

การพัฒนาการใช้กระดานดำแบบญี่ปุ่นของครูคณิตศาสตร์ ด้วยการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

นุรฮุดา หมีนอม^{1*}, สุดาทิพย์ หาญเชิงชัย², วิภาพร สุทธิอัมพร³ และ สุริพร บุญเมือง⁴

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

*ผู้ประสานงาน : nurhuda19105@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการใช้กระดานดำแบบญี่ปุ่นของครูคณิตศาสตร์ด้วยการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยกรณีศึกษา กลุ่มเป้าหมายใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง คือ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา จำนวน 3 คน ของโรงเรียนเทศบาลวัดขจรรังสรรค์ ปีการศึกษา 2565 ซึ่งเป็นโรงเรียนที่ใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดตั้งแต่ปีการศึกษา 2562 เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้และแผนการใช้กระดานดำ แบบบันทึกภาคสนาม เครื่องบันทึกวิดีโอทัศน์และเสียง เก็บรวบรวมข้อมูลในปีการศึกษา 2565 ตามกระบวนการการศึกษาชั้นเรียน ข้อมูลวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้และแผนการใช้กระดานดำ โปรโตคอลการจัดการเรียนการสอน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ ตามกรอบแนวคิดระดับการใช้กระดานดำของ Yoshida (2005)

ผลการวิจัยพบว่า การใช้กระดานดำแบบญี่ปุ่นของครูคณิตศาสตร์ มีดังนี้ ในระยะแรก พบว่า การใช้กระดานดำของครูอยู่ในระดับที่ 1 ครูตีผลงานของนักเรียนบนกระดาน มีการบันทึกข้อมูลและเน้นแนวคิดสำคัญแต่ไม่ได้เชื่อมโยงแนวคิด ระยะที่สอง พบว่า การใช้กระดานดำของครูอยู่ในระดับที่ 2 ครูบันทึกสถานการณ์ปัญหาและสร้างการเชื่อมโยงบนกระดานโดยใช้ข้อลึกลับอย่างมีจุดประสงค์ที่แตกต่างกัน ระยะที่สาม พบว่า การใช้กระดานดำของครูอยู่ในระดับที่ 3 ครูบันทึกข้อสรุปแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้สถานการณ์ปัญหาบนกระดาน และบันทึกความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบและอภิปรายแนวคิดด้วยตนเอง มีการบันทึกบนกระดานอย่างเป็นระเบียบเพื่อส่งเสริมทักษะการจัดบันทึกของนักเรียน

คำสำคัญ : การใช้กระดานดำแบบญี่ปุ่น การศึกษาชั้นเรียน วิธีการแบบเปิด

The Development of Mathematics Teachers' Using Japanese Blackboard through Lesson Study and Open Approach

Nurhuda Meen-om¹, Sudatip Hancherngchai², Wipaporn Suttimaporn³ and
Suriporn Bunmuang⁴

Department of Mathematics, Faculty of Education, Phuket Rajabhat University

*Corresponding author: nurhuda19105@gmail.com

Abstract

The objective of this research was to develop teachers' using Japanese blackboard through Lesson Study and Open Approach. The case study methodology was used in this research. The target group was 3 mathematics teachers who teach in Wat Kajorn Rangsan Municipal School, Phuket province which used Lesson Study and Open Approach innovation since 2020. Research tools include lesson plans and blackboard plans, field notes, videos, and IC recorders. Data were collected in the 2022 academic year following the Lesson Study processes. Data were lesson plans and blackboard plans, protocol in classroom teaching. Data were analyzed through content analysis and descriptive analysis following the theoretical framework of the level of using the blackboard by Yoshida (2005).

The result revealed that mathematics teachers used Japanese blackboards including the first phase, teachers used blackboards in level 1 teachers presented the students' ideas on the blackboard and highlight the important ideas but disconnected their ideas. In the second phase, the teachers record the problem situation and make connections on the board using colored chalk for different purposes. And the third phase, teachers used blackboards in level 3 teachers recorded the summarized ideas that be appropriate to solving the problem situations, and noted the new knowledge. In addition, teachers organized and connected the student's ideas orderly for encouraging students' writing skills.

Keywords: Japanese Blackboard, Lesson Study, Open Approach

บทนำ

สภาพการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของครูไทยส่วนใหญ่ยังสอนแบบเดิม ครูส่วนใหญ่ให้ความสำคัญเฉพาะผลลัพธ์ หรือคำตอบของนักเรียนและไม่ได้ให้ความสำคัญกับกระบวนการหรือแนวคิดของนักเรียน ครูคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีนวัตกรรมการสอนที่จะนำมาพัฒนาชั้นเรียน เพื่อให้ชั้นเรียนคณิตศาสตร์มีความเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นทั้งต่อครูและนักเรียน เปลี่ยนมุมมองเกี่ยวกับการสอนที่ไม่ได้เน้นเพียงผลลัพธ์ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557 อ้างถึงใน สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2561) ซึ่งการนำวิธีการสอนที่เรียกว่าวิธีการแบบเปิด จะเป็นปัญหาที่ไม่สมบูรณ์หรือปัญหาปลายเปิด โดยจะถูกนำเสนอในช่วงแรกของการสอน จากนั้นเป็นการใช้คำตอบที่หลากหลาย ซึ่งเป็นการเตรียมประสบการณ์ในการค้นหาสิ่งใหม่ๆ ในกระบวนการเรียนการสอนนั้น สิ่งนี้สามารถรวมความรู้ ทักษะหรือวิธีการคิดของนักเรียนที่เรียนผ่านมาแล้ว ในการพัฒนาปัญหาปลายเปิดครูผู้ป้อนมีประสบการณ์มายาวนาน ดังนั้นพวกเขาจึงสามารถออกแบบปัญหาปลายเปิดด้วยตัวพวกเขาเอง ขณะที่ครูไทยมีความคุ้นเคยกับการนำเสนอปัญหาใหม่ไปยังนักเรียนผ่านการยกตัวอย่างและแบบฝึกหัด จึงเป็นเรื่องยากสำหรับพวกเขาในการออกแบบปัญหาปลายเปิดในแผนการสอน นับว่าเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีของการศึกษาชั้นเรียน (Inprasitha, 2006 อ้างถึงใน สุดาทิพย์ หาญเชิงชัย, จุฬาลักษณ์ ใจอ่อน และวิภาพร สุทธิอัมพร, 2562)

สำหรับประเทศไทยการปรับใช้การศึกษาชั้นเรียนได้พัฒนาควบคู่มากับการพัฒนาการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดหรือที่เรียกว่าวิธีการแบบเปิดตั้งแต่ปี ค.ศ.2002 จนกระทั่งถึงปัจจุบัน การศึกษาชั้นเรียนประกอบด้วย 3 ขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ การร่วมกันวางแผน การจัดการเรียนรู้การร่วมกันสังเกตชั้นเรียน และการร่วมกันสะท้อนผลชั้นเรียน ส่วนวิธีการแบบเปิดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน และ 4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ผลของการปรับใช้การศึกษาชั้นเรียนที่บูรณาการเข้ากับวิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า การบูรณาการดังกล่าวช่วยปรับปรุงการสอนของครูและการเรียนรู้ของนักเรียนได้จริง (Inprasitha, 2011 อ้างถึงใน สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง, 2561)

ตามที่ Baldry et al. (2022) ได้พบว่า คุณลักษณะเด่นสามประการของการปฏิบัติงานของครู คือ การวางแผนบทเรียนโดยละเอียดซึ่งจัดลำดับความสำคัญของการแก้ปัญหาเฉพาะสำหรับการอภิปราย การให้เวลากับนักเรียนในการเปรียบเทียบวิธีแก้ปัญหาเพื่อเป็นทางเลือก และวิธีที่ครูใช้กระดานเพื่อสนับสนุนการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ให้มีความสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Ninomiya (2010 อ้างถึงใน เจนสมุทร แสงพันธ์ และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2554) ได้กล่าวถึงวิธีการใช้กระดานดำที่มีประสิทธิภาพว่า หัวใจสำคัญอย่างหนึ่งในชั้นคณิตศาสตร์แบบญี่ปุ่น กระดานดำไม่ใช่เป็นเพียงแค่พื้นที่ของครูสำหรับเขียนคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น แต่ยังเป็นวิธีการที่กระตุ้นส่งเสริมภาพรวมที่ดีขึ้นของชั้นเรียนในตัวของมันเองด้วย ทั้งนี้ Yoshida (2003 อ้างถึงใน เจนสมุทร แสงพันธ์ และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2554) ได้กล่าวว่า โดยส่วนใหญ่แล้วครูจะติดหรือเขียนทุกสิ่งไว้บนกระดานระหว่างบทเรียนนั้นโดยไม่ลบ ด้วยการที่ไม่ลบข้อความบนกระดานนี้เองนักเรียนจึงสามารถวางแผนหรือติดตามผลงานของตนเองบนกระดานได้อย่างมีระบบ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบแนวคิดในการแก้ปัญหา

ที่แตกต่างกันได้ที่บันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งหมดในชั้นเรียนหรือของบทเรียนนั้นๆ ได้ ซึ่งทำให้ทั้งครูและนักเรียนมองเห็นภาพรวมของบทเรียนในชั่วโมงนั้นๆ ได้ว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้าง

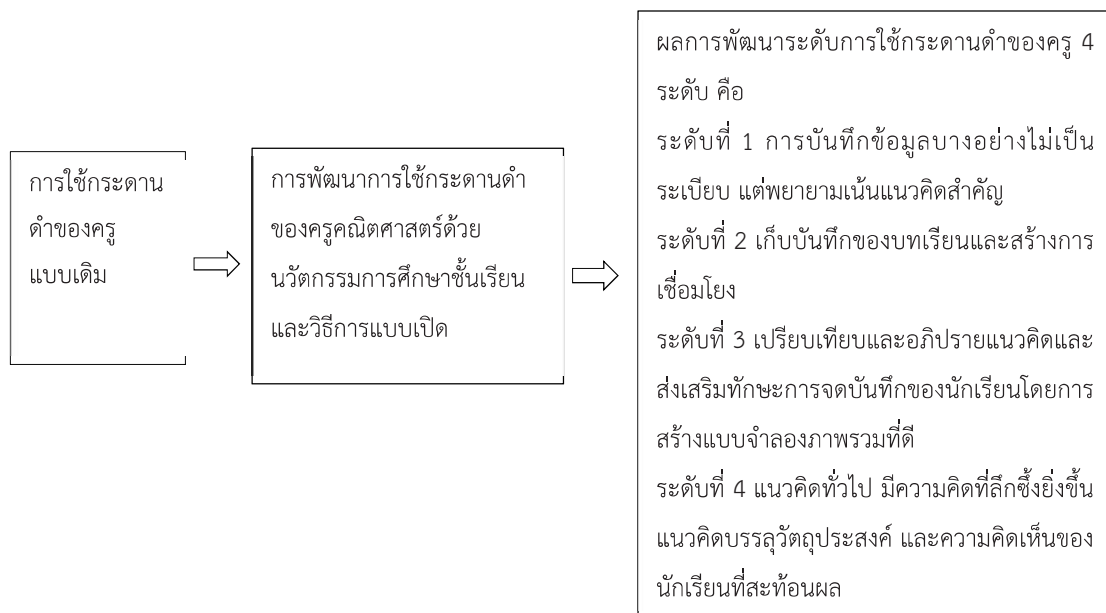
จากแนวคิดเกี่ยวกับการใช้กระดานดำแบบญี่ปุ่นที่ได้กล่าวไปข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าการใช้กระดานดำถือเป็นความรู้และทักษะในเชิงวิชาชีพที่ครูจำเป็นต้องอาศัยการเรียนรู้ ซึ่ง Yoshida (2005) ได้กล่าวถึง ระดับความซับซ้อนของการใช้กระดานดำไว้ 4 ระดับ คือ ระดับที่ 1 การบันทึกข้อมูลบางอย่างไม่เป็นระเบียบ แต่พยายามเน้นแนวคิดสำคัญ ระดับที่ 2 เก็บบันทึกของบทเรียนและสร้างการเชื่อมโยง ระดับที่ 3 เปรียบเทียบและอภิปรายแนวคิดและส่งเสริมทักษะการจดบันทึกของนักเรียนโดยการสร้างแบบจำลองภาพรวมที่ดี และระดับที่ 4 มีความคิดที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น แนวคิดและความคิดเห็นของนักเรียนที่สะท้อนผล

ในห้องเรียนคณิตศาสตร์ของไทย โดยส่วนใหญ่จะเห็นว่าครูใช้กระดานดำสำหรับการเขียนโจทย์ปัญหาและแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามแนวทางและวิธีการของครูตลอดทั้งคาบ สำหรับนักเรียนก็มีหน้าที่จดบันทึกจากตัวอย่างและการแก้ปัญหาตามกระดาน การใช้กระดานดำในลักษณะดังกล่าวไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ และพัฒนาวิธีการคิดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทั้งที่กระดานดำถือเป็นสื่อหลักที่มีความจำเป็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู (ชูศักดิ์ อุดอินแก้ว และเจนสมุทร แสงพันธ์, 2556) จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาการใช้กระดานดำแบบญี่ปุ่นของครูในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่สอนด้วยการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาการใช้กระดานดำแบบญี่ปุ่นของครูคณิตศาสตร์ด้วยการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

กรอบแนวคิดการวิจัย/วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง



ภาพประกอบที่ 1 กรอบแนวคิดทางทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยหรือกรอบความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยคัดเลือกจากครูประจำการและนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ที่การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดและการศึกษาชั้นเรียนของโรงเรียนเทศบาลวัดขจรรังสรรค์ ปีการศึกษา 2565 จำนวน 3 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด โดยผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัยและผู้เชี่ยวชาญ ร่วมกันออกแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางวิธีการแบบเปิดและร่วมกันวางแผนผังการใช้กระดานดำ

2.2 แบบบันทึกการสังเกตชั้นเรียน เป็นแบบบันทึกบทบาทของครู คำถามที่ครูใช้กับนักเรียน และการใช้กระดานดำของครูผู้สอนจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

2.3 เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ ใช้สำหรับบันทึกภาพและเสียงของครูและนักเรียนขณะจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นข้อมูลหลักในงานวิจัยนี้

2.4 เครื่องบันทึกภาพนิ่ง ใช้สำหรับบันทึกภาพการจัดการเรียนการสอน และการใช้กระดานดำของครูผู้สอน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามระยะของกระบวนการการศึกษาชั้นเรียน ได้แก่ การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน การสังเกตชั้นเรียนร่วมกัน และการสะท้อนผลการสังเกตชั้นเรียนร่วมกัน โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้บันทึกวีดิทัศน์และเสียง ผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่บันทึกภาพนิ่ง โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดปีการศึกษา 2565 โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 การใช้กระดานดำของครูช่วงเริ่มต้น เก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 2565 เพื่อนำมาวิเคราะห์ระดับการใช้กระดานดำของครูในช่วงเริ่มต้น ระยะที่ 2 การพัฒนาการใช้กระดานดำของครูด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด เก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนกรกฎาคม 2565-มกราคม 2566 และระยะที่ 3 ผลการพัฒนาการใช้กระดานดำของครูด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด เก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม 2566

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลในการวิจัยนี้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ เอกสารแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีแผนการใช้กระดานดำ ข้อมูลการถอดข้อความจากวีดิทัศน์ และภาพนิ่ง ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ภาพ การวิเคราะห์เอกสารและการวิเคราะห์เนื้อหา จากนั้นผู้วิจัยใช้การบรรยายเชิงวิเคราะห์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามกรอบแนวคิดระดับการใช้กระดานดำของ Yoshida (2005)

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ระดับการใช้กระดานดำของครู (Yoshida, 2005) ทั้งหมด 3 ะยะมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการวิจัยระยะที่ 1 การใช้กระดานดำของครูช่วงเริ่มต้น กิจกรรมการบวกรรชา

กิจกรรมการบวกรรชา มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนแสดงวิธีการคำนวณการบวกจำนวนที่มีสองหลัก โดยครูกลุ่มเป้าหมายได้จัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด โดยครูกลุ่มเป้าหมายเขียนโจทย์การบวกบนกระดาน จากนั้นติดสื่อบล็อกและให้นักเรียนออกมาอธิบายวิธีการคิดของตนเองด้วยการจัดกระทำกับบล็อก



ภาพประกอบที่ 2 การใช้กระดานดำของครูคณิตศาสตร์จากกิจกรรมการบวกรรชา

จากภาพประกอบที่ 2 การใช้กระดานดำของครูคณิตศาสตร์จากกิจกรรมการบวกรรชา ครูบันทึกนำเสนอแนวคิดที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียวในแต่ละสถานการณ์ปัญหา ครูใช้การโยงเส้นเชื่อมโยงแต่คำอธิบายของนักเรียน พบว่า ระดับการใช้กระดานดำ อยู่ในระดับที่ 1 เนื่องจากครูใช้กระดานติดผลงานนักเรียนหลังจากให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง เป็นการบันทึกข้อมูลแบบไม่เป็นระบบระเบียบ แต่พยายามเน้นแนวคิดสำคัญ

2. ผลการวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนาการใช้กระดานดำของครูด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด กิจกรรมลูกอมลูกกวาด

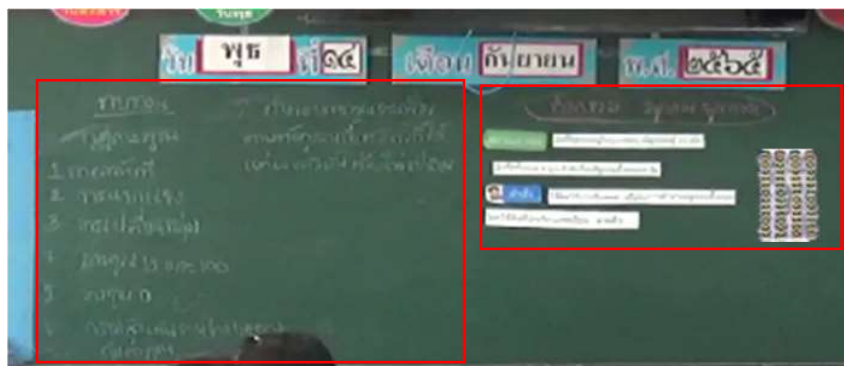
ครูกลุ่มเป้าหมายได้จัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด มีรายละเอียดดังนี้

ครูทบทวนความรู้เรื่องกฎการคูณที่นักเรียนเคยเรียนมาก่อนหน้านี้ และนำเสนอกิจกรรมลูกอมลูกกวาด ดัง โปรโตคอล Item 1 - Item 11 และภาพประกอบที่ 3 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

Item 1	ครู	เมื่อวานเราเรียนเรื่องกฎการอะไรไปบ้าง ลองทบทวนใหม่สิ
Item 2	นักเรียน	กฎการสลับที่
Item 3	นักเรียน	กฎการแจกแจง
Item 4	นักเรียน	กฎการเปลี่ยนกลุ่ม
Item 5	นักเรียน	กฎการคูณ 10 และคูณ 100
Item 6	นักเรียน	กฎการคูณ 0

Item 7	นักเรียน	กฎความสัมพันธ์ระหว่างผลคูณกับตัวคูณ
Item 8	นักเรียน	มีไหม
Item 9	ครู	อะไรมีไหม
Item 10	นักเรียน	คำตอบของการคูณจะเพิ่มตามตัวคูณหรือตัวตั้งก็ได้ แต่มันจะเพิ่มตัวที่ไม่เปลี่ยน
Item 11	ครู	วันนี้กิจกรรมของครูมีชื่อว่า ลูกอมลูกกวาด



ภาพประกอบที่ 3 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

จาก Item 1 - Item 11 และภาพประกอบที่ 3 พบว่า ขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ครูมีการเขียนบันทึกการทบทวนกฎของการคูณ กิจกรรม สถานการณ์ปัญหา และคำสั่งที่ต้องการให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหา แสดงถึงระดับการใช้กระดานดำ ระดับที่ 1 โดยครูบันทึกข้อมูลแบบเป็นระเบียบ แต่พยายามเน้นแนวคิดสำคัญเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการแก้สถานการณ์ปัญหา

2.2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน มีรายละเอียดดังนี้

ครูให้เวลานักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง และครูเดินสำรวจรอบห้องเพื่อสังเกตแนวคิดของนักเรียนแต่ละคน เพื่อนำแนวคิดมาเรียงลำดับในการนำเสนอบนกระดานได้อย่างมีระบบ ดังโปรโตคอล Item 14 - Item 17

Item 14	ครู	ไหนเราลองทำดูสิโดยใช้กฎการคูณที่เราเรียนมา
Item 15	นักเรียน	ใช้กฎการแจกแจง
Item 16	นักเรียน	ใช้แม่ 2 ในการคำตอบ
Item 17	ครู	มันไม่ยุ่งยากใช่ไหม

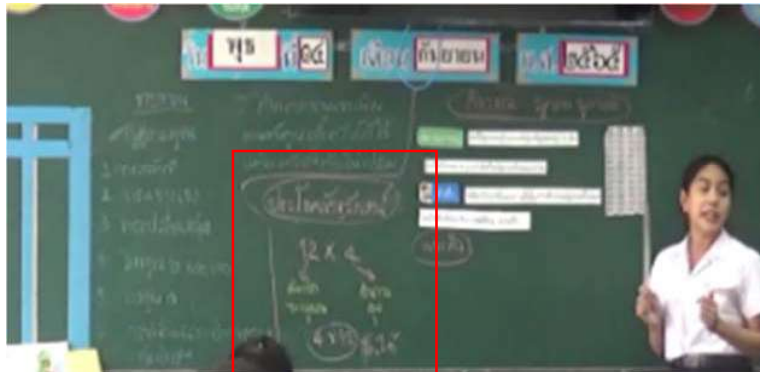
จาก Item 14 - Item 17 พบว่า ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ไม่พบการเขียนบันทึกบนกระดานของครู ซึ่งทำให้ไม่ปรากฏการณืระดับการใช้กระดานดำ

2.3 ขั้นตอนการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียน มีรายละเอียดดังนี้

ครูนำแนวคิดที่ได้จากการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน โดยครูนำแนวคิดมาเรียงลำดับเพื่อนำเสนอบนกระดาน และให้เวลานักเรียนในการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดของตนเองกับเพื่อนใน

ห้องเรียน ดังโปรโตคอล Item 20 - Item 24 และภาพประกอบที่ 4 เป็นการอภิปรายแนวคิดในการเขียนประโยคสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และครูบันทึกประโยคสัญลักษณ์ 12×4 และ 4×12

- | | | |
|---------|----------|---|
| Item 20 | ครู | เรามาดูการเขียนประโยคสัญลักษณ์กันก่อน ข้อนี้จะได้ประโยคสัญลักษณ์ว่า |
| Item 21 | นักเรียน | 12×4 |
| Item 22 | นักเรียน | 12 คือจำนวนลูกอม 4 คือ จำนวนถุง |
| Item 23 | ครู | เราจะเขียน 4×12 ได้ไหม |
| Item 24 | นักเรียน | ไม่ได้เพราะ ถ้าเราเอา 4 ไปคูณกับ 12 คือมีลูกอมอยู่ 4 เม็ดมีถุงอยู่ 12 ถุง |

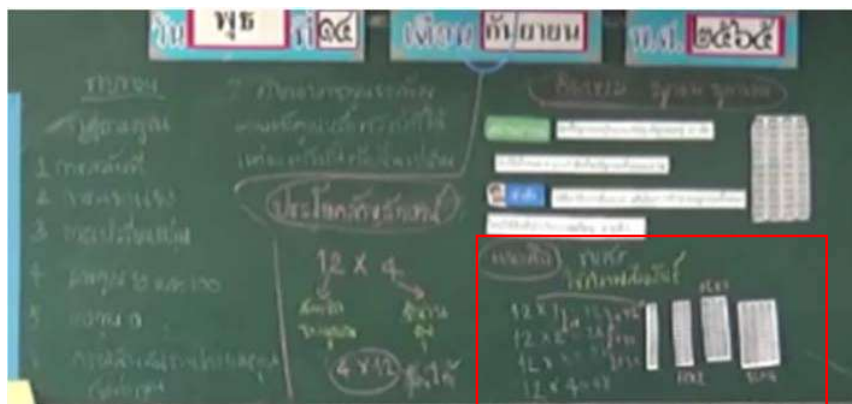


ภาพประกอบที่ 4 เป็นการอภิปรายแนวคิดในการเขียนประโยคสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

จาก Item 20 - Item 24 และภาพประกอบที่ 4 พบว่า ช่วงของการอภิปรายแนวคิดของนักเรียน ครูมีบันทึกข้อความการนำเสนอแนวคิดในการเขียนประโยคสัญลักษณ์ 12×4 และมีการบันทึกความคิดเห็นในช่วงอภิปราย ดังนี้ 12 คือ จำนวนลูกอม และ 4 คือ จำนวนถุง และ เขียนประโยคสัญลักษณ์ 4×12 ไม่ได้ แสดงถึงระดับการใช้กระดานดำระดับที่ 3 โดยครูบันทึกแนวคิดที่เกิดขึ้นบนกระดานที่เป็นการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบและอภิปรายแนวคิดด้วยตนเอง มีการบันทึกบนกระดานอย่างเป็นระเบียบ และโยงเส้นโดยใช้ชอล์กสีในการเชื่อมโยงตัวเลขกับข้อความที่เป็นความหมายของตัวเลข

โปรโตคอล Item 26 - Item 29 และภาพประกอบที่ 5 เป็นการอภิปรายแนวคิดของนักเรียนคนที่ 1 ในการแก้สถานการณ์ปัญหา 12×4 และครูบันทึกแนวคิดของนักเรียนคนที่ 1 โดยนักเรียนใช้กฎความสัมพันธ์ระหว่างตัวคูณกับคำตอบ ดังนี้

- | | | |
|---------|-----------------|---|
| Item 26 | นักเรียนคนที่ 1 | ใช้ความสัมพันธ์ของการคูณ |
| Item 27 | นักเรียน | ใช้การเพิ่มตามตัวคูณ |
| Item 28 | ครู | มาดูแนวคิดของธนสร จะเอา 12×1 ,
12×2 , 12×3 , 12×4 คำตอบจะเป็นยังไง |
| Item 29 | นักเรียน | มันจะเพิ่มที่จะ 12 เพิ่มตามตัวตั้ง ตัวคูณจะเพิ่มทีละ 1 |

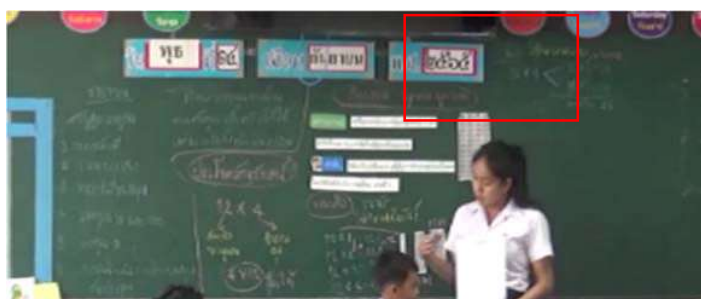


ภาพประกอบที่ 5 เป็นการอภิปรายแนวคิดของนักเรียนคนที่ 1 ในการแก้สถานการณ์ปัญหา 12×4

จาก Item 26 - Item 29 และภาพประกอบที่ 5 พบว่า ช่วงของการอภิปรายแนวคิดของนักเรียน ครูบันทึกข้อความการนำเสนอแนวคิด โดยเขียนแนวคิดที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา และมีการบันทึกความคิดเห็นในช่วงอภิปราย ดังนี้ ตัวคูณจะเพิ่มขึ้นทีละ 1 และคำตอบจะเพิ่มขึ้นทีละ 12 ตามตัวตั้ง และครูใช้ภาพสถานการณ์ปัญหามาขยายแนวคิด แสดงถึงระดับการใช้กระดานดำระดับที่ 3 โดยครูบันทึกแนวคิดที่เกิดขึ้นบนกระดานที่เป็นการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบและอภิปรายแนวคิดร่วมกัน มีการบันทึกบนกระดานอย่างเป็นระเบียบ และมีการใช้ชอล์กสีเหลืองแทนแนวคิดของนักเรียน ใช้ชอล์กสีในขยายแนวคิด และการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนกับสื่อเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการจดบันทึกของนักเรียน

โปรโตคอล Item 35 - Item 37 และภาพประกอบที่ 6 เป็นการอภิปรายแนวคิดของนักเรียนคนที่ 2 ในการแก้สถานการณ์ปัญหา 12×4 และครูบันทึกแนวคิดของนักเรียน และความคิดเห็นในช่วงอภิปรายแนวคิด ดังนี้

- | | | |
|---------|-----------------|--|
| Item 35 | นักเรียนคนที่ 2 | ใช้กฎการแจกแจง จะแยกตัวคูณ คือ แยก 4 ออกมาเป็น 2 รอบจะได้ 12×2 กับ 12×2 เท่ากับ 24 ทั้งสองเลย เอา 24 กับ 24 มารวมกัน |
| Item 36 | ครู | แล้วเรารู้ได้ไงว่า 12×2 ได้คำตอบเท่ากับ 24 |
| Item 37 | นักเรียน | มันก็เหมือนเอา 12 มาบวกกันสองครั้ง |

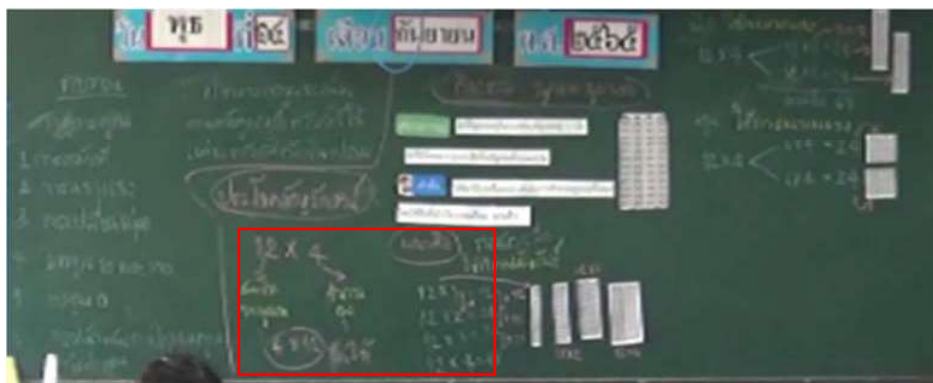


ภาพประกอบที่ 6 เป็นการอภิปรายแนวคิดของนักเรียนคนที่ 2 ในการแก้สถานการณ์ปัญหา 12×4

จาก Item 35 - Item 37 และภาพประกอบที่ 6 พบว่า ช่วงของการอภิปรายแนวคิดของนักเรียน ครูมีบันทึกข้อความการนำเสนอแนวคิด ดังนี้ ใช้การแจกแจงตัวคูณ โดย แยก 4 ออกเป็น 2 กับ 2 และมีการบันทึกความคิดเห็นในช่วงอภิปรายโดยการโยงเส้นแนวคิดที่แก้ปัญหากับภาพสถานการณ์ปัญหาที่นำมาขยายแนวคิด แสดงถึงระดับการใช้กระดานดำระดับที่ 3 โดยครูบันทึกแนวคิดที่เกิดขึ้นบนกระดานที่เป็นการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบและอภิปรายแนวคิดร่วมกัน มีการบันทึกบนกระดานอย่างเป็นระเบียบ

โปรโตคอล Item 43 - Item 45 และภาพประกอบที่ 7 เป็นการอภิปรายแนวคิดของนักเรียนคนที่ 3 ในการแก้สถานการณ์ปัญหา 12×4 และครูบันทึกแนวคิดของนักเรียน และความคิดเห็นในช่วงอภิปรายแนวคิด ดังนี้

- | | | |
|---------|-----------------|---|
| Item 43 | นักเรียนคนที่ 3 | ใช้กฎการแจกแจง โดยแจกแจงตัวตั้ง
ได้ 6×4 กับ 6×4 ได้เท่ากับ 24
ก็เอามาววกกัน |
| Item 44 | ครู | ถ้าครูจะติดยุโรปเราจะแบ่งตามแนวไหน |
| Item 45 | นักเรียน | แนวตั้งนับไป 6 แล้วแบ่ง |

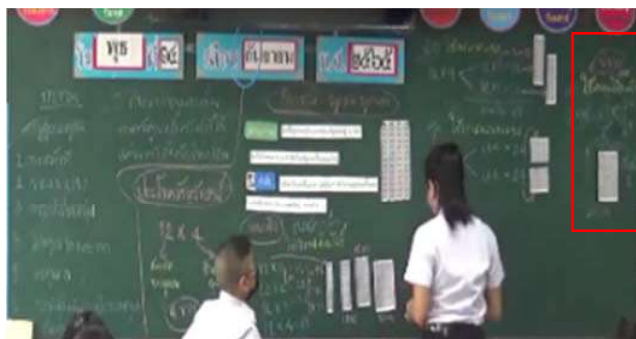


ภาพประกอบที่ 7 เป็นการอภิปรายแนวคิดของนักเรียนคนที่ 3 ในการแก้สถานการณ์ปัญหา 12×4

จาก Item 43 - Item 45 และภาพประกอบที่ 7 พบว่า ช่วงของการอภิปรายแนวคิดของนักเรียน ครูมีบันทึกข้อความการนำเสนอแนวคิด ดังนี้ ใช้การแจกแจงตัวตั้ง โดย แยก 12 ออกเป็น 6 กับ 6 และมีการบันทึกความคิดเห็นในช่วงอภิปรายโดยการโยงเส้นแนวคิดที่แก้ปัญหากับภาพสถานการณ์ปัญหาที่นำมาขยายแนวคิด แสดงถึงระดับการใช้กระดานดำระดับที่ 3 โดยครูบันทึกแนวคิดที่เกิดขึ้นบนกระดานที่เป็นการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบและอภิปรายแนวคิดร่วมกัน มีการบันทึกบนกระดานอย่างเป็นระเบียบ โปรโตคอล Item 51 - Item 55 และภาพประกอบที่ 8 เป็นการอภิปรายแนวคิดของนักเรียนคนที่ 4 ในการแก้สถานการณ์ปัญหา 12×4

- | | | |
|---------|-----------------|--|
| Item 51 | นักเรียนคนที่ 4 | ตอนแรกเอา 2 มาคูณกับ 24 โดยใช้ 2 คูณกันไปเรื่อยๆจนถึง 48 |
|---------|-----------------|--|

Item 52	ครู	แล้วรู้ได้ไงว่าต้องหยุดที่ 48
Item 53	นักเรียน	ผมนับลูกอมจากภาพไปที่ละ 2 หมด แล้วเมื่อเอา 48 แยกกันก็จะได้ 24 สองตัว
Item 54	ครู	เราจำเป็นต้องนับที่ละ 2 ไหม
Item 55	นักเรียน	ไม่ เพราะเราเรียนการคูณมาแล้ว

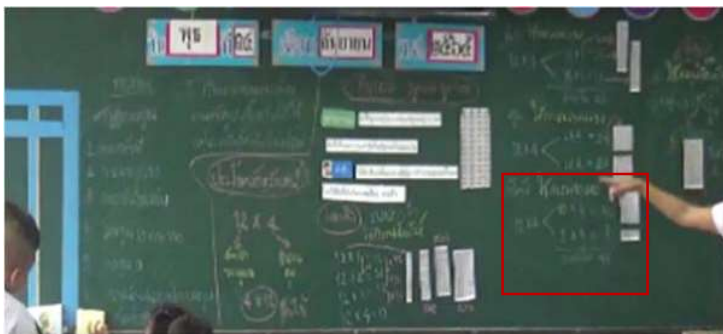


ภาพประกอบที่ 8 เป็นการอภิปรายแนวคิดของนักเรียนคนที่ 4 ในการแก้สถานการณ์ปัญหา 12 x 4

จาก Item 51 - Item 55 และภาพประกอบที่ 8 พบว่า ช่วงของการอภิปรายแนวคิดของนักเรียน ครู มีบันทึกข้อความการนำเสนอแนวคิดของนักเรียน และมีการบันทึกความคิดเห็นในช่วงอภิปรายโดยการโยงเส้นแนวคิดที่แก้ปัญหากับภาพสถานการณ์ปัญหา และบันทึกความยุ่งยากของการใช้แนวคิดนี้ในการแก้ปัญห แสดงถึงระดับการใช้กระดานดำระดับที่ 3 โดยครูบันทึกแนวคิดที่เกิดขึ้นบนกระดานที่เพื่อให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบและอภิปรายแนวคิดร่วมกัน และมีการใช้ชอล์กสีเหลืองแทนแนวคิดของนักเรียน ใช้ชอล์กสีใน ขยายแนวคิด

โปรโตคอล Item 62 - Item 64 และภาพประกอบที่ 9 เป็นการอภิปรายแนวคิดของนักเรียนคนที่ 5 ในการแก้สถานการณ์ปัญหา 12 x 4

Item 62	นักเรียนคนที่ 4	ผมใช้กฎการแจกแจงแยก 12 ออกเป็น 10 กับ 2 แล้ว 10×4 และ 2×4
Item 63	ครู	10×4 และ 2×4 จะได้เท่าไร
Item 64	นักเรียน	10×4 จะได้ 40 และ 2×4 จะได้ 8 แล้วเอามารวมกันจะได้ 48



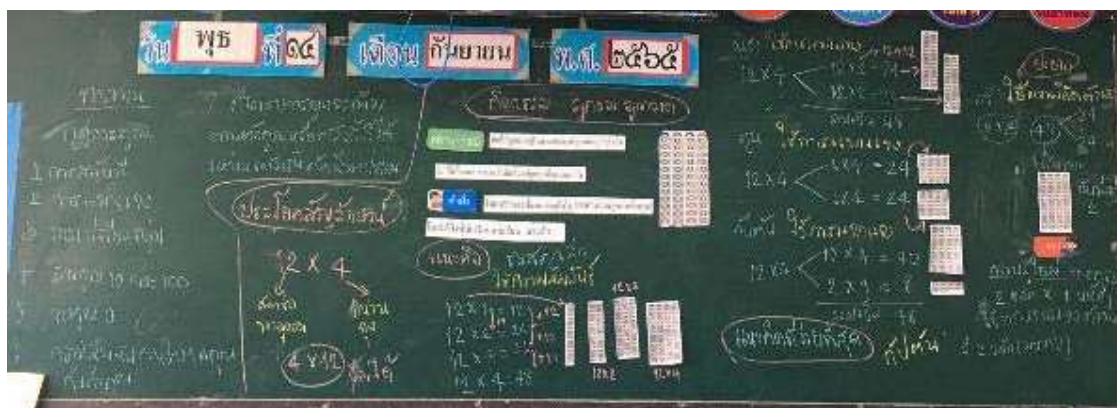
ภาพประกอบที่ 9 เป็นการอภิปรายแนวคิดของนักเรียนคนที่ 5 ในการแก้สถานการณ์ปัญหา 12×4

จาก Item 62 - Item 64 และภาพประกอบที่ 9 พบว่า ช่วงของการอภิปรายแนวคิดของนักเรียน ครูบันทึกข้อความการนำเสนอแนวคิด ดังนี้ ใช้การแจกแจงตัวตั้ง โดย แยก 12 ออกเป็น 10 กับ 2 และบันทึกความคิดเห็นในช่วงอภิปรายโดยการโยงเส้นแนวคิดที่แก้ปัญหากับภาพสถานการณ์ปัญหาที่นำมาขยายแนวคิด แสดงถึงระดับการใช้กระดานดำระดับที่ 3 โดยครูบันทึกแนวคิดที่เกิดขึ้นบนกระดานที่เป็นการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบและอภิปรายแนวคิด และใช้ซอล์กสีในการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนกับสื่อเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะการจดบันทึกของนักเรียน

2.4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน มีรายละเอียดดังนี้

ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ใหม่ที่ได้และสรุปแนวคิดที่เหมาะสมสำหรับการแก้สถานการณ์ปัญหา การคูณ 2 หลักกับ 1 หลัก จากนั้นให้ผู้เรียนบันทึกแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนกระดานหรือชั้นเรียนลงในสมุดด้วยภาษาของตนเอง ดังโปรโตคอล Item 65 - Item 71

Item 65	ครู	แล้วถ้าเราตัดรูปจะได้ยังไง
Item 66	นักเรียน	จะแบ่งตามแนวตั้ง เป็น 10 แถว กับ 2
Item 67	ครู	แนวคิดทั้งหมดนี้นักเรียนคิดว่าของใครง่ายสุด
Item 68	นักเรียน	กับต้น
Item 69	ครู	วันนี้เราได้ความรู้ใหม่เรื่องอะไร
Item 70	นักเรียน	ได้ความรู้แม่ 12
Item 71	นักเรียน	การคูณตัวเลข 2 หลักกับ 1 หลัก เราใช้กฎการแจกแจงโดยเราจะแจกแจงตัวที่มากกว่าให้เป็น เช่น 18 จะแยกออกเป็น 10 กับ 8



ภาพประกอบที่ 10 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

จาก โปรโตคอล Item 65 - Item 71 และภาพประกอบที่ 10 พบว่า ระดับการใช้กระดานดำ อยู่ในระดับที่ 3 เนื่องจากครูบันทึกข้อสรุปแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้สถานการณ์ปัญหาบนกระดาน และบันทึกความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบและอภิปรายแนวคิดด้วยตนเอง มีการบันทึกบนกระดานอย่างเป็นระเบียบ เพื่อส่งเสริมทักษะการจดบันทึกของนักเรียน โดยใช้ชอล์กสีในเขียนข้อสรุปของคาบเรียน

3. ผลการวิจัยระยะที่ 3 ผลการพัฒนการใช้กระดานดำของครูด้วยการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด กิจกรรมแบบยังงัดินะ

กิจกรรมแบบยังงัดินะ มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนแสดงวิธีการหาที่ไม่ลงตัว และการหารที่ลงตัว โดยครูดำเนินการสอนตามแนวทางการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด โดยติดสถานการณ์ปัญหาบนกระดาน จากนั้นติดแนวคิดของนักเรียนและเขียนอธิบายวิธีการคิดของนักเรียนด้วยชอล์กสีเหลืองและสีชมพู และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในการหาข้อสรุปสิ่งที่นักเรียนได้จากการหาที่ไม่ลงตัว กับ การหารลงตัว



ภาพประกอบที่ 11 การใช้กระดานดำของครูคณิตศาสตร์จากกิจกรรมแบ่งยังงัดินะ

จากภาพประกอบที่ 11 การใช้กระดานดำของครูคณิตศาสตร์จากกิจกรรมแบ่งยังงัดินะ พบว่า ระดับการใช้กระดานดำ อยู่ในระดับที่ 4 เนื่องจากครูใช้กระดานดำติดภาพสถานการณ์ปัญหา คำสั่ง และผลงาน

นักเรียนหลังจากให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูมีการเชื่อมโยงคำพูดการสะท้อนผลรวมกันในชั้นเรียนกับแนวคิดที่เกิดขึ้น และครูมีเรียงลำดับแนวคิดทั่วไป แนวคิดที่บรรลุลักษณะประสงคของคาบเรียนนั้น และความคิดเห็นของนักเรียนที่สะท้อนผลหลังเรียน รวมทั้งครูให้นักเรียนเขียนข้อสรุปของคาบเรียนรวมกัน

ตารางที่ 1 สรุปผลระดับการใช้กระดานดำของครู

ระยะการวิจัย	ระดับการใช้กระดาน		
	ครู 1	ครู 2	ครู 3
ระยะที่ 1 การใช้กระดานดำของครูช่วงเริ่มต้น	1	1, 2	1, 2
ระยะที่ 2 การพัฒนาการใช้กระดานดำของครูด้วยการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด	2, 3	2, 3	2, 3
ระยะที่ 3 ผลการพัฒนาการใช้กระดานดำของครูด้วยการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด	3,4	3	4

จากตารางที่ 1 พบว่า ระยะที่ 1 ถึง ระยะที่ 3 ระดับการใช้กระดานดำของครูในชั้นการวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันอยู่ในระดับ 1-2 โดยครูมีการวางแผนการติดสถานการณ์ปัญหา แนวคิดของนักเรียน และบทสรุปของบทเรียน ระดับการใช้กระดานดำของครูในชั้นการสังเกตชั้นเรียนอยู่ในระดับที่ 2-3 โดยครูบันทึกบทเรียนและเชื่อมโยงแนวคิดบนกระดานด้วยการใช้ข้อล้ที่มีจุดประสงค์ต่างกัน และในชั้นการสะท้อนผลการสังเกตชั้นเรียน พบว่าอยู่ในระดับที่ 3-4 ครูมีการสะท้อนผลเพื่อพัฒนาการใช้กระดานดำโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนบนกระดาน

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาการใช้กระดานดำแบบญี่ปุ่นของครูด้วยการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด พบว่า 1) การวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ครูระบุตำแหน่งการติดงานและสถานการณ์ปัญหา แนวคิดของนักเรียน ได้แก่ แนวคิดทั่วไป แนวคิดที่มีความคิดลึกซึ้งยิ่งขึ้น แนวคิดที่บรรลุลักษณะประสงคของคาบเรียนนั้น และบทสรุปของคาบเรียน 2) การร่วมกันสังเกตชั้นเรียน ครูมีการทบทวนความรู้ในคาบก่อนหน้าให้นักเรียนเพื่อที่จะให้นักเรียนได้นำไปเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาโดยจะบันทึกไว้บนกระดานทางฝั่งซ้ายสุด ในช่วงชั้นการนำเสนอการณ้ปัญหาปลายเปิดครูมีการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาโดยมีการติดชื่อกิจกรรม สถานการณ์ปัญหา คำสั่งไว้บนกระดาน ชั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียน ครูมีการบันทึกแนวคิดของนักเรียนบนกระดานและการเรียงลำดับแนวคิดของนักเรียน มีการวาดเส้นเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนโดยใช้ข้อล้ที่มีจุดประสงค์ต่างกัน และในช่วงชั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนครูบันทึกข้อสรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน 3) การสะท้อนผลชั้นเรียน ครูสะท้อนถึงแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนการจัดเรียงลำดับแนวคิดบนกระดานและการเชื่อมโยงแนวคิด รวมถึงแนวทางการแก้ไขการใช้กระดานเพื่อส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ชูศักดิ์ อุดอินแก้ว และเจนสมุทร แสงพันธ์ (2556) ได้ศึกษาการใช้กระดานดำแบบญี่ปุ่นเพื่อส่งเสริมการอภิปรายและ

เปรียบเทียบร่วมกันในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด พบว่า การวางแผนการใช้กระดานดำแบบญี่ปุ่นของครูเริ่มจากการวิเคราะห์เนื้อหาในหนังสือเรียน จากนั้นนำมาวางแผนลำดับขั้นของการสอน พร้อมกำหนดบริเวณการใช้กระดานดำโดยแบ่งเป็น 4 ส่วนเรียงจากด้านซ้ายไปยังด้านขวาของกระดานดำ ได้แก่ บริเวณที่ใช้สำหรับการ 1) ทบทวนบทเรียนและการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด 2) นำเสนอคำสั่งของกิจกรรม 3) วางตำแหน่งในการเลือกและจัดลำดับ การนำเสนอผลงานของนักเรียน และ 4) สรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนโดยใช้สื่อเสริม เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปของบทเรียนร่วมกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

การศึกษาชั้นเรียนเป็นกระบวนการพัฒนาวิชาชีพครู โดยมุ่งเน้นให้ครูเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ดังนั้นในการสะท้อนผลแต่ละสัปดาห์ส่งผลให้ครูมีวิธีการหรือแนวทางปรับปรุงการสอนของตนเอง รวมถึงวิธีการใช้กระดานดำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้กระดานดำแบบญี่ปุ่น

รายการอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กิตติศักดิ์ ใจอ่อน และกตัญญูตา บางโท. (2563). การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่องพื้นที่ โดยใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 31(1), 30-31.
- ขวัญตา ปานบรรลือ, เกียรติ แสงอรุณ และไมตรี อินประสิทธิ์. (2557). *สัณฐานวิทยาของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้การศึกษามหาวิทยาลัยและแนวทางเปิด*. *Journal of Psychology*, 5(13), 17-25.
- จิราพร รอดพ่วง และคณะ. (2560). การพัฒนารูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้เชิงวิชาชีพเพื่อเสริมสร้างทักษะการจัดการเรียนรู้การคิดอย่างเป็นระบบและการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักศึกษาวิชาชีพครู. *Veridian E-Journal*, มหาวิทยาลัยศิลปากร (มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ), 10(1), 281-296.
- จุฬาลักษณ์ ใจอ่อน และอนุวัตร จิรวัดนพานิข. (2561, 20 ธันวาคม). *การศึกษามหาวิทยาลัยและความสามารถด้านการสอนของครูที่ใช้แบบเปิด*. [Paper presentation]. การประชุมวิชาการ ระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ครั้งที่ 11 “การบูรณาการภูมิปัญญาสู่นวัตกรรมและการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน”, ภูเก็ต, ประเทศไทย.

- เจนสมุทร แสงพันธ์ และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (20-21 ตุลาคม 2554). การใช้กระดานดำแบบญี่ปุ่น (Bansho) : เครื่องมือเชิงการสอนสำหรับการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน. ใน *ประชุมวิชาการ จงสุจิธรรม (บ.ก.), ญี่ปุ่นศึกษากับการพัฒนาที่ยั่งยืน*. [Paper presentation]. การประชุมวิชาการ ระดับชาติเครือข่ายญี่ปุ่นศึกษาในประเทศไทย ครั้งที่ 5 (9-132). สมาคมญี่ปุ่นศึกษาในประเทศไทย.
- ชูศักดิ์ อุดอินแก้ว และเจนสมุทร แสงพันธ์. (2556). การใช้กระดานดำแบบญี่ปุ่นเพื่อส่งเสริมการ อภิปรายและ เปรียบเทียบร่วมกัน ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด. *วารสารวิธีวิทยาการวิจัย* 26(1), 91-108.
- ฐานิตา ลีม่วงศ์ และยุพาภรณ์ แสงฤทธิ์. (2562). “ห้องเรียนกลับด้าน: การเรียนรู้แนวใหม่สำหรับ ศตวรรษที่ 21” (21st Century skills). *วารสารอิเล็กทรอนิกส์มหาวิทยาลัยมหิดล*, 6(2), 10-17.
- ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2557, 3 เมษายน). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. [Paper presentation]. การประชุมวิชาการระดับชาติ ประจำปี 2557, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย.
- นฤมล อินทร์ประสิทธิ์. (2552). การศึกษาชั้นเรียน : นวัตกรรมเพื่อการปฏิรูปครู. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 32(2). 12-21.
- นุชนาฏ ม่วงมุลตรี. (2549). การพัฒนาแผนการเรียนรู้ด้วยวิธี Lessen study กลุ่มสาระการเรียนรู้ สังคมศึกษาฯ และวัฒนธรรม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้นวัตกรรมแบบ Open approach. *นวัตกรรมการเรียนการสอน Journal of learning and teaching innovation*, 3(3), 16-24.
- บุษกร เชี่ยวจินดาเกนต์. (2561). เทคนิคการวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษา. *วารสารศิลปศาสตร์ ปรัชญา*, 13(25). 113-118.
- ปิยมนัส วรวิทย์รัตนกุล. (2560). การใช้กระดานปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิดตาม แนวคิดการใช้กระดานแบบญี่ปุ่น (Bansho). *วารสารครูพิบูล*, 4(2), 59-74.
- ภราดร แสงพิรุณ และวิราวรรณ ชินวิริยสิทธิ์. (2562, 15 มีนาคม). ผลการใช้บทเรียนบูรณาการ คณิตศาสตร์ กับ ปัญหาจริง ตามกรอบการประเมินผลของ PISA. [Paper presentation]. การประชุม วิชาการเสนอผลการวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 20, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ภัสติญา พงศ์อร่าม และเอื้อจิตร พัฒนจักร. (2560). แบบการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. *วารสารมนุษยศาสตร์และ สังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 36(1), 150.
- มนต์นภัส มโนการณ. (2561). การปฏิรูปการศึกษาขั้นพื้นฐานกับการจัดการศึกษาเชิงพื้นที่. *วารสาร วิชาการ คีชาศาสตร์ศรีนครินทรวิโรฒ*, 19(1), 1-15.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ของญี่ปุ่น. *KKU Journal of Mathematics education*, 1(1). 1-17.

- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2557). *กระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน*. บริษัทเพ็ญพรินต์ จำกัด.
- ยุพิน บุญประเสริฐ และคณะ. (2562). แนวทางสู่ความสำเร็จของการจัดการศึกษาในโรงเรียนมาตรฐานสากล. *วารสาร การศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 3(1), 25-33.
- वासुกรี ใจจันทร์ สุลัดดา ลอยฟ้า และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2555). ลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหา. *วารสารวิจัย มข*, 12(2), 116-127.
- วิชัย พาณิชยสว และคณะ. (2562). ผลของการใช้บทเรียน PISA ที่มีต่อความสามารถด้านทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารวิจัยพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 12(3), 133-160.
- ศยามน อินสะอาด และคณะ. (2560). การพัฒนาชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพเพื่อสร้างชุมชนนักปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ไอซีทีของครูสังกัด สพฐ. *Veridian E-Journal, มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 10(2), 975-995.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *PISA 2015 ผลการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *PISA การอ่านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
- สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2561). รูปแบบการสอนแนวใหม่สำหรับการวัดในรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน. *วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม*, 8(3), 118-127.
- สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และสุลัดดา ลอยฟ้า. (2561). ความสามารถในการใช้การสื่อสารกลุ่มย่อยทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาขั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 18(1), 97-107.
- สาวตรี มูลสุวรรณ และคันสนีย์ เณรเทียน. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา (OJED)*, 10(1), 175-188.
- สุดาทิพย์ หาญเชิงชัย จุฬาลักษณ์ ใจอ่อน และวิภาพร สุทธิอัมพร. (2562, 26-27 กรกฎาคม). *การนำวิธีการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนไปใช้ในชั้นเรียน*. [Paper presentation]. การประชุมวิชาการครุศาสตร์วิชาการ ครั้งที่ 11 และการนำเสนอผลงานวิชาการระดับชาติ “สร้างสรรค์นวัตกรรมการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่น”, นครศรีธรรมราช, ประเทศไทย.
- อัญญรัตน์ นามเมือง. (2553). การปฏิรูปการศึกษาของประเทศไทย. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 2(2), 112-121.

- Baldry, F., Mann, J., Horsman, R. et al. (2022). The use of carefully planned board work to support the productive discussion of multiple student responses in a Japanese problem-solving lesson. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 26, 129–153
<https://doi.org/10.1007/s10857-021-09511-6>
- Fernandez, C. & Yoshida, M. (2004). Discussing how to improve the study lesson. Mahwah, NJ (Ed.), *Lesson study: A Japanese approach to improving Mathematics teaching and learning* (pp. 8-16). Kathryn Houghtaling Lacey.
- Kuehnert, E., Eddy, C., Pratt, S., & Senawongsa, C. (2018). Bansho: Visually sequencing Mathematical ideas. *Teaching Children Mathematics*, 24(6) , 362- 369.
<https://doi.org/10.5951/teacchilmath.24.6.0362>
- Nohda, N. (2000). Teaching by open-approach method in Japanese mathematics classroom. In T. Nakahara, & M. Koyama (Eds.), *Proceedings 24th of the Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1, 39-53.
- Yoshida, M. (2005). Using lesson study to develop effective blackboard practices. In W. Iverson & M. Yoshida (Eds.), *Building our understanding of lesson study* (pp. 93-100). Philadelphia, PA: Research for Better Schools.
- Yoshida, M. (2005). Bansho: Using the blackboard effectively to support the mathematical practices. In W. Iverson & M. Yoshida (Eds.), *Building our understanding of lesson study*. Philadelphia, PA: Research for Better Schools.