรุป

วิธีการแบบเปิดเป็นแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา โดยมีเป้าหมายให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการนำวิธีการเรียน (How to) มาใช้แก้ปัญหาใหม่หรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งปัญหาใหม่นำมาใช้มีความท้าทายและเปิดมากพอให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยครูไม่ประเมินวิธีการของนักเรียนผิดหรือถูก ทำให้นักเรียนกล้าที่จะคิดวิธีการแก้ปัญหา กล้าที่จะนำความรู้เดิมมาปรับใช้ในการแก้ปัญหาย่างสมเหตุสมผล บ่มเพาะและสะสมจนเกิดการคิดทางคณิตศาสตร์

### เอกสารอ้างอิง

- กันตภา สุธธิดา. (2561). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบเน้นประสบการณ์ตามสภาพจริงเพื่อส่งเสริมคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต].
- ทีศนา แคมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพมหานคร: ด่านสุทธาการพิมพ์.
- ธัญญา สังขพันธานนท์. (2553). การเขียนสารคดีภาคปฏิบัติ. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: ทีคิวพี.
- Becker, J.P. and Shimada, S. (1997). *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Goo, M. and Kaya, S. (2020). Understanding and Promoting Students' Mathematical thinking: a Review of Research Published in *ESM. Educational Studies in Mathematics*, 103, 7-25.

- Inprasitha, M. (2022). Lesson Study and Open Approach Development in Thailand: a Longitudinal Study. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 11(5), 1-15.
- Inprasitha, M. (2023). *Processes of Problem Solving in School Mathematics*. (2<sup>nd</sup> ed). I-Print Design LTD.
- Isoda, M. (2010). Lesson Study: Problem Solving Approaches in Mathematics Education as a Japanese Experience. *Procedia-Social behavioral Sciences*, 8, 17-27. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.003>
- Isoda, M. and Katagiri, S. (2012). *Mathematical thinking: How to Develop It in the Classroom*. World Scientific Printers.
- Jai-on, K. and Bangtho, K. (2020). Student's Mathematical thinking in area Unit using Lesson Study and Open Approach. *Journal of Education Prince of Songkla University, Pattani Campus*, 31(1), 28-37.
- Mason, J., Burton, L. and Stacey, K. (2010). *Thinking Mathematically*. Pearson Education.
- Mcmillan, J. H. (2000). *Educational Research: Fundamentals for the Consumer*. Addison Wesley Longman Inc.
- Rickart, C. (1996). Structuralism and Mathematical Thinking. *The Nature of Mathematical thinking*, 1, 258 –300
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
- Steffe L. P. and Thompson, P. W. (2000). Teaching Experiment Methodology: Underlying Principles and Essential Elements. *Research Design in Mathematics and Science Education*.