

## การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### The Development of Mathematical Problem Solving Ability Through Open Approach for Grade 10 Students

ทานตะวัน สีด้า<sup>1</sup> และ ปาริชาติ ประเสริฐสังข์<sup>2</sup>  
Tantawan Seeda<sup>1</sup> and Parichart Prasertsang<sup>2</sup>

Received : 12 มี.ค. 2563  
Revised : 24 มิ.ย. 2563  
Accepted : 25 มิ.ย. 2563

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 36 คน รูปแบบการวิจัย คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งประกอบด้วย 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จำนวน 9 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ 3) แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 4) แบบสัมภาษณ์นักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละและค่าเฉลี่ย ผลการวิจัยพบว่า

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องหลักการนับเบื้องต้น โดยมีกลุ่มเป้าหมายทั้งหมดจำนวน 36 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์มีจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์มีจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 97.22 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์มีจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00

**คำสำคัญ :** วิธีการแบบเปิด, ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, คณิตศาสตร์

#### Abstract

The purpose of this research was to develop Grade 10 students mathematical problem-solving ability by using Open Approach at level not less than 70 percent. The target group was 36 students of Grade 10 students sec 5 in academic year 2019 from Mukdahan School, Muang District, Mukdahan Province. The research methodology was classroom action research which composed of three cycles. The research tools consisted of 1) 9 learning management plans using Open Approach, 2) mathematics problem solving ability test, 3) the observation form, 4) the interview. The data was analyzed by using percentage and mean.

The result was found that Mathematics problem solving ability of Grade 10 Students after learning with lesson plans to enhance mathematics problem solving ability of Basic counting principles.

<sup>1</sup> นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

อีเมล: tantawan.aum@gmail.com

<sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

<sup>1</sup> Master Student, Program in Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Roi Et Rajabhat University,  
Email: tantawan.aum@gmail.com

<sup>2</sup> Assistant Professor, Ph.D., Lecturer in Curriculum and Instruction Program, Faculty of Education, Roi Et Rajabhat University

The 33 students or 91.67% in the first cycle passed the standard criterion, 35 students or 97.22 % in the second cycle and all students or 100% in the third cycle respectively.

**Keywords** : Open Approach, Mathematical Problem Solving Ability, Mathematics

## บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ และถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 : 1) ปัจจุบันการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์จำเป็นต้องเน้นในเรื่องความรู้ ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากโจทย์คณิตศาสตร์ส่วนใหญ่จะเป็นโจทย์ปัญหา การที่นักเรียนมีเพียงความรู้จะไม่สามารถแก้ปัญหาได้ การใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น การให้เหตุผลการเชื่อมโยง การสื่อสาร โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหาจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ (วันดี เกษมสุขพิทักษ์, 2554 : 53) เนื่องจากไม่มีวิธีสอนใดดีที่สุดที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ นอกจากให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ดังนั้นนักเรียนควรได้เรียนรู้ได้คิด อธิบาย และเปรียบเทียบแนวคิดที่หลากหลายจนเกิดเป็นกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2558 : 17)

การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ และเป็นเป้าหมายสูงสุดของการจัดการเรียนการสอน เมื่อพิจารณาสภาพการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมุกดาหาร อำเภอเมืองมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร มีปัญหาเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก นักเรียนไม่สามารถเรียงความคิดหรือบรรยายขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์และแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ทั้งนี้อาจเกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งคือนักเรียนบกพร่องในการอ่านและทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ไม่สามารถคิดคำนวณได้ถูกต้องแม่นยำ และนักเรียนขาดความเข้าใจกระบวนการหรือวิธีการแก้โจทย์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 : 6-11) จากปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา โดยการศึกษาจากรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในปีการศึกษา 2560 -2561 วิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 69.24, 67.35 และ 65.43 ตามลำดับ (โรงเรียนมุกดาหาร, 2561 : 16) พบว่า ในส่วนของการแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนส่วนมากไม่สามารถเขียนแสดงวิธีทำหรือวิธีคิดแก้ปัญหาได้ และจากการสอบถามครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน พบว่าสาเหตุประการหนึ่งที่พบ นักเรียนส่วนมากไม่สามารถทำแบบฝึกหัดหรือโจทย์ปัญหาได้ เพราะนักเรียนไม่รู้ว่าจะต้องทำอะไรก่อน จะเริ่มต้นอย่างไร จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ รวมไปถึงเนื้อหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นเนื้อหาที่ยากและเป็นนามธรรม สูตรต่าง ๆ เยอะจึงทำให้นักเรียนเกิดความสับสนไม่เข้าใจอย่างแท้จริง ขาดทักษะในการแก้ปัญหา เนื่องจากไม่ได้รับการฝึกทักษะในกระบวนการเรียนที่เป็นระบบ ซึ่งผู้เรียนนั้นขาดการฝึกฝนที่จะสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ที่ทำให้เกิดกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง อีกทั้งยังขาดการทำกิจกรรมกลุ่มย่อย และทักษะการทำงานร่วมกัน ผู้เรียนขาดความรับผิดชอบและมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จากปัญหาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังขาดความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งเป็นจุดประสงค์หลักของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาเป็นทักษะกระบวนการที่เป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการสอนต่าง ๆ ในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหามathematics พบว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ส่วนบุคคลของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ความสามารถในการหาแนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน และสามารถนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ โดยครูต้องเรียนรู้แนวคิดของนักเรียนอย่างละเอียด และหาวิธีการสนับสนุนให้นักเรียนพัฒนาตนเองตามกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง โดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended Problem) เป็นตัวช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ทำให้นักเรียนได้เปิดความคิดของตนเอง ทั้งคิดกว้าง คิดหลากหลายและคิดแก้ปัญหา ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2558 : 14) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดแบ่งเป็น

4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Inprasitha (2010 : 195) ดังนี้ 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ และ 4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนในชั้นเรียนที่เกิดขึ้น ซึ่งมีแนวคิดที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ การเปิดใจของนักเรียน การเปิดและชนิดของปัญหาปลายเปิด และแนวทางในการพัฒนาปัญหาปลายเปิด ทั้งนี้การจัดการกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะช่วยให้ให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างเต็มศักยภาพ (Nohda, 2000 : 23) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จึงเป็นนวัตกรรมที่ช่วยในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัชยากร บุสสุยา (2559 : 77) ที่ศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาในเรื่องการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นกระบวนการวิจัยที่กระทำโดยครูผู้สอน (สุวิมล ว่องวานิช, 2560 : 5) เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนของตนเอง และนำผลการวิจัยมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่นักเรียน ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ข้อมูลการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองจากนักเรียน เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหาวิธีการใหม่ที่เหมาะสม กับสภาพปัญหาในขณะที่กำลังดำเนินการวิจัย จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุจุดประสงค์ หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ (ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2548 : 4)

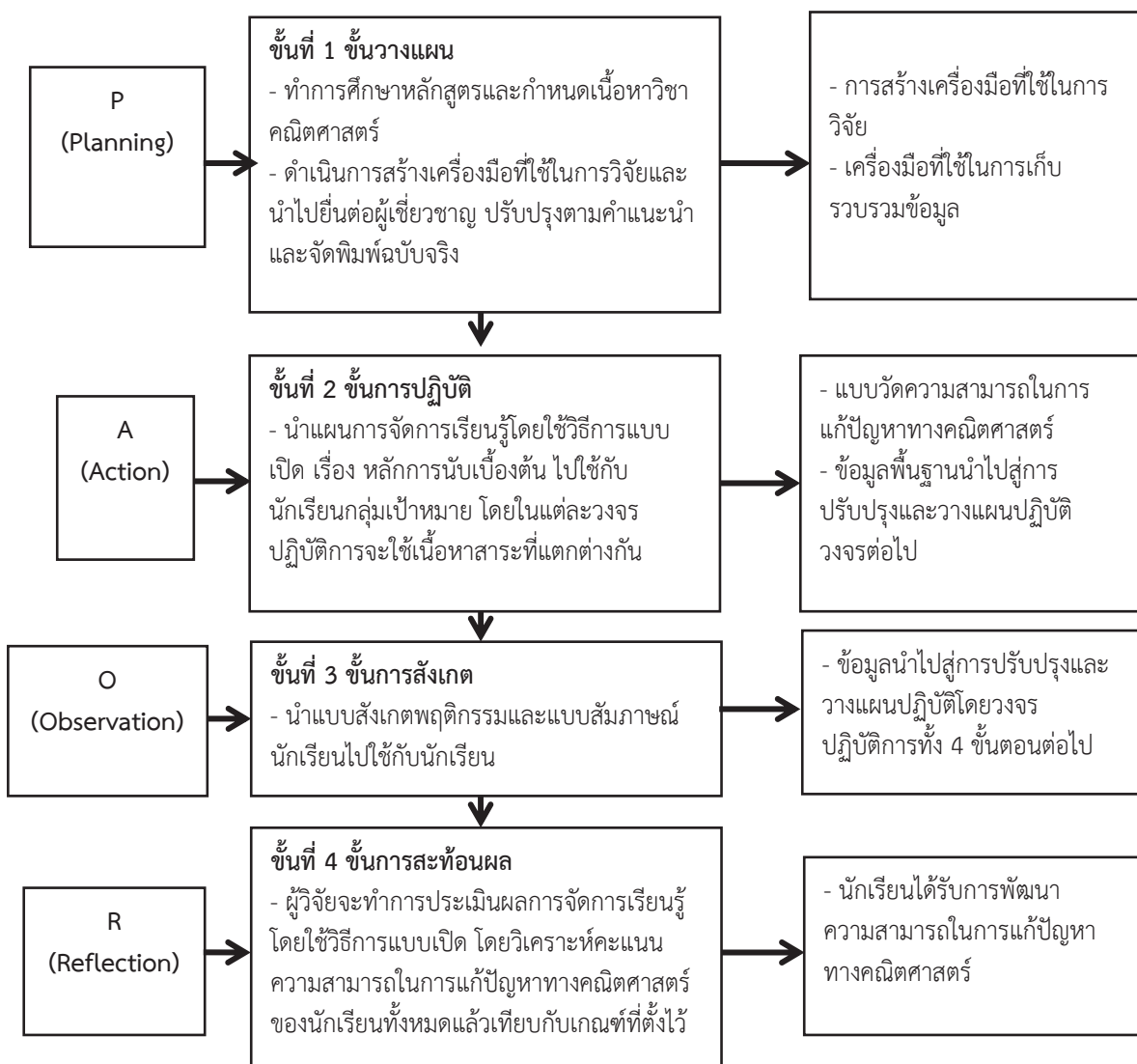
จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงหาแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

#### วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

### กรอบแนวคิด

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีกรอบแนวคิด ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิด

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนมุกดาหาร อำเภอเมืองมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 36 คน

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 แผน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบเนื้อหาและกิจกรรมที่กำหนดไว้ ตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ ให้ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง โดยปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลจากการให้คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่า

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีคะแนนเฉลี่ยรวม 4.58 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะให้เพิ่มการคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนให้หลากหลายยิ่งขึ้น และปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับระยะเวลา

2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง แผนภาพต้นไม้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง หลักการคูณ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง หลักการบวก ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดต้นฉบับจำนวน 10 ข้อ ใช้จริงจำนวน 5 ข้อ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมและประเมินค่าความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.40-1.00 จากนั้นทำการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.6 ถึง 1.00 สรุปได้ว่าข้อสอบที่ได้นั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ 50 คะแนน

2.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบสัมภาษณ์นักเรียน การสร้างแบบสังเกต พฤติกรรมนักเรียนจะมีลักษณะเหมือนกับการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน ซึ่งมีตัวชี้วัดพฤติกรรมที่สังเกต ซึ่งแบบสังเกตพฤติกรรม นักเรียนจะใช้ในการสังเกตนักเรียนในการทำแบบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่วนแบบสัมภาษณ์นักเรียน ขอบข่ายของข้อคำถามจะเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ว่านักเรียนทำความเข้าใจ หรือวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้หรือไม่ ปัญหาและอุปสรรค สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้หรือไม่ จะพัฒนาด้านใด เพื่อให้ดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ ซึ่งแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและแบบสัมภาษณ์นักเรียนเป็นเครื่องมือที่ได้ มาจากงานวิจัยของอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง (2560 : 184)

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เพื่อเป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

| วงจร<br>ปฏิบัติการที่                                           | แผนการจัดการเรียนรู้    | ข้อมูลเชิงคุณภาพ      | ข้อมูลเชิงปริมาณ                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                               | แผนที่ 1-3 แผนภาพต้นไม้ | แบบสังเกต/แบบสัมภาษณ์ | คำสั่งกิจกรรม/แบบวัดความสามารถ<br>ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์<br>วงจรปฏิบัติการที่ 1 |
| ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 |                         |                       |                                                                                     |
| 2                                                               | แผนที่ 4-6 หลักการคูณ   | แบบสังเกต/แบบสัมภาษณ์ | คำสั่งกิจกรรม/แบบวัดความสามารถ<br>ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์<br>วงจรปฏิบัติการที่ 2 |
| ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 2 |                         |                       |                                                                                     |
| 3                                                               | แผนที่ 7-9 หลักการบวก   | แบบสังเกต/แบบสัมภาษณ์ | คำสั่งกิจกรรม/แบบวัดความสามารถ<br>ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์<br>วงจรปฏิบัติการที่ 3 |
| ทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 3 |                         |                       |                                                                                     |

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ การวิเคราะห์หาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การหาค่าเฉลี่ยจากผลรวมของคะแนนทั้งหมด จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน และการนำคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้ทำหลังเรียนจบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ มาหาค่าเฉลี่ย ร้อยละเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดตั้งไว้ คือ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และนำมาสะท้อนผลการปฏิบัติการเพื่อปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการเรียนการสอน และเป็นแนวทางในการดำเนินการในวงจรต่อไป

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative data) เป็นการแจกแจงข้อค้นพบที่สำคัญในเชิงอธิบายความที่ได้จากการบันทึกสังเกตพฤติกรรมและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์การสัมภาษณ์ผู้เรียน สถานการณ์ปัญหาและแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3 นำผลสะท้อนผลการปฏิบัติมาร่วมวิเคราะห์เนื้อหา โดยสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย (inductive) จากนั้นเขียนรายงานวิจัยแบบพรรณนา (description) และอภิปรายผล สรุปเป็นผลงานวิจัย เพื่อแสดงให้เห็นแนวทางหรือรูปแบบการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ นำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูมาวิเคราะห์ ตีความสรุปความ และนำมาสะท้อนผลการปฏิบัติการกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และเป็นแนวทางในการปฏิบัติการวิจัยหรือดำเนินการในครั้งต่อไป

#### สรุปผล

หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการจัดการเรียนรู้แล้ว ได้ทำการทดสอบทำวงจรทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ได้ผลการทดสอบดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

| วงจร<br>ปฏิบัติ<br>การที่ | จำนวน<br>นักเรียน<br>ทั้งหมด<br>(คน) | คะแนน<br>เต็ม | คะแนน<br>ที่ผ่านเกณฑ์<br>70%<br>(คะแนน) | คะแนน<br>ของนักเรียน |        | จำนวนนักเรียน<br>ที่ผ่านเกณฑ์<br>70%<br>(คน) | ร้อยละนักเรียน<br>ที่ผ่านเกณฑ์ 70%<br><br>ร้อยละ |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|----------------------|--------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                           |                                      |               |                                         | เฉลี่ย               | ร้อยละ |                                              |                                                  |
| 1                         | 36                                   | 50            | 35                                      | 39.14                | 78.28  | 33                                           | 91.67                                            |
| 2                         | 36                                   | 50            | 35                                      | 40.00                | 80.00  | 35                                           | 97.22                                            |
| 3                         | 36                                   | 50            | 35                                      | 41.47                | 82.94  | 36                                           | 100.00                                           |

จากตาราง 2 พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 97.22 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00

จากการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ผู้วิจัยขอสรุปผลการวิจัยเป็นวงจรปฏิบัติการดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด แผนที่ 1-3 เรื่อง แผนภาพต้นไม้ ผู้วิจัยใช้วิธีการแบบเปิดซึ่งเป็นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด มีสถานการณ์ปัญหา การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน อภิปราย และเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้น และมีการสรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนตอบได้ถูกต้องและมีความสนใจ ตั้งใจเรียนเป็นอย่างดี นักเรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม จากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 91.67

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด แผนที่ 4-6 เรื่อง หลักการคูณ ได้ทำการปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลามากขึ้น ทำให้นักเรียนมีเวลาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 97.22

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด แผนที่ 7-9 เรื่อง หลักการบวก ได้ทำการปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการอภิปรายผล การเชื่อมโยงความคิดทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี จากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 100.00 ซึ่งผ่านวัตถุประสงค์การวิจัยที่ตั้งไว้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

### อภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยแบ่งออกเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ โดยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนภาพต้นไม้ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวิธีการแบบเปิด เป็นแนวทางการสอน ที่เน้นการแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาปลายเปิด โดยมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอน (Inprasitha, 2010 : 195) ดังนี้ 1) ขั้นตอนการนำเสนอ ปัญหาปลายเปิด 2) ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) ขั้นตอนการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน และ 4) ขั้นตอนสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ปรากฏในชั้นเรียน ซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการ คิดอย่างเป็นระบบมากขึ้น ฝึกการเขียนอธิบายในลักษณะต่าง ๆ ตามขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด ซึ่งหลังจากได้ใช้กิจกรรม การเรียนการสอนดังกล่าว พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด เรื่องแผนภาพต้นไม้ ในวงจร ปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 39.14 คะแนน และเมื่อนำร้อยละของคะแนนนักเรียนแต่ละคนไปเทียบกับเกณฑ์ เพื่อแสดงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่าระดับของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระดับดีมาก มีจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 ระดับดี มีจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 41.67 ระดับพอใช้ มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.78 และระดับผ่าน มีจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.56 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ มีจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 ซึ่งผ่านวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และจะเห็นได้ว่าจำนวนของนักเรียนส่วนมาก อยู่ในระดับดีมาก แต่ก็ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนส่วนที่อยู่ในระดับดี และพอใช้ อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังไม่เคยผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้มาก่อน สามารถอธิบายได้ในแต่ละขั้นตอนว่าขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด เป็นขั้นการจัดกิจกรรมที่ผู้วิจัยเน้นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการซักถามและใช้คำถามปลายเปิด โดยผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขปัญหาคือ ใช้คำถามปลายเปิดพร้อมยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนสามารถเห็นภาพในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น โดยกัญญา โพธิ์วัฒน์ (2542 : 45) กล่าวว่า การใช้สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่น่าสนใจสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนมากขึ้น ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระในการแก้ปัญหา เน้นให้นักเรียนได้คิดหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องอภิปรายแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเองในชั้นเรียน สิ่งที่สำคัญคือ การบันทึกแนวคิดการแก้ปัญหาของนักเรียนในใบกิจกรรม ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ปรากฏในชั้นเรียน เป็นขั้นที่ครู หรือผู้เรียนควรเขียนแนวคิดของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มบนกระดาน เพื่อให้ทุกคนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลายนั้น แล้วครูทำการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความต่างของแนวคิดนั้น ๆ ผู้วิจัยจึงได้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ไปออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 2 หลักการคูณ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวิธีการแบบเปิด เป็นแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาปลายเปิด โดยมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอน (Inprasitha, 2010 : 195) ดังนี้ 1) ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน และ 4) ขั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ปรากฏในชั้นเรียน ซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบมากขึ้น ฝึกการเขียนอธิบายในลักษณะต่าง ๆ ตามขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด และได้มีการปรับปรุงขั้นตอนการสอนจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยมีการกระตุ้นนักเรียนมากขึ้นโดยใช้สถานการณ์ปัญหา และให้เวลาในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 40.00 คะแนน และเมื่อนำร้อยละของคะแนนนักเรียนแต่ละคนไปเทียบกับเกณฑ์ เพื่อแสดงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่าคณิตศาสตร์ ระดับดีมาก มีจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 44.44 ระดับดี มีจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 52.78 และระดับพอใช้ มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.78 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ มีจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 97.22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และแบบสัมภาษณ์นักเรียน สามารถบอกได้ว่า เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่องหลักการคูณ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งอาจจะมีนักเรียนส่วนหนึ่งไม่เข้าใจในรูปแบบของแบบวัดในลักษณะที่ให้เขียนอธิบายเป็นขั้นตอน และนักเรียนไม่มีทักษะการคิดวิเคราะห์โจทย์ และนักเรียนไม่จำสูตรที่จะใช้ยังไม่ได้ สอดคล้องสติกเลอร์และฮีบอร์ต Stigler and Hieber (1999, อ้างถึงใน เจนสมุทร แสงพันธ์, 2550 : 25) กล่าวว่า บางครั้งครูก็อาจนำเสนอวิธีการของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนกับนักเรียนบ้าง เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงวิธีการของครูที่ต้องการสอน และเมื่อนักเรียนออกมานำเสนอวิธีการเสร็จแล้วนั้น ครูจะทำการสรุปและให้รายละเอียดในตอนท้าย ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยจึงได้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ไปออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

วงจรปฏิบัติการที่ 3 หลักการบวก ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวิธีการแบบเปิด เป็นแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาปลายเปิด โดยมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอน (Inprasitha, 2010 : 195) ดังนี้ 1) ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน และ 4) ขั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ปรากฏในชั้นเรียน ซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบมากขึ้น ฝึกการเขียนอธิบายในลักษณะต่างๆ ตามขั้นตอนของวิธีการแบบเปิดซึ่งหลังจากได้ใช้กิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าว พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่องหลักการบวก ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด มีคะแนนเฉลี่ย 41.47 คะแนน และเมื่อนำร้อยละของคะแนนนักเรียนแต่ละคนไปเทียบกับเกณฑ์ เพื่อแสดงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่าระดับดีมาก มีจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 80.56 และระดับดี มีจำนวน 7 คน

คิดเป็นร้อยละ 19.44 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ มีจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และแบบสัมภาษณ์นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผ่านวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ตั้งไว้ โดยผู้วิจัยแยกประเด็นการอภิปรายผลดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ผู้วิจัยนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการพูดคุยเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่กำลังได้รับความสนใจในเวลานั้น เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมและดึงความสนใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมอื่น ให้สนใจต่อสิ่งที่ครูกำลังนำเสนอ และสร้างสมาธิแก่นักเรียนให้พร้อมที่จะเปิดรับสิ่งที่กำลังจะเกิดขึ้นในคาบเรียนนั้น ๆ สอดคล้องกับ (สมหมาย อุ่นทะยา, 2553 : 35) ที่กล่าวว่า เทคนิคการนำเข้าสู่บทเรียน เป็นกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นก่อนเข้าสู่เนื้อหา เพื่อเป็นการเตรียมนักเรียน ถ้าครูเริ่มการสอนได้น่าสนใจจะเป็นแรงจูงใจ หรือกระตุ้นนักเรียนให้สนใจร่วมกิจกรรมมากขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ มี 4 ขั้น ดังนี้

1) ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด ผู้วิจัยนำปัญหาปลายเปิดที่พิมพ์ด้วยอักษรที่มีขนาดใหญ่ นักเรียนสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน นำไปติดบนกระดาน ผู้วิจัยแจกใบกิจกรรมที่มีข้อความปัญหาดังกล่าวและพื้นที่ว่างให้นักเรียนได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และแจกสื่อให้นักเรียนใช้สำหรับประกอบการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนมีโอกาสพบเจอได้ มีความเกี่ยวข้องกับประสบการณ์การใช้ชีวิตของนักเรียน มีความน่าสนใจ ท้าทาย ความสามารถของนักเรียนทุกกลุ่ม และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย ซึ่งผู้วิจัยสังเกตว่านักเรียนให้ความสนใจสนใจ สนุกสนาน และมองว่าเป็นการเข้าร่วมเล่นเกม สอดคล้องกับไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2549 : 15) กล่าวว่า ครูต้องอธิบายปัญหานั้นให้นักเรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ กฎ และเงื่อนไขของปัญหานั้น ๆ เพราะนักเรียนบางคนอาจไม่เข้าใจปัญหา เนื่องจากเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่เคยพบเจอมาก่อน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหา อาจใช้สื่อการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น และให้ข้อมูลทั่วไปเพิ่มเติมเพื่อให้เห็นปัญหาที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น รวมถึงยกตัวอย่างแนวทางการคิดที่หลากหลายเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ

2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนตีความปัญหาที่เกิดขึ้น จึงเปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจต่อปัญหาปลายเปิดนั้น ๆ ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากคำสั่งของกิจกรรม ซึ่งขั้นนี้ต้องใช้เวลามากที่สุด เพราะจะเกิดพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนมากที่สุด ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับ (Inprasit, 2010 : 200) กล่าวว่า ให้นักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระในการแก้ปัญหา ครูไม่ควรกำหนดแนวทางการคิดของนักเรียนเพราะเน้นให้นักเรียนได้คิดหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งรูปแบบการสอนนี้ เป็นการรวมกันของสองสิ่ง คือ การทำงานของแต่ละบุคคลและการอภิปรายในชั้นเรียน

3) ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยเป็นผู้เลือกลำดับการนำเสนอจากการสังเกตแนวคิดวิธีแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยให้กลุ่มที่มีแนวคิดการแก้ปัญหาด้วยวิธีการพื้นฐาน เป็นรูปธรรม ไม่ซับซ้อน เป็นผู้นำเสนอก่อน และกลุ่มที่มีแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน หรือเป็นนามธรรม เป็นผู้นำเสนอ ในลำดับต่อไป ผู้วิจัยได้ร่วมกำหนดรูปแบบของการอภิปรายแตกต่างกันออกไปดังนี้ ในช่วงที่ 1-2 ของการเรียนการสอน มีการอภิปรายโดยการตีผลงานกลุ่มบนกระดาน แล้วให้ตัวแทนกลุ่มยืนที่กลุ่มตนเอง เพื่อนำเสนอแนวคิดของกลุ่ม และจากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนที่คิดว่าสามารถนำเสนอได้ดีที่สุดออกมานำเสนอ ตัวแทนเหล่านั้นเป็นนักเรียนที่มีความกล้าแสดงออกทำให้มีความพร้อมในการนำเสนอ ไม่ค่อยมีอาการประหม่าหรือเขินอาย สามารถนำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเองได้ค่อนข้างดี การให้นักเรียนยืนที่กลุ่มตัวเองในการนำเสนอทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้น เพราะมีเพื่อนในกลุ่มที่สามารถให้ความช่วยเหลือเพิ่มเติม ขยายความแนวคิดต่าง ๆ ที่ต้องการสื่อให้คนอื่นเข้าใจ สอดคล้องกับไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2558 : 18) กล่าวว่ากิจกรรมในขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียน และเปรียบเทียบเป็นสิ่งที่สำคัญมากต่อการพัฒนาบทเรียนในอนาคต ครูควรพยายามจำแนกนักเรียนว่าใครยังไม่เข้าใจปัญหา และให้ตัวอย่างเพิ่มขึ้นหรือเสนอแนะเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดในแนวทางที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

4) ขั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ปรากฏในชั้นเรียน ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยเป็นผู้เลือกถามคำถามให้นักเรียนเกิดการวิเคราะห์ เชื่อมโยง และจัดเรียงแนวคิดต่าง ๆ ที่แต่ละกลุ่มนำเสนอมาให้เป็นระบบ มีการสรุปข้อดี และข้อจำกัดของแต่ละแนวคิด ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และประเมินวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีในทุกมิติ จนสามารถนำไปประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ และนำไปสู่การสรุปผลการเรียนรู้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับพิเชาวน์ องค์กรุรักษ์ (2552 : 23) ที่กล่าวว่า การที่มีการประเมินการคิดของนักเรียนทำให้นักเรียนได้มองเห็น

คุณค่าของการคิดของตนเอง และการสรุปทบทวนร่วมกันของครูและนักเรียน ทำให้นักเรียนได้สะท้อนถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกันอีกครั้ง

จากเหตุผลดังกล่าวพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาปลายเปิดในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการค้นหาวិธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้ค้นหาแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ สามารถนำความรู้และประสบการณ์เดิมของตนเองไปใช้ในการแก้ปัญหาแต่ละครั้ง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มตนเอง ทำให้เกิดการเปิดมุมมองใหม่ในการแก้ปัญหาในแต่ละครั้ง การอภิปรายทั้งชั้นเรียนยังทำให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่น ๆ เพิ่มเติมและเกิดการวิเคราะห์เชื่อมโยงวิธีการต่าง ๆ เพื่อคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับแต่ละปัญหา จึงส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 39.14 คะแนน นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 91.67 วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 40.00 คะแนน นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 97.22 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 41.47 คะแนน นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 100.00 และเมื่อนำร้อยละของคะแนนนักเรียนแต่ละคนไปเทียบกับเกณฑ์เพื่อแสดงระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผ่านวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจริยา สุนทรหาญ (2561 : 133) ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาในแนวทางของตนเอง และเกิดแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของงานวิจัยของชูศักดิ์ อุดอินแก้ว (2559 : 212) ศึกษาเรื่อง การออกแบบงานทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด พบว่าการวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ครูได้ออกแบบสถานการณ์ปัญหาและงานทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557 : 87-88) ศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.37 นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดจะทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง กล่าวคือในระยะแรกนักเรียนอาจจะต้องได้รับคำถามกระตุ้นความคิดจากครู จึงจะสามารถทำความเข้าใจและแก้ปัญหาปลายเปิดที่ครูนำเสนอได้ดี แต่เมื่อได้รับประสบการณ์จากการแก้ปัญหาปลายเปิดอย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะสามารถค้นหาวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่อาจจะเจอในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของพัทธยากร บุษสยา (2559 : 122) ศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของสิริพันธุ์ จันทราศรี (2557 : 198) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด พบว่าในการวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนการสอน ด้วยวิธีการแบบเปิดของครูผู้สอน นักเรียนได้แสดงกลุ่มพฤติกรรมทั้ง 6 กลุ่มพฤติกรรมออกมา โดยค่อย ๆ เพิ่มระดับในการใช้ชั้นในแต่ละคาบเรียนตามลำดับ จนกระทั่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ถูกใช้เป็นประจำและเกิดการพัฒนาขึ้นจากเดิม

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ปัญหาปลายเปิดที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความสำคัญมากที่จะเปิดความคิดของนักเรียนให้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ครูจึงควรสร้างปัญหาปลายเปิดให้เหมาะสมกับบริบทและความสนใจของผู้เรียน สามารถแก้ปัญหาได้หลายวิธี ซึ่งครูควรคาดการณ์แนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่จะนำไปใช้กับนักเรียน

1.2 บรรยากาศการเรียนรู้ที่มีความเป็นอิสระ ในบางครั้งทำให้นักเรียนใช้เวลาไปกับการเล่น ครูจึงต้องศึกษาเทคนิควิธีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วย

1.3 ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดอย่างต่อเนื่องในเนื้อหาอื่น ๆ และควรให้เวลาในการระดมสมองให้มาก เพราะการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะค่อย ๆ พัฒนาไปอย่างช้า ๆ

1.4 ควรฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาบ่อย ๆ และให้นักเรียนรู้จักการอธิบายและให้เหตุผลควบคู่ไปด้วย

1.5 ควรปลูกฝังและสร้างเจตคติที่ดีให้กับนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด

1.6 นักเรียนบางคนไม่ชอบการเขียนตอบจึงจะทำให้ไม่ชอบวิธีการเรียนแบบนี้จึงควรสร้างความเข้าใจและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความตระหนักและเห็นความสำคัญ นอกจากนั้นควรเสริมด้วยกระบวนการกลุ่มและเทคนิคการสอนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนร่วมด้วย

### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

2.1 ผลการวิจัยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลาย ๆ อย่าง ครูควรศึกษาบริบทของโรงเรียน นักเรียนและครูและบริบทอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบกัน

2.2 ควรติดตามและประเมินผลในระยะยาว หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อที่จะได้ทราบว่าจัดการเรียนรู้ดังกล่าว สามารถนำไปใช้ได้ผลดีในทุกระดับชั้นหรือไม่

2.3 ควรศึกษาตัวแปรอื่น ๆ นอกจากความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

## เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กัญญา โพธิ์วัฒน. (2542). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. สุรินทร์: สถาบันราชภัฏสุรินทร์.
- จริยา สุนทรหาญ. (2561). *ผลของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนคณิตศาสตร์. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เจนสมุทร แสงพันธ์. (2550). *การศึกษาการให้เหตุผลทางเรขาคณิต ในการแก้ปัญหาปลายเปิด: เน้นการแก้ปัญหาในกลุ่มย่อย*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชูศักดิ์ อุดอันแก้ว. (2559). *การออกแบบงานทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด*. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2557). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ธีรภูมิ เอกะกุล. (2548). *ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. อุบลราชธานี: สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

- พัทธยากร บุสสุยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พิเชาวน์ องค์กรุณย์. (2552). บทบาทของครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดในการส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2558). การพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach). เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ในเขตพื้นที่จังหวัด นครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2549). รายงานการวิจัย โครงการการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาด้วยยุทธวิธีปัญหาปลายเปิด. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- โรงเรียนมุกดาหาร. (2561). รายงานผลการทดสอบการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับชาติ (O-NET) ประจำปีการศึกษา 2561. มุกดาหาร: โรงเรียนมุกดาหาร.
- วันดี เกษมสุขพิพัฒน์. (2554). การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อการประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 56(635-637), 51-62.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สิริพันธุ์ จันทราศรี. (2557). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมหมาย อุ่นทะยา. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2560). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง. (2560). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- Inprasitha, M. (2010). One Feature of Adaptive Lesson Study in Thailand-Designing Unit. Proceeding of the 45<sup>th</sup> Korean National Meeting of Mathematics Education. Gyeongju: Dongkook University.
- Nohda, N. (2000). A Study of "Open-Approach" method in school Mathematics Teaching: focusing on Mathematics Problem Solving Activities. Ibaraki: University of Tsukuba.