



ความรู้เชิงกระบวนการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการลบในแนวตั้ง
ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด

The 2nd grade Students' Procedural Knowledge on Subtraction in Vertical Form
in Teaching through Problem Solving Approach with Open Approach

ฟาฎิล บากา¹ สุตาทิพย์ หาญเชิงชัย² และซารูวานี ดือราเสะ³
Fadil Baka¹, Sudatip Hancherngchai² and Saruwani Dueraseh³

¹ นักศึกษาวิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพง

² อาจารย์ประจำวิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพง

³ ครูโรงเรียนตารักพิทยพัฒน์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้เชิงกระบวนการของนักเรียน เรื่อง การลบในแนวตั้งในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ คือ กรณีศึกษา กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียน จำนวน 19 คน ของโรงเรียนที่ใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนด้วยวิธีการแบบเปิดในจังหวัดภูเก็ต เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการสังเกต กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวและเสียง เก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 ด้วยการบันทึกวีดิทัศน์และเสียง และบันทึกการสังเกตขณะจัดการเรียนการสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โพโตคอลและการบรรยายเชิงเนื้อหาตามกรอบแนวคิดของ Star (2005)

ผลการวิจัยพบว่า ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหานักเรียนแสดงความรู้เชิงกระบวนการ ดังนี้ 1) ความรู้เกี่ยวกับทักษะและวิธีการเฉพาะ นักเรียนอธิบายแนวคิดของตนเองอย่างเป็นขั้นตอนผ่านด้วย การพูด เขียน และแสดงท่าทาง 2) ความรู้เกี่ยวกับการเลือกวิธีการที่เหมาะสม นักเรียนอภิปรายโต้แย้งแนวคิดของเพื่อน และเสนอเหตุผลประกอบการอภิปรายและข้อโต้แย้งเพื่อเลือกแนวคิดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา

คำสำคัญ: ความรู้เชิงกระบวนการ/ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหา/ วิธีการแบบเปิด

Abstract

The objective of this research was to investigate students' procedural understanding on subtraction in vertical form in teaching through problem solving approach with Open Approach. In this study, a case study qualitative methodology was employed. The target group was nineteen students in the school which implemented the lesson study incorporated with open approach, Phuket province. Research tools were lesson plans, observation form, and video camera. During the first semester, information was gathered through voice and video recordings as well as observations made during instructional activities, and used protocol and content analysis to analyze data in accordance with the Star (2005) theoretical framework.

According to the research findings, students' procedural knowledge was as follows: 1) knowledge of specific-skills and methods, the students communicated and explained their thoughts algorithmically through writing, speech, and gestures. 2) knowledge of criteria for determining when to use appropriate procedure, the students used debates to confirm their ideas and conclusions, challenged their peers' viewpoints, and provided reasoning to support their claims and discussions. Concepts and outcomes were also confirmed.

Keywords: procedural knowledge / teaching through problem solving approach / Open Approach



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผลการประเมิน PISA 2022 ของประเทศไทย พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน ด้านวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน และด้านการอ่าน 379 คะแนน ซึ่งเมื่อเทียบกับ PISA 2018 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของ ประเทศไทยทั้งสามด้านลดลง โดยด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนน ส่วนด้านวิทยาศาสตร์และการอ่าน มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 17 คะแนน และ 14 คะแนน ตามลำดับ ทั้งนี้ ผลการประเมินของประเทศไทย ตั้งแต่ PISA 2000 จนถึง PISA 2022 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์และการอ่านมีแนวโน้มลดลง ส่วนด้านวิทยาศาสตร์ถือว่า ไม่เปลี่ยนแปลงทางสถิติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2568) จากปัญหาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการที่จะพัฒนาคนในประเทศให้เก่งคณิตศาสตร์นั้น จำเป็นต้องเริ่มจากการพัฒนาความสามารถในการคิดให้เหตุผลและการแก้ปัญหาเพราะเป็นเป้าหมายหลักในการเรียนคณิตศาสตร์ (ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล, 2557)

ความรู้เชิงกระบวนการคือ ความรู้ที่เน้นทักษะและขั้นตอนที่เป็นลำดับโดยมีการอ้างอิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน มีลำดับขั้นตอนการดำเนินการที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา รวมถึงเป็นความรู้เกี่ยวกับรูปแบบในการแสดงวิธีทำเพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องของสถานการณ์ปัญหาด้วย (Bing & Huy, 2016; Haapasalo & Kadifevich, 2000 อ้างถึงใน เกียรติศักดิ์ แสงทอง, 2564) Star (2005) กล่าวถึงความรู้เชิงกระบวนการไว้สองอย่างคือ ความรู้เกี่ยวกับทักษะและวิธีการเฉพาะ และความรู้เกี่ยวกับการเลือกวิธีการที่เหมาะสม แต่การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทั่วไปจะยังไม่ให้ครูสอนแบบบรรยายหรือเน้นให้นักเรียนท่องจำสูตร กฎ ทฤษฎีหรือกระบวนการต่าง ๆ โดยปราศจากความเข้าใจอย่างแท้จริงจึงเป็นเรื่องยากสำหรับผู้เรียนทำให้ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (NCTM, 2000) ด้วยการสอนของครูที่ถ่ายทอดเนื้อหา ความเข้าใจและทักษะต่างๆ ผ่านการบรรยายหรืออธิบายโดยปราศจากความเข้าใจ การสอนลักษณะนี้ก่อให้เกิดสภาวะอันตรายสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน (Shulman, 1987 อ้างถึงใน สุดาทิพย์ หาญเชิงชัย, 2560) เป้าหมายแรกของการสอนคณิตศาสตร์คือทำให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหา (Schoenfeld, 1992 อ้างถึงใน สุดาทิพย์ หาญเชิงชัย, 2565)

แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาเป็นแนวทางการสอนเนื้อหาและกระบวนการ อย่างเช่น ความคิดรวบยอด ทักษะทางคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นั้นหมายความว่า เป็นแนวทางที่ใช้เพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์โดยพัฒนานักเรียนให้เรียนรู้ด้วยตัวพวกเขาเอง (Isoda, 2012 อ้างถึงใน สุดาทิพย์ หาญเชิงชัย และ เตือนใจ ศักดิ์สองเมือง, 2564) ซึ่งแนวทางการสอนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหายังมีวิธีการแบบเปิด (Open Approach) จะใช้ปัญหาที่ใช้จะเป็นปัญหาที่ไม่สมบูรณ์หรือปัญหาปลายเปิดโดยจะถูกนำเสนอในช่วงแรกของการสอน จากนั้นเป็นการใช้คำตอบที่หลากหลาย ซึ่งเป็นการเตรียมประสบการณ์ในการค้นหาสิ่งใหม่ๆ ในกระบวนการเรียนการสอนนั้น สิ่งนี้สามารถรวมความรู้ ทักษะหรือวิธีการคิดของนักเรียนที่เรียนผ่านมาแล้ว (Becker & Shimada, 1997 อ้างถึงใน สุดาทิพย์ หาญเชิงชัยและคณะ, 2566) และมีขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอนได้แก่ 1) การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตัวเองของนักเรียน 3) การอภิปรายและการเปรียบเทียบแนวคิดขั้นเรียน และ 4) การเชื่อมโยงโดยสรุปแนวคิดที่เกิดขึ้นของนักเรียน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2565)

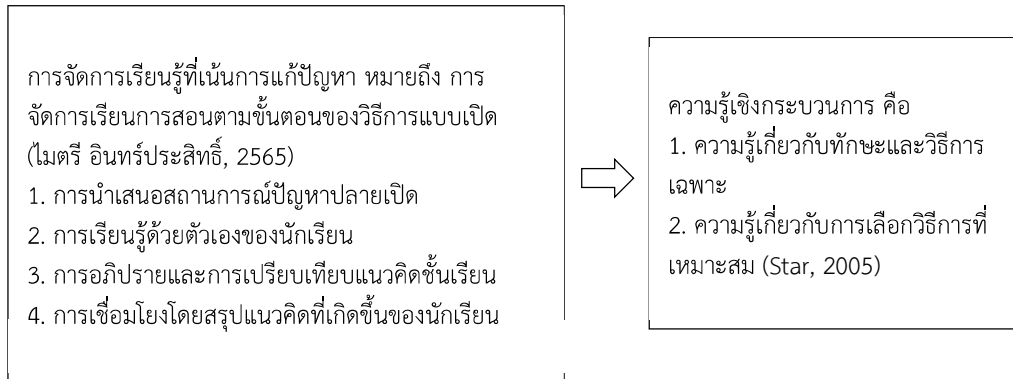
จากลักษณะเด่นของแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหายังมีวิธีการแบบเปิดที่ใช้ปัญหาปลายเปิดเป็นกิจกรรมหลัก ด้วยปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่มีคำตอบหรือมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย การพิจารณาคำตอบของปัญหาปลายเปิดไม่ใช่ตัดเฉพาะความถูกต้องของคำตอบ แต่พิจารณากระบวนการคิดและพัฒนาด้านการให้เหตุผลได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะวิเคราะห์ความรู้เชิงกระบวนการของนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ความรู้เชิงกระบวนการของนักเรียน เรื่อง การลบในแนวตั้งในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด



กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการดำเนินงานวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพดำเนินการในโรงเรียนที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนด้วยวิธีการแบบเปิด ซึ่งผู้วิจัย ครู และผู้เชี่ยวชาญ มาร่วมกันวางแผนการจัดการเรียนรู้ การสังเกตชั้นเรียน และการสะท้อนผลชั้นเรียนเป็นประจำทุกสัปดาห์ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การดำเนินการตามกระบวนการของนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนด้วยวิธีการแบบเปิด

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนตาริกพิทยพัฒน์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 19 คน ที่นักเรียนผ่านการเรียนด้วยวิธีการแบบเปิดมาแล้ว 2 ปี ซึ่งได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง โดยโรงเรียนตาริกพิทยพัฒน์เข้าร่วมโครงการพัฒนาศักยภาพผู้เรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดตั้งแต่ปีการศึกษา 2565 โดยมีอาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์จากมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชรเป็นผู้เกี่ยวข้องร่วมกันสร้างแผนการเรียนรู้และสะท้อนผลการจัดการเรียนร่วมกับทางโรงเรียนในแต่ละสัปดาห์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ และครูประจำการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาของประเทศญี่ปุ่นกับมาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางวิชาคณิตศาสตร์ ออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่มีบริบทและคำสั่ง สื่อการสอน คาดการณ์แนวคิดของนักเรียน ระบุประเด็นในการอภิปรายแนวคิดของนักเรียน และลำดับขั้นการสอนตามวิธีการแบบเปิด ดังนี้ 1) ชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด 2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการแก้ปัญหา 3) ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้น และ 4) ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นของนักเรียน จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ร่วมกันออกไปสอนในชั้นเรียนจริง โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้สอน ผู้เชี่ยวชาญหรือครูประจำการเป็นผู้สังเกต จากนั้นมาสะท้อนผลการสอนร่วมกันเพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เป็นประจำทุกสัปดาห์
2. กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวและเสียง ใช้บันทึกภาพเคลื่อนไหวขณะจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด



3. แบบบันทึกการสังเกต ใช้บันทึกการเขียน การพูด พฤติกรรม และแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนบันทึกโดยครูผู้สังเกต

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 5 ชั่วโมง ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนและบันทึกวีดิทัศน์การจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด ในขณะเดียวกันครูผู้สังเกตทำหน้าที่บันทึกการสังเกตชั้นเรียนและบันทึกภาพนิ่ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลวิจัยในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากการถอดข้อความเสียงจากวีดิทัศน์ในรูปโพรโตคอล ผลงานของนักเรียน และข้อมูลจากการสังเกต เพื่อตรวจสอบแบบสามเส้า ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์โพรโตคอลและการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาตามกรอบแนวคิดของ (Star, 2005) จากนั้นนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการบรรยายเชิงวิเคราะห์

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความรู้เชิงกระบวนการของนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิด ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องการลบในแนวดิ่ง จำนวน 5 ชั่วโมง มีดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความรู้เชิงกระบวนการของนักเรียน กิจกรรม คู่ก็จ้า 1

กิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาการลบโดยใช้แถบกระดาษหรือบาร์โมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนรวมและส่วนย่อย โดยชั้นเรียนนี้มีลำดับการสอน 2 กิจกรรม ลำดับการสอนที่ 1 ครูเริ่มนำเสนอสถานการณ์ปัญหา “ครูตินมีคุกกี้ 25 ชิ้น กินไป 13 ชิ้น จะเหลือคุกกี้อยู่เท่าไรนะ” ครูนำเสนอคำสั่งที่ 1 “ให้นักเรียนติดแถบคุกกี้เพื่อหาจำนวนคุกกี้ที่เหลือจากแถบกระดาษให้ดูง่าย” และคำสั่งที่ 2 “ให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีการติดแถบกระดาษ” และแจกใบงานให้นักเรียนแต่ละคน ขณะนักเรียนแก้ปัญหาครูผู้สอนและครูผู้สังเกตทำหน้าที่สังเกตและบันทึกแนวคิดของนักเรียน จากนั้นครูเลือกแนวคิดมานำเสนอและร่วมกันอภิปรายกับนักเรียน ลำดับการสอนที่ 2 ครูนำเสนอคำสั่งที่ 3 “ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์” จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายประโยคสัญลักษณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา และตรวจสอบวิธีการคิดของตนเองและของเพื่อน และสรุปประโยคสัญลักษณ์ที่เหมาะสม

1.1) ความรู้เกี่ยวกับทักษะและวิธีการเฉพาะ

จากกิจกรรมพบว่า นักเรียนอธิบายแนวคิดของตนเองโดยติดแถบสีฟ้าด้านบนและแถบสีชมพูด้านล่าง และมีกรอบอธิบายแนวคิดของตนเอง ดังโพรโตคอล

T : อะ อันส ติดยงั อะครุเห็นแล้วกัน เเดินดูทั้งห้องแล้วมีสองแบบ แคสองแบบเอง แบบแรกเขาติดแบบนี้ บ๊ีบ (ติดแถบคุกกี้สีชมพูบนกระดาษ) คิดว่าเขาทำอะไรต่อ

S1 : เอาอันนี้แปะข้างล่าง อันนี้แปะข้างล่าง

T : แปะข้างล่าง แปะข้างบน ได้หมดละนะ แปะข้างบน แปะข้างล่าง แปะข้างล่าง (ติดแถบคุกกี้สีฟ้าด้านล่าง) อ่า (ลากเสียงยาว)



S3 : มีสามแบบหรือเปล่า

T : สามแบบ

S1 : จับคู่กันสิครุ

T : แปะข้างล่างแปะข้างบนก็

S1 : ก็เหมือนกัน แล้วแต่คนจะแปะ

จากโพรโตคอลข้างต้น นักเรียนบอกแนวคิดของตนเองในการติดแถบกระดาษตามสถานการณ์ปัญหา ดังข้อความ “เอาอันนี้แปะข้างล่าง อันนี้แปะข้างล่าง” จากข้อความดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาของ

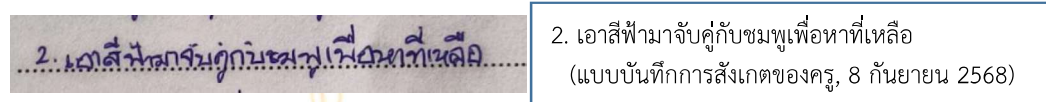


นักเรียนด้วยการนำแถบกระดาษสีฟ้าติดด้านบน กระดาษสีชมพูติดด้านล่าง สอดคล้องกับผลงานของนักเรียนที่เขียนว่า “เอาคูกี้ที่กินไปอยู่ด้านบนให้ตรงกับคูกี้ด้านล่าง” เปรียบเทียบโดยการวางส่วนที่กินไป ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แนวคิดการติดแถบกระดาษแบบเปรียบเทียบของนักเรียน กิจกรรมคูกี้จ๋า 1

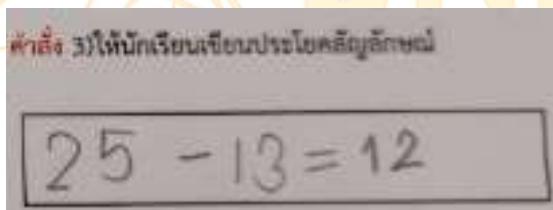
สอดคล้องกับข้อมูลจากแบบบันทึกการสังเกตของครูผู้สังเกต ในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 บันทึกการสังเกตคำสั่งที่ 1และ2 กิจกรรมคูกี้จ๋า 1

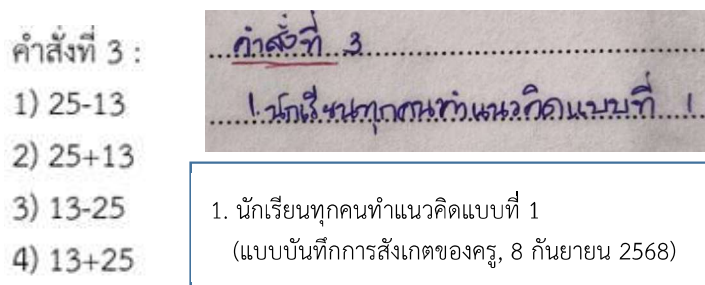
จากโพโตคอล ผลงานของนักเรียนและบันทึกการสังเกตของครูผู้สังเกต แสดงให้เห็นว่า นักเรียนอธิบายขั้นตอนการติดแถบกระดาษแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนรวมกับส่วนย่อยในสถานการณ์การลบ นั้นหมายถึงนักเรียนแสดงความรู้เกี่ยวกับทักษะและวิธีการเฉพาะ

จากนั้นครูเริ่มลำดับการสอนที่ 2 ครูนำเสนอคำสั่งที่ 3 “ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์” โดยนักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ในการดำเนินการด้วยเครื่องหมายลบ ดังผลงานของนักเรียน



ภาพที่ 5 แนวคิดการเขียนประโยคสัญลักษณ์ด้วยเครื่องหมายลบ (-) ของนักเรียน กิจกรรมคูกี้จ๋า 1

จากภาพที่ 5 ผลงานของนักเรียน พบว่า นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ $25 - 13 = 12$ แสดงให้เห็นถึงการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยการเขียนประโยคสัญลักษณ์ให้ตรงกับสถานการณ์ปัญหา และสอดคล้องกับแบบบันทึกการสังเกตของครูผู้สังเกต ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 บันทึกการสังเกตของครูผู้สังเกต คำสั่งที่ 3 กิจกรรมคูกี้จ๋า 1



จากผลงานของนักเรียนและบันทึกการสังเกตของครู แสดงให้เห็นว่า นักเรียนทุกคนได้เขียนประโยคสัญลักษณ์ด้วย 25 – 13 นั้นหมายถึงนักเรียนแสดงความรู้เชิงกระบวนการ

1.2) ความรู้เกี่ยวกับการเลือกวิธีการที่เหมาะสม

นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ดังโพรโตคอล

- T : เตียวว อ่ะ โอเค อ่ะทุกคนดูนะ เขาติดแบบนี้ (ติดแถบคูกี้สี่ ฟ้ำทับแถบคูกี้สี่ชมพู)
- S : อ้อ
- S1 : มันจะนับตรงนี้เลย (เขียนส่วนโค้งตรงแถบคูกี้สี่ชมพูที่เหลือ)
- T : หา
- S1 : มันจะนับจากตรงนี้เลย
- T : นับตรงนี้คืออะไร
- S1 : ก็คือสิบสองมันก็จะอยู่ตรงนี้เลย
- T : ก็คือคำตอบก็จะอยู่ตรงนี้เลย
- S : ใช่
- T : คำตอบก็อยู่นี่ ตรงนี้เลย (เขียนวงกลมล้อมรอบส่วนที่เหลือ)
- S2 : อันนี้ดูง่ายที่สุดนะ
- S1 : ไม่ต้องจับคู่แล้วอันนี้
- S3 : อันนี้ไม่ต้องจับคู่ มันก็มีคำตอบเลย



จากโพรโตคอลข้างต้น พบว่า นักเรียนพูดโต้แย้งกับเพื่อนและครู ดังคำพูด *มันจะนับตรงนี้เลย (เขียนส่วนโค้งตรงแถบคูกี้สี่ชมพูที่เหลือ)* “ก็คือสิบสองมันก็จะอยู่ตรงนี้เลย” “อันนี้ไม่ต้องจับคู่ มันก็มีคำตอบเลย” แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการตรวจสอบวิธีการคิดและผลลัพธ์แนวคิดที่ครูนำเสนอ และนำไปเป็นข้อสรุปของเรื่อง การติดแถบกระดาษแบบทับกันง่ายที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับแบบบันทึกการสังเกตของครูผู้สังเกต

คำสั่งที่ 1 :

- 1)
- 2)
- 3)

๖. เมื่อมีการนำเสนอแนวคิดแบบที่ 1 นักเรียนเห็นด้วยและคิดว่าง่ายที่สุด
และคิดง่ายที่สุด

สรุป
นักเรียนบอกว่าการติดแถบกระดาษแบบที่ 1 ง่ายที่สุดสามารถมองเห็นส่วนที่กินไปและส่วนที่เหลือไม่ต้องนับหรือโยงเหมือนแบบที่ 2 และ 3
ใช้เวลานับหรือโยงส่วนแบบที่ 2 เล. 3

๖. เมื่อมีการนำเสนอแนวคิดแบบที่ 1 นักเรียนเห็นด้วยและคิดว่าง่ายที่สุด
(แบบบันทึกการสังเกตของครู, 8 กันยายน 2568)

สรุป นักเรียนบอกว่าการติดแถบกระดาษแบบที่ 1 ง่ายที่สุดสามารถมองเห็นส่วนที่กินไปและส่วนที่เหลือไม่ต้องนับหรือโยงเหมือนแบบที่ 2 และ 3
(แบบบันทึกการสังเกตของครู, 8 กันยายน 2568)

ภาพที่ 7 บันทึกการสังเกตการอภิปรายและสรุปบทเรียนของครูผู้สังเกต กิจกรรมคูกี้จ๋า 1



จากโปรโตคอล ผลงานของนักเรียนและบันทึกการสังเกตของครู พบว่า นักเรียนมีการอภิปรายแนวคิดที่ครูนำเสนอและจึงนำไปสู่ข้อสรุป นั้นแสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้แสดงถึงความรู้เกี่ยวกับการเลือกวิธีการที่เหมาะสม

2. ผลการวิเคราะห์ความรู้เชิงกระบวนการ กิจกรรม แสตมป์

กิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์การลบในแนวตั้งโดยตัวเลขที่ตัวตั้งในหลักหน่วยน้อยกว่า ตัวลบในหลักหน่วย ทำให้ต้องยืมเลขในหลักสิบ โดยชั้นเรียนนี้มีลำดับการสอน 3 กิจกรรม ลำดับการสอนที่ 1 ครูเริ่มนำเสนอสถานการณ์ปัญหา “ครุมีแสตมป์อยู่ 45 ดวง ใช้ไป 27 ดวง เหลือแสตมป์อยู่เท่าไรนะ” และติดรูปภาพบนกระดาน จากนั้นครูนำเสนอคำสั่งที่ 1 “ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์” และแจกใบงานให้นักเรียนแต่ละคน ขณะนักเรียนแก้ปัญหาครูผู้สอนและครูผู้สังเกตทำหน้าที่สังเกตและบันทึกแนวคิดของนักเรียน จากนั้นร่วมกันสรุปวิธีการเขียนประโยคสัญลักษณ์ ซึ่งนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

ลำดับการสอนที่ 2 ครูนำเสนอคำสั่งที่ 2 “ให้นักเรียนแสดงวิธีการลบโดยใช้บล็อก พร้อมเขียนอธิบาย” และครูแจกบล็อกไม้ให้นักเรียนทำกิจกรรม จากนั้นนักเรียนตรวจสอบวิธีการคิดของตนเองและของเพื่อน และสรุปว่าต้องนำออกจากกลุ่มสิบและกลุ่มหน่วยง่ายและเร็วที่สุด

ลำดับการสอนที่ 3 ครูนำเสนอคำสั่งที่ 3 “ให้นักเรียนแสดงวิธีการคำนวณในแนวตั้ง พร้อมเขียนอธิบาย” จากนั้นร่วมกันสรุปวิธีการลบในแนวตั้ง ซึ่งนักเรียนสรุปร่วมกันว่าต้องมีการยืม จากนั้นก่อนสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนครูและนักเรียนร่วมกันสรุปรวมสิ่งที่ได้จากการทำกิจกรรมในวันนี้ นักเรียนสรุปกันว่า ถ้าตัวตั้งลบกับตัวลบไม่ได้ให้ยืมตัวหน้า

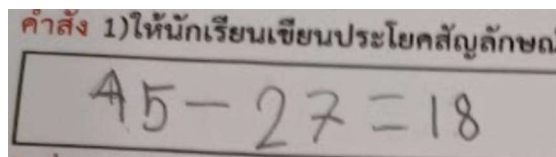
2.1) ความรู้เกี่ยวกับทักษะและวิธีการเฉพาะ

จากลำดับการสอนที่ 1 พบว่า นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ $45 - 27 =$ มีการอธิบายแนวคิดที่เกิดขึ้นดังโปรโตคอลดังนี้

- T : อะ ประโยคสัญลักษณ์ต้องเขียนยังไง ทำไงดี
S1 : $45-27 =$
S2 : เท่ากับ 22
Sa : เท่ากับ 12
T : ไม่สนใจคำตอบ ดูประโยคสัญลักษณ์ก่อน
S3 : 18 ไม่ใช่่อ
Sa : 12 (เด็กหลายคนยืนยันคำตอบ)



จากโปรโตคอลข้างต้น นักเรียนพูดวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ดังคำพูด “ $45-27 =$ ” ซึ่งยังมีผลงานของนักเรียนที่เขียนว่า “ $45-27 = 18$ ”



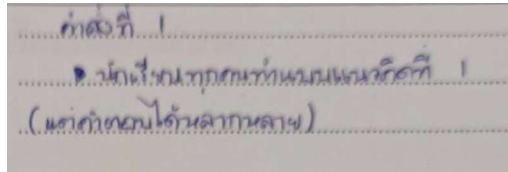
ภาพที่ 8 แนวคิดการเขียนประโยคสัญลักษณ์ด้วยเครื่องหมายลบ (-) ของนักเรียน กิจกรรมแสตมป์

จากคำพูดและใบกิจกรรมดังกล่าวแสดงให้เห็นนักเรียนสามารถวิเคราะห์การบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาการลบจากการเขียนประโยคสัญลักษณ์ $45 - 27$ และยังมีข้อมูลจากแบบบันทึกของครูผู้สังเกตดังข้อความ “นักเรียนทุกคนทำแบบแนวคิดที่ 1 (แต่คำตอบได้หลากหลาย)” แสดงให้เห็นในชั้นเรียนนี้มีความรู้ในเรื่องกระบวนการเขียนประโยคสัญลักษณ์ด้วยการเขียนประโยคสัญลักษณ์ด้วยการลบ ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาในคานนี้



คำสั่งที่ 1 :

- 1) $45 - 27 =$
- 2) $45 + 27 =$
- 3) $27 - 45 =$



คำสั่งที่ 1
นักเรียนทุกคนทำแบบแนวคิดที่ 1
(แต่คำตอบได้หลากหลาย)
(แบบบันทึกการสังเกตของครู, 1
ตุลาคม 2568)

ภาพที่ 9 บันทึกการสังเกตของครูผู้สังเกต คำสั่งที่ 1 กิจกรรมแสดมปี

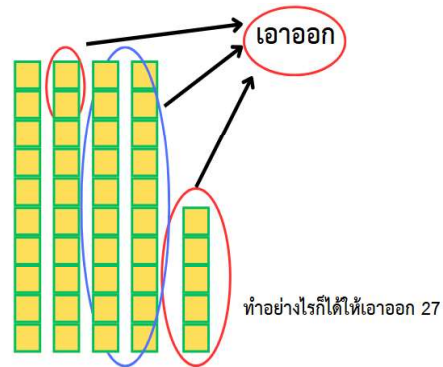
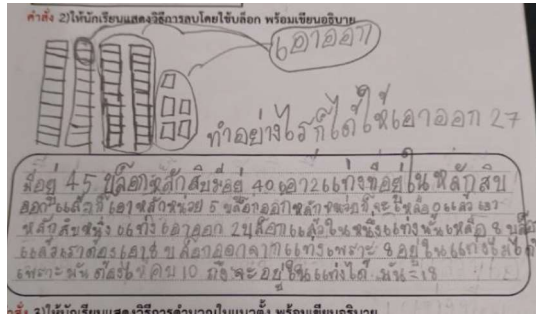
จากโปรโตคอล ผลงานของนักเรียนและบันทึกการสังเกตของครู แสดงให้เห็นว่า นักเรียนอธิบายขั้นตอนการเขียนประโยคสัญลักษณ์ในสถานการณ์การลบ นั้นหมายถึงนักเรียนแสดงความรู้เชิงกระบวนการ จากนั้นเมื่อมีดำเนินลำดับการสอนที่ 2 พบแนวคิดดังต่อไปนี้

(1) แนวคิดที่ 1 นำบล็อกออกจากกลุ่มสิบและกลุ่มหน่วย มีการอธิบายแนวคิดที่เกิดขึ้น

- T : อะ กลุ่มนี้เอาออกยังไงครับ มีอยู่ 45 เอาออกยังไงครับ
- S2 : เอาออก 25 แล้วเอาออก 2 อัน (เอาแท่งสิบ 2 แท่ง กับบล็อก 5 ออก แล้วเอาอีก 2 บล็อกในหลักสิบออก)
- S10 : คว่า แล้วก็เอาออกมา เพราะจะเอาออกได้ง่าย(พร้อมเอา 8 บล็อกที่เหลือจากการเอาออก 2 บล็อกออกจากวางสิบ)
- T : แล้วเหลือเท่าไรครับ
- Sa : แล้วเหลือ 18
- T : เอาออกไปเท่าไร
- Sa : เอาออกไป 27



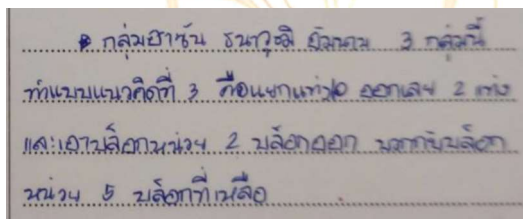
จากโปรโตคอลข้างต้น นักเรียนพูดและแสดงวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ดังคำพูดและพฤติกรรม “เอาออก 25 แล้วเอาออก 2 อัน (เอาแท่งสิบ 2 แท่ง กับบล็อก 5 ออก แล้วเอาอีก 2 บล็อกในหลักสิบออก)” “ คว่า แล้วก็เอาออกมา เพราะจะเอาออกได้ง่าย(พร้อมเอา 8 บล็อกที่เหลือจากการเอาออก 2 บล็อกออกจากวางสิบ) ” “แล้วเหลือ 18” จากคำพูดและพฤติกรรม นั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนเอา 25 ด้วยการนำแท่งสิบ 2 แท่งออกก่อนแล้วนำ 5 ที่เป็นบล็อกหน่วยออกไป 5 ทำให้ยังขาดอีก 2 บล็อกจะครบ 27 จึงเอา 2 จากแท่งสิบมา 2 ได้ครบ 27 และยังมีใบกิจกรรมที่นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหา ดังข้อความและการแสดงดังรูป



มืออยู่ 45 บล็อกหลักสิบมืออยู่ 40 เอา 2 แท่งที่อยู่ในหลักสิบออกแล้วก็เอาหลักหน่วย 5 บล็อกออกหลักหน่วยก็จะเหลือ 0 แล้วเอาหลักสิบหนึ่งแท่งเอาออก 2 บล็อกแล้วในหนึ่งแท่งนั้นเหลือ 8 บล็อก แล้วเราต้องเอา 8 บล็อกออกจากแท่งเพราะ 8 อยู่ในแท่งไม่ได้เพราะมันต้องครบ 10 ถึงจะอยู่ในแท่งได้ มัน=18

ภาพที่ 10 แนวคิดการเอาออกบล็อกจากกลุ่มสิบและกลุ่มหน่วย กิจกรรมแอสแตมป์

และยังมีแบบบันทึกการสังเกตของครูผู้สังเกต ที่แสดงให้เห็นถึงวิธีการแสดงการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยเอาออกเป็นกลุ่มสิบและกลุ่มหน่วย

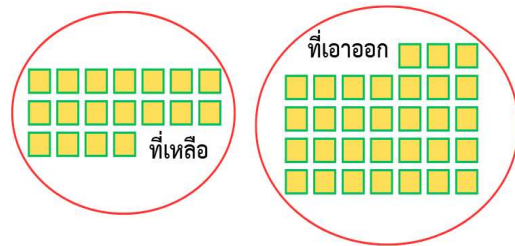
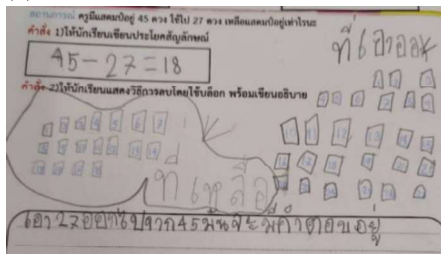


กลุ่มฮาซัน ธนาวุฒิ อัมมาน 3 กลุ่มนี้ ทำแบบแนวคิดที่ 3 คือ แยกแท่ง 10 ออกเลย 2 แท่ง และเอาบล็อกหน่วย 2 บล็อกออก บวกกับบล็อกหน่วย 5 บล็อกที่เหลือ (แบบบันทึกการสังเกตของครู, 1 ตุลาคม 2568)

ภาพที่ 11 บันทึกการสังเกตของครูผู้สังเกต คำสั่งที่ 2 กิจกรรมแอสแตมป์

จากโพรโตคอล ผลงานของนักเรียนและบันทึกการสังเกตของครู แสดงให้เห็นว่า นักเรียนอธิบายขั้นตอนการนำบล็อกออกจากกลุ่มสิบและกลุ่มหน่วยในเรื่องการลบที่ต้องมีการยืมด้วยคำพูดและการเขียนนั้นหมายถึงนักเรียนแสดงความรู้เชิงทักษะและวิธีการเฉพาะ

(2) แนวคิดที่ 2 นักเรียนเทบล็อกออกหมดแล้วนำออก 27 มีการอธิบายแนวคิดที่เกิดขึ้นดังใบกิจกรรม



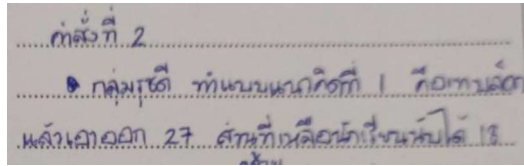
เอา 27 ออกไปจาก 45 มันจะมีคำตอบอยู่

ภาพที่ 12 แนวคิดการนำบล็อกออกทีละ 1 กิจกรรมแอสแตมป์

จากการวิเคราะห์ข้อความและวิธีการแสดงแก้ปัญหาตั้งข้อความ “เอา 27 ออกไปจาก 45 มันจะมีคำตอบอยู่” และการแสดงวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนเทบล็อกทั้งหมดออกจากแท่งสิบ แล้วนับออกทีละ 1 ซึ่งให้เห็น



ว่านักเรียนสามารถแก้ปัญหาการนำบล็อกออกได้ และยังมีแบบบันทึกของครูผู้สังเกตที่บอกถึงการแสดงการคิดแก้ปัญหาว่า “กลุ่มรูซติ ทำแบบแนวคิดที่ 1 คือเทบล็อกแล้วเอาออก 27 ส่วนที่เหลือนักเรียนนับได้ 18”



คำสั่งที่ 2
กลุ่มรูซติ ทำแบบแนวคิดที่ 1 คือเทบล็อกแล้วเอา
ออก 27 ส่วนที่เหลือนักเรียนนับได้ 18
(แบบบันทึกการสังเกตของครู, 1 ตุลาคม 2568)

ภาพที่ 13 บันทึกการสังเกตคำสั่งที่ 2 กิจกรรมแสดมภ์

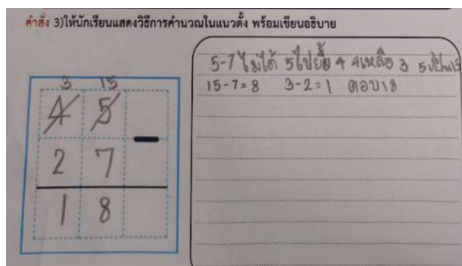
จากผลงานของนักเรียนและบันทึกการสังเกตของครู แสดงให้เห็นว่า นักเรียนอธิบายขั้นตอนการลบด้วยบล็อกด้วยการเทบล็อกแล้วนับลบ นั้นหมายถึงนักเรียนแสดงความรู้เกี่ยวกับทักษะและวิธีการเฉพาะ

จากนั้นเมื่อมีดำเนินลำดับการสอนที่ 3 พบแนวคิดดังต่อไปนี้

(1) แนวคิดที่ 1 การลบในแนวตั้งที่มีการยืมในหลักถัดไป มีการอธิบายแนวคิดที่เกิดขึ้นดังโพรโตคอล

- T : อีกแนวคิดหนึ่ง แบบไหนยืมอ้อ?
Sa : ซ้ายครู
S5 : 5 - 7 ไม่ได้
T : 5 - 7 ไม่ได้ไปยืม 4 (4 หมายถึง 4 ในหลักสิบ)
Sa : ยืม 4 เหลือ 3
T : อ้อ เหลือ 3 ครูตั้งไว้ข้างบนนะ (ตั้งเลข 3 ไว้ด้านบนตัวเลข 4)
S10 : 5 เป็น 15
T : ทำไม่ถึงเป็น 15 ละ
S2 : ก็ไปยืม 10 ซ่างหน้า

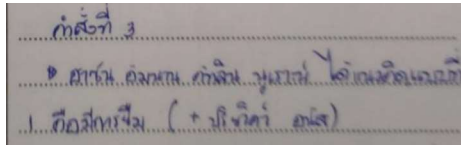
จากโพรโตคอลข้างต้น นักเรียนพูดวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ดังคำพูด “5 - 7 ไม่ได้” “ยืม 4 เหลือ 3” “5 เป็น 15” “ก็ไปยืม 10 ซ่างหน้า จากคำพูด นั้นแสดงให้เห็นว่า นักเรียนแก้ปัญหาลบในแนวตั้งที่ตัวตั้งลบกับตัวลบไม่ได้ด้วยการยืม 10 ในหลักสิบ และยังมีใบกิจกรรมที่นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหา ดังข้อความและการแสดงดังรูป “5 - 7 ไม่ได้ 5 ไปยืม 4 4 เหลือ 3 5 เป็น 15 15 - 7 = 8 3 - 2 = 1 ตอบ 18” พบว่า ที่นักเรียนได้อธิบายการแก้ปัญหของตนเองด้วยการตั้งยืมเลขที่มีค่ามากกว่าในหลักสิบ



5 - 7 ไม่ได้ 5 ไปยืม 4 4 เหลือ 3 5 เป็น 15
15 - 7 = 8 3 - 2 = 1 ตอบ 18

ภาพที่ 14 แนวคิดการลบในแนวตั้งที่มีการยืมในหลักสิบ กิจกรรมแสดมภ์

ซึ่งสอดคล้องกับแบบบันทึกการสังเกตของครูผู้สังเกต



คำสั่งที่ 3
ฮาซัน อัมมาน คัทลิน นูเราะห์ ได้แนวคิดแบบที่
1 คือมีการยืม (+ ปริยวิศร อนัส)
(แบบบันทึกการสังเกตของครู, 1 ตุลาคม 2568)

ภาพที่ 15 บันทึกการสังเกตคำสั่งที่ 3 กิจกรรมแสดมภ์

จากโปรโตคอล ผลงานของนักเรียน และบันทึกการสังเกตของครู แสดงให้เห็นว่า นักเรียนอธิบายด้วยการพูดและเขียนขั้นตอนการลบในแนวตั้งเมื่อตัวตั้งในหลักหน่วยมีค่าน้อยกว่าตัวลบในหลักหน่วยโดยมีการยืมเลขในหลักสิบ นั้นหมายถึงนักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะและวิธีการเฉพาะ

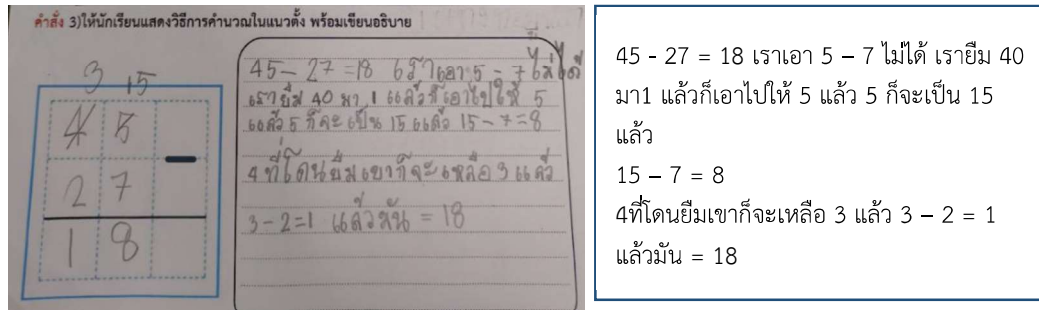
2.2) ความรู้เกี่ยวกับการเลือกวิธีการที่เหมาะสม

นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ดังโปรโตคอล

- T : ได้คำตอบเป็น (เขียนเลข 22 บนกระดาน)
Sa : ฮะ
- S1 : ไม่เอา (เพราะตัวเองทำแนวคิดที่ 1 ไม่อยากขึ้นกระดาน)
S2 : มันไม่ใช่แบบการยืม
S4 : มันต้องยืม
- T : ดานินได้เท่าไร
Sa : 18 (ลากเสียงยาว)
T : ยืมยังไง ยืมตั้งแบบนี้่อ อ่าวไม่มีใครตอบ
S1 : 5 - 7 ไม่ได้ต้องไปยืมหลักสิบ (พร้อมเดินออกมาชี้ การลบแนวคิดที่ 1)
T : เมื่อกี้ครูถาม 5-7 เท่ากับ 2
S1 : 5 - 7 ไม่ได้
S2 : 5 - 7 ไม่ได้ 5 ต้องยืมสิบ
T : อ่าวลบไม่ได้อ้อ



จากโปรโตคอลข้างต้น แสดงให้เห็นว่า นักเรียนตรวจสอบแนวคิดและผลลัพธ์เสนอข้อโต้แย้งกับเพื่อนและครู ด้วยการ พูด แสดงท่าทาง ความสามารถกระบวนการแก้ปัญหา ตั้งคำถามและพฤติกรรม “ได้คำตอบเป็น (เขียนเลข 22 บนกระดาน)” “ฮะ” “มันต้องยืม” “5 - 7 ไม่ได้ต้องไปยืมหลักสิบ (พร้อมเดินออกมาชี้ การลบแนวคิดที่ 1)” “5 - 7 ไม่ได้ 5 ต้องยืมสิบ” และยังมีใบกิจกรรมที่นักเรียนเขียนตรวจสอบวิธีคิดการคำนวณการลบในแนวตั้งตั้งข้อความและรูปดังนี้



ภาพที่ 16 แนวคิดการลบในแนวตั้งที่มีการยืมในหลักสิบ กิจกรรมแสดมภ์

จากโปรโตคอล ผลงานของนักเรียนและบันทึกการสังเกตของครู แสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้อภิปรายในเรื่องของการลบในแนวตั้งที่ตัวตั้งในหลักหน่วยน้อยกว่าตัวลบในหลักหน่วยและจึงสรุปว่าต้องมีการยืมนั้นหลักถัดไป นั้นหมายถึงนักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเลือกวิธีการที่เหมาะสม

ตารางที่ 1 สรุปความรู้เชิงกระบวนการของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหา

แผนการจัดการเรียนรู้	ความรู้เชิงกระบวนการ	
	ความรู้เกี่ยวกับทักษะและวิธีการเฉพาะ	ความรู้เกี่ยวกับการเลือกวิธีการที่เหมาะสม
1. กิจกรรม คู่ก็จ้า 1	✓	✓
2. กิจกรรม คู่ก็จ้า 2	✓	✓
3. กิจกรรม เก็บสตอเบอร์รี่จ้า 1	✓	✓
4. กิจกรรม เก็บสตอเบอร์รี่จ้า 2	✓	✓
5. กิจกรรม แสดมภ์	✓	✓

(ที่มา: ฟาฮู๊ด บากา, 2568)

จากตารางที่ 1 ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาค้นพบความรู้เชิงกระบวนการของนักเรียนครบทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ความรู้เกี่ยวกับทักษะและวิธีการเฉพาะ นักเรียนอธิบายด้วยการพูด เขียน และแสดงท่าทางประกอบการนำเสนอแนวคิดของตนเอง และ 2) ความรู้เกี่ยวกับการเลือกวิธีการที่เหมาะสม นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเสนอข้อโต้แย้งกับแนวคิดของเพื่อนพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบข้อโต้แย้งเหล่านั้น

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า ชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการแบบเปิด นักเรียนแสดงความรู้เชิงกระบวนการ ดังนี้ 1) ความรู้เกี่ยวกับทักษะและวิธีการเฉพาะ นักเรียนอธิบายแนวคิดของตนเองด้วยการ พูด เขียน และแสดงท่าทาง 2) ความรู้เกี่ยวกับการเลือกวิธีการที่เหมาะสม นักเรียนอภิปราย โต้แย้งแนวคิดของเพื่อน และเสนอเหตุผลประกอบการอภิปรายและข้อโต้แย้ง โดยเริ่มจากการอธิบายแนวคิดการดำเนินการ ไปสู่การใช้กฎและการดำเนินการการลอบอย่างมีลำดับขั้น และสามารถตรวจสอบเหตุผลได้ วิธีการเรียนรู้แบบเปิดช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเชิงกระบวนการ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (Star, 2005) กล่าวไว้ว่า ความรู้เชิงกระบวนการ คือ ความสามารถในการดำเนินการตามลำดับขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหา ประกอบด้วยความรู้สองอย่างคือ ความรู้เกี่ยวกับทักษะและวิธีการและความรู้เกี่ยวกับการเลือกวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย (สุวรรณณี เพลียนรัมย์ และเกษม เปรมประยูร, 2563) ได้ศึกษาความคล่องแคล่วเชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิด ผลการวิจัยพบว่า ความคล่องแคล่วเชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่องพื้นที่ ในชั้นเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด มีดังนี้ 1) นักเรียนสามารถในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ หลากหลายได้ด้วยตนเอง 2) นักเรียนสามารถเขียนและอธิบายวิธีการที่ได้มาอย่างสมเหตุสมผล



- สุดาทิพย์ หาญเชิงชัย. (2562). การพัฒนาสมรรถนะการปฏิบัติการสอนของครูคณิตศาสตร์และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยการศึกษาระดับชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด (รายงานผลการวิจัย). ภูเก็ต: มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.
- สุดาทิพย์ หาญเชิงชัย และ เตือนใจ ศักดิ์สองเมือง. (2564, กันยายน-ธันวาคม). การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิด. วารสารสหวิทยาการสังคมศาสตร์และการสื่อสาร, 4(3), 54 – 64.
- สุดาทิพย์ หาญเชิงชัย (2565). รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการปฏิบัติการสอนของครูคณิตศาสตร์และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยการศึกษาระดับชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. ภูเก็ต: มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
- สุดาทิพย์ หาญเชิงชัย, จุฬาลักษณ์ ใจอ่อน และ วิภาพร สุทธิอัมพร. (2566). รายงานการวิจัย เรื่อง การปฏิรูปการสอนที่เน้นการพัฒนาสมรรถนะการคิดขั้นสูงในเขตพื้นที่อันดามัน. (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.
- สุวรรณี เปลี่ยนรัมย์ และ เกษม เปรมประยูร. (2563, มกราคม - เมษายน). ความคล่องแคล่วเชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิด. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 31(1), 85 – 98
- NCTM (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA:NCTM.
- Star, J. R. (2005, November). Reconceptualizing procedural knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36(5), 404–411.

