

การตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด

Questioning to Enhance Mathematical Thinking of Students Grade 11 in Classroom Using Open Approach

อนุพร วิชามล (Anuporn Wichamon)^{1*} ดร.สมควร สีชมภู (Dr.Somkuan Srichompoo)**

ดร.ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (Dr.Maitee Inprasitha)***

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการทดลองเชิงการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดตามแนวคิดของ Inprasitha [1] การวิเคราะห์โพรโทคอลและการบรรยายเชิงวิเคราะห์ กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยในครั้งนี้คือนักเรียนชั้นระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน และมีครูซึ่งเป็นนักวิจัยที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เครื่องบันทึกวิดีโอ เครื่องบันทึกเสียง เครื่องบันทึกภาพนิ่ง แบบบันทึกภาคสนาม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กรอบแนวคิดของ Isoda and Katagiri [2] ผลการวิจัยพบว่าคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีดังนี้ 1) คำถามที่ถามเพื่อให้นักเรียนเข้าถึงโจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงนามธรรม 2) คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบวัตถุประสงค์ในคาบเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงพัฒนาและเกิดการคิดเชิงนิรนัย 3) คำถามที่ถามเพื่อสนับสนุนช่วยเหลือการทำงานของนักเรียนแต่ละคน ทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงนิรนัย การคิดเชิงอุปนัย การคิดเชิงอุปมาและการคิดเชิงพัฒนา 4) คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิดและเปรียบเทียบวิธีการคิด ทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงอุปมาและการคิดเชิงนิรนัย 5) คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนมองย้อนกลับและจัดการกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ และเห็นคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงอุปนัย

ABSTRACT

This research was aimed to explore the questioning strategies to enhance mathematical thinking of grade 11th students in the classroom using open approach. The paper utilized the qualitative method with teaching experiment using Open Approach according to Inprasitha [1]. Analysis of the collected data was done by mean of protocol analysis and analytic description. The target group were 2 groups of 4 people of 11th grade students in school year 2015 and the researcher was the mathematics classroom teacher The data was collected by using lesson plans, video recorder, audio tape recorder, images recorder, field recorder and analyzed items according to Isoda and Katagiri [2] The result showed that the following questions can enhance mathematical thinking of students. These are:

¹Correspondent author: anuporn_w@kkumail.com

* นักศึกษา หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



1) The questions to guide students given the task allow students to abstract thinking. 2) The questions to guide students to recognize the objective allows students to developmental thinking and deductive thinking. 3) The questions to guide students to support individual work allow students to deductive thinking, inductive thinking, analogical thinking and developmental thinking. 4) The questions to guide students to explain each approach and compare approach allow students to analogical thinking and deductive thinking. 5) The questions to guide students to reflect and reorganized what they learned through the class and appreciating their achievement allow students to inductive thinking.

คำสำคัญ: การตั้งคำถาม การคิดทางคณิตศาสตร์ วิธีการแบบเปิด

Keywords: Questioning, Mathematical thinking, Open approach

บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเป้าหมายในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน เน้นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน อาทิ กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝน พัฒนา เพราะจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี [3] แต่การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนไทยในปัจจุบัน ยังคงเน้นการคิดคำนวณ ท่องจำเนื้อหาตามที่ครูบอก การสอนเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นพวกกฎ สูตร หลักการทางคณิตศาสตร์และการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจำนวนมากเพื่อให้จำเนื้อหา การจัดการเรียนการสอนดังกล่าวเป็นการสอนที่เทียบได้กับการบอกคณิตศาสตร์ (Talking Mathematics) เท่านั้น การสอนในลักษณะนี้นอกจากจะไม่ได้ส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผลแล้ว ยังเป็นการทำลายความกระตือรือร้นและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอีกด้วย [4]

ครูส่วนใหญ่ในชั้นเรียนไทยยังคงใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบเดิมที่มุ่งเน้นไปที่การบอกเนื้อหา วิธีการซึ่งมักจะละเลยความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้และมองข้ามทัศนคติที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยความเข้าใจ [1] และการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในโรงเรียนของประเทศไทยในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังไม่ได้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ยังคงพบปัญหาในชั้นเรียนที่เน้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉพาะผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการทดสอบ โดยไม่ได้เน้นกระบวนการเรียนรู้หรือวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งครูในโรงเรียนส่วนใหญ่ยังมองไม่เห็นประเด็นดังกล่าวโดยครูมองว่ากิจกรรมส่วนใหญ่เป็นของครู เช่น บรรยาย อธิบาย ตอบคำถาม หรือสาธิตให้ดูโดยใช้สื่อต่างๆ จากปัญหาในชั้นเรียนข้างต้นแสดงให้เห็นว่าชั้นเรียนไม่ได้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ [4]

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นวิธีการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนเปิดใจในการเรียนจากมุมมองที่หลากหลายจากปัญหาปลายเปิดที่เป็นสถานการณ์ปัญหาซึ่งมีความหลากหลายทั้งวิธีการและคำตอบ และปัญหาที่คืนั้นควรที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น การเรียนการสอนที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเป็นการส่งเสริมนักเรียนมีอิสระในการคิดในการทำกิจกรรมและแก้สถานการณ์ปัญหา โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีอิสระที่จะคิดที่จะแสดงออก และแสดงความคิดเห็นที่แตกต่าง นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆ ได้ด้วย [5] และ Inprasitha [1] ได้พัฒนาวิธีการแบบเปิดที่เป็นวิธีการสอนมี 4 ขั้นตอน คือ 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้ง

ชั้นเรียน 4) การสรุปการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน นอกจากนี้วิธีการแบบเปิดยังเป็นวิธีการสอนที่มีการมุ่งเน้นความหลากหลายของแนวทางในการคิดของนักเรียน หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Schoenfeld และนักวิจัยจำนวนมากได้สนใจศึกษากระบวนการคิดของนักเรียน โดยเฉพาะการคิดในระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหา [5] ยุทธวิธีหรือวิธีการที่นักเรียนใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาจะแสดงให้เห็นถึงแนวคิดหรือการคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน [6] ซึ่งสอดคล้องกับ Isoda and Katagiri [2] ที่กล่าวว่า การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดที่นักเรียนต้องได้รับการปลูกฝัง นั่นคือนักเรียนจะต้องสามารถคิดและให้เหตุผลได้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบไปด้วยการคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ และการคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับวิธีการทางคณิตศาสตร์ การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่จะถูกใช้ในระหว่างที่มีการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ โดยส่วนใหญ่ในชั้นเรียนจริงมักจะเกิดการคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับวิธีการทางคณิตศาสตร์

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดทางคณิตศาสตร์ ครูจำเป็นต้องนึกถึงวิธีการที่ครูจะสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้อย่างไรในการคิดอย่างเป็นคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและได้มาซึ่งความสามารถในการใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนประสบปัญหาแทนที่ครูจะช่วยเหลือนักเรียนโดยตรงด้วยความรู้และทักษะที่เป็นประโยชน์ ครูจึงเปลี่ยนมาช่วยเหลือนักเรียนโดยที่เตรียมวิธีการสอนการคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อให้เด็กบรรลุเป้าหมายคือมีความรู้และทักษะ การให้ความช่วยเหลือในลักษณะดังกล่าวจะต้องเป็นไปโดยธรรมชาติ และจะต้องสามารถนำไปใช้กับสถานการณ์ต่างๆที่แตกต่างกันได้ โดยการให้ความช่วยเหลือเช่นนี้ซ้ำๆ จนนักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับลักษณะของการคิดทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น ดังนั้นการช่วยเหลือนี้จึงอยู่ในรูปของรูปแบบของคำถามที่ใช้ การตั้งคำถามของครูในชั้นเรียนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการส่งเสริมการคิดของนักเรียนด้วยตัวเอง [2] และการตั้งคำถามเป็นส่วนที่สำคัญของการเรียนการสอนที่ช่วยให้ครูตรวจสอบความสามารถและความเข้าใจของนักเรียนรวมทั้งการกระตุ้นการคิดที่เพิ่มขึ้น [7]

การตั้งคำถามของครูช่วยกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นความสนใจ และกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ใหม่ๆ และสามารถสร้างคำอธิบายสำหรับปัญหาของตนเองและเสนอวิธีการแก้ปัญหานั้นได้ [8] การตั้งคำถามของครูจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนโดยการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียน การแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียน การให้ข้อเสนอแนะนักเรียน และทำให้การอภิปรายในชั้นเรียนมีบรรยากาศที่น่าสนใจ [9] ซึ่งสอดคล้องกับ Isoda and Katagiri [2] ที่กล่าวไว้ว่า ในการตั้งคำถามของครูในชั้นเรียนครูจะต้องวางแผนเกี่ยวกับรายการคำถามมาก่อนที่จะเริ่มชั้นเรียนเพื่อพัฒนาให้นักเรียนคิดได้ด้วยตัวเอง แต่คำถามที่ถูกวางแผนไว้ไม่จำเป็นจะต้องเหมือนกับที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียน เพราะครูกุมักจะมีการเปลี่ยนแปลงแผนได้ซึ่งขึ้นอยู่กับสิ่งที่ครูประเมินการกระทำของนักเรียนในชั้นเรียน โดยสังเกตการกระทำของนักเรียนและรับฟังความคิดและแนวคิดของนักเรียน จากนั้นครูจึงตัดสินใจว่าคำถามอะไรที่จำเป็นที่จะส่งเสริมการคิดของนักเรียนในกิจกรรมนั้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าในลักษณะชั้นเรียนในไทยยังคงเน้นการสอนเนื้อหาให้ครบมากกว่าการเน้นกระบวนการเรียนรู้และเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งบริบทชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดทำให้อาชีพของครูและนักเรียนเปลี่ยนไปจากเดิม ทำให้นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์ มีกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการตั้งคำถามของครูก็เป็นการสนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้เพิ่มความสามารถทางการเรียนรู้ และเป็นสิ่งที่สำคัญที่ทำให้นักเรียนมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น ซึ่งในการตั้งคำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดทางคณิตศาสตร์ไม่ใช่เรื่องง่าย ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบ



เปิด เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอน รวมถึงการค้นพบปัญหาเพื่อที่จะได้นำข้อมูลพื้นฐานนำไปสู่การปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด

ข้อจำกัดในการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเฉพาะนักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 คน ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ผลการวิจัยใช้อ้างอิงเฉพาะบริบทโรงเรียนที่ผู้วิจัยศึกษาเท่านั้น

วิธีการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และมีครูซึ่งเป็นนักวิจัยที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันสังเคราะห์รายการคำถามเพื่อสร้างรายการคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ปรับให้เข้ากับบริบทของชั้นเรียน แล้วนำรายการคำถามที่ได้มากำหนดเป็นโครงสร้างในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และร่วมกันสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องความน่าจะเป็น ตามกระบวนการของวิธีการแบบเปิดตามแนวคิดของ Imprasitha [1]

2) รายการคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ตามกรอบของ Isoda and Katagiri [2] ได้ออกแบบคำถามเพื่อส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งใช้สำหรับวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สอนในชั้นเรียน ซึ่งคำถามต่างๆ จะถูกกำหนดไว้ตามขั้นของการสอนตามกระบวนการของวิธีการแบบเปิดตามแนวคิดของ Imprasitha [1] (ตารางที่ 1)

3) แบบบันทึกภาคสนาม ใช้สำหรับบันทึกพฤติกรรมและการแก้ปัญหาและวิธีคิดทั้งหมดของนักเรียนที่เกิดจากรายการคำถามที่ครูถามนักเรียน ทั้งที่เป็นการพูดคุยอภิปราย อธิบายให้เหตุผลที่นักเรียนแสดงออกมาในรูปยุทธวิธีหรือวิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4) แบบสัมภาษณ์เชิงลึก ใช้สำหรับสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมโดยใช้คำถามในการสัมภาษณ์ที่เป็นรูปแบบคำถามประเภทอะไร ทำอย่างไร โดยสัมภาษณ์จากข้อมูลที่เป็นคำพูดของครู คำพูดของนักเรียน และงานเขียนของนักเรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกมากยิ่งขึ้น

5) เครื่องบันทึกเสียง ผู้วิจัยใช้เครื่องบันทึกเสียงบันทึกในขณะที่นักเรียนคิด (Aloud Thinking) แก้ปัญหา และขณะสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากที่นักเรียนแก้ปัญหาเสร็จแล้ว

6) เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ ผู้วิจัยใช้เครื่องบันทึกวีดิทัศน์บันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อทำการบินที่ภาพในระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหา และบันทึกภาพขณะที่มีการสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากที่ทำกิจกรรมคณิตศาสตร์เสร็จสิ้น

7) กล้องบันทึกภาพนิ่ง ผู้วิจัยใช้กล้องบันทึกภาพนิ่งสำหรับบันทึกภาพในเหตุการณ์ที่มีพฤติกรรมที่น่าสนใจของนักเรียนในขณะที่นักเรียนมีการแก้ปัญหา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์การตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามกรอบแนวคิดของ Isoda and Katagiri [2] โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ โพรโทคอลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด โพรโทคอลจากการสัมภาษณ์ และงานเขียนจากการทำกิจกรรมของนักเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ผู้วิจัยศึกษาบริบททั่วไปของโรงเรียนและชั้นเรียนที่ผู้วิจัยดำเนินการวิจัย โดยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในขณะที่ผู้วิจัยได้จัดทำการเรียนการสอน และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากครูประจำชั้นและครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์

2) ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการกับคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์และออกแบบการสอนตามวิธีการแบบเปิด เพื่อทำการทดลองใช้ก่อนที่จะนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจริง โดยทำการทดลองจัดการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบตามวิธีการแบบเปิดในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 คาบต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน จากนั้นกำหนดกลุ่มเป้าหมายจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนมีการแสดงวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด และเมื่อนำคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชั้นเรียนก็พบว่านักเรียนมีการแสดงวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายมากขึ้น และกล้าแสดงแนวคิดหรือวิธีคิดในแง่มุมที่หลากหลาย

3) ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยประชุมร่วมกันเพื่อวางแผนและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ความน่าจะเป็น แผนการจัดการเรียนรู้นั้นจะพัฒนามาจากสถานการณ์ปัญหาแบบปลายเปิดและมีขั้นตอนลำดับการสอนตามวิธีการแบบเปิดซึ่งบูรณาการกับคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Isoda and Katagiri [2] เมื่อเสร็จแล้วนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ จากนั้นนำข้อเสนอแนะและข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4) ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันประชุมและวางแผนในการเก็บข้อมูลเพื่อกำหนดบทบาทของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยในการบันทึกวีดิทัศน์และภาพนิ่ง เพื่อเตรียมความพร้อมในการเก็บรวบรวมข้อมูลจริง

5) ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยปฏิบัติตามหน้าที่ที่ร่วมกันวางแผนไว้ และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยบันทึกวีดิทัศน์และบันทึกเสียงในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อบันทึกการตั้งคำถามของครูและบันทึกวิธีการคิดและแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนและผู้ช่วยวิจัยสังเกต บันทึกวีดิทัศน์ บันทึกเสียง บันทึกภาพนิ่ง



และบันทึกแบบบันทึกภาคสนามในขณะจัดการเรียนการสอน และผู้วิจัยทำการบันทึกเสียงนักเรียนขณะสัมภาษณ์เชิงลึกหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน

6) ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกวิดีโอ การบันทึกเสียง การสัมภาษณ์ มาถอดคำพูดให้อยู่ในรูปแบบข้อความ พร้อมอธิบายพฤติกรรมของนักเรียนอยู่ในวงเล็บซึ่งเรียกว่าการถอดโพทโทคอล ข้อมูลภาพนิ่งผลงานนักเรียน และแบบบันทึกภาคสนาม มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการถอดคำพูด พร้อมอธิบายพฤติกรรมของนักเรียนจากเครื่องบันทึกวิดีโอและเครื่องบันทึกเสียงมาประกอบกัน พร้อมทั้งงานจากการเขียนของนักเรียนจากการทำกิจกรรม และแบบบันทึกภาคสนามจากผู้ช่วยวิจัย เพื่อนำมาวิเคราะห์การตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดตามแนวคิดของ Inprasitha [1] คือ 1) การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) การอภิปรายและการเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน 4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยพิจารณาการตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามกรอบแนวคิดของ Isoda and Katagiri [2] คือ 1) คำถามที่ถามเพื่อให้นักเรียนเข้าถึงโจทย์ปัญหา 2) คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบวัตถุประสงค์ในคาบเรียน 3) คำถามที่ถามเพื่อสนับสนุนช่วยเหลือการทำงานของนักเรียนแต่ละคน 4) คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิด และเปรียบเทียบวิธีการคิด 5) คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนมองย้อนกลับและจัดการกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ แล้วนำเสนอในรูปแบบการบรรยายเชิงวิเคราะห์

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามกรอบแนวคิดของ Isoda and Katagiri [2] ผู้วิจัยนำเสนอโดยลำดับตามลักษณะคำถามที่พบจากการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอในรายการของข้อความในรูปแบบของ Item แทนคำพูดหรือบทสนทนา และพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามลำดับเวลาที่เกิดขึ้น โดยมีรายละเอียดผลการวิจัยดังนี้

1) คำถามที่ถามเพื่อให้นักเรียนเข้าถึงโจทย์ปัญหา ซึ่งพบในขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด พบว่าทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงนามธรรม คือเมื่อครูใช้คำถามที่ถามเพื่อให้นักเรียนเข้าถึงโจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนพยายามดึงเงื่อนไขของข้อกำหนดออกมาเป็นการคิดที่ทำให้เห็นเงื่อนไขที่ชัดเจนขึ้น

ชื่อกิจกรรม : มาสร้างนาฬิกากัน

สถานการณ์ปัญหา : เจมส์จิมมีนาฬิกาเรือนหนึ่งซึ่งบนปัดของนาฬิกามีเฉพาะตัวเลขคู่ เขาต้องการสร้างรูปหลายเหลี่ยมบนหน้าปัดนาฬิกา อยากทราบว่าเขาจะสามารถสร้างรูปหลายเหลี่ยมได้กี่รูป โดยใช้ตัวเลขบนหน้าปัดเหล่านี้เป็นจุดยอดมุม

คำสั่ง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงวิธีหาแนวทางการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาอย่างละเอียด โดยให้แสดงวิธีการทำให้ได้หลากหลายวิธีมากที่สุด พร้อมอธิบายเหตุผล

Item25 ครูผู้สอน : จากสถานการณ์ปัญหามีเงื่อนไขอะไรที่สำคัญ

Item26 ภู : มีเงื่อนไขนาฬิกาต้องเป็นเลขคู่

Item27 โม : นาฬิกามีแต่เลขคู่

Item25 ครูถามนักเรียนว่า “จากสถานการณ์ปัญหาที่มีเงื่อนไขอะไรที่สำคัญ” เป็นคำถามที่ครูถามเพื่อให้นักเรียนเข้าถึงโจทย์ปัญหา พบว่านักเรียนตอบสนองต่อคำถามของครูดัง Item26-27 โดยที่คำตอบว่า “มีเงื่อนไขนาฬิกาต้องเป็นเลขคู่” และไม่ตอบว่า “นาฬิกามีแต่เลขคู่” นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าสถานการณ์ปัญหาที่มีเงื่อนไขอะไร ซึ่งเป็นการคิดที่พยายามดึงเงื่อนไขของข้อกำหนดออกมา เป็นการคิดที่ทำให้เห็นเงื่อนไขที่ชัดเจน จากวิธีการคิดดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการคิดเชิงนามธรรม

2) คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบวัตถุประสงค์ในคาบเรียน ซึ่งพบในชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน พบว่าทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงพัฒนาและเกิดการคิดเชิงนิรนัย คือเมื่อครูใช้คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบวัตถุประสงค์ ทำให้นักเรียนพยายามมองหาวิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่น พยายามหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากขึ้น และสามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหาผ่านความรู้เดิมหรือพื้นฐานที่เคยรู้มาแล้ว

ชื่อกิจกรรม : มาถ่ายรูปกัน

สถานการณ์ปัญหา : “ในวันหยุดสุดสัปดาห์ ครูบิวตี้และเพื่อนอีก 4 คน คือ น้ำ น้ด น้อย และก่อ ไปเที่ยวที่วัดพุทธไสยาสน์ถ้าภูค่าว จังหวัดกาฬสินธุ์ ครูและเพื่อนๆ ต้องการยื่นเป็นแถวหน้ากระดานเพื่อถ่ายรูป ครูและเพื่อนๆ จะได้ภาพที่แตกต่างกันกี่ภาพ”

คำสั่ง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงวิธีหาแนวทางการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาอย่างละเอียด พร้อมอธิบายเหตุผล

Item146	ครูผู้สอน	: มีวิธีคิดแบบอื่นอีกไหม นอกจากวิธีนี้
Item147	เฟิร์น	: ต้องทำแผนภาพต้นไม้รีป่าว
:	:	:
Item151	ภู	: ถ้าเราถ่าย 3 คน เลือกครั้งที่ 1 ได้ 5 ต่อไปได้ 4 ต่อไปได้ 3 (พร้อมทั้งเขียนในใบกิจกรรม) (ภาพที่ 1)
Item152	โม	: 2 คน ได้ 5 คูณ 4 แล้วก็คูณ 2 แยก หรือ
Item153	ภู	: อาร์ม ถ้า 3 คน เราเอามาทำเป็น 3 หลักได้ใหม่ อักแรกเราเลือกได้ 5 คน ต่อมาก็ 4 ต่อมาก็ 3
Item154	ภู	: ถ้าเป็น 3 คน คนแรกได้ 5 ต่อมา 4 ต่อมา 3
Item155	อาร์ม	: ได้เท่าเดิม แล้ว 2 คน ละ
Item156	ภู	: 2 คน ก็ 5 คูณ 4
Item157	อาร์ม	: ก็ได้ 5 กับ 4 ก็ได้ 20

Item146 ครูถามนักเรียนว่า “มีวิธีคิดแบบอื่นอีกไหม นอกจากวิธีนี้” เป็นคำถามที่ครูถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบวัตถุประสงค์ในคาบเรียน พบว่านักเรียนตอบสนองต่อคำถามของครูดัง Item147-157 เนื่องจากนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้บรรลุเป้าหมายแล้ว เมื่อครูถามว่ามีวิธีคิดแบบอื่นไหม นักเรียนก็ยังพยายามมองหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แต่ว่ายังอยู่บนพื้นฐานของคำตอบเดียวกัน จากวิธีการแก้ปัญหาในครั้งก่อนของนักเรียนในกรณีถ่ายรูป 3 คน นักเรียนแก้ปัญหาโดยการใช้ $3! \times 10 = 60$ ต่อมานักเรียนสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่เป็นเลือกครั้งที่ 1 ได้ 5 ต่อไปได้ 4 ต่อไปได้ 3 นั่นก็คือ $5 \times 4 \times 3 = 60$ ซึ่งได้ผลลัพธ์เท่ากัน นอกจากนี้ยังตรวจสอบผลลัพธ์ของวิธีการแก้ปัญหาใหม่กับกรณีที่ถ่ายรูป 2 คนด้วยและพบว่าได้ผลลัพธ์เท่ากัน จากวิธีการคิดดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการคิดเชิงพัฒนา



3) คำถามที่ถามเพื่อสนับสนุนช่วยเหลือการทำงานของนักเรียนแต่ละคน พบในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน พบว่าทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงนิรนัย การคิดเชิงอุปนัย การคิดเชิงอุปมา และการคิดเชิงพัฒนา คือเมื่อครูใช้คำถามที่ถามเพื่อสนับสนุนช่วยเหลือการทำงานของนักเรียนแต่ละคน ทำให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาผ่านความรู้เดิมหรือพื้นฐานที่เคยรู้มาแล้ว นักเรียนค้นพบสมบัติระหว่างกาแก้ปัญหาและสามารถสรุปเป็นกฎสูตรได้ นักเรียนได้แก้ปัญหาผ่านความรู้เดิมหรือพื้นฐานที่เคยรู้มาแล้ว และนักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่นที่หลากหลาย

Item162	ครูผู้สอน	: มีวิธีอื่นอีกไหมที่ง่ายกว่าวิธีนี้
Item163	ครูผู้สอน	: ง่ายกว่าการที่เราต้องมานั่งแจกแจงแบบนี้ มีวิธีอื่นอีกไหม
Item164	ครูผู้สอน	: ถ้าสมมตินะ ครูไปเที่ยวกับคน 50 คน ครูจะทำยังไงไหวอะ จะมีวิธีที่แบบทำให้เราเห็นปั๊บ ตอบได้ปั๊บ ได้ไหม
Item165	อาร์ม	: ถ้าทำแบบนี้ก็ 50 หลักเลขนะเรา 50 แผลก หรือให้ทำเป็นสูตร
Item166	ภู	: น่าจะทำเป็นสูตรนะ เราว่าอาจารย์หมายถึงแบบนี้
	:	:
Item171	ภู	: แสดงว่าเราต้องทำเป็นสูตร
Item172	อาร์ม	: ถ้าเราทำถ่าย 2 คน จะได้คำตอบเท่าเดิมมัย ก็จะเป็น 5 แผลก ส่วนด้วย 5 ลบ 2 แผลกเท่ากับ 20 ก็ได้คำตอบเท่าเดิม (นักเรียนเขียน $\frac{5!}{(5-2)!}$)
Item173	ภู	: เราก็คงได้ ทั้งหมดแผลก ส่วนทั้งหมด ลบ ที่เลือก แผลก (นักเรียนเขียนลงในใบกิจกรรม) (ภาพที่ 2)

Item162 ครูถามนักเรียนว่า “มีวิธีอื่นอีกไหมที่ง่ายกว่าวิธีนี้” เป็นคำถามที่ครูถามเพื่อสนับสนุนช่วยเหลือการทำงานของนักเรียนแต่ละคน พบว่านักเรียนตอบสนองต่อคำถามของครูดัง Item165-173 โดยที่ Item171 ภูบอกว่า “แสดงว่าเราต้องทำเป็นสูตร” จากนั้นนักเรียนสร้างความสัมพันธ์กันในการสร้างสูตร จนสามารถสรุปออกเป็นสูตรได้ดังใน Item173 ภูบอกว่า “เราก็คงได้ ทั้งหมดแผลก ส่วนทั้งหมด ลบ ที่เลือก แผลก” นอกจากนี้นักเรียนยังแทนค่าในแต่ละกรณีต่างๆ ลงในสูตร เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสูตรที่ได้ จากวิธีการคิดดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการคิดเชิงอุปนัย

4) คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิดและเปรียบเทียบวิธีการคิด ซึ่งพบในขั้นการอภิปรายและการเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียนและชั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นทั้งชั้นเรียน พบว่าทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงอุปมา และการคิดเชิงนิรนัย คือเมื่อครูใช้คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิดและเปรียบเทียบวิธีการคิด ทำให้นักเรียนอธิบายการแก้ปัญหาโดยใช้สิ่งที่รู้อยู่แล้วมาเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา โดยอธิบายแนวคิดที่ชัดเจนและหลากหลายจากสิ่งที่รู้อยู่แล้วหรือสิ่งที่ค้นพบใหม่ และนักเรียนสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาอื่นๆ ที่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้

Item268	ครูผู้สอน	: จากกิจกรรมในวันนี้ นักเรียนลองยกสถานการณ์ตัวอย่างที่เราสามารถนำสิ่งที่เราเรียนไปใช้ได้
Item269	เฟิร์น	: การหยิบลูกบอลมาจัดเรียง
Item270	นักเรียน	: การจัดแถว รอด คอ
Item271	นักเรียน	: เรียงสมุดใส่ชั้นหนังสือ

Item268 ครูถามนักเรียนว่า “จากกิจกรรมในวันนี้ นักเรียนลองยกสถานการณ์ตัวอย่างที่เราสามารถนำสิ่งที่เราเรียนไปใช้ได้” เป็นคำถามที่ครูถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิดและเปรียบเทียบวิธีการคิด พบว่านักเรียน

ตอบสนองต่อคำถามของครูคัง Item269-271 นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาอื่นๆ และนำวิธีการแก้สถานการณ์ในคาบนี้ ไปใช้กับการแก้ปัญหาสถานการณ์อื่นๆ ได้ วิธีการคิดดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการคิดเชิงอุปมา

5) คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนมองย้อนกลับและจัดการกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ และเห็นคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งพบในขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นทั้งชั้นเรียน พบว่าทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงอุปมา คือเมื่อครูใช้คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนมองย้อนกลับและจัดการกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ และเห็นคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียนรู้ ทำให้นักเรียน ได้อธิบายสรุปกฎสูตรที่ค้นพบจากการทำกิจกรรม และสมบัติที่ค้นพบ

Item264 ครูผู้สอน : จากกิจกรรมนี้ เราได้ค้นพบอะไรบ้าง

Item265 นักเรียน : ได้รู้จักวิธีการจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกัน

Item266 ครูผู้สอน : การจัดเรียงมีความสำคัญอย่างไรคะ

Item267 นักเรียน : ตำแหน่งถือว่ามีความสำคัญ รูปแบบสำคัญ

Item264 ครูถามนักเรียนว่า “จากกิจกรรมนี้ เราได้ค้นพบอะไรบ้าง” เป็นคำถามที่ครูถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนมองย้อนกลับและจัดการกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ และเห็นคุณค่าของสิ่งที่ได้ พบว่านักเรียนตอบสนองต่อคำถามของครูคัง Item265 นักเรียนตอบว่า “ได้รู้จักวิธีการจัดเรียงสิ่งของที่แตกต่างกัน” แล้วครูก็ถามนักเรียนต่อใน Item266 ว่า “การจัดเรียงมีความสำคัญอย่างไรคะ” ทำให้นักเรียนได้อธิบายต่อว่า “ตำแหน่งถือว่ามีความสำคัญ รูปแบบสำคัญ” ซึ่งจากวิธีการคิดดังกล่าวนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าการจัดเรียงมีความสำคัญอย่างไร ซึ่งเป็นการสรุปสมบัติที่ถูกค้นพบนั่นเอง วิธีการคิดดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการคิดเชิงอุปมา

สรุปและอภิปรายผล

1. สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด พบคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของ Isoda and Katagiri [2] โดยผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1) คำถามถามเพื่อให้นักเรียนเข้าถึงโจทย์ปัญหา เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้เข้าถึงโจทย์ปัญหา สถานการณ์ปัญหา หรือสื่อการจัดการเรียนการสอน พบว่าส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงนามธรรม คือนักเรียนพิจารณาได้ว่าในสถานการณ์ปัญหามีอะไรที่เหมือนกัน มีความเกี่ยวข้องหรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไร นักเรียนมีวิธีการคิดที่ดึงเอาสิ่งที่ร่วมกันของข้อความที่ต่างกันในสถานการณ์ปัญหาออกมา และนักเรียนมีวิธีการคิดที่พยายามดึงเงื่อนไขของข้อกำหนดออกมาเป็นการคิดที่ทำให้เห็นเงื่อนไขที่ชัดเจน ซึ่งพบในขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

2) คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงวัตถุประสงค์ในคาบเรียน เป็นคำถามที่ชี้แนะให้นักเรียนได้นำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหา และพยายามกระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการคิดหรือแนวคิดอื่นๆ เพื่อให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของคาบเรียนนั้น พบว่าส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงนิรนัย คือนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่านำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาในครั้งนี้ และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงพัฒนา คือนักเรียนพยายามมองหาวิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่น ที่หลากหลายมากขึ้นจนกว่าจะบรรลุวัตถุประสงค์ของคาบนั้น ซึ่งพบในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน



3) คำถามที่ถามเพื่อสนับสนุนช่วยเหลือการทำงานของนักเรียนแต่ละคน เป็นคำถามที่คอยช่วยเหลือและกระตุ้นการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการแก้ปัญหาเพื่อเป็นการตรวจสอบการแก้ปัญหาของตนเอง พบว่าส่งเสริมให้นักเรียนการคิดเชิงอุปนัย คือนักเรียนค้นพบสมบัติระหว่างแก้ปัญหาและนักเรียนสามารถสรุปสูตร และแทนค่าในสูตรเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสูตรที่ได้ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงอุปมา คือนักเรียนได้แก้ปัญหาผ่านสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาแล้ว เช่น สมบัติ ทฤษฎี หรือวิธีการต่างๆ ซึ่งนักเรียนได้นำแนวคิดนั้นมาใช้ในการแก้ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงนิรนัย คือนักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาผ่านความรู้เดิมหรือพื้นฐานที่เคยรู้มาแล้ว และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงพัฒนา คือนักเรียนมองหาวิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่นที่หลากหลายน่าสนใจ ซึ่งพบในขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

4) คำถามที่ถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายวิธีคิด อธิบายแต่ละวิธีการและเปรียบเทียบวิธีการบนพื้นฐานของวัตถุประสงค์ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้อธิบายวิธีการคิดของตนเอง อธิบายเหตุผลในการแก้ปัญหาของตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงนิรนัย คือนักเรียนอธิบายการแก้ปัญหาโดยใช้สิ่งที่รู้อยู่แล้วมาเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา อธิบายแนวคิดที่ชัดเจนและหลากหลายจากสิ่งที่รู้อยู่แล้วหรือสิ่งที่ค้นพบใหม่ และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดอุปมา คือนักเรียนสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาอื่นๆ ที่นักเรียนคิดว่าจะนำวิธีการแก้สถานการณ์ในคานานี้ไปใช้กับการแก้ปัญหาสถานการณ์อื่นๆ ซึ่งพบในขั้นการอภิปรายและการเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียนและขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

5) คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนมองย้อนกลับในสิ่งที่รู้และจัดการกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ในชั้นเรียน และเห็นคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียนรู้ เป็นคำถามที่ถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันสรุปสาระสำคัญในการเรียนรู้ พบว่าส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงอุปนัย คือนักเรียนสามารถอธิบายสรุปกฎและสมบัติที่ค้นพบ ซึ่งพบในขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

2. การอภิปรายผล

การตั้งคำถามของครูมือใหม่หรือครูที่ไม่มีประสบการณ์ในการสอน ทำให้พบปัญหาและเป็นความท้าทายในการสร้างคำถามในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหาในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดซึ่งเป็นวิธีการสอน ที่ครูจะต้องมีการปรับคำถามที่ได้วางแผนไว้ตามลำดับขั้นของการสอน ซึ่งครูมือใหม่หรือครูที่ไม่มีประสบการณ์ในการสอนจึงต้องมีการวางแผนหรือเตรียมคำถามก่อนจะเริ่มชั้นเรียนพร้อมทั้งคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Isoda and Katagiri [2] ชุดของคำถามจะต้องมีการเตรียมก่อนจะเรียน ครูถามนักเรียนด้วยคำถามบนพื้นฐานของแนวทางการสอนวิธีการแก้ปัญหา คำถามต่างๆ จะถูกกำหนดไว้ในขั้นของการสอนที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อเป็นการแนะแนวทางต่อการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และเพื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจากงานวิจัยของสุชาติพิศ หาญเชิงชัย [10] ได้ศึกษาการตั้งคำถามของครูในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้วิธีการแบบเปิด พบว่ามีลักษณะการตั้งคำถาม 3 ประเภท คือ คำถามเชิงอะไร คำถามเชิงทำไม และคำถามเชิงอย่างไร ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น และสอดคล้องกับ Chin [8] ที่กล่าวว่า การตั้งคำถามของครูช่วยกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นความสนใจ และกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ใหม่ๆ และการกำหนดรายการคำถามที่ช่วยส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด จะเป็นการส่งเสริมประสบการณ์ของครูในการตั้งคำถามเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดทางคณิตศาสตร์ ทำให้ครูเห็นถึงกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากขึ้น ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นของกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด ที่เน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาและอธิบายแนวคิดของตนเอง ทำให้เห็นการคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายประเภท

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ครูและนักวิจัยสามารถนำรายการคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไปใช้ในการวางแผนในการจัดการเรียนการสอน และครูควรมีการปรับคำถามให้เหมาะสมกับนักเรียนในแต่ละระดับชั้นเรียนด้วย นอกจากนี้ควรมีการคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนในการจัดทำแผนการเรียนการสอน จะช่วยให้การพัฒนาคำถามได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการสอน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาการตั้งคำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดในเนื้อหาสาระอื่น เช่น เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน พีชคณิต เรขาคณิต ลำดับและอนุกรม เป็นต้น หรือในระดับชั้นเรียนอื่นๆ เช่น ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หรือระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และปรับรายการคำถามให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระนั้นๆ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

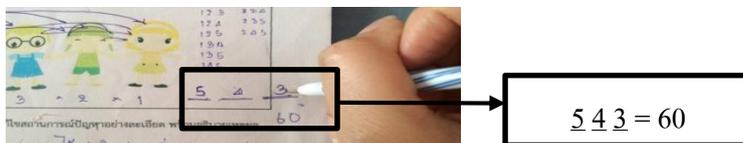
1. Inprasitha M. One Feature of Adaptive Lesson Study in Thailand: Designing a Learning Unit. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia* 2011; 34(1): 47-66.
2. Isoda M., Katagiri S. *Mathematical Thinking: How to Develop it in the Classroom*. Singapore: World Scientific; 2012.
3. Ministry of education. *Core Curriculum for Basic Education Curriculum 2551*. Bangkok: Agricultural Cooperatives of Thailand; 2552. Thai.
4. Inprasitha M. et al. *Reforming of the Learning Processes in School Mathematics with Emphasizing on Mathematical Processes*. Khon Kaen: The National Research Council; 2546.Thai.
5. Inprasitha M. Teaching by Open-Approach Method in Japanese Mathematics Classroom. *KKU Journal of Mathematics Education*. 2557; 1(1), 1-17.
6. Vayukon Lobsouk. A study of the Roles of Teacher in Instructional Engagement with Students' Mathematical Thinking in Mathematics Classroom Using the Open-approach Method [Master of Education]. Khon Kaen: Khon Kaen University; 2550. Thai.



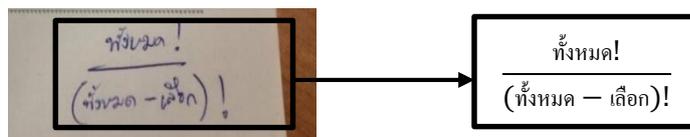
7. Musingafi MCC, Muranda KE. Students and Questioning: A Review of the Role Played By Students Generated Question in the Teaching and Learning Process. Studies in Social Sciences and Humanities 2014; 1(1), No. 3, 101-107.
8. Chin C. Student-Generated Question: Encouraging Inquisitive Minds in Learning Science. Teaching and Learning 2002; 23(1): 59-67.
9. Caram CA., Davis PB. Inviting student engagement with questioning. 2005 [cited 2015 April 29] Available from: <http://www.redorbit.com/news/education/258931/>
10. Sudatip Hancherngchai. Questioning of Teacher Using Open Approach in Mathematics Classroom [Master of Education]. Khon Kaen: Khon Kaen University; 2552. Thai.

ตารางที่ 1 แสดง โครงสร้างรายการคำถามที่ปรับใช้กับการสอนที่ใช้วิธีการแบบเปิด

ลำดับการสอนตามวิธีการแบบเปิด	รายการคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์
ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาหลายเปิด	ครูใช้คำถามที่ถามเพื่อให้นักเรียนเข้าถึงโจทย์ปัญหา
ขั้นที่ 2 เรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน	ครูใช้คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียน ได้ทราบวัตถุประสงค์ในคาบเรียน
ขั้นที่ 3 อภิปรายและเปรียบเทียบของนักเรียนทั้งชั้นเรียน	- ครูใช้คำถามที่ถามเพื่อสนับสนุนช่วยเหลือการทำงานของนักเรียนแต่ละคน - ครูใช้คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิดและเปรียบเทียบวิธีการคิด
ขั้นที่ 4 สรุปการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน	ครูใช้คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนมองย้อนกลับและจัดการกับสิ่งที่ได้เรียนรู้และเห็นคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียนรู้



ภาพที่ 1 แสดงวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์เชิงพัฒนาของนักเรียน



ภาพที่ 2 แสดงวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์เชิงอุปนัยของนักเรียน