บทความวิจัย (Research Article)

ผลของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

THE EFFECTS OF MATHEMATICS LEARNING MANAGEMENT BY USING OPEN APPROACH ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND COMMUNICATION ABILITIES OF MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS

Received: January 17, 2018 **Revised:** March 5, 2018 **Accepted:** March 21, 2018

จริยา สุนทรหาญ[1*] อาพันธ์ชนิต เจนจิต[2] และคงรัฐ นวลแปง[3]

Jariya Sunthonhan[1*] Apunchanit Jenjit[2] and Kongrat Nualpang[3]

[1,2,3]มหาวิทยาลัยบูรพา

[1,2,3]Burapha University, Chonburi 20130, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: jariyasunthonhan@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งแบบแผนการวิจัยเป็นแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลองครั้งเดียว (One Group Pretest Posttest Design) กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” จำนวน 38 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างเดียว (One-Sample t-Test)

ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Abstract

The purpose of this research was to compare Mathayomsuksa 4 student's mathematical problem solving and communication abilities with 70 percent criterion after obtaining instrumental learning management by using open approach. The design of research was one group posttest only design. Subjects of this study were 38 Mathayomsuksa 4 at Banbung Uttasahakamnukhro School. They were selected by cluster random sampling method. Instruments were lesson plans of mathematics learning management by using open approach and mathematical problem solving and communication ability test. The data were analyzed by mean, standard deviation, and t-test for one sample.

The result of research was the mathematical problem solving and communication abilities of Mathayomsuksa 4 students after using mathematics learning management by using open approach were significantly higher than the 70 percent criterion.

Keywords: Mathematics Learning Management by Using Open Approach, Mathematical Problem Solving Ability, Mathematical Communication Ability

บทนำ

โลกปัจจุบันมีความเจริญขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นยุคแห่งเทคโนโลยีสารสนเทศที่สื่อสารกันโดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ผลจากความเจริญนี้ทำให้สังคมมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น (Suttirut, 2014, pp. 65-66) จากสภาพสังคมที่มีความซับซ้อน ทักษะทางคณิตศาสตร์หรือความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มนุษย์จำเป็นต้องมีจึงต้องมากขึ้นตามไปด้วย โดยทั่วไปทักษะทางคณิตศาสตร์ที่หลายประเทศในโลกมุ่งพัฒนาให้กับผู้เรียนประกอบด้วยทักษะสำคัญ ดังนี้ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ การเชื่อมโยง และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะชีวิตดี และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Makanong, 2010, pp. 10-11) แต่ที่ผ่านมาพบว่า นักเรียนยังด้อยความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA ในปี 2012 และ 2015 พบว่าผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ของนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 427 และ 415 คะแนน ตามลำดับ โดยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยขององค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD ซึ่งตามแนวคิดของ PISA คำว่า “การรู้เรื่อง (Literacy)” ไม่ได้หมายถึงความรู้ที่นักเรียนมีติดตัวอยู่ แต่หมายถึงสมรรถนะของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะในวิชาหลักที่ได้เรียนมาในชีวิตจริง มีสมรรถนะในการวิเคราะห์ การสื่อสาร อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถระบุ บอกสาระหลัก ตีความ ประเมิน และมีสมรรถนะในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014, p. 24) สอดคล้องกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ในระดับประเทศ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2556 2557 และ 2558 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.48 14.58 และ 26.59 คะแนน ตามลำดับ จาก

คะแนนเฉลี่ย O-NET วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ข้างต้น จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำและไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ในระดับสถานศึกษาของโรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” ในปีการศึกษา 2557 และ 2558 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยในสาระที่ 4 พีชคณิต เท่ากับ 24.34 และ 29.78 คะแนน จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยในระดับสถานศึกษาอยู่ในระดับต่ำและไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 โดยในปีการศึกษา 2558 สาระพีชคณิตเป็นสาระหนึ่งที่โรงเรียนควรได้รับการพัฒนา เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยสาระพีชคณิตของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ซึ่งเนื้อหา เรื่อง ฟังก์ชัน เป็นเนื้อหาหนึ่งในสาระพีชคณิตที่ควรได้รับการพัฒนา และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนเนื้อหา เรื่อง ฟังก์ชัน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับฟังก์ชัน และไม่สามารถเขียนอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ประกอบกับการสังเกตการณ์สอนของผู้วิจัย และการทดสอบหลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ได้ อีกทั้งยังใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถเขียนอธิบายแนวคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ เป็นเพียงการตอบสั้นๆ ซึ่งปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นอาจเกิดจากหลายสาเหตุ โดยสาเหตุหนึ่งที่สำคัญ ก็คือ การจัดการเรียนการสอนของครูในลักษณะที่เน้นเนื้อหา ความจำ เน้นการบรรยาย ไม่ได้ส่งเสริมหรือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด (Kanchanakirati, 2011, pp. 26-27)

แนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทำได้โดยการจัดการเรียนการสอนผ่านบทเรียนการแก้ปัญหาซึ่งใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนได้สำรวจศึกษาและค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งปัญหาที่มีความเหมาะสมกับการเรียนการสอนในลักษณะนี้คือปัญหาปลายเปิด (Open-ended Problem) ซึ่งเป็นปัญหาที่มีคำตอบเปิดกว้าง มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ มีวิธีการหาคำตอบหรือมีแนวทางเข้าสู่คำตอบของปัญหาได้หลายวิธี ซึ่งการสอนที่ใช้ปัญหาปลายเปิดเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมการเรียนการสอน คือ การสอนแบบปลายเปิด (Open-ended Approach) (Nowyenphon, 2000, p. 29) หรือวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

วิธีการแบบเปิด เป็นการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาในแนวทางของตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ครูจะเป็นผู้จัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ให้เวลากับนักเรียนในการเรียนรู้มากขึ้น โดยการจัดการเรียนการสอนมีการสะท้อนกลับ มีการอภิปรายและการสืบค้นด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ซึ่งการใช้ปัญหาปลายเปิดในการจัดการเรียนการสอน จะช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ให้นักเรียนได้มีโอกาสที่จะเรียนรู้ด้วยวิธีของตนเอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม พูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกันภายในกลุ่ม เกิดความร่วมมือกัน (Foong, 2000, pp. 50-52) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thipjindachaikul (2014) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของ Peungphol (2011) ที่ได้ศึกษาวิธีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการแก้ปัญหาปลายเปิด: เน้นความแตกต่างระหว่างเพศ

ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือแก้ปัญหาในแนวทางของตนเอง มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกัน มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์การเขียนอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนมากขึ้น รวมทั้งให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจจะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 243 คน โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 จังหวัดชลบุรี
2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 38 คน โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม
3. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด และตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติมตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชัน
5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งใช้เวลาดำเนินการวิจัยทั้งหมด 18 คาบ คาบละ 50 นาที โดยจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด จำนวน 16 คาบ และทดสอบหลังเรียน จำนวน 2 คาบ
6. การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาในแนวทางของตนเอง และเกิดแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งใน

การแก้ปัญหานักเรียนต้องอาศัยความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนในการทำกิจกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหาปัญหาปลายเปิด ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิด พร้อมใบกิจกรรมแก่นักเรียนเป็นกลุ่ม และนักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันทำความเข้าใจปัญหาที่ครูนำเสนอ

ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน หลังจากที่นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันทำความเข้าใจปัญหาปลายเปิดแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนในการแก้ปัญหา โดยการหาแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งอาศัยประสบการณ์ที่มีอยู่หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหา จากนั้นดำเนินการตามแผนที่วางไว้ จนกระทั่งได้คำตอบที่ถูกต้อง แล้วสรุปคำตอบและตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้อง สมเหตุสมผลหรือไม่ พร้อมทั้งบันทึกคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรม นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหากลุ่มของตนบนกระดาน โดยครูมีหน้าที่ชี้แนะให้เกิดการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียน และครูมีหน้าที่เก็บรวบรวมใบกิจกรรมเพื่อนำมาประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ครูรวบรวมแนวคิดที่ได้จากการแก้ปัญหาทั้งหมด และให้นักเรียนร่วมกันสะท้อนกลับแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิดจากการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นการสร้างปัญหาใหม่ นักเรียนสร้างปัญหาใหม่จากปัญหาที่ครูนำเสนอ โดยการเปลี่ยนเงื่อนไขหรือคุณลักษณะของปัญหาเดิม และเขียนอธิบายการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงขั้นตอนกระบวนการคิดในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องอาศัยการประยุกต์ใช้ความรู้ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาจนกระทั่งได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาว่าต้องการทราบสิ่งใดและกำหนดสิ่งใดมาให้บ้าง

ขั้นที่ 2 การวางแผนในการแก้ปัญหา นักเรียนคิดวางแผนแก้ปัญหา โดยการเขียนอธิบายลำดับขั้นตอนการหาคำตอบจากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ จนกระทั่งได้คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 การสรุปและตรวจสอบคำตอบ นักเรียนสรุปคำตอบที่ได้ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องสมเหตุสมผลหรือไม่

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วัดโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

8. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมาย และนำเสนอแนวคิดของตนเองผ่านการเขียนอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจตามลำดับขั้นตอน และมี

รายละเอียดครบถ้วน วัดโดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด จำนวน 8 แผน รวมระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ 16 คาบ ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.53, S.D. = 0.26)

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีความยากง่าย 0.54 - 0.66 ค่าอำนาจจำแนก 0.44 - 0.67 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 8 แผน
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ในภาคเรียนที่ 2 ทั้งหมด 16 คาบ
3. หลังจากดำเนินการสอนจนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4. ทำการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้น
5. นำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 วิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบ t-test for one sample ดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\mu_{70\%}$	$\overline{X}$	S.D.	t
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	38	40	28	29.42 (73.55)	4.02	2.18*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{\alpha=.05,df=37} = 1.6871$)

จากตาราง 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เท่ากับ 29.421 จากคะแนนเต็ม

40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.55 ซึ่งเมื่อทำการทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 วิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติทดสอบ t-test for one sample ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับเกณฑ์ ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\mu_{70\%}$	$\overline{X}$	S.D.	t
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	38	15	10.5	11.5 (73.67)	1.54	2.21*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{\alpha=.05,df=37} = 1.6871$)

จากตาราง 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด เท่ากับ 111.053 จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.68 ซึ่งเมื่อทำการทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาในแนวทางของตนเอง ซึ่งในการแก้ปัญหานักเรียนต้องอาศัยความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อพิจารณาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ทั้ง 4 ขั้นตอน พบว่า

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้นักเรียน แต่ละกลุ่มร่วมกันทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งปัญหาที่ครูนำเสนอมีความใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียน นักเรียนจึงสามารถแก้ปัญหาได้โดยอาศัยความรู้ ทักษะ หรือแนวทางการคิดที่นักเรียนได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ไปใช้ในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ

Nowyenphon (2000, p. 35) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาปลายเปิดจะเป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้เห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Phairotphiriyakun et al. (2011, pp. 7-16) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลเพชรวิทย์ จังหวัดตาก ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่ากลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน นักเรียนได้มีโอกาสในการเผชิญปัญหาที่ท้าทาย ทำให้ได้ดึงศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของตนเองออกมา และได้เรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อนอย่างกระตือรือร้น สอดคล้องกับ Becker and Shimada (1997, pp. 33-34) ที่กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดว่า นักเรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนอย่างกระตือรือร้นและได้แสดงความคิดเห็นของตนเองมากขึ้น มีโอกาสที่จะนำความรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ นักเรียนมีแรงจูงใจในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน นักเรียนได้แสดงออกถึงความคิดเห็นของตนและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จึงเป็นการได้เรียนรู้ร่วมกันอย่างแท้จริง สอดคล้องกับ Intasung (2002, p. 37) ที่กล่าวว่า เพราะว่ามีวิธีการหลายวิธีที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องได้ สถานการณ์แบบนี้จึงสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากแลกเปลี่ยนและเปรียบเทียบคำตอบของตนเองกับเพื่อน เป็นการเรียนรู้ร่วมกันและจะนำมาซึ่งการพูดคุยสื่อสาร การยกเหตุผลเพื่อยืนยันและสนับสนุนคำตอบ และเกิดการอภิปรายในชั้นเรียนซึ่งอาจได้ความรู้ใหม่ และอาจได้ปัญหาใหม่ด้วย

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างปัญหาใหม่ นักเรียนได้แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างปัญหาใหม่ รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ถูกพัฒนาขึ้น สอดคล้องกับ Nohda (2000, pp. 46-47) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดจะตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลทั้งในเรื่องความสามารถและความสนใจ และสนับสนุนให้นักเรียนสืบเสาะหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายและสร้างปัญหาใหม่ขึ้นมาด้วยตนเอง

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ข้างต้น จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Bussaya (2015) ที่ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นแนวคิดหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือแก้ปัญหาปลายเปิดด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม พูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกัน และเขียน

อธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2012, p. 55) ที่ระบุว่า ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนไม่เพียงจะอ่านเพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและค้นหาคำตอบเท่านั้น แต่ยังต้องพูดหรือเขียนเพื่ออธิบายความรู้ความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนการแสดงวิธีทำและการให้เหตุผล โดยใช้ข้อความ สัญลักษณ์ ตัวแปร สมการ ตาราง กราฟ ตัวแบบหรือแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อื่นๆ มาช่วยในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ เมื่อพิจารณาขั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดทั้ง 4 ขั้นตอน พบว่า

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำความเข้าใจปัญหา มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนแนวคิดภายในกลุ่ม สอดคล้องกับคำกล่าวของ Foong (2000, pp. 50-52) ที่กล่าวถึง การใช้ปัญหาปลายเปิดในการจัดการเรียนการสอนว่าเป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ให้นักเรียนได้มีโอกาสที่จะเรียนรู้ด้วยวิธีของตนเอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม พูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกันภายในกลุ่ม เกิดความร่วมมือกัน

ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน นักเรียนได้มีโอกาสแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเองและแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาผ่านการสื่อสารโดยการพูดและการเขียนโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2012, p. 59) ที่ระบุว่า การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำนานมากขึ้นอีกด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน นักเรียนได้แสดงออกถึงภาษาทางคณิตศาสตร์และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภาษาคณิตศาสตร์ของคนอื่นในชั้นเรียน ช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจและช่วยจัดระบบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับคำกล่าวของ Sheffield and Cruikshank (2000, p. 10) ที่กล่าวว่า การสื่อสารระหว่างครูและนักเรียนจะส่งผลให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การอภิปรายและการเขียนของนักเรียนในขณะที่นักเรียนกำลังสร้างสรรค์และคิดค้นทางคณิตศาสตร์จะเป็นการช่วยส่งเสริมการอธิบายกระบวนการคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี การเขียนทางคณิตศาสตร์และการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนสื่อสารกับผู้อื่นได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างปัญหาใหม่ นักเรียนได้แสดงออกถึงความสร้างสรรค์ในการสร้างปัญหาใหม่ โดยใช้การสื่อสารที่เป็นภาษาคณิตศาสตร์ของตนเองที่ปรับปรุงแล้วจากการสรุปร่วมกันทั้งชั้นเรียน จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ข้างต้น จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Peungphol (2011) ได้ศึกษาวิธีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการแก้ปัญหาปลายเปิด: เน้นความแตกต่างระหว่างเพศ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนใช้วิธีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ภาษาทั่วๆ ไป วัจนภาษาทางคณิตศาสตร์ ภาษาสัญลักษณ์ การนำเสนอด้วยการนึกภาพ การแสดงสมมติฐานร่วม และภาษากึ่งคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูควรให้เวลาในขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนให้มากขึ้น เพื่อให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีเวลาในการพูดคุย แลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาซึ่งกันและกัน

1.2 ครูควรสังเกตพฤติกรรมการมีส่วนร่วมภายในกลุ่มในขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ซึ่งอาจมีนักเรียนที่ไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม ครูควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอยากที่จะเรียนรู้ และมีโอกาสได้แสดงแนวคิดของตนเอง

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดไปปรับใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น เช่น การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดในเนื้อหาอื่นๆ เช่น ความน่าจะเป็น อัตราส่วนตรีโกณมิติ เป็นต้น

References

Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). *The open-ended approach: A new proposal for teaching mathematics*. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.

Bussaya, P. (2015). *The Effects of learning activities using open approach to mathematical problem solving ability and creativity of mathayomsuksa 5 students* (Master thesis). Chonburi: Burapha University. [in Thai]

Foong, P. Y. (2000). Open-ended problems for higher-order thinking in mathematics. *Teaching and Learning*, 20(2), 49-57.

Intasung, S. (2002). Open-ended problem: unfamiliar mathematical problem. *Journal of Science Education in Mathematics and Technology*, 31(121), 35-37.

Kanchanakirati, W. (2011). *Learning mathematics*. Phetchaburi: Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University. [in Thai]

Makanong, A. (2010). *Mathematical skills and processes*: *The development of evolution of mathematics*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]

Nohda, N. (2000). Teaching by Open-Approach Method in Japanese Mathematics Classroom. *Proceeding of the 24th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME 24)* (pp. 39-54). Hiroshima, Japan: Hiroshima University.

Nowyenphon, P. (2000). Mathematics teaching by using open ended problem solving. *Mathematics Journal*, special edition, 28-36. [in Thai]

Peungphol, J. (2011). Mathematics communication methods of students' open-ended problem solving: Focus on sexual difference. *Academic Year 2011's Meeting of Faculty of Education, Khon Kaen University* (pp. 47-55). Khon Kaen: Faculty of Education, Khon Kaen University. [in Thai]

Phairotphiriyakun, N., Lindratanasirikul, K., & Chantarasonthi, U. (2011). The Effects of mathematics learning activities in the topic of sequences and series with the use of open-ended mathematics problems on mathematics learning achievement and problem solving ability of mathayomsuksa V students at Tessaban Phetcharawit School in Tak Province. *Journal of education Naresuan University*, 15(1), 7-16. [in Thai]

Sheffield, L. J., & Cruikshank, D. E. (2000). *Teaching and learning elementary and middle school mathematics*. NY: John Wiley & Sons.

Suttirut, C. (2014). *Using question technique to improve thinking process* (4th ed.). Bangkok: V Print (1991). [in Thai]

Thipjindachaikul, T. (2014). *The effect of open approach instruction activities on problem solving ability and mathematical reasoning ability on mathematical process skills of mathayomsuksa III students* (Master thesis). Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). *Mathematical skills and processes.* Bangkok: 3-Q Media. [in Thai]

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014). *PISA 2009 assessment, mathematics, reading, and science conclusion for management.* Bangkok: Arun printing. [in Thai]