การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

A Study of Mathematical Problem-Solving Ability Via Open Approach Activities

วิรัลยุพา คงภักดี[1] ญานิน กองทิพย์[2] ณหทัย ฤกษ์ฤทัยรัตน์[3] เสริมศรี ไทยแท้[4]

Wiralyupa Khongpakdee[1] Yanin Kongthip[2] Nahathai Rerkruthairat[3] Sermsri Thaithae[4]

[1]นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

[2-4]อาจารย์ ดร. ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (2) ศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 32 คน สุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม และแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มละ 4 คน แต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำคละกัน โดยเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1 กลุ่ม ใช้เวลาในการทดลอง 12 คาบ แบบ one-group pretest - posttest design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน และ (3) แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบ t และ Z และวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแบบของ Artzt และ Armour-Thomas ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (1) มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และ (2) แสดงพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอน คือ ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด นักเรียนใช้เวลาในการอ่านปัญหาและร่วมอภิปรายปัญหามากขึ้น ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน นักเรียนอธิบายปัญหาด้วยภาษาของตนเอง ระบุตัวแปรสำคัญของปัญหา วางแผนก่อนการแก้ปัญหา อธิบายวิธีแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน และตรวจสอบคำตอบก่อนส่งมากขึ้น ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบ นักเรียนอภิปรายและเปรียบเทียบวิธีแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่น และขั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนในชั้นเรียน นักเรียนตอบคำถามเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ข้อสรุปมากขึ้น

คำสำคัญ: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were (1) to study the mathematical problem-solving abilities; and (2) to study mathematical problem-solving behaviors via open approach activities. The research sample included thirty-two Mathayomsuksa III students in the first semester of the 2018 academic year at Suwannaram Wittayakom School, obtained by cluster sampling. They were divided into groups of 4 students which were mixed of the high, medium and low academic achievement. One group was selected as target case to study in depth regarded to the mathematical problem-solving behaviors. The experiment lasted for twelve fifty-minute periods using the one-group pretest - posttest design. The research tools included (1) lesson plans via open approach activities, (2) the mathematical problem-solving ability tests (pre-test and post-test); and (3) the observation forms for mathematical problem-solving behaviors. The data were statistically analyzed using a t-test and a z-test; and the mathematical problem-solving behaviors were analyzed by using the Artzt and Armour-Thomas form. The research findings shown that students who had studied via open approach activities were as follows: (1) had the mathematical problem-solving abilities after learning significantly higher than before learning at the .05 level and were able to solve mathematical problems above the criterion more than sixty percent of Mathayomsuksa III students significantly at the .05 level; and (2) conducted the mathematical problem-solving behaviors follow steps: the posing open-ended problem step, students took more times in reading and participated more in discussing the problems; the student's self-learning step, students explained the problems using their own language, specified the main variables, planned before solving the problems, explained steps used for solving the problems and verified the answers more before submitted; the discussing and comparing step, students discussed and compared their problem-solving method to the other groups; and the summing-up by interlink the classroom's concepts step, students gave more answers to interlink to the conclusion.

Keywords: Open approach activities, Mathematical problem-solving abilities, Mathematical problem-solving behaviors

บทนำ

การแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่งและควรมุ่งพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวของนักเรียน ดังที่สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ ของสหรัฐอเมริกา (NCTM) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทำให้นักการศึกษาทั่วโลกหันมาสนใจศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นของหลักสูตร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2555, น. 6) อีกทั้งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติปี พ.ศ.2542 ที่ให้ความสำคัญกับการจัดกระบวนการเรียนรู้จึงระบุในหมวดที่ 4 มาตราที่ 24 ส่วนหนึ่งความว่า ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา รวมถึงจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2553, น. 8-9) ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงได้กำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนซึ่งประกอบด้วย 6 สาระ โดยมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการหนึ่งในสาระที่ 6 ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวของนักเรียน เพื่อให้มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา แม้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังมีความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ ดังที่เห็นได้จากผลการประเมินในการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์ในปี ค.ศ. 2015 พบว่าด้านเนื้อหาและด้านพฤติกรรมการเรียนรู้เรื่องการประยุกต์ใช้ความรู้และความเข้าใจในการแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากันที่ 431 คะแนน ซึ่งคะแนนนี้จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ (TIMSS&PIRLS International Study Center, 2015) อีกทั้งผลการประเมินสมรรถนะของนักเรียนในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในบริบทของโลกจริงจากการสอบในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) พบว่าคะแนนเฉลี่ยในด้านคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 415 คะแนน ซึ่งน้อยกว่าค่าเฉลี่ยระดับนานาชาติที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 490 คะแนน (สสวท., 2560) นอกจากนี้ไม่เพียงแต่การประเมินผลระดับนานาชาติเท่านั้นที่สะท้อนให้เห็นปัญหาการประเมินผลภายในประเทศซึ่งได้แก่ การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-net) ก็สอดคล้องในทิศทางเดียวกัน โดยในปีการศึกษา 2559 พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ร้อยละ 29.31 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560) จะเห็นได้ว่าการประเมินผลนานาชาติและการประเมินผลระดับชาติชี้ถึงคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาของนักเรียนไทย ณ ปัจจุบันว่ายังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานและอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ สาเหตุหนึ่งเกิดจากรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ของครู ดังที่ผกาทิพย์ รันสูงเนิน (2555, น. 106) กล่าวว่าพฤติกรรมการสอนของครูมีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนั้น สสวท. (2555, น. 153-157) จึงได้เสนอแนวทางใน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้หลายประการ อาทิ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา เริ่มต้นแก้ปัญหาด้วยตนเอง สนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี ฝึกให้นักเรียนสร้างปัญหาใหม่เอง เปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธี และกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสม รวมถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) เป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนได้เผชิญสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ แล้วใช้ประโยชน์จากพื้นฐานความรู้ของตนเองเพื่อแก้ปัญหา ได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น ประเมิน เปรียบเทียบแนวคิดที่แตกต่างกันเพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆ (Becker, 1996, pp. 20-21) จึงเป็นวิธีการสอนที่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและทักษะและกระบวนการได้เพราะการดำเนินกิจกรรมอยู่บนพื้นฐานความรู้และความสนใจของนักเรียนเอง ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2549, น. 19) ได้ปรับปรุงวิธีการแบบเปิดให้เหมาะสมกับบริบทของไทยโดยกำหนดเป็นขั้นตอนการสอนที่ชัดเจนและทำให้เกิดชั้นเรียนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งมีลำดับขั้นการสอน 4 ขั้น คือ ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบ และขั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน องค์ประกอบที่สำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดประการหนึ่งคือ การจัดการในระหว่างการสอนของครูที่ถูกให้บทบาทเป็นผู้ช่วยในการต่อยอดความคิดของนักเรียน พยายามทำความเข้าใจแนวคิดและสนับสนุนให้นักเรียนทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองเท่าที่จะเป็นไปได้ตามความถนัดและความสนใจแล้วจะสามารถเปิดใจนักเรียนต่อคณิตศาสตร์ได้ (Conway, 1996, pp. 21-22; Nohda, 2000, p. 41) นอกจากนี้องค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือปัญหาปลายเปิดที่ใช้ ซึ่งเป็นปัญหาที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้มีคำตอบหรือวิธีการในการหาคำตอบที่หลากหลาย และยังรวมถึงปัญหาที่สามารถพัฒนาเป็นปัญหาใหม่ได้ (Shimada, 1997, p. 1; Nohda, 2000, p. 82) การใช้ปัญหาปลายเปิดทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่แตกต่างจากเดิม ด้วยเหตุที่คำตอบเปิดกว้างทำให้แม้มีผู้หาคำตอบได้แล้วนักเรียนที่เหลือยังสามารถหาคำตอบหรือวิธีการอื่นๆได้อีก (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544, น. 2) และการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนอย่างกระตือรือร้น นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำก็สามารถตอบสนองต่อปัญหาได้ตามความสามารถของตน (Sawada, 1997, pp. 23-24)

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมทั้งศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนนี้ ผลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาที่เป็นปัญหาปลายเปิดและใช้ความรู้ ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาช่วยหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีบรรยากาศของการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนเองเพื่อทราบแนวคิดที่แตกต่างและพัฒนาแนวคิดเดิมของตนให้ดีกว่าเดิมหรือค้นพบแนวคิดใหม่ได้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2549) ดังนี้

1.1 ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) เป็นขั้นที่ครูแสดงปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนดูแล้วตรวจสอบความเข้าใจในการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

1.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's self-learning) เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหารายกลุ่มตามความรู้และประสบการณ์เดิมที่มี โดยครูสังเกตการทำงานของนักเรียนเพื่อรวบรวมแนวคิดที่นักเรียนทำ

1.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบ (Whole class discussion and comparison) เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง นักเรียนคนอื่นซักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อเปรียบเทียบภายในชั้นเรียน

1.4 ขั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Summarization through connecting students' mathematical ideas emerged in the classroom) เป็นขั้นที่ครูรวบรวมแนวคิดทั้งหมดของนักเรียนเพื่อมุ่งไปสู่ประเด็นหาข้อสรุปของความรู้และการแก้ปัญหาที่จะประยุกต์ใช้ในครั้งต่อไปได้

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงวิธีหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรลุการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากการเขียนแสดงวิธีหาคำตอบในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใช้เกณฑ์พิจารณาแบบองค์รวมของ Charles, Lester & O'Daffer, (1987, p. 35)

3. พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนผ่านทางวาจาและร่องรอยการเขียน ขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากการสังเกตร่องรอยการเขียนใบกิจกรรมของนักเรียนและการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในชั้นเรียน ตามพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Artzt & Armour – Thomas (1992, pp. 172-175) โดยมีกล้องวีดีโอช่วยบันทึกรายละเอียด

4. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยคิดเป็นร้อยละ 60 ของคะแนนรวม กล่าวคือถ้านักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม ถือว่านักเรียนผ่านเกณฑ์

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร จำนวน 9 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 322 คน แต่ละห้องเรียนมีนักเรียนแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) และแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 4 คน โดยแต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและขอคำปรึกษาจากครูประจำวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 หลังจากนั้นเลือกนักเรียน 1 กลุ่มที่แสดงพฤติกรรมในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจนผ่านการพูดและการเขียนโดยขอคำปรึกษาจากครูประจำวิชา เพื่อเป็นกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 4 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จำนวน 10 แผน ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด
ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน
ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบ
ขั้นที่ 4 ขั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ โดยมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.31 ถึง 0.62 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.46

3.3 แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้บันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการทดลองทั้งหมด 12 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแบ่งเป็นเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิด จำนวน 10 คาบ และเวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 2 คาบ ก่อนเริ่มการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน จำนวน 1 คาบ แล้วบันทึกคะแนนที่ได้เป็นคะแนนก่อนเรียน ในการดำเนินกิจกรรมแต่ละคาบผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอน ผู้สังเกตการณ์ร่วมกับผู้ช่วยวิจัย 2 คน ซึ่งช่วยบันทึกพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 4 คน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน จำนวน 1 คาบ เพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการสถิติ และนำผลจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 4 คนมาวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

5.1 นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.2 ทดสอบสมมติฐานที่ว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ด้วยการทดสอบค่า t (t-test for Dependent Samples)

5.3 ทดสอบสมมติฐานที่ว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ด้วยการทดสอบ Z (Z-Test for Population Proportion)

5.4 นำใบแสดงร่องรอยการเขียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายทั้ง 4 คนในการศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมาวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดตามกรอบวิเคราะห์พฤติกรรมของ Artzt; & Armour-Thomas (1992, pp. 147-148)

ผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

แหล่งที่มาของคะแนน	ค่าเฉลี่ย	ค่าสถิติทดสอบ t	p-value
ก่อนเรียน	8.66	13.17*	1.70
หลังเรียน	21.91		

* ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เท่ากับ 8.66 คะแนน ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.53 และค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เท่ากับ 21.91 คะแนน ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.27 เมื่อทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Samples) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .05

1.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์

ในการทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของข้อมูล ผู้วิจัยได้รวบรวมคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนจากกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน แล้วนำคะแนนที่ได้ไปทดสอบภาวการณ์แจกแจงปกติ โดยใช้การทดสอบ ชาพิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk) ผลที่ได้เป็นดังนี้

ตารางที่ 2 การทดสอบภาวะการแจกแจงปกติ

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Score	.14	32	.04	.11	32	.35

a. Lilliefors Significance Correction

* ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตารางที่ 2 ค่าพี (p-value) ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเท่ากับ .35 ซึ่งมีค่ามากกว่า .05 ดังนั้น คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์

แหล่งที่มาของคะแนน	ค่าเฉลี่ย	Z-score	p-value
แบบทดสอบ	21.91	2.09*	1.65

* ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 21.91 คะแนน เมื่อทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบ Z (Z-Test for Population Proportion) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการใช้กิจกรรมเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

ในการวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยวิเคราะห์จากพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 4 คน พบพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แบ่งตามขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ได้ดังนี้

2.1 ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด จากการวิเคราะห์ร่องรอยการเขียนใบกิจกรรมและผลการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 4 คน พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งได้เป็น 2 ด้าน ดังนี้

1) ด้านการอ่าน พบว่า นักเรียนใช้เวลาในการอ่านปัญหามากขึ้น ในช่วงแรกของการจัดกิจกรรม นักเรียนใช้เวลาในการอ่านประมาณ 1 นาทีซึ่งน้อยมากและไม่ได้ให้ความสำคัญกับเงื่อนไขที่มีความสำคัญต่อปัญหา ในช่วงที่สอง นักเรียนใช้เวลาในการอ่านมากขึ้นประมาณ 3 นาที ตอบคำถามที่แสดงความเข้าใจในเงื่อนไขของปัญหา ในช่วงที่ 3 นักเรียนใช้เวลาในการอ่านปัญหามากกว่าช่วงที่ 2 โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาทีและยังคงแสดงพฤติกรรมการตอบคำถามของครูเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

2) ด้านการทำความเข้าใจปัญหา พบว่า นักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหามากขึ้น โดยในช่วงแรกนักเรียนไม่มีการพูดคุยใดๆ เกี่ยวกับปัญหา แต่ในช่วงต่อๆ มา นักเรียนร่วมกันอภิปรายเงื่อนไขและคำเฉพาะของปัญหามากขึ้น รวมถึงตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาให้ชัดเจนขึ้นก่อนลงมือแก้ปัญหาด้วย และนักเรียนแสดงร่องรอยการขีดเขียนมากขึ้น ในช่วงแรกมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพียง 1 คนเท่านั้นที่ขีดเขียนข้อความของปัญหาแต่เป็นข้อความที่ไม่ใช่สาระสำคัญ ต่อมาในช่วงที่สอง มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 2 คนที่ขีดเน้นข้อความซึ่งเป็นสาระสำคัญของปัญหา ในช่วงที่ 3 นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 3 คนขีดเน้นข้อความที่เป็นสาระสำคัญของปัญหาได้ถูกต้องและครบถ้วนมากขึ้น

2.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน จากการวิเคราะห์ร่องรอยการเขียนใบกิจกรรมและผลการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 4 คน พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งได้เป็น 5 ด้าน ดังนี้

1) ด้านการทำความเข้าใจปัญหา พบว่า นักเรียนอธิบายปัญหาโดยใช้ภาษาของตนเองได้มากขึ้น ในช่วงแรกนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแต่ละคนลองคิดหาคำตอบด้วยตนเองทันที โดยไม่ได้พูดคุยเพื่ออธิบายความเข้าใจปัญหากันภายในกลุ่ม ทำให้เข้าใจเงื่อนไขผิดหรือไม่เข้าใจเงื่อนไข ในช่วงต่อๆมานักเรียนกลุ่มเป้าหมายแสดงการอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มเข้าใจปัญหาตรงกันซึ่งจะส่งผลดีต่อการแก้ปัญหาของกลุ่มให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ช่วยกันแก้ปัญหาได้อย่างเต็มที่ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2) ด้านการวิเคราะห์ปัญหา พบว่า นักเรียนระบุตัวแปรหรือเงื่อนไขที่เป็นข้อมูลสำคัญของปัญหาได้ ในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด นักเรียนไม่ได้สนใจเงื่อนไขหรือตัวแปรที่สำคัญของปัญหา นักเรียนใช้การลองผิดลองถูกในการแก้ปัญหา เมื่อมีปัญหาติดขัดนักเรียนก็ต้องย้อนกลับมาเปลี่ยนคำตอบที่ระบุไว้ก่อนหน้าเป็นเช่นนี้ไปจนกว่าคำตอบจะลงตัวกับเงื่อนไข ทำให้ใช้เวลาในการแก้ปัญหานานเกินไป แต่ในช่วงต่อๆ มานักเรียนให้ความสำคัญกับตัวแปรที่จะนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหา โดยร่วมกันวิเคราะห์ว่าจากสิ่งที่โจทย์ถามจะมีตัวแปรใดที่จะนำไปสู่การหาคำตอบ รวมถึงนักเรียนสามารถระบุปัญหาย่อยและแสดงการเปลี่ยนเงื่อนไขของปัญหาให้ง่ายขึ้น ซึ่งเป็นผลดีต่อการแก้ปัญหาของกลุ่มด้วย

3) ด้านการสำรวจและการวางแผน พบว่า นักเรียนวางแผนก่อนการลงมือแก้ปัญหา โดยในช่วงแรกของกิจกรรม นักเรียนกลุ่มเป้าหมายยังขาดการวางแผนก่อนการแก้ปัญหา ทำให้มีความผิดพลาดและความขัดแย้งกับเงื่อนไขของปัญหา ในช่วงต่อๆ มานักเรียนแสดงการวางแผนก่อนลงมือแก้ปัญหาร่วมกัน โดยใช้การวาดภาพประกอบและคำนึงถึงเงื่อนไขของปัญหาเป็นสำคัญ ทำให้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของกลุ่มเป็นระบบชัดเจน สมาชิกทุกคนเข้าใจสามารถช่วยกันแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ได้

4) ด้านการนำไปใช้ พบว่า นักเรียนเขียนอธิบายวิธีแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน อธิบายได้ชัดเจนขึ้น โดยในช่วงแรกของการจัดกิจกรรม นักเรียนกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ไม่เขียนอธิบายวิธีแก้ปัญหา หรือเขียนแต่อธิบายไม่ชัดเจน ในช่วงที่สอง นักเรียนเขียนอธิบายการแก้ปัญหาได้เป็นขั้นตอน ชัดเจนขึ้น แต่ยังขาดการแสดงการคำนวณเพื่อได้มาซึ่งค่าต่างๆ ในช่วงที่สามนักเรียนเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน อธิบายชัดเจนมากขึ้น และแสดงการคำนวณให้เห็นอย่างชัดเจนขึ้นด้วย

5) ด้านการตรวจสอบ พบว่า นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบมากขึ้น โดยในช่วงแรกของการจัดกิจกรรม นักเรียนไม่มีการเขียนแสดงการตรวจสอบคำตอบเลย ในช่วงต่อมา มีนักเรียนเขียนแสดงการตรวจสอบคำตอบแต่ยังไม่ชัดเจน และในช่วงท้ายของกิจกรรมกรรม นักเรียนเขียนแสดงการตรวจสอบมากขึ้นและการตรวจสอบก็เขียนอธิบายชัดเจนขึ้น

3. ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบ จากการวิเคราะห์ร่องรอยการเขียนใบกิจกรรมและผลการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 4 คน พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านการวิเคราะห์ คือ นักเรียนอภิปรายและเปรียบเทียบวิธีแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่น พร้อมระบุความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ในช่วงแรกนักเรียนกลุ่มเป้าหมายไม่ค่อยตั้งใจฟังวิธีการที่กลุ่มอื่นนำเสนอ และเมื่อฟังแล้วก็เข้าใจผิดว่าเป็นวิธีการเดียวกันกับกลุ่มของตนเอง โดยไม่มีสมาชิกในกลุ่มคนใดทักท้วง เห็นได้ชัดว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายไม่ได้แสดงการอภิปรายและเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหา แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงต่อๆ

มา นักเรียนแสดงพฤติกรรมการอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มอื่นและเปรียบเทียบกับวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองได้ดีรวมถึงระบุความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นได้ด้วย

4. ขั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน จากการวิเคราะห์ร่องรอยการเขียนใบกิจกรรมและผลการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 4 คน พบว่า นักเรียนตอบคำถามเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ข้อสรุปมากขึ้น ในช่วงแรก นักเรียนกลุ่มเป้าหมายไม่ค่อยมีส่วนร่วมกับการตอบคำถามในชั้นเรียน แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงที่สอง นักเรียนแสดงการตอบคำถามเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของความรู้ที่ใช้มากขึ้น แม้จะไม่สามารถสรุปความรู้ออกมาเป็นคำพูดที่ชัดเจนได้ และในช่วงที่สามนักเรียนยังคงแสดงการตอบคำถามในชั้นเรียนเพื่อสรุปเป็นความรู้ และยังแสดงการเลือกแนวคิดที่เหมาะสมกับตัวเองเพื่อใช้ในครั้งต่อไป

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 มีประเด็นอภิปรายดังนี้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นวิธีการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนทุกคนเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางที่สอดคล้องกับความสามารถของตนเอง เนื่องด้วยนักเรียนแต่ละคนย่อมมีความรู้ความคิดและความสนใจที่แตกต่างกัน ดังนั้นวิธีการสอนที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2549, น. 12) กล่าวว่าการเรียนการสอนในห้องเรียนปกติ ครูมักถูกคาดหวังให้คอยช่วยเหลือนักเรียนเท่าที่จะทำได้ ทำให้นักเรียนไม่ได้คิด ตัดสินใจด้วยตัวเอง ก่อให้เกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายและขาดแรงจูงใจในการเรียน แต่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดใช้ความแตกต่างของนักเรียนทำให้เกิดการเรียนรู้ในชั้นเรียนขึ้น ครูไม่ได้นำเสนอวิธีแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนทั้งห้อง แต่เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดหาแนวทางแก้ปัญหานั้นด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่เพียงช่วยสนับสนุนในแนวทางแก้ปัญหาของแต่ละคน บรรยากาศการเรียนในลักษณะนี้ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของผกา ทิพย์ รันสูงเนิน (2555, น. 107) ที่พบว่า บรรยากาศการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีประสบการณ์จริง สามารถดึงดูดและส่งเสริมให้นักเรียนมีพฤติกรรมในการเรียนดียิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาดีขึ้นด้วย

1.2 ปัญหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่งมีทั้งปัญหาที่เป็นเปิดกระบวนการและเปิดคำตอบ จากการสังเกตในชั้นเรียนพบว่าปัญหาปลายเปิดทำให้นักเรียนเกิดความท้าทายตนเอง เมื่อนักเรียนคนอื่นคิดหาคำตอบได้แล้ว นักเรียนที่ยังหาคำตอบไม่ได้จะไม่หยุดแก้ปัญหาเพียงเพราะว่ามีคนได้คำตอบแล้ว แต่นักเรียนจะพยายามหาทางในการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตนเองทำมาให้สำเร็จ

หรือหาแนวทางอื่นหรือคำตอบอื่นที่แตกต่างออกไป และนักเรียนจะแสดงความตื่นเต้นเมื่อตนเองสามารถคิดได้ในแนวทางที่ต่างจากคนอื่น สอดคล้องกับที่ปรีชา เนาวเย็นผล (2544, น. 2) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดที่มีแนวคิดหรือวิธีหาคำตอบที่มีความหลากหลาย ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจอยู่เสมอแม้ว่าปัญหาที่นำเสนอนั้นจะทราบคำตอบหนึ่งหรือวิธีการหนึ่งแล้ว นอกจากนี้ Husain et al (2011, p. 457) ยังกล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาตามแนวทางของตนเอง ความมั่นใจจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อนักเรียนหาคำตอบของคำถามปลายเปิดได้ จากทั้งหมดที่กล่าวมานี้สอดคล้องกับองค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ Baroody (1993, pp. 2-10) กล่าวไว้ข้อหนึ่งคือ องค์ประกอบด้านความรู้สึกที่เป็นแรงผลักดันในการแก้ปัญหา ซึ่งแรงผลักดันนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความตั้งใจและความเชื่อของนักเรียน จึงทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ใช้การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ในการทำกิจกรรมผู้วิจัยจัดกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คนที่คละความสามารถ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิดกันภายในกลุ่ม ได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ และเนื่องด้วยเนื้อหาที่ใช้เป็นเนื้อหาที่ผู้เรียน เรียนผ่านมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำให้นักเรียนบางคนลืมเนื้อหาหรือสับสน แต่การทำงานเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนได้ช่วยเหลือกัน นักเรียนคนใดเข้าใจก่อนก็สามารถอธิบายให้คนอื่นเข้าใจได้ และยังทำให้เกิดการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้หรือแนวคิดที่เกิดขึ้นในกลุ่มด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของแหลมทอง สำราญสุข (2552, p. 174) ที่พบว่าสัมพันธภาพกับเพื่อนเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงด้านบวกต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้อิสระทางความคิดและการกระทำ ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน จะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2. จากการวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 4 คน ตามขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด พบรายละเอียดดังนี้

2.1 ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด พบว่าพฤติกรรมการทำความเข้าใจปัญหาส่งผลต่อพฤติกรรมการอ่านของนักเรียน ในช่วงแรกนักเรียนใช้เวลาในการอ่านเพียงสั้นๆ และไม่มีการอภิปรายปัญหาภายในกลุ่มหรือแสดงร่องรอยการขีดเขียนน้อยมาก ทำให้นักเรียนเข้าใจเงื่อนไขของปัญหาผิด ไม่เห็นเงื่อนไขสำคัญที่จะทำให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหาโดยไม่มีการวางแผนทำให้ต้องย้อนกลับมาเริ่มต้นแก้ปัญหาใหม่หลายครั้ง แต่เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากขึ้น นักเรียนเห็นความสำคัญของการทำความเข้าใจปัญหาให้ชัดเจนก่อนลงมือแก้ปัญหา นักเรียนจึงเริ่มให้เวลากับการอ่านมากขึ้นเพื่อให้เข้าใจปัญหา และขีดเขียนประเด็นสำคัญของปัญหาเพื่อเตรียมอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องตรงกัน ซึ่งส่งผลให้การแก้ปัญหาดีขึ้นในคาบต่อๆ ไปด้วย

2.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน พบว่าสาเหตุที่นักเรียนมีการอธิบายปัญหาโดยใช้ภาษาของตนเองมากขึ้น ส่วนหนึ่งมาจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงแรก เมื่อนักเรียนไม่พูดคุยกันในกลุ่มทำให้นักเรียนเข้าใจเงื่อนไขผิดและไม่เข้าใจสิ่งที่ต้องการทราบว่าคืออะไร ทำให้แม้ได้คำตอบแล้วก็ยังไม่เข้าใจ และปัญหาที่ใช้มีความซับซ้อนมากขึ้น การอธิบายโดยใช้ภาษาของนักเรียนเองจะช่วยให้เข้าใจได้ชัดเจนขึ้นถึง

ความหมายหรือความสัมพันธ์ของแต่ละเงื่อนไข ซึ่งส่งผลต่อไปถึงพฤติกรรมการวิเคราะห์ปัญหา การสำรวจและการวางแผน ในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แม้นักเรียนเข้าใจเงื่อนไขของปัญหาอย่างชัดเจนแต่ไม่ได้วิเคราะห์ว่าเงื่อนไขใดที่สำคัญที่ควรนำมาพิจารณาก่อน ทำให้การแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นการลองผิดลองถูกแล้วแก้ปัญหาโดยใช้วิธีนี้จนกระทั่งได้คำตอบ และทำให้นักเรียนใช้เวลาในการแก้ปัญหานานเกินไป และด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่นักเรียนได้เห็นแนวคิดที่หลากหลายจากกลุ่มอื่นและการตั้งคำถามของครูที่จะคอยถามถึงเงื่อนไขสำคัญของปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา ลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนมีการแสดงพฤติกรรมการวิเคราะห์และการวางแผนเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมชัดเจนขึ้น ทำให้การเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นขั้นตอน ชัดเจนขึ้นด้วย และพฤติกรรมด้านการตรวจสอบ ผู้วิจัยสังเกตว่าในช่วงแรกนักเรียนไม่มีการตรวจสอบคำตอบให้เห็น และนักเรียนบางคนก็ไม่ทราบว่าจะตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร แต่เมื่อนักเรียนผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดไประยะหนึ่ง นักเรียนเรียนรู้การตรวจสอบคำตอบผ่านคำถามของครูหรือการนำเสนอของกลุ่มอื่น ทำให้นักเรียนเข้าใจถึงการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ และเนื่องมาจากความเข้าใจปัญหาอย่างชัดเจนส่งผลให้นักเรียนเข้าใจความสมเหตุสมผลของคำตอบและความสอดคล้องกับเงื่อนไขของโจทย์มากขึ้นด้วย

2.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบ พบว่านักเรียนอภิปรายและเปรียบเทียบวิธีแก้ปัญหาของกลุ่มพร้อมระบุความสัมพันธ์มากขึ้น ซึ่งสาเหตุมาจากการเห็นแนวคิดที่แตกต่างเป็นสิ่งที่น่าสนใจสำหรับนักเรียนและการใช้คำถามของครูทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยจนเกิดการอภิปรายและเปรียบเทียบขึ้น ผู้วิจัยคิดว่าแนวคิดที่หลากหลายที่ถูกนำเสนอในขั้นนี้และการอภิปรายและเปรียบเทียบที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มจะทำให้นักเรียนเข้าใจถึงแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างลึกซึ้งจนทำให้สังเกตเห็นความสัมพันธ์ได้ในที่สุด ซึ่งจะนำไปสู่การประยุกต์กับการแก้ปัญหาครั้งต่อไปและทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น

2.4 ขั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน พบว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมการตอบคำถามเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นไปสู่ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาของ Artzt and Armour – Thomas (1992) ทั้งนี้เนื่องจากพฤติกรรมของ Artzt and Armour – Thomas กล่าวถึงเฉพาะพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนในกลุ่มย่อยเท่านั้น ไม่ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน จึงไม่ปรากฏขั้นตอนหรือการดำเนินการจัดกิจกรรมขั้นต่อไป ดังนั้นการตอบคำถามของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสรุปที่เป็นความรู้นั้นเป็นผลมาจากขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งครูจะเป็นผู้ตั้งคำถามเพื่อเชื่อมโยงจากแนวคิดที่เกิดขึ้นไปสู่ข้อสรุปของบทเรียน นักเรียนจะแสดงการตอบคำถามของครูจนได้ข้อสรุปเป็นความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหานี้และรายละเอียดของความรู้นั้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้นักเรียนได้รับความรู้และวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายส่งผลให้การแก้ปัญหาครั้งต่อไปดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sangpom; et al. (2016, p. 81) ที่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้อภิปรายและเปรียบเทียบและเชื่อมโยงแนวคิดไปสู่ข้อสรุปส่งผลให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหา เนื่องจากความหลากหลายของวิธีแก้ปัญหาที่ได้ นักเรียนจะเชื่อมโยงจนได้ความรู้และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาใหม่ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน

เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ครูควรมีการชี้แจงการทำกิจกรรมอย่างละเอียด รวมถึงให้นักเรียนได้ตรวจสอบอุปกรณ์ที่ได้รับอย่างครบถ้วน

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้มีโอกาสเผชิญปัญหาพร้อมทั้งหาทางแก้ปัญหาด้วยตนเองบนพื้นฐานความรู้ ความถนัดและความสนใจของตนเอง ครูไม่ควรชี้แนวทางหรือนำเสนอวิธีแก้ปัญหาให้กับนักเรียนเพราะจะเป็นการปิดกั้นความคิดของนักเรียนและไม่ตรงตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการสอนนี้

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนมีอิสระทางความคิดในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ดังนั้นนักเรียนอาจต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมมาก ครูไม่ควรเร่งรัดนักเรียนในการคิดและควรวางแผนกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาในแต่ละคาบ

1.4 ในการนำอภิปรายและเปรียบเทียบที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ครูควรรู้จักใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดการสังเกต อภิปรายและเปรียบเทียบในประเด็นสำคัญของวิธีการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่หลากหลายนั้น

1.5 ครูควรฝึกการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาและการใช้คำถามเพื่อให้ความช่วยเหลือนักเรียนอย่างเหมาะสม และสนับสนุนนักเรียนในทางบวกอยู่เสมอ ผ่านการให้กำลังใจเมื่อนักเรียนท้อถอยหรือชื่นชมเมื่อนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ หรือมีแนวคิดการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับการสอนเนื้อหาในคาบเรียนปกติเพื่อมุ่งสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยเฉพาะในระดับชั้นมัธยมศึกษา

2.2 ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดกับพฤติกรรมด้านอื่น เช่น การให้เหตุผล หรือความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.3 ปัญหาที่พบในการวิจัย คือ ปัญหาเรื่องเวลา ในช่วงแรกมักใช้เวลาเกินคาบเรียนที่กำหนด ดังนั้นครูต้องจัดสรรเวลาในแต่ละกิจกรรมให้ดี เพื่อให้ดำเนินกิจกรรมได้ตามที่วางแผนไว้โดยไม่เลยเวลาของคาบเรียนนั้น

บรรณานุกรม

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (ปริญญานิพนธ์ ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.

ผกาทิพย์ รันสูงเนิน (2555). *ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1.* (ปริญญานิพนธ์ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2549). *การใช้วิธีการพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนแบบ Open Approach เพื่อส่งเสริมการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์แบบ Lesson Study Approach*. (รายงานการวิจัย ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สถาบันทดสอบทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (2560). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559.* สืบค้น 7 กรกฎาคม 2560, จาก http://www.newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3_2559.pdf.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ 3-คิวมีเดีย จำกัด.

_____. (2560). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. สืบค้น 7 กรกฎาคม 2560, จาก http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/pisa2015summaryreport.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553*. กรุงเทพมหานคร: สำนักนายกรัฐมนตรี.

แหลมทอง สำราญสุข. (2552). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: การวิเคราะห์กลุ่มพหุ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

Artzt, Alice F.; & Armour-Thomas, Eleanor. (1992). Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, 9(2), 137-175.

Baroody, Arthur J. (1993). *Problem solving, reasoning and communicating, k-8: Helping children think mathematically*. New York: Merrill.

Becker, Jerry P. (1996). Learning how to integrate problem solving into mathematics teaching. In *Proceedings of the China-Japan-U.S. Seminar on Mathematical Education*. Zhang, Dianzhou; Sawada, Toshio; & Becker, Jerry P. pp. 2-28. Carbondale: Board of Trustees of Southern Illinois University.

Charles, Randall; Lester, Frank; & O'Daffer, Phares. (1987). *How to evaluate progress in problem solving.* 6th ed. Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.

Conway, Kathleen Diane. (1996). *The effects of the "Open Approach" to teaching mathematics on elementary preservice teachers' problem solving performance, attitudes toward mathematics, and beliefs about mathematics.* (Doctoral dissertation unpublished). Carbondale: Graduate School Southern Illinois University at Carbondale. Photocopied.

Husain, Hafizah, et al. (2011, March 13). How to construct open ended questions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. Retrieve from http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187704281203861X.

Nohda, Nobuhiko. (2000). Teaching by open-approach method in japanese mathematics classroom. In *Proceedings of the Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME).* Nakahara, Tadao & Koyama, Masataka. pp. 39-53. Hiroshima: Nishiki Print.

Sawada, Toshio. (1997). Developing lesson plans. In *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics*. Becker, Jerry P; & Shimada, Shigeru. pp.23-35. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.

Sangpom, Wasukree; et al. (2016, June 12). Advanced mathematical thinking and students' mathematical learning: Reflection from students' problem-solving in mathematics classroom. *Journal of Education and Learning.* Retrieve from http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jel/article/view/58206.

Shimada, Shigeru. (1997). The significance of an open-ended approach. In *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics*. Becker, Jerry P; & Shimada, Shigeru. pp. 1-9. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.

TIMSS&PIRLS International Study Center. (2015, July 5). *TIMSS 2015*. Retrieve from https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/.