

การเชื่อมโยงโดยใช้วิธีการของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิด

CONNECTION BY USING STUDENT'S "HOW TO"
IN MATHEMATICS CLASSROOM USING OPEN APPROACH

ลักขณา คณาศรี¹ และ สัมพันธ์ ถิ่นเวียงทอง

Lukkhana Kanasri¹ and Sampan Thinwiangthong

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Khon Kaen University, Thailand

¹Email: Lukkhana.ka@kkumail.com

Received 24 August 2021; Revised 15 October 2021; Accepted 15 October 2021.



บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การเชื่อมโยงแนวคิดโดยใช้วิธีการของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 9 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านดงบัง (พิบูลศึกษาการ) จังหวัดร้อยเอ็ด เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 7 แผน แบบบันทึกภาคสนาม เครื่องบันทึกเสียง เครื่องบันทึกภาพนิ่ง และเครื่องบันทึกวีดิทัศน์ วิเคราะห์ข้อมูลตามกรอบแนวคิด Inprasitha (2018a, 2018b) ผลการวิจัยพบว่า 1) การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ทีมการศึกษาชั้นเรียนออกแบบให้มีความต่อเนื่องกัน มีการวิเคราะห์แนวคิดที่นักเรียนมีอยู่ก่อนหน้านี้ และมีการคาดการณ์แนวคิดที่นักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา 2) การสังเกตการสอนร่วมกัน การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดทั้ง 4 ขั้นตอน พบว่า นักเรียนสามารถระลึกถึงแนวคิดที่เคยใช้ในการแก้ปัญหาได้ ใช้แนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้ามาเป็นจุดเริ่มต้นในการวิเคราะห์ปัญหา อธิบายแนวคิดที่ใช้แก้ปัญหาด้วยแนวคิดที่ได้เรียนรู้จากคาบเรียนก่อนหน้า อภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนโดยหาความเกี่ยวข้องระหว่างแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้ากับแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบัน และสรุปร่วมกันถึงวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา 3) การสะท้อนผลบทเรียนหลังการสอนร่วมกัน ทีมการศึกษาชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลในประเด็นที่นักเรียนนำแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้ามาใช้ในการแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบันจนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ การนำการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถนำแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้ามาแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบันจนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ที่สามารถนำไปแก้ปัญหาในคาบเรียนถัดไปได้

คำสำคัญ: การเชื่อมโยงโดยใช้วิธีการของนักเรียน, การศึกษาชั้นเรียน, วิธีการแบบเปิด

Abstract

This study aimed to analyze the idea connection by using students' "How to" in the mathematics classroom using an open approach. The target group was nine eighth-grade students in semester 1/2021 at Dongbang Pikulsuksakan school, Roi-et. The research instruments included seven lesson plans, a field note, a recording device, a still camera, and

a video recorder. The data were analyzed from the concept of connection using students' "How to" (Inprasitha, 2018a, 2018b). The results indicated that 1) according to collaboratively designing a research lesson, the lesson study team created the continual lesson plan by analyzing the ideas students had before and predicting the ideas that they will use to solve the problem. 2) Collaboratively observing a research lesson, learning activities using four processes of open approach found that students could recall the idea that they had ever used to solve the problem. They used the idea from the previous lesson to be the beginning of analyzing the problem and explained the idea that they used to solve the problem by using the idea that they had learned from the previous lesson. Then, they discussed as a whole class to find the connection between the idea from the previous lesson and the idea that happened from solving the problem in the current class. After that, they summarized "How to" that was used to solve the problem. 3) Collaboratively discussing and reflecting on the research lesson, the lesson study team collaboratively reflected the issue that students used the idea from the previous lesson to solve the problem in the current lesson until it was a new idea. Using lesson study and an open approach could make students use the idea from the previous lesson to solve the problem in the current lesson until it was a new idea that could use to solve the problem in the next lesson.

Keywords: Connection by using students' "How to", Lesson Study, Open Approach

บทนำ

ภาพรวมการสอนในโรงเรียนยังเป็นปัญหา วิธีการสอนยังเน้นการถ่ายทอดเนื้อหา โดยยึดครูเป็นจุดศูนย์กลาง (Inprasitha, 2014) เน้นให้ครูบรรยายเนื้อหาให้นักเรียนฟัง เพื่อจดจำแล้วนำไปตอบในข้อสอบ ทำให้นักเรียนไม่เกิดการรู้จริง ไม่มีพื้นฐานความรู้เดิม ไม่สามารถต่อยอดกับความรู้ใหม่ได้ (Chiangkul, 2016) เมื่อนักเรียนต้องเรียนรู้เนื้อหาใหม่ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมไปยังความรู้ต่าง ๆ ภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (Jaisook, 2012) ไม่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ เพราะไม่สามารถวิเคราะห์ เชื่อมโยง และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วนำไปใช้แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ (Inprasitha, 2014) และจากแบบรายงานการวิเคราะห์ผู้เรียนรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 9 คน โรงเรียนบ้านดงบัง (พิบูลศึกษาการ) แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน จากผลการทดสอบที่อยู่ในระดับต่ำ โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 38.3 (Academic Affairs Administration of Dongbang Pikulsuksakan school, 2020)

อย่างไรก็ตามก่อนที่จะแก้ไขปัญหาด้านการเรียนการสอน ควรทำความเข้าใจก่อนว่าการเชื่อมโยงคืออะไร และมีผลกระทบต่อกระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการแนวคิดที่มีการเชื่อมโยงกันภายในวิชาคณิตศาสตร์ นำเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกัน (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) การเชื่อมโยงคือสิ่งที่สามารถเรียกคืนมาจากหน่วยความจำได้ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา การเชื่อมโยงจึงถือเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา (Hodgson, 1995) การเชื่อมโยงความรู้ที่มีมาแล้วก่อนหน้าถือเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ เพราะผู้เรียนต้องเจอกับความรู้ใหม่อยู่เสมอ ผู้เรียนจึงต้องผสมผสานความรู้ ประสบการณ์ ก่อนหน้าให้เข้ากับความรู้ใหม่ (Hiebert, and Carpenter, 1992) การจะเกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์

การนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น (The institute for the promotion of teaching science and technology, 2007)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์พร้อมกับการแก้ปัญหาของนักเรียน (Nohda, 2000) มีลำดับขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ 4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน วิธีการแบบเปิดทำให้นักเรียนมีวิธีการ (How to) เป็นของตนเอง และสามารถนำวิธีการเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดใหม่ (Inprasitha, 2010) แนวคิดของนักเรียนทุกคนได้รับความสำคัญ และเพื่อให้สามารถรองรับแนวคิดของนักเรียน ครูเพียงคนเดียวไม่สามารถทำได้ การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) เป็นนวัตกรรมที่ใช้พัฒนาการทำงานร่วมกันของครูประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน การสังเกตการสอนร่วมกัน และการสะท้อนผลบทเรียนหลังการสอนร่วมกัน (Inprasitha, 2014) ครูผู้สอนต้องทำงานร่วมกับครูคนอื่น ๆ ด้วยการนำหัวข้อทางคณิตศาสตร์มาสร้างแนวคิดใหม่โดยอาศัยแนวคิดของนักเรียนที่มีมาก่อนหน้านี้ (Inprasitha, 2010) หากครูสามารถทำการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ จากบทเรียนหนึ่งไปยังอีกบทเรียนหนึ่งให้ชัดเจนได้ นักเรียนจะมีโอกาสได้เรียนรู้เนื้อหาที่อยู่ในบทเรียนต่าง ๆ ได้อย่างง่ายดาย (Lampert, 2001)

การศึกษาชั้นเรียนและการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดจึงเป็นแนวทางการสอนคณิตศาสตร์แบบใหม่ที่เน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยตนเองอย่างมีความหมาย (Thinwiangthong, and Inprasitha, 2018) ทำให้นักเรียนมีวิธีการ (How to) เป็นของตนเอง (Inprasitha, 2010) สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในคาบเรียนถัดไปหรือนำไปใช้ได้ตลอดชีวิต ครูออกแบบสถานการณ์ปัญหาจนนักเรียนสามารถหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา (Inprasitha, 2018b) การที่นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง และการที่ครูวางแผนบทเรียน จะทำให้นักเรียนมีวิธีการเป็นของตนเอง ถือเป็นการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน (Isoda, 2010)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนแบบเดิมเน้นครูเป็นศูนย์กลาง ครูเป็นผู้บรรยายเนื้อหา โดยใช้เนื้อหาที่มีอยู่ในหนังสือเรียน ไม่ได้เน้นไปที่กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้พบปัญหาที่สำคัญคือนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วก่อนหน้านี้เข้ามาช่วยในการเรียนรู้สถานการณ์ปัญหาใหม่ ครูจึงควรเริ่มพัฒนาความสามารถของตนเอง โดยใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ที่เน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการของตนเองในการสร้างแนวคิดใหม่ โดยมีครูเป็นผู้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้านี้ มาแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบัน จนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ที่สามารถนำไปแก้ปัญหาในคาบเรียนถัดไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์การเชื่อมโยงแนวคิดโดยใช้วิธีการของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิด

การทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยเรื่องการเชื่อมโยงโดยใช้วิธีการของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบเดิม

การสอนที่เน้นให้ครูบรรยายเนื้อหาให้นักเรียนฟังในห้องเรียน และนักเรียนกลับไปอ่านสมุดจดบันทึก หนังสือเรียน ทำให้นักเรียนเมื่อเรียนแล้วไม่เกิดการรู้จริง ไม่มีพื้นฐานความรู้เดิม (Chiengkul, 2016) ปัญหาของผู้เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์พบว่านักเรียนขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมไปยังความรู้ต่าง ๆ ภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (Jaisook, 2012) การศึกษาไทยยังไม่สามารถเปลี่ยนมุมมองจากการเรียนการสอนที่เน้นผลลัพธ์ไปเป็นการสอนที่เน้นทั้งกระบวนการและผลลัพธ์ได้ ถ้าเราเปลี่ยนมุมมองตรงนี้ได้ จะทำให้ได้วิธีการสอนที่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งการเน้นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน วิธีการของครูก็คือการพยายามค้นหาแนวคิดของนักเรียน เปลี่ยนมาเน้นที่แนวคิดของนักเรียน เพื่อให้สามารถเข้าสู่กระบวนการคิดของนักเรียนได้ (Inprasitha, 2014)

2. การสอนโดยใช้วัตรกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงวิธีการ (How to) ของตนเอง ที่เคยได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา นำไปสู่แนวคิดที่สำคัญที่ได้จากการแก้ปัญหา (Inprasitha, 2010) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ 4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Inprasitha, 2014) เพื่อให้สามารถรองรับแนวคิดของนักเรียน ครูเพียงคนเดียวจึงไม่สามารถทำได้ การศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) เป็นนวัตกรรมที่ใช้สำหรับพัฒนาการทำงานร่วมกันของครู ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน การสังเกตการสอนร่วมกัน และการสะท้อนผลบทเรียนหลังการสอนร่วมกัน (Inprasitha, 2014)

3. การเชื่อมโยงโดยใช้วิธีการของนักเรียน

การเชื่อมโยงคือสิ่งที่สามารถเรียกคืนมาจากหน่วยความจำได้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา (Hodgson, 1995) การเชื่อมโยงความรู้ที่เคยเรียนรู้มาแล้วเป็นความสามารถที่ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ได้เรียนรู้กับปัญหาที่ตนเองกำลังพบเจอ (The institute for the promotion of teaching science and technology, 2007) การแก้ปัญหาดด้วยตนเองจะให้นักเรียนตระหนักในแนวคิดของตนเอง (Inprasitha, 2018b) แนวคิดที่ได้ร่วมกันอภิปรายทั้งชั้นเรียนจะกลายเป็นวิธีการ (How to) สำหรับการแก้ปัญหต่อไปในอนาคต (Inprasitha, 2018a) การเชื่อมโยงโดยใช้วิธีการของนักเรียน จึงหมายถึง การที่นักเรียนได้นำแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้านี้มาแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบันจนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ที่สามารถนำไปแก้ปัญหาในคาบเรียนถัดไป ตามแนวคิดของ (Inprasitha, 2018a, 2018b)

จากการทบทวนวรรณกรรม แสดงให้เห็นว่า การสอนแบบเดิมทำให้พบปัญหาที่สำคัญคือ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เคยได้เรียนรู้ไปแล้วก่อนหน้านี้เข้ามาช่วยแก้ปัญหาในปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงได้นำการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้านี้มาแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบันจนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ที่สามารถนำไปแก้ปัญหาในคาบเรียนถัดไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อให้การวิจัยในครั้งนี้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านดงบัง (พิบูลศึกษาการ) จังหวัดร้อยเอ็ด ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 9 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) โดยเลือกนักเรียนที่ไม่สามารถนำแนวคิดที่ได้จากคาบเรียนก่อนหน้านี้มาช่วยแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบันจนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ได้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องปริมาตร จำนวน 7 แผน เครื่องบันทึกเสียง เครื่องบันทึกวิดีโอ เครื่องบันทึกภาพนิ่ง และแบบบันทึกภาคสนาม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ตามกรอบการเชื่อมโยงโดยใช้วิธีการของนักเรียน สังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนได้นำแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้ามาแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบันจนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ที่สามารถนำไปแก้ปัญหาในคาบเรียนถัดไปได้ ตามแนวคิดของ Inprasitha (2018a, 2018b) จาก ไฟล์วิดีโอ และไฟล์บันทึกเสียง จากนั้นนำผลการสะท้อนผลจากผู้ช่วยวิจัย ผลงานของนักเรียน และภาพนิ่ง มาวิเคราะห์ร่วมกับโปรโตคอลที่ได้จากไฟล์วิดีโอ และไฟล์บันทึกเสียง

4. สรุปผลการวิเคราะห์การเชื่อมโยงโดยใช้วิธีการของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบ เปิด โดยการบรรยายเชิงวิเคราะห์

ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ การสร้าง แผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน การสังเกตการสอนร่วมกัน และการสะท้อนผลบทเรียนหลังการสอนร่วมกัน จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยขอแสดงรายละเอียดตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่แสดงให้เห็น ถึงการเชื่อมโยงโดยใช้วิธีการของนักเรียน ดังนี้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ได้มีการวางแผนการจัดการเรียนรู้จากแนวคิดที่นักเรียนได้ เรียนรู้จากคาบเรียนก่อนหน้า คือนักเรียนมีวิธีการ (How to) ในการหาปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความ กว้าง $\times$ ความยาว $\times$ ความสูง ที่มีการศึกษาชั้นเรียนจึงได้ออกแบบสถานการณ์ปัญหา และคำสั่ง ดังนี้



ภาพที่ 1 สถานการณ์ปัญหา และคำสั่ง

จากสถานการณ์ปัญหา และคำสั่งดังกล่าวได้มีคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนไว้ 2 แนวคิด คือ 1. แบ่ง ให้เป็นปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก จากนั้นหาปริมาตรจากสูตรการหาปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ได้เรียนรู้จาก คาบเรียนก่อนหน้า แล้วนำปริมาตรที่หาได้มารวมกัน 2. ลากเส้นเชื่อมเพิ่มให้กลายเป็นรูปปริซึมสี่เหลี่ยมมุม ฉาก จากนั้นนักเรียนคำนวณหาปริมาตรของรูปทรงดังกล่าว แล้วนำมาลบออกจากปริมาตรของรูปทรงที่ได้วาด เพิ่มเติม และเป้าหมายของบทเรียนคือ นักเรียนมีวิธีการหาปริมาตรของรูปทรงตันด้วยตนเอง

2. การสังเกตการสอนร่วมกัน

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูนำโฟมปักดอกไม้สดหรือโอเอซิส มาให้นักเรียนดูและ ช่วยกันตรวจสอบว่ามีรูปทรงเหมือนกับอะไร และครูได้ตั้งคำถามเกี่ยวกับวิธีการหาปริมาตรของโอเอซิสจำนวน 1 อัน เพื่อเป็นการนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหา ซึ่งในขั้นตอนนี้ทำให้ปรากฏแนวคิดที่นักเรียนใช้ในการหา ปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากจากคาบเรียนก่อนหน้านี้ ดังโปรโตคอลในตารางที่ 1 ดังนี้

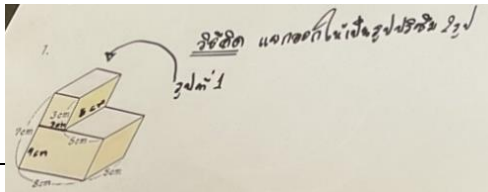
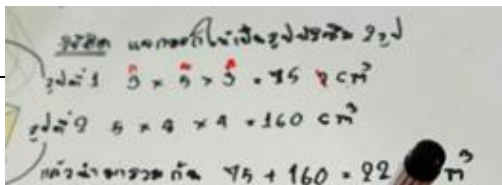
ตารางที่ 1 แสดงขั้นตอนการนำเสนอปัญหาปลายเปิด

Item ที่	ผู้พูด	คำพูด/พฤติกรรม/ภาพประกอบ
12	นาว	ไม้บรรทัดมา กว้าง 10.4 ยาว 
13	พลอย	13.2
14	นาว	10.4 จำไว้ หลิวเธอจำ 13.2
15	พลอย	7.5 เอ็ม เครื่องคิดเลขได้มัยนิ
16	หลิว	กว้าง 10.4 สูง 7.5 ยาว 13.2
17	นาว	เอามาคูณกันได้ 1,029.6

จากโพโทคอลข้างต้น ได้ปรากฏแนวคิดที่นักเรียนใช้ในการหาปริมาตรของโอไอซิส นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดความกว้าง ความยาว และความสูง หลังจากนั้นนำตัวเลขที่วัดได้มาคูณกัน ซึ่งเป็นวิธีการหาปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากที่นักเรียนได้เรียนรู้จากคาบเรียนก่อนหน้านี้

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เมื่อนำโพโทคอลที่ได้จากการแก้ปัญหาของนักเรียนมาวิเคราะห์ พบว่านักเรียนได้นำแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้านี้คือ ปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง $\times$ ความยาว $\times$ ความสูง เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา จนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ในการหาปริมาตรของรูปทรงตันซึ่งปรากฏหลักฐานตามโพโทคอลในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

Item ที่	ผู้พูด	คำพูด/พฤติกรรม/ภาพประกอบ
118	พลอย	แยกออกให้เป็นปริซึมสี่เหลี่ยมสองรูป รูปที่ 1 ก็ เอาเป็นก้อนข้างบน 
119	นาว	กว้างคูณยาวคูณสูง
120	พลอย	ยาว 5 สูง 3 สามเหลี่ยมหัว สี่เหลี่ยมหัวสามเหลี่ยมหัว เซนติเมตร (นักเรียนคิดว่า $5 \times 3 \times 3 = 75$)
121	พลอย	อะ อันนี้หารูปนี้ (นักเรียนจะหาปริมาตรรูปที่ 2 ที่นักเรียนแบ่งออก)
122	นาว	กว้างคูณยาวคูณสูง
123	พลอย	กว้าง 5 ยาว 8 สูง 4
124	นาว	เท่ากับ
125	พลอย	ห้าแปดสี่สิบ สี่สิบห้า 160 เซนติเมตร
126	นาว	แปดหนึ่งแปด แปดสองสิบหก แปดสามยี่สิบสี่ แปดสี่สามสิบสอง สามสิบสอง อ้อ 160
127	พลอย	เอามารวมกัน สองร้อย สองร้อยเท่าไรวะ 215
128	นาว	เท่ากับ 215 อ้อ 225 

Item ที่	ผู้พูด	คำพูด/พฤติกรรม/ภาพประกอบ
...		
143	หลิว	คุณเลขถูกอยู่เปาะ 3 5 3
144	นาว	สามห้าสิบห้า สิบห้าคุณห้า คุณ ๆ
145	พลอย	45 เธอ
146	หลิว	แม่น ได้ 45
147	พลอย	เธอลบออกแล้วบวกใหม่เร็ว
148	นาว	บ้าไปแล้ว (หัวเราะ) สิบห้า อันนี้ เป็น 205 ไข่ม้อย

จากโปรแกรมคอลข้างต้นแสดงให้เห็นถึงแนวคิดที่นักเรียนใช้ในการหาปริมาตรของรูปทรงตัน นักเรียนแบ่งรูปทรงตันให้เป็นรูปปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก แล้วใช้แนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้านี้ คือ ปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง $\times$ ความยาว $\times$ ความสูง เข้ามาช่วยในมาแก้ปัญหา จนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ที่ใช้ในการหาปริมาตรทรงตันคือ 1. แบ่งให้เป็นรูปปริซึมสี่เหลี่ยม 2. หาปริมาตร 3. นำปริมาตรมารวมกัน

ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ ครูให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดของตนเอง โดยครูได้ตั้งคำถามและข้อสังเกตเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการอภิปรายแนวคิด ซึ่งปรากฏแนวคิดที่นักเรียนใช้ในการหาปริมาตรของรูปทรงตัน ตามโปรแกรมคอลในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงขั้นตอนการอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ

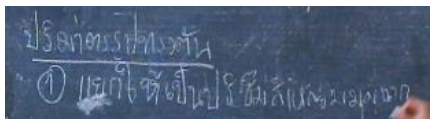
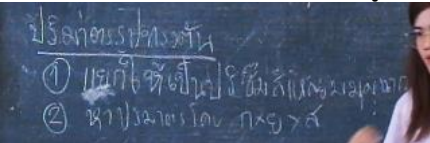
Item ที่	ผู้พูด	คำพูด/พฤติกรรม/ภาพประกอบ
310	ครู	เอา เพื่อนยังไม่พูดเลย กลุ่มนั้นเถียงกันเองละ เถียงบวกละ อะกลุ่มนี้ทำในะ
311	นาว	หนูแยก แล้วเอารูปที่ 1 กว้าง 3 ยาว 5 สูง 3 เอามาคูณกันได้ 45
312	พลอย	ลูกบาศก์เซนติเมตร
313	ครู	แล้ว
314	นาว	รูปที่ 2 กว้าง 5 ยาว 8 สูง 4 เอามาคูณกันคะ ได้ 160 แล้วเอารูปที่ 1 มาบวกกับรูปที่ 2 ได้ 205 ลูกบาศก์เซนติเมตร
315	ครู	อะ สิ่งที่เราเห็นคือแยกเป็นรูปเดียวกับเป๊ะ รูปแรก 160 เหมือนกันเป๊ะ รูปที่สอง 45 เหมือนกันเป๊ะ แต่มันต่างกันคือกลุ่มนี้เอามารวม เอา 45+160 ได้
316	พลอย	205 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จากการวิเคราะห์โปรแกรมคอลข้างต้น แสดงให้เห็นถึงแนวคิดที่นักเรียนใช้ในการหาปริมาตรของรูปทรงตันที่มีความชัดเจนมากขึ้น นักเรียนแบ่งรูปทรงตันให้เป็นรูปปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก แล้วใช้แนวคิดการหา

ปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก จากคาบเรียนก่อนหน้านี้ เข้ามาช่วยในมาแก้ปัญหา จนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ที่ใช้ในการหาปริมาตรทรงตันคือ 1. แบ่งให้เป็นรูปปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก 2. หาปริมาตร 3. นำปริมาตรมารวมกัน

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ครูตั้งคำถามเพื่อสรุปบทเรียนให้นักเรียนตอบคำถาม และร่วมอภิปรายทั้งชั้นเรียน เกี่ยวกับวิธีการที่นักเรียนใช้ในการหาปริมาตรของรูปทรงตัน ดังโพโทคอลในตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงขั้นตอนการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

Item ที่	ผู้พูด	คำพูด/พฤติกรรม/ภาพประกอบ
336	ครู	อ่า มันเป็นรูปอะไรก็ 모르 เราจะหาอย่างไรปริมาตร
337	โอ	แยก
338	ครู	ปริมาตรรูปทรงตัน เพื่อนบอกว่า แยก แยกให้มันเป็นอะไร
339	โอ	แยกให้เป็นกล่อง
340	นาว	ปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก 
341	ครู	อะ แยกให้เป็นกล่อง เป็นปริซึมสี่เหลี่ยม สี่เหลี่ยมมุมฉาก แล้วทำอย่างไรต่อ
342	นาว	หาปริมาตร ถ้าเขาไม่บอกเหมือนโอเอซิสก็วัด แล้วเอากว้างคูณยาวคูณสูง 
343	ครู	หาปริมาตรโดยการวัดแล้วเอากว้างคูณยาว
344	พลอย	คูณสูง
345	ครู	แล้วยังไงต่อ
346	นักเรียน	นำเอามารวมกัน 

จากการวิเคราะห์โพโทคอลข้างต้น แสดงให้เห็นแนวคิดที่นักเรียนทั้งชั้นเรียนใช้ในการหาปริมาตรของรูปทรงตัน นั่นคือ 1. แบ่งให้เป็นรูปปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก 2. หาปริมาตร 3. นำปริมาตรมารวมกัน

3. การสะท้อนผลบทเรียนหลังการสอนร่วมกัน ทีมการศึกษาชั้นเรียนได้ร่วมกันสะท้อนผลในประเด็นเกี่ยวกับวิธีการที่นักเรียนใช้ในการหาปริมาตรของรูปทรงตัน พบว่านักเรียนได้นำแนวคิดของนักเรียนจากคาบเรียนก่อนหน้าคือ ปริมาตรของปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว × ความสูง เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา จนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ที่นักเรียนได้ตกลงร่วมกันทั้งชั้นเรียนว่าจะใช้วิธีการดังกล่าวในการหาปริมาตรของรูปทรงตัน นั่นคือ 1. แบ่งให้เป็นรูปปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก 2. หาปริมาตร 3. นำปริมาตรมารวมกัน

จากผลการวิจัยข้างต้นสรุปได้ว่า 1) การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ทีมการศึกษาชั้นเรียนออกแบบให้มีความต่อเนื่องกัน มีการวิเคราะห์แนวคิดที่นักเรียนมีอยู่ก่อนหน้า และมีการคาดการณ์แนวคิดที่นักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา 2) การสังเกตการสอนร่วมกัน พบว่า นักเรียนสามารถระลึกถึงแนวคิดที่เคยใช้ในการแก้ปัญหาได้ ใช้แนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้ามาเป็นจุดเริ่มต้นในการวิเคราะห์ปัญหา อธิบายแนวคิดที่ใช้แก้ปัญหาด้วยแนวคิดที่ได้เรียนรู้จากคาบเรียนก่อนหน้า อภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนโดยหาความเกี่ยวข้อง

ระหว่างแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้ากับแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบัน และสรุปร่วมกันถึงวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา 3) การสะท้อนผลบทเรียนหลังการสอนร่วมกัน ทีมการศึกษาชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลในประเด็นที่นักเรียนนำแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้ามาใช้ในการแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบันอย่างไรจนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ การนำการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถนำแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้ามาแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบันจนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ที่สามารถนำไปแก้ปัญหาในคาบเรียนถัดไปได้

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์การเชื่อมโยงโดยใช้วิธีการของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิด อภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

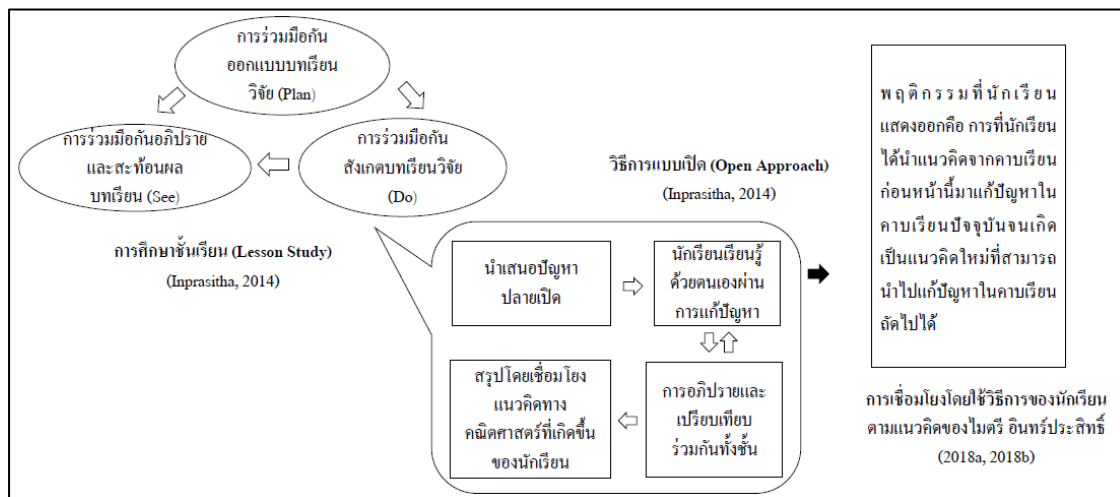
1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทีมการศึกษาชั้นเรียน มีการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์แนวคิดที่นักเรียนมีอยู่แล้วก่อนหน้า จากนั้นจึงร่วมกันออกแบบสถานการณ์ปัญหา คำสั่ง คาคำนวณ แนวคิดที่นักเรียนจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ความยุ่งยากที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียน รวมไปถึงการตั้งเป้าหมายของบทเรียนร่วมกัน สอดคล้องกับ Inprasitha (2010) ที่กล่าวว่า การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ต้องอยู่บนพื้นฐานประสบการณ์ วิธีการของนักเรียนที่มีมาก่อนหน้า เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Tall (2008) ที่กล่าวว่า การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบโครงสร้างแนวคิดของนักเรียน เพื่อที่จะนำวิธีการที่ได้เรียนรู้ไปแล้วก่อนหน้านี้ไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาใหม่ ซึ่งสิ่งนี้จะมีความเกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้

2. การสังเกตการสอนร่วมกัน เป็นการสังเกตการสอนในชั้นเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดพบว่า ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด นักเรียนสามารถระลึกถึงแนวคิดที่เคยใช้ในการแก้ปัญหาได้ เห็นได้จากการที่นักเรียนนำแนวคิดการหาปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากจากคาบเรียนก่อนหน้ามาใช้ในการหาปริมาตรโอเอซิส นั้นเป็นเพราะทีมการศึกษาชั้นเรียนได้ออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดที่นักเรียนมีอยู่แล้วก่อนหน้า สอดคล้อง Inprasitha (2018b) ที่ได้กล่าวว่า ทีมการศึกษาชั้นเรียนจะต้องออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาที่ต่อเนื่องกันในแต่ละแผน ครูผู้สอนต้องมีสถานการณ์ปัญหาที่จะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงได้ ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เมื่อนักเรียนต้องแก้ปัญหาด้วยตนเอง และปัญหานั้นมีความต่อเนื่องจากบทเรียนก่อนหน้า นักเรียนสามารถนำแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้ามาแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบัน จนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ เห็นได้จากการที่นักเรียนแยกรูปทรงตันให้เป็นรูปปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก จากนั้นหาปริมาตรของรูปที่แยกจากแนวคิดการหาปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากจากคาบเรียนก่อนหน้าแล้วนำปริมาตรที่หาได้มารวมกัน สอดคล้องกับ Isoda (2010) ที่ได้กล่าวว่าการสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาต้องเป็นปัญหาที่นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายผ่านการใช้ความรู้ที่มีอยู่ พวกเขาจะสามารถระลึกถึง และนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นเรียนและการเปรียบเทียบ นักเรียนเริ่มต้นอธิบายแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาด้วยแนวคิดที่ได้เรียนรู้จากคาบเรียนก่อนหน้า เห็นได้จากการที่นักเรียนอธิบายการหาปริมาตรของรูปทรงตันที่เริ่มต้นจากการมองให้เป็นรูปปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก สอดคล้องกับ Inprasitha (2018a) ที่ได้กล่าวว่าการที่นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองนอกจากจะตระหนักในแนวคิดของตนเองแล้ว ยังตระหนักถึงแนวคิดที่ได้ร่วมกันอภิปรายทั้งชั้นเรียน จนกลายมาเป็นวิธีการของนักเรียน ขั้นตอนที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ครูได้นำแนวคิดที่นักเรียนได้อภิปรายมาหาข้อสรุปร่วมกันกับนักเรียนทั้งชั้นเรียน โดยการหาความเกี่ยวข้องของแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้านี้นับกับแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบัน และสรุปร่วมกันถึงวิธีการที่ใช้ในการ

แก้ปัญหา เห็นได้จากที่ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับวิธีการที่นักเรียนใช้หาปริมาตรของรูปทรงตัน แล้วนักเรียนกล่าวถึงขั้นตอนการหาปริมาตรคือ 1. แบ่งให้เป็นรูปปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก 2. หาปริมาตร 3. นำปริมาตรมารวมกัน สอดคล้องกับ Inprasitha (2018a) ที่ได้กล่าวว่าเมื่อครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จะทำให้นักเรียนมีวิธีการเป็นของตนเอง สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในคาบเรียนถัดไปได้

3. การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้ทีมการศึกษาชั้นเรียนพบว่านักเรียนได้นำแนวคิดการหาปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากเข้ามาแก้ปัญหา จนสามารถหาปริมาตรของรูปทรงตันได้ สอดคล้องกับ Suriyon (2013) ที่กล่าวว่าชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิดในบริบทของการศึกษาชั้นเรียน เมื่อนักเรียนต้องแก้ปัญหาด้วยตนเอง แนวคิดและวิธีการที่นักเรียนเลือกใช้จะถูกเก็บเป็นทรัพยากรเพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาต่อไป

สรุปองค์ความรู้



ภาพที่ 2 การเชื่อมโยงโดยใช้วิธีการของนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิด

การออกแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยให้มีความต่อเนื่องกันทุกแผน โดยวิเคราะห์แนวคิดที่นักเรียนมีอยู่ก่อนหน้านี้ ความยุ่งยากของนักเรียน และได้มีคาดการณ์แนวคิดที่นักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปใช้ในการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด สังเกตเห็นพฤติกรรมที่นักเรียนได้นำแนวคิดที่ได้จากคาบเรียนก่อนหน้านี้มาแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบัน จนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ได้ เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละคาบจะมีการสะท้อนผลบทเรียนหลังการสอนร่วมกันระหว่างครูผู้สอน และผู้ช่วยวิจัย ในประเด็นเกี่ยวกับการที่นักเรียนนำแนวคิดที่ได้จากคาบเรียนก่อนหน้านี้มาแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบันอย่างไร จนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ที่สามารถนำไปแก้ปัญหาในคาบเรียนถัดไปได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้านี้ มาแก้ปัญหาในคาบเรียนปัจจุบัน

จนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ ที่สามารถนำไปแก้ปัญหาในคาบเรียนถัดไปได้ ซึ่งถือเป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมประสิทธิภาพทางการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาลักษณะคำถามของครูที่ใช้ในการกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดจากคาบเรียนก่อนหน้ากับแนวคิดในคาบเรียนปัจจุบัน จนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ได้ เพื่อให้ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับลักษณะคำถามของครูที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

References

- Academic Affairs Administration of Dongbang Pikulsuksakan School. (2020). *Individual Student Analysis*. Roi-et: Dongbang Pikulsuksakan school. (Mimeographed)
- Chiengkul, W. (2016). *Report on Thai Education Situation 2014/2015 How We Develop Thai Education to Modernize in the 21st Century?*. Bangkok: ONEC. [in Thai]
- Hiebert, J. & Carpenter, T.P. (1992). *Learning and Teaching with Understanding*. New York: Macmillan.
- Hodgson, T.R. (1995). Connections as Problem-Solving Tools. In Peggy, A.P. and Coxford, A.F. (Ed.), *Connecting Mathematics Across the Curriculum*. (p.13-21). Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Inprasitha, M. (2010). One Feature of Adaptive Lesson Study in Thailand: Designing a Learning Unit. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia* 2011. 34(1): 47-66.
- _____. (2014). *Processes of Problem Solving in School Mathematics*. Khonkaen: Penprinting. [in Thai]
- _____. (2018 a). *Seminar About the Curriculum for Developing Teachers and Educational Staff [Recording]*. Chiang Mai: Program in Mathematics Education, Faculty of Education, Khon Kaen University. [in Thai]
- _____. (2018 b). *Teaching Thinking Skill in the 21st Century: Flow of Lesson Design. [Recording]*. Bangkok: EDUCA 2019. [in Thai]
- Isoda, M. (2010). Lesson Study: Problem Solving Approaches in Mathematics Education as a Japanese Experience. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8: 17–27.
- Jaisook, S. (2012). *The Development of Instructional Model by Integrating Problem-Based Learning and Collaborative Learning Approach to Enhance Mathematical Problem Solving. Communication and Connection Abilities of Sixth Grade Students*. (Doctoral Dissertation). Chulalongkorn University. Bangkok. [in Thai]
- Lampert, M. (2001). *Teaching Problems and the Problems of Teaching*. London: Yale University Press.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for school Mathematics*. Reston: NCTM.

- Nohda, N. (2000). Teaching by Open-approach Method in Japanese Mathematics classroom. *Proceedings of the Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1: 1-16. Hiroshima: Hiroshima University.
- Suriyon, A. (2013). *The Development of Students' Metacognitive Strategies During Problem Solving in Mathematics Classroom Using Open Approach in Lesson Study Context*. (Doctoral Dissertation). Khon Kaen University. Khonkaen. [in Thai]
- Tall, D. (2008). Using Japanese Lesson Study in Teaching Mathematics. *The Scottish Mathematical Council Journal*, 38: 45-50.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2007). *Mathematical Skills and Processes*. Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao. [in Thai]
- Thinwiangthong, S. & Inprasitha, M. (2018). The New Model of Teaching Measurement In the School Level Mathematics Course. *Nakhon Phanom University Journal*, 8(3): 118-127.

