

การส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้
ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นิรัญชลา ทับพุ่ม

การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วส. น

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

พฤษภาคม 2564

ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ถึงจนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงศรี ตุ่นทอง คณบดีคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี คุณครูธัญพร เกิดกุล และคุณครูพรพรหม สังวาลย์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา จังหวัดลพบุรี ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จนทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า และขอขอบพระคุณผู้บริหาร ครู บุคลากรทางการศึกษา และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ของโรงเรียนบ้านหมี่วิทยา จังหวัดลพบุรี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลอย่างยิ่ง

เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่ห่วงใยและให้กำลังใจ ช่วยเหลือสนับสนุนการศึกษาแก่ผู้ค้นคว้าด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ ผู้ค้นคว้าขอมอบแต่บิดา มารดา ครูอาจารย์และสถาบันการศึกษาที่ได้ให้การศึกษาค้นคว้าแก่ผู้วิจัยตลอดมา

นิรัญชลา ทับพุ่ม

ชื่อเรื่อง	การส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ผู้ศึกษาค้นคว้า	นิรัญชลา ทับพุ่ม
ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา,มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563
คำสำคัญ	การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ความคล้าย

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิดที่ส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ และ 2) ส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียน จำนวน 36 คน ในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดลพบุรี ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน 3 วงจรปฏิบัติการเป็นเวลาทั้งหมด 9 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และแบบสังเกตการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ มี 4 องค์ประกอบ คือ 1) การสร้างข้อคาดการณ์และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล 2) การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล 3) การให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป และ 4) การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์มีประเด็นที่ควรเน้น คือ ครูควรสร้างสถานการณ์ปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้กับนักเรียน มีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และต้องสร้างบรรยากาศให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิดทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบย่อย โดยเรียงลำดับการพัฒนาจากมากไปน้อยได้ดังนี้ การสร้างข้อคาดการณ์และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล คิดเป็นร้อยละ 85.19 รองลงมา คือ การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล และการให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 78.70 และการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ คิดเป็นร้อยละ 75 ตามลำดับ

Title	THE IMPROVEMENT OF MATHEMATICAL ARGUMENTATION SKILLS THROUGH LEARNING ACTIVITIES BASED ON OPEN APPROACH IN THE TOPIC OF SIMILARITY FOR MATTHAYOMSUKSA 3 STUDENTS
Authors	Nirunchala Tabpum
Advisor	Assistant Professor Wanintorn Poonpaiboonpipat, Ph.D.
Academic Paper	Independent Study M.Ed. in Mathematics, Naresuan University, 2020
Keywords	Mathematical Argumentation, Open Approach, Similarity

ABSTRACT

The objectives of this research were to 1) study the guidelines for learning activities based on an open approach to enhance mathematical argumentation skills and 2) develop mathematical argumentation skills for Mathayomsuksa 3 students on Similarity through learning activities based on open approach. The target group is 36 students in a large secondary school in Lopburi Province. This research applied classroom action research with three cycles for 9 hours. The research tools were lesson plans, reflection form and observation form. The mathematical argumentation consisted of 4 elements which are 1) proposing predictions and reasons to support the information and 2) providing evidence to support the information 3) giving different reasons for argument by 4) giving reasons the data here analyzed for counter-argumentation. Using content analysis.

The results of the study showed that learning activities based on an open approach to enhance mathematical argumentation skills should focused on selecting problems with various solutions, using open-end question to engage students' argumentation, and creating an atmosphere of effective thinking and expression. Overall, students improve their mathematical argumentation skills after learning. For subcomponents, students' improvement sort in descending order were proposing predictions and reasons to support the information (85.19%), providing evidence to support the information, and giving different reasons for argumentation (78.70%) and giving reasons for counter-argumentation (75%) respectively.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	คำถามการวิจัย.....	5
	วัตถุประสงค์การวิจัย.....	5
	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
	ขอบเขตของการวิจัย.....	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
	หลักสูตรสถานศึกษา.....	9
	วิธีการแบบเปิด (Open Approach).....	13
	การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์.....	20
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	36
	รูปแบบการวิจัย.....	36
	ผู้เข้าร่วมวิจัย.....	37
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	37
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	44
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	47
คำถามวิจัยข้อที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ อย่างไร.....	47
คำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดสามารถ ส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย ได้อย่างไร.....	68
5 บทสรุป.....	77
สรุปผลการวิจัย.....	78
อภิปรายผลการวิจัย.....	80
ข้อเสนอแนะ.....	83
บรรณานุกรม.....	84
ภาคผนวก.....	90
ประวัติผู้วิจัย.....	101

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงเกณฑ์การให้ระดับความสามารถในการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน.....	28
2 แสดงจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	38
3 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อกิจกรรม และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้.....	39
4 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อสถานการณ์ปัญหาแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	39
5 แสดงเกณฑ์การให้ระดับความสามารถในการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน.....	43
6 การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1.....	55
7 แสดงการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2.....	60
8 แสดงการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3.....	65
9 แสดงสรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด.....	66

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
2	แสดงลักษณะสำคัญที่เกิดขึ้นในห้องเรียนที่ใช้การสอนโดยวิธีการแบบเปิด.....	19
3	แสดงนักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา ที่ครูกำหนดให้.....	48
4	แสดงตัวอย่างการใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ในการสร้างรูปสามเหลี่ยมคล้าย.....	50
5	แสดงตัวอย่างการใช้สมบัติทางคณิตศาสตร์ในการสร้างรูปสามเหลี่ยมคล้าย.....	50
6	แสดงนักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอรูปสามเหลี่ยมคล้าย.....	51
7	แสดงตัวอย่างการนำเสนอรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน.....	53
8	แสดงร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน.....	69
9	แสดงตัวอย่างโพโตคอลของนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้ง ทางคณิตศาสตร์.....	70
10	แสดงตัวอย่างโพโตคอลของนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้ง ทางคณิตศาสตร์.....	71
11	แสดงร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน.....	72
12	แสดงตัวอย่างโพโตคอลของนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้ง ทางคณิตศาสตร์.....	73
13	แสดงตัวอย่างโพโตคอลของนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้ง ทางคณิตศาสตร์.....	73
14	แสดงตัวอย่างโพโตคอลของนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้ง ทางคณิตศาสตร์.....	74
15	แสดงร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การนำไปใช้.....	75

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมปัจจุบันให้ความสำคัญต่อการพัฒนาคนให้มีศักยภาพ มีความรู้และทักษะในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills P21) คนปัจจุบันจะต้องทำงานภายใต้ระบบเศรษฐกิจยุคใหม่ ดังนั้น ครูจำเป็นต้องพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะที่จำเป็นในเศรษฐกิจฐานความรู้ (Knowledge economy - base) ตามการศึกษาแห่งศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) ด้วย บทบาทของครูอาจารย์ ก็ต้องเปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง ครูต้องไม่เน้นการสอน แต่ต้องเน้นการออกแบบการสอน ครูต้องเรียนรู้ และปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้ที่ตนจัดให้แก่ศิษย์ด้วย (วิจารณ์ พานิช, 2555) ในยุคศตวรรษที่ 21 รูปแบบในการจัดการเรียนรู้ได้เปลี่ยนแปลงจากอดีตเป็นอย่างมาก มีการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในยุคสมัยใหม่ให้กับนักเรียน ดังนั้น กระบวนการจัดการเรียนรู้จึงต้องเปลี่ยนจากการเรียนรู้ที่นักเรียนเรียนรู้จากในตำราอย่างเดียว เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง (สำนักบริหารงานมัธยมศึกษาตอนปลาย, ม.ป.ป.)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้ระบุว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนนั้น นอกจากทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร และการคิดสร้างสรรค์ แล้ว ยังมีทักษะในการเชื่อมโยง ซึ่งการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้และทักษะ/กระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี และทักษะการให้เหตุผล ซึ่งเป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมี

ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับ Strigler, & Hiebert (1999) ที่ว่าการพิสูจน์ด้วยการอภิปรายโต้แย้งจะช่วยให้ นักเรียนได้แสดงแนวคิด อธิบายเหตุผลในการพิสูจน์ข้อโต้แย้งกับข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ กับเพื่อนแต่ละคนในระหว่าง การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น การอภิปรายโต้แย้งจึงสอดคล้องโดยตรงกับกระบวนการให้เหตุผล กระบวนการสื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ดังนั้น การส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นให้เกิดขึ้นกับนักเรียนนั้น การอภิปรายโต้แย้ง (Argumentation) เป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญที่สะท้อนได้ว่านักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น อภิปราย อย่างมีเหตุผลที่พร้อมสนับสนุนข้อมูลของตนเองให้น่าเชื่อถือ ตลอดจนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ให้เป็นที่ยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุปที่ถูกต้อง ครบถ้วนตามหลักการแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างกว้างขวาง สอดคล้องกับกรอบการประเมินผลของ PISA ที่ได้เน้นการประเมิน 8 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competencies) ซึ่งการอภิปรายโต้แย้ง (Argumentation) เป็นหนึ่งในสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่นำมาเป็นกรอบในการประเมินนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการรู้จักการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ (และรู้ว่าการพิสูจน์แตกต่างจากการใช้เหตุผลอย่างไร) สามารถติดตาม และประเมินการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ มีความรู้ลึกถึงความจริง (รู้ว่าอะไรเกิดขึ้นได้/ไม่ได้ และทำไม) สามารถสร้างและแสดงการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้ การสร้างและแสดงการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เหล่านี้จะสะท้อนถึงวิธีที่นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

จากที่กล่าวมาจะพบว่า การอภิปรายโต้แย้ง (Argumentation) เป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญที่นักเรียนต้องได้รับการฝึกฝนให้เกิดขึ้นในตนเอง เพื่อเป็นทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงออกในทางคณิตศาสตร์ในทางที่ถูกต้อง เหมาะสม อย่างมีเหตุและผลที่สมควร ดังนั้น การที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการอภิปรายโต้แย้ง (Argumentation) เกี่ยวกับความรู้ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ตามมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสมรรถนะตามกรอบการประเมินของ PISA ได้นั้น นักเรียนต้องได้รับการฝึกฝนอยู่ตลอดเวลา โดยครูต้องออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอข้อโต้แย้งอย่างมีเหตุมีผลได้ จัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนได้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันอย่างเข้าใจ มีการยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และพร้อมที่จะ

โต้แย้งหรือหาเหตุผลสนับสนุนเพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกันได้อย่างถูกต้องตามหลักการ แนวคิด และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีวิถีและวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างหลากหลายเป็นการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองอย่างทั่วถึงเต็มศักยภาพของแต่ละคน นักเรียนได้ยกระดับความรู้ และระดับการเรียนรู้ร่วมกันผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทำให้เกิดการเรียนรู้ในระดับสูง (วิจารณ์ พานิช, 2557) เกิดสมรรถนะฝังลึกที่จะเรียนรู้แก้ปัญหาและสร้างสรรค์ในเรื่อง และในเงื่อนไขที่ตนยังไม่เคยรู้จักได้ด้วยตนเองและโดยกระบวนการกลุ่มจนเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในตนเอง (Transformative Learning) ร่วมกัน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดอุปนิสัยและความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิต ดังที่ Nohda (1986, p. 120) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และวิถีคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้เกิดขึ้นพร้อมกัน กล่าวคือ ทั้งกิจกรรมของนักเรียนและวิถีคิดทางคณิตศาสตร์จะต้องถูกนำออกมาใช้อย่างเต็มความสามารถ ต้องให้นักเรียนแต่ละคนมีอิสระในการพัฒนาความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาตามความสามารถและความสนใจของตน สิ่งสุดท้ายต้องปล่อยให้เรียนได้พัฒนาความฉลาดทางคณิตศาสตร์ของเขา จึงต้องสร้างกิจกรรมห้องเรียนที่ส่งเสริมวิถีคิดทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ ขณะที่นักเรียนที่มีความสามารถสูงกว่าก็สามารถที่จะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย และนักเรียนที่มีความสามารถน้อยกว่าก็ยังคงสนุกสนานกับกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามความสามารถของตน การทำเช่นนี้เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเปิดโอกาสการสืบเสาะด้วยวิธีการที่ตนเชื่อมั่นและนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนสูงขึ้น ผลที่เกิดขึ้นมีความเป็นไปได้ที่นักเรียนจะเกิดการพัฒนาสูงขึ้นที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และในขณะเดียวกันยังเป็นการช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนแต่ละคนด้วย ซึ่งสอดคล้อง นุชนาถ ม่วงมูล และคณะ (2549) ที่ทำการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด พบว่า นักเรียนมีโอกาสทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และได้แสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย

ดังนั้น หากครูปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการสอนโดยกระตุ้นให้นักเรียนมีการคิดอย่างหลากหลาย จัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในลักษณะที่ครูและนักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน มีการถกเถียงปัญหาที่เกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำ มีการช่วยเหลือซึ่งกันทั้งสองฝ่ายย่อมส่งผลต่อกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2546) สิ่งสำคัญยังอยู่ที่การสร้างบริบทให้เหมาะสมแก่การเรียนรู้ เปลี่ยนมุมมองของวิธีการสอนโดยไม่ได้เน้นเพียงแค่

ผลลัพธ์ แต่เน้นกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เปลี่ยนเนื้อหาสาระที่มีอยู่เดิมนั้นให้เป็นสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดให้นักเรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีงานทางคณิตศาสตร์เป็นสื่อกลางที่สำคัญของการอภิปรายโต้แย้งในชั้นเรียนระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับนักเรียน (NCTM, 1991) แต่เนื่องจากอุปสรรคหลักสองประการสำหรับการพัฒนาการอภิปรายโต้แย้งของนักเรียน คือ การขาดโอกาสในการอภิปรายโต้แย้งในห้องเรียน (Driver, 2000) แม้จะมีหลายโอกาสในการอภิปรายและการสื่อสารที่เกิดขึ้นในห้องเรียนที่นักเรียนแลกเปลี่ยนคำตอบในการคำนวณ ไม่เห็นด้วยกับคำตอบ อธิบายกลยุทธ์การแก้ปัญหาแตกต่างกัน (Langrall, & Rumsey, 2016) แต่ยังขาดครูที่มีทักษะในการจัดการอภิปรายโต้แย้ง (Driver, 2000) การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดจึงเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการอภิปรายโต้แย้งได้ในที่สุด

จากการประเมินผลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา (2562) ที่ผู้วิจัยทำการเรียนการสอน พบว่า ในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน เรื่องรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน นักเรียนไม่สามารถสร้างข้อคาดการณ์ และให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล อย่างเช่น รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันมุมต้องมีมุมเท่ากันเป็นคู่ๆ 3 คู่เท่านั้น ไม่สามารถให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล อย่างเช่น จากสมบัติของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกันต้องมีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ๆ 3 คู่ และไม่สามารถให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป อย่างเช่น รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกันดูที่อัตราส่วนของความยาวก็ได้ รวมถึงขาดการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ อย่างเช่น รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันไม่จำเป็นต้องดูที่มุมอย่างเดียว สามารถดูที่อัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันเท่ากัน 3 คู่ แทนก็ได้ เมื่อต้องต้องนำเสนองานหน้าชั้นเรียน นักเรียนขาดความมั่นใจในการอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักการ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่จะมาสนับสนุนวิธีคิดหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของตนเอง ทั้งนี้ อาจเนื่องจากที่ครูยังไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนนำผลข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้าม และข้อโต้แย้งกลับ โดยมีความคิดเห็นหรืออภิปรายเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน ค่อนข้างน้อย เพราะเวลามีค่อนข้างจำกัด ส่วนใหญ่จะเป็นการทำแบบฝึกหัดทบทวนเพื่อตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจในบทเรียนเป็นรายบุคคลเมื่อจบการเรียนการสอนแต่ละครั้ง นอกจากนี้ ยังขาดการสร้างวัฒนธรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกันอย่างกว้างขวางและทั่วถึง ส่งผลให้นักเรียนวิตกกังวลในการที่จะแสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายโต้แย้งตามแนวคิดของตนเอง ผู้วิจัยจึงสนใจนำวิธีการแบบเปิด มาประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องความคล้าย เพื่อให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกันอย่างอิสระ

ใน 4 ประเด็น คือ 1) การสร้างข้อคาดการณ์ และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล 2) การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล 3) การให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป 4) การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ (Lin, & Mintzes, 2010)

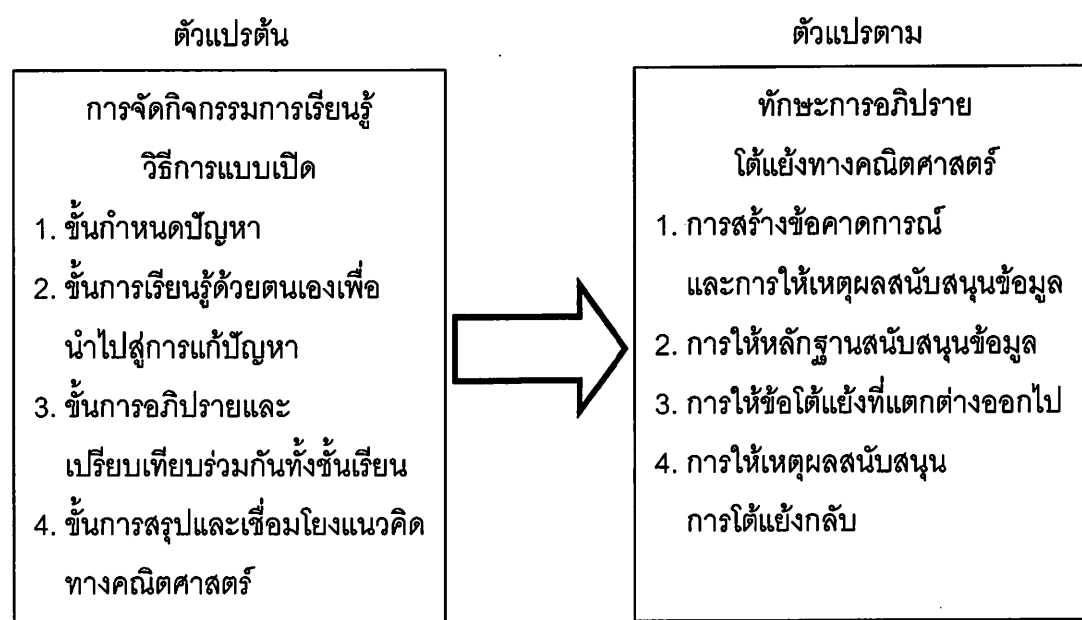
คำถามการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย มีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดสามารถส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย ได้อย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิดที่ส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย
2. เพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตกลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 36 คน โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

2. ขอบเขตเนื้อหา

งานวิจัย ครอบคลุมเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาย่อย ได้แก่ รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และการนำไปใช้

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด หมายถึง เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นให้นักเรียนได้คิดค้นความรู้และลงมือปฏิบัติหรือกระทำจริงทุกขั้นตอนและกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นปัญหาแบบเปิดกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

1.1 ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้นักเรียนได้เผชิญปัญหา โดยที่ผู้สอนไม่ได้แนะวิธีการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน ลักษณะของปัญหาอยู่ในรูปของสถานการณ์ โดยปัญหานั้นมีวิธีแก้ปัญหามากหลาย ซึ่งปัญหานั้นไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที

1.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนหาวิธีการที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไปตามความสามารถและประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล แล้วนำมาร่วมกันอภิปรายในกลุ่มย่อย ถึงแนวทางแก้ปัญหาที่ได้ว่าเหมาะสมกับสถานการณ์หรือไม่เพียงใด พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีแก้ปัญหที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นมากที่สุด

1.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน ในขั้นนี้เป็นการอภิปรายแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ปลายเปิด หรือคำถามปลายเปิดในชั้นเรียน โดยระหว่างการอภิปรายครูเป็นผู้สังเกตประเด็นคำสำคัญ และช่วยเชื่อมโยงแนวคิดสำคัญของนักเรียนร่วมกับเพื่อนนักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกันคล้ายกับการนำเสนอผลงานของตนเอง

1.4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ในขั้นนี้ผู้สอนได้พยายามเปิดประเด็นคำสำคัญจากการอภิปรายกลุ่มมาเชื่อมโยงให้นักเรียนพยายามสรุปแนวคิดด้วยตนเองให้ได้มากที่สุด เช่นการตั้งคำถาม ให้นักเรียนได้สรุปแนวความคิด และเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง

2. ทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการสร้างสนับสนุน คัดค้าน หรือปรับปรุงข้อคาดการณ์ของข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ที่ได้รับการยอมรับ โดยอาศัยหลักฐาน ซึ่งได้แก่ ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ร่วมกับการให้เหตุผล เพื่อเชื่อมข้อคาดการณ์ของข้อมูลและหลักฐานเข้าด้วยกันโดยพิจารณาจาก 4 องค์ประกอบ ดังนี้

2.1 การสร้างข้อคาดการณ์และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล หมายถึง การสร้างข้อคาดการณ์จากปัญหาที่ได้รับ และการให้เหตุผลหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายของข้อมูล เพื่อแสดงว่าเหตุใดข้อมูลถึงเป็นจริง

2.2 การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล หมายถึง การให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ที่สนับสนุนเหตุผลของข้อมูลให้มีความน่าเชื่อถือ

2.3 การให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป หมายถึง การให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนข้อมูลฝ่ายตรงข้ามที่แตกต่างจากข้อมูลเดิมของอีกฝ่าย

2.4 การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ หมายถึง เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐานทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนข้อมูลของเราเพิ่มมากขึ้น หรือใช้ข้อโต้แย้งฝ่ายตรงข้ามเพื่อให้ข้อมูลเหตุผล และหลักฐานของฝ่ายตรงข้ามไม่เป็นจริง

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสังเกตการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์รูปรีดจากแนวคิดของ Lin, & Mintzes (2010) เพื่อวิเคราะห์ทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษา
 - 1.1 วิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมาย
 - 1.2 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน
 - 1.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
 - 1.4 คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ 5 (ค23101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 1.5 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด รายวิชาคณิตศาสตร์ 5 (ค23101)
2. วิธีการแบบเปิด (Open Approach)
 - 2.1 ความหมายของวิธีการแบบเปิด
 - 2.2 ความสำคัญของวิธีการแบบเปิด
 - 2.3 ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
 - 2.4 บทบาทสำคัญของครูในการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบเปิด
 - 2.5 การประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียน
3. การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของการอภิปราย
 - 3.2 องค์ประกอบของการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 ประโยชน์ของการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 แนวทางในการจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 เครื่องมือในการวิเคราะห์การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

หลักสูตรสถานศึกษา

วิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมาย

วิสัยทัศน์

มุ่งมั่นพัฒนาให้เป็นโรงเรียนดี มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษา รักษาความเป็นไทย ใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พร้อมสู่อาเซียนในปี 2564

พันธกิจ

1. ส่งเสริมนักเรียนให้มีคุณภาพและศักยภาพตามมาตรฐานการศึกษา มาตรฐานสากล และมีความเป็นไทย ภายใต้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. ส่งเสริมพัฒนาครู และบุคลากรเป็นครูมืออาชีพตามมาตรฐานสากล

3. ส่งเสริมการบริหารจัดการศึกษาด้วยระบบคุณภาพ

4. ส่งเสริมเครือข่ายร่วมพัฒนาการจัดการศึกษาของโรงเรียน

เป้าหมาย

1. นักเรียนทุกคนมีคุณภาพและศักยภาพตามมาตรฐานการศึกษา มาตรฐานสากล และมีความเป็นไทย ภายใต้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. ครูและบุคลากร สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีประสิทธิภาพเต็มตามศักยภาพ

3. สถานศึกษามีการบริหารจัดการด้วยระบบคุณภาพ

4. สถานศึกษามีเครือข่ายร่วมพัฒนาการจัดการศึกษาที่เข้มแข็ง

สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

โรงเรียนบ้านหมีวิทยา ได้มุ่งเน้นในการพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ได้กำหนดสมรรถนะของนักเรียนให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนด 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษา ถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. **ความสามารถในการคิด** เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. **ความสามารถในการแก้ปัญหา** เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผลคุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคมแสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. **ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต** เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. **ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี** เป็นความสามารถในการเลือกใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสารการทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

โรงเรียนบ้านหมีวิทยา ได้มุ่งเน้นในการพัฒนานักเรียนให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ได้กำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ สอดคล้องกับที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนด ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

1.1 เป็นพลเมืองดีของชาติ

1.2 อำรงไว้ซึ่งความเป็นชาติไทย

1.3 ศรัทธา ยึดมั่นและปฏิบัติตนตามหลักศาสนา

1.4 เคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์

2. ซื่อสัตย์ สุจริต

2.2 ประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองทั้งทางกาย วาจา ใจ

2.2 ประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อผู้อื่นทั้งทางกาย วาจา ใจ

3. มีวินัย

ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม

4. ใฝ่เรียนรู้

4.1 ตั้งใจเรียน เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

4.2 แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ด้วยการเลือก

ใช้สื่ออย่างเหมาะสม สรุปลงเป็นองค์ความรู้ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

5. อยู่อย่างพอเพียง

5.1 ดำเนินชีวิตอย่างพอประมาณ มีเหตุผล รอบคอบ มีคุณธรรม

5.2 มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี ปรับตัวเพื่ออยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

6. มุ่งมั่นในการทำงาน

6.1 ตั้งใจและรับผิดชอบในหน้าที่การงาน

6.2 ทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย

7. รักความเป็นไทย

7.1 ภาคภูมิใจในขนบธรรมเนียม ประเพณี ศิลปะ วัฒนธรรมไทยและมีความกตัญญู

กตเวที

7.2 เห็นคุณค่าและใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

7.3 อนุรักษ์ และสืบทอดภูมิปัญญาไทย

8. มีจิตสาธารณะ

8.1 ช่วยเหลือผู้อื่นด้วยความเต็มใจโดยไม่หวังผลตอบแทน

8.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน ชุมชน และสังคม

คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ 5 (ค23101) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ ในสาระต่อไปนี้

อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปใช้ในการแก้ปัญหา

การแยกตัวประกอบพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสอง

สมการกำลังสองตัวแปรเดียว สมการกำลังสองตัวแปรเดียว การแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียว การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวไปใช้ในการแก้ปัญหา

ความคล้าย รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน การนำความรู้เกี่ยวกับความคล้ายไปใช้ในการแก้ปัญหา

ฟังก์ชันกำลังสอง กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง การนำความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองไปใช้ในการแก้ปัญหา

สถิติ ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แผนภาพกล่อง การแปลความหมายผลลัพธ์ การนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง

โดยการจัดประสบการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ให้นักเรียน ได้ศึกษาค้นคว้า ผูกทักษะ โดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน สอดแทรกทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์เข้ากับการเรียนการสอน ให้นักเรียนทำกิจกรรมหรือตั้งคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียน คิด อธิบายและให้เหตุผล เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ พัฒนาทักษะการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และ ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถ ทำงานอย่างเป็นระบบ ระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่น ในตนเอง ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีความเป็นผู้นำ ผู้ตาม ดำรงชีวิตแบบพอเพียง มีศักยภาพ เป็นพลโลก

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด รายวิชาคณิตศาสตร์ 5 (ค23101)

ค 1.3 ม.3/1 เข้าใจและใช้สมบัติของการไม่เท่ากันเพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหา โดยใช้ อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ค 1.3 ม.3/2 ประยุกต์ใช้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ค 1.2 ม.3/1 เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองในการแก้ ปัญหาคณิตศาสตร์

ค 1.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ค 2.2 ม.3/1 เข้าใจและใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแก้ปัญหาในชีวิตจริง

ค 3.1 ม.3/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการทำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนภาพ กล่อง และแปลความหมายผลลัพธ์รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

จากการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา คำอธิบายรายวิชาและมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด เรื่อง ความคล้าย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีลักษณะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับรูปที่คล้ายกัน รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน การนำรูปสามเหลี่ยมคล้ายไปใช้ในทางคณิตศาสตร์ และการนำความรู้ เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมคล้ายไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเนื้อหาดังกล่าวจะถูกนำไปสร้างเป็นแผน การจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งตรงกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ค 2.2 ม.3/1 เข้าใจและ ใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และแก้ปัญหาในชีวิตจริง ของรายวิชาคณิตศาสตร์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561)

วิธีการแบบเปิด

ความหมายของวิธีการแบบเปิด

มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ไว้ดังนี้

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) กล่าวถึงการสอนแบบเปิดว่าหมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ต่างๆ ให้มีลักษณะที่เป็นปัญหาแบบเปิดกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด

นุชนาฏ ม่วงมุลตรี และคณะ (2549) ได้ให้ความหมายของวิธีการแบบเปิด หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่อาศัยกระบวนการคิดค่อนข้างมากทั้งของครูและของนักเรียน ซึ่งจะเน้นในเรื่องการเปิดความคิดของนักเรียนได้คิดกว้าง คิดหลากหลาย และคิดสร้างสรรค์มากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ตามบริบทของเนื้อหา ดังนั้น กิจกรรมการเรียนการสอนที่จะนำมาใช้นี้จะเป็นกิจกรรมที่หลากหลายทั้งเกม กรณีตัวอย่าง บทความ ฯลฯ

กฤษณีย์ สุวรรณ และคณะ (2554) ได้กล่าวว่า วิธีการแบบเปิด หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่อาศัยทักษะกระบวนการคิดสนับสนุนกิจกรรมเชิงสร้างสรรค์แบบการคิดคณิตศาสตร์ของนักเรียนไปพร้อมๆ กัน มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการนำเสนอปัญหา
2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน
3. ขั้นการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนและขยายแนวคิดในชั้นเรียน
4. ขั้นสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนในชั้นเรียน

วิจารณ์ พานิช (2557) กล่าวว่า วิธีการแบบเปิด เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีวิถีและวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างหลากหลาย เป็นการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองอย่างทั่วถึงเต็มศักยภาพของแต่ละคน นักเรียนได้ยกระดับความรู้ และ ระดับการเรียนรู้ร่วมกันผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ในระดับสูงเกิดสมรรถนะฝังลึกที่จะเรียนรู้แก้ปัญหาและสร้างสรรค์ในเรื่องและในเงื่อนไขที่ตนยังไม่เคยรู้จักได้ด้วยตนเองและโดยกระบวนการกลุ่มจนเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในตนเอง (Transformative Learning) ร่วมกัน ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนเกิด อุปลักษณ์และความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิต อันเป็นภารกิจหลักประการหนึ่งของโรงเรียนเพลินพัฒนาที่จะทำให้นักเรียนเป็นผู้มีความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิต

Nohda (1986) ได้ให้ความหมายของวิธีการแบบเปิด หมายถึง วิธีการสอนหนึ่งที่ใช้ในกิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์และนักเรียนได้เปิดการใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จำเป็นต้องสร้างกิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีคิดทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรม การแก้ปัญหานักเรียนได้ถูกเปิดเผยออกมาอย่างชัดเจนสามารถอธิบายได้ 3 ลักษณะ คือ

1. มีการพัฒนากิจกรรมของเด็ก เพื่อวิธีการสอนแบบเปิดโดยเฉพาะ

2. ปัญหาที่กำหนดในวิธีการแบบเปิดต้องอาศัยแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วย
3. วิธีการแบบเปิดควรสอดคล้องกันในกิจกรรมสัมพันธ์ระหว่างข้อ 1 กับข้อ 2

ในปี ค.ศ. 2000 Nohda ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการเปิดไว้ในที่ประชุมระดับนานาชาติของจิตวิทยาการศึกษา (PME) เรื่อง "Teaching by Open Approach Method in Japanese Mathematics Classroom" และได้เสนอความหมายของวิธีการแบบเปิดว่า เป็นวิธีการสอนแบบหนึ่งที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้คิดค้นความรู้และลงมือปฏิบัติหรือกระทำจริงทุกขั้นตอน จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และเป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแสวงหาความรู้ ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้และเทคนิควิธีการสอนหลายๆ รูปแบบวิธีการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญมีหลายวิธี

Tejima (1997) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) ซึ่งเป็นปัญหาชนิดที่มีคำตอบหรือมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย การพิจารณาคำตอบของปัญหาปลายเปิดไม่ใช่ตัดสินเฉพาะความถูกต้องของคำตอบ หรือตัดสินโดยคนส่วนมากกว่าถูกหรือผิด แต่จะมีการพิจารณาถึงเหตุผลว่ามีความสมเหตุสมผลมากน้อยเพียงใด การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการใช้ปัญหาปลายเปิดจึงเป็นกิจกรรมหนึ่งที่สามารถตอบสนองต่อความคิดที่หลากหลายของนักเรียนได้ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการใช้ปัญหาปลายเปิดสามารถจัดการกิจกรรมที่เป็นการบูรณาการเนื้อหาหลายๆ เรื่องเข้าไว้ในกิจกรรมเดียวกันได้ ซึ่งเป็น การจัดสรรเนื้อหาโดยการเน้นกิจกรรมให้สอดคล้องกับเวลาที่มีอยู่ นอกจากนี้ สื่อการสอนที่ใช้ จะเป็นลักษณะของการดึงเอากระบวนการคิดของนักเรียนออกมา ทำให้สามารถศึกษากระบวนการคิดของนักเรียนแต่ละคน และส่งเสริมให้มีการพัฒนาด้านการให้เหตุผลของนักเรียนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าวิธีการแบบเปิด หมายถึง เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นให้นักเรียนได้คิดค้นความรู้และลงมือปฏิบัติหรือกระทำจริงทุกขั้นตอน และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นปัญหาแบบเปิดกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ความสำคัญวิธีการแบบเปิด

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) กล่าวว่า การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดมีเป้าหมายเพื่อให้ นักเรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของพวกเขาควบคู่ไปกับระดับของการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้ของพวกเขา และสามารถขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ หรือกล่าวได้ว่าครูใช้วิธีการแบบเปิดในการสอนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่

จะทำได้ ทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ขึ้นไปอยู่ในระดับสูงขึ้น โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้การเจรจาต่อรองความหมายกับนักเรียนคนอื่น หรือโดยอาศัยการชี้แนะของครู นอกจากนี้ครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดมุ่งเน้นที่จะเปิดใจของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์มากกว่าเน้นการสอนคณิตศาสตร์ให้ครบ โดยการสอนโดยวิธีการแบบเปิดยึดหลักการ 3 ประการดังนี้

1. มีความสัมพันธ์กับความเป็นอิสระของกิจกรรมของนักเรียน นั่นคือเราจะต้องตระหนักในคุณค่าของกิจกรรมของนักเรียนโดยที่จะพยายามไม่เข้าไปสอดแทรกโดยไม่จำเป็น

2. มีความสัมพันธ์กับธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะในเชิงวิวัฒนาการและเชิงบูรณาการ เนื่องจากเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ เป็นระบบและมีความเป็นทฤษฎี เพราะฉะนั้นความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มีความสำคัญมากเท่าใด ก็ยิ่งทำให้เกิดความรู้ที่มีลักษณะเชิงอุปมา มีความพิเศษและความเป็นลักษณะทั่วๆ ไปมากขึ้นเท่านั้น อุปมาเทียบได้กับว่าความรู้ที่มีความสำคัญมาก ก็ยิ่งจะได้รู้ล่วงหน้าว่าสามารถเปิดประตูโลกแห่งความกว้างได้มาก ในขณะที่เดียวกัน ความรู้ต้นกำเนิดที่มีความสำคัญก็จะได้รับการสะท้อนอีกหลายๆ ครั้ง ต่อมาบนเส้นทางของวิวัฒนาการเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ การได้มีโอกาสไตร่ตรองหลายๆ ครั้งเกี่ยวกับความรู้ต้นกำเนิดนั้น จะเป็นแรงผลักดันให้ก้าวเข้าไปสู่ประตูของโลกร่างความกว้างดังที่กล่าวมา

3. มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจที่มีประโยชน์ของครูในห้องเรียนคณิตศาสตร์ มีบ่อยครั้งที่ครูต้องเผชิญกับแนวคิดของนักเรียนที่ครูไม่ได้คาดมาก่อน ในลักษณะนี้ครูจะต้องมีบทบาทสำคัญในการที่จะทำให้แนวคิดเหล่านั้นได้มีบทบาทอย่างเต็มที่ในชั้นเรียน และพยายามอย่างจริงจังว่าทำอย่างไรนักเรียนคนอื่นจะสามารถเข้าใจได้แท้จริงเกี่ยวกับแนวคิดที่ไม่ได้คาดการณ่มาก่อน

Nohda (2000) กล่าวว่า กิจกรรมทางการศึกษาทั้งหมดควรจะเป็นไป เพื่อให้การเรียนรู้ของนักเรียนในปัจจุบันเปิดทางไปสู่การเรียนรู้ในอนาคต ในขณะที่เดียวกันนักเรียนก็สามารถที่จะได้มาซึ่งคุณสมบัติที่จำเป็นที่จะทำให้ชีวิตของพวกเขาประสบผลสำเร็จ หรือแม้กระทั่งในบริบทของคณิตศาสตร์ในโรงเรียนก็เช่นเดียวกัน เราควรที่จะต้องพิจารณาว่า ทำอย่างไรจะกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนค้นหาแนวทางชีวิตสำหรับตัวเอง มีองค์กรรมที่ดีทั้งทางกายและใจในการสนับสนุนชุมชนที่เขาดำรงอยู่อย่างเต็มแรง เต็มพลัง โดยอาศัยแนวคิด ทักษะ ความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น เราจะต้องพยายามอย่างเต็มที่ที่จะทำให้เกิดความเชื่อมั่นว่า กิจกรรมทางการศึกษาทุกชนิดเป็นสภาพแวดล้อมที่ดีที่สุดสำหรับการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้สูงสุด เต็มตามศักยภาพ ความชัดเจนอย่างหนึ่งสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ก็คือ นักเรียน

ส่วนมากที่สามารถเรียนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้ด้วยตนเอง เมื่อถึงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกลับรู้สึกว่าจะไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกินระดับมัธยมศึกษา ซึ่งสิ่งนี้น่าจะเป็นผลมาจากลักษณะของคณิตศาสตร์ที่มันยาก ไม่ว่าจะเรียนความเป็นโครงสร้าง ความเป็นนามธรรม หรือความที่ต้องมีกฎเกณฑ์มากมาย เมื่อก้าวถึงการสอนคณิตศาสตร์โดยทั่วไป ครูได้รับการคาดหวังว่า มีหน้าที่คอยช่วยเหลือให้นักเรียนเข้าใจ รวมทั้งมีหน้าที่ขยายความเพิ่มเติม รายละเอียดเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เพื่อหวังให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์และรวมทั้งเรื่องอื่นๆ ด้วย แต่การสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าว ซึ่งดำเนินไปตามแนวทางแบบเดิมของครูไม่สามารถที่จะเปิดใจของนักเรียนได้ ถึงแม้ว่ากระบวนการและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์จะน่าสนใจสำหรับครูอย่างยิ่งในเชิงคณิตศาสตร์ แต่ในทางตรงกันข้ามการสอนที่ชื่นชมกับแนวคิดของนักเรียนมากเกินไปก็ไม่สามารถนำไปสู่การสิ้นสุดกิจกรรมที่มีคุณภาพทางคณิตศาสตร์ และในที่สุดก็ไม่สามารถเปิดใจนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ได้

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การสอนโดยวิธีการแบบเปิดนั้นมีความสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ที่กระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแนวทางที่ตอบสนองของความสามารถของนักเรียนควบคู่ไปกับระดับของการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้ โดยอาศัยการช่วยเหลือของครูที่จะให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนสนับสนุนให้นักเรียนมีการบริหารจัดการตนเอง เพื่อขยายต่อกิจกรรมในเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

ยูพาพัคตร์ สะเดา (2555) กล่าวถึงการสอนแบบวิธีการแบบเปิด (Open Approach) นั้น มีขั้นตอนดังนี้

1. ชี้นำเสนอปัญหาต่อชั้นเรียน โดยเน้นวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ซึ่งมีลักษณะของการเปิด 3 ลักษณะคือ กระบวนการเปิด (แนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องนั้นมีหลายแนวทาง) ผลลัพธ์เปิด (คำตอบถูกต้องหลายคำตอบ) แนวทางการพัฒนาเปิด (สามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ได้) เมื่อได้สถานการณ์ปัญหาแล้วครูใช้ใบกิจกรรมให้นักเรียนทำในห้องเรียน โดยทำเป็นกลุ่มๆ ละประมาณ 3 – 5 คน

2. ชี้นำลงมือทำกิจกรรมและเรียนรู้ด้วยตนเอง (การนำเสนอมแผนการสอนไปใช้) (Research) เมื่อได้ใบกิจกรรมนักเรียนในกลุ่มก็จะช่วยกันคิดหาวิธีของแต่ละคนเสร็จแล้ว ก็จะคุยกันในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุปและเหตุผลที่ได้คำตอบมาอย่างนี้เพราะอะไรมีวิธีการอย่างไร เสร็จแล้วก็จะนำเสนอนำขั้นให้เพื่อนรับทราบถึงแนวความคิดของกลุ่ม

3. ชั้นอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน (สะท้อนผลการอภิปรายเกี่ยวกับการสอน Lesson Discussion) เมื่อนักเรียนได้คำตอบพร้อมทั้งเหตุผลแนวคิดและวิธีหาคำตอบก็จะนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อให้เพื่อนได้รับทราบถึงวิธีการคิดของนักเรียน หลังจากนั้น ครูร่วมอภิปรายเพื่อพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป

4. ชั้นสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (การสรุปผลการเรียนรู้) (Consolidation of Learning) ชั้นสุดท้ายของกิจกรรมที่ครูและนักเรียนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปของบทเรียนที่มีความเหมือนและแตกต่างในการหาคำตอบของแต่ละกลุ่มเพื่อที่จะสรุปเป็นแนวคิดร่วมกัน

Nohda (2000, อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547) ได้เสนอขั้นตอนการนำปัญหาปลายเปิดมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดว่ามี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้นักเรียนได้เผชิญโดยที่ผู้สอนไม่ได้แนะวิธีการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน ซึ่งลักษณะของปัญหาอยู่ในรูปของสถานการณ์ เช่น การเล่นเกม ปัญหานั้นไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ซึ่งวิธีการแก้ปัญหานั้นจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของครูที่ต้องการให้นักเรียนแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนดเป็นปัญหาปลายเปิดชนิดใด ซึ่งชนิดของปัญหาปลายเปิดมี 3 ชนิด คือ 1) กระบวนการเปิด คือมีวิธีการที่ถูกต้องหลายทาง 2) ผลลัพธ์เปิด คือ มีคำตอบถูกหลายคำตอบ 3) แนวทางการพัฒนาเปิด คือสามารถที่จะพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ได้หลากหลาย โดยการเปลี่ยนเงื่อนไขหรือคุณลักษณะ หรือวิธีคิดที่ครูต้องการให้นักเรียนนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่มีวิธี และปัญหาที่ครูต้องการให้นักเรียนสร้างขึ้นจากปัญหาเดิมเป็นประเภทใด

2. แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนหาวิธีการที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละคนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเองที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล และครูกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายถึงความเกี่ยวข้องกันของแต่ละวิธีและนำมาบูรณาการเข้าด้วยกัน

3. ขยายปัญหา เป็นขั้นตอนการขยายสู่ขั้นตอนใหม่ โดยอาศัยฐานจากปัญหาเดิมและพิจารณาจากขั้นตอนการแก้ปัญหา

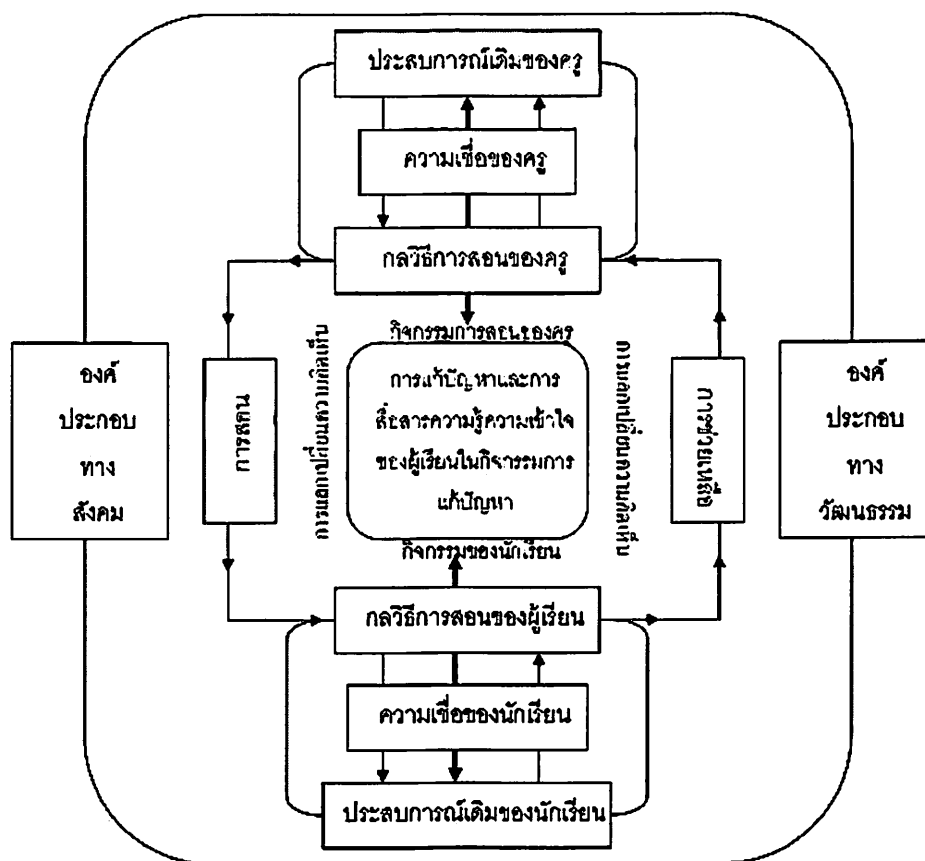
นอกจากนี้ Inprasitha (2011) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ และ 4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน

ในชั้นเรียนที่เกิดขึ้น ซึ่งมีแนวคิดที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ การเปิดใจของนักเรียน การเปิดและชนิดของปัญหาปลายเปิด และแนวทางในการพัฒนาปัญหาปลายเปิด

จากแนวคิดของนักวิชาการที่กล่าวมา พบว่า นักวิชาการส่วนใหญ่มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ใกล้เคียงและสอดคล้องกัน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์สรุปเป็นขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนกำหนดปัญหา 2) ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่ การแก้ปัญหา 3) ขั้นตอนอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกัน ทั้งชั้นเรียน 4) ขั้นตอนสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

บทบาทของครูในการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบเปิด

Nohda (2000) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดดำเนินไปอย่างไร แผนภาพต่อไปนี้แสดงให้เห็นถึงลักษณะของการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในญี่ปุ่น ซึ่งสร้างจากการศึกษากระบวนการสอนของแฮร์บาร์ต แผนภาพนี้แสดงให้เห็นถึงลักษณะหลายอย่างของชั้นเรียนญี่ปุ่นที่ใช้สถานการณ์ปัญหามาเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญแก่นักเรียน นักเรียนได้ร่วมมือเผชิญกับความท้าทายของสถานการณ์ปัญหาเพื่อไปถึงแนวทางการคำตอบของพวกเขา ในชั้นเรียนปกติแล้วเป็นเรื่องยากที่จะสร้างกระบวนการให้เกิดขึ้นสำหรับนักเรียนในชั้นเรียนสูงๆ ที่นักเรียนมีความสามารถและความเชื่อแตกต่างกันมาก แต่ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดมุ่งที่จะเตรียมให้นักเรียนได้เข้าถึงสถานการณ์ที่ท้าทาย โดยการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีศักยภาพจะสนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคล ทั้งในเรื่องของความสามารถและความสนใจ และเพื่อสนับสนุนการพัฒนาแนวทางการคิดคณิตศาสตร์ของนักเรียน และเพื่อสนับสนุนกระบวนการสืบเสาะหาแนวทางในการแก้ปัญหา และสร้างปัญหาใหม่ขึ้นมาด้วยตัวเอง โดยอาศัยกิจกรรมที่กล่าวมา นักเรียนได้รับการคาดหวังว่าจะได้เรียนรู้เฉพาะแต่ความรู้คณิตศาสตร์ แต่ได้เรียนรู้พื้นฐานที่สำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่นแนวทางในการคิดคณิตศาสตร์ ความเชื่อ และความรู้เกี่ยวกับความตระหนักในการคิดว่า "คนเราเรียนรู้ได้อย่างไร"



ภาพ 2 แสดงลักษณะสำคัญที่เกิดขึ้นในห้องเรียนที่ใช้การสอนโดยวิธีการแบบเปิด

การประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียน

Nohda (2000) ได้เสนอการประเมินกิจกรรมของนักเรียนในการสอนที่ใช้วิธีการแบบเปิดว่าเป็นสิ่งที่มีคุณค่าที่จะกล่าวถึง เพราะว่าเป้าหมายของวิธีการแบบเปิดไม่ใช่เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแต่เพียงอย่างเดียว แต่เพื่อส่งเสริมแนวทางในการคิดทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

การประเมินแนวทางของคำตอบของนักเรียน สามารถพิจารณาได้จากเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. Fluency จำนวนของคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นมีมากน้อยเพียงใด
2. Flexibility ความแตกต่างของแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแต่ละคนค้นพบมีมากน้อยเพียงใด
3. Originality ระดับความเป็นต้นแบบหรือแนวคิดริเริ่มของนักเรียนอยู่ในระดับไหน
4. Elegance ระดับของการนำเสนอแนวคิดของนักเรียนมีความชัดเจนและง่ายเพียงใด

การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการอภิปราย

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2556) ได้อธิบายความหมายของคำว่า "อภิปราย" หมายถึง การพูดชี้แจงแสดงความคิดเห็น" มีการนำแนวทางการอภิปรายนี้ไปปรับใช้ ในการเรียนการสอน ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการอภิปรายไปใช้ ใน ชั้นเรียนไว้ ดังนี้

ทิตนา แชมมณี (2553) ได้ให้ความหมายของ การอภิปรายในชั้นเรียน ว่าเป็นกระบวนการ ที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนพูดคุย แลกเปลี่ยนข้อมูล ความคิดเห็น และประสบการณ์ร่วมกัน ในประเด็นที่กำหนด เพื่อให้เกิดนักเรียนการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ครูวางแผนไว้

ชนาธิป พรกุล (2554) ได้กล่าวสรุปความหมายของ การอภิปรายในชั้นเรียน ว่าเป็น การสนทนาแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างครูกับนักเรียนหรือนักเรียนกับนักเรียน เพื่อให้เกิด ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันในการแบ่งปันข้อมูล ในด้านความรู้ ความคิด ข้อคิดเห็น รวมถึงความรู้สึก โดยทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างเท่าเทียมกัน

จากความหมายของการอภิปรายที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงพอสรุปได้ว่า การอภิปราย หมายถึง การร่วมกันแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งอาจนำไปสู่ การหาข้อสรุปในการแก้ปัญหา ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะเป็นวิธีการ ที่ทำให้นักเรียนได้รับความรู้และเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี การอภิปรายจึงมีความจำเป็นสำหรับการศึกษาในทุกระดับชั้น

องค์ประกอบของการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

CBE (2018) กล่าวว่า การอภิปรายทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนมีส่วนร่วม ในการพูดคุยเกี่ยวกับการคิดและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนแลกเปลี่ยนผ่านการสนทนา ที่หลากหลายความคิดทั้งเห็นด้วย ไม่เห็นด้วย คาดเดา และปรับเปลี่ยนความคิดของตนเองเมื่อเกิด ความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ร่วมกัน

Toulmin (2003) ได้กำหนดรูปแบบของการโต้แย้งเพื่ออธิบายและวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ มีทั้งแบบภาษาเพื่ออธิบายการโต้แย้งและวิธีการจัดโครงสร้างองค์ประกอบของข้อโต้แย้ง ซึ่งประกอบด้วย การเรียกร่อง (ความจริงที่กำลังถูกกำหนด) ข้อมูล (ข้อเท็จจริงจากของสิ่งที่เป็นไปตามการเรียกร่อง) และการรับประกัน (เหตุผลสำหรับการใช้ข้อมูลเพื่อสร้าง การอ้างสิทธิ์) ซึ่งหาก พิจารณาแล้วจะเห็นว่า องค์ประกอบตามรูปแบบของ Toulmin นั้นต้องมีสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้เผชิญปัญหา โดยมีข้อเท็จจริงเป็นข้อประกอบการพิจารณาและการรับประกันนั้น ต้องขึ้นอยู่กับกรณีข้อมูลมาสนับสนุนที่น่าเชื่อถือเพื่อให้เกิด การยอมรับตามข้อกล่าวอ้างนั้น

Lin, & Mintzes (2010) สำหรับนำมาใช้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนว่า ประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) และการโต้แย้งกลับ (Rebuttal) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบ มีรายละเอียด ดังนี้ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองหรือเป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังเป็นที่พิจารณา 2) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นการให้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองกับข้อกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างที่น่าเสนอมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นก็ได้ 3) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) เป็นการนำเสนอข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นที่ยอมรับโดยหลักฐานนั้นอาจได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่เป็นไปได้ เช่น สี กลิ่น รูปร่าง สถานะ เป็นต้น รวมถึงข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษางานวิจัยหรือการทดลองอื่นที่มีผู้เก็บรวบรวมไว้แล้ว ทั้งนี้หลักฐานสนับสนุนเหตุผลจะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หรือสามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดียวกับผลที่น่าเสนอได้ 4) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) เป็นข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือ เป็นการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้าง จากมุมมองใหม่ๆ ที่ผู้นำเสนอข้อกล่าวอ้างไม่ได้กล่าวถึงหรือไม่นำมาพิจารณาไว้ใน การนำเสนอ ข้อกล่าวอ้างในตอนแรก ทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง เป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดของข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้นไว้ในตอนแรก 5) การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) เป็นการโต้แย้งเพื่อทำให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปจากข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือ ลดลงและตกไปในที่สุด โดยการหาพยานหลักฐานและการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่า มาสนับสนุน

จากแนวคิดของนักวิชาการดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Agreement) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงวิธีคิดแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันในเรื่องของวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายในการแก้โจทย์ปัญหาตามความคิดของแต่ละคน ได้พูดคุยแสดงความคิดเห็นทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยของแนวคิดที่น่าเสนอ การตั้งคำถาม การตรวจสอบวิธีคิดของผู้อื่น การโต้แย้งโดยใช้เหตุผล ใช้ภาษาในการอธิบายแนวคิดจากความเข้าใจของตนเอง วิเคราะห์ และวิจารณ์เกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้งที่มีแนวคิดที่เหมือนและแตกต่างจากของตนเอง การอภิปรายต้องอาศัยทักษะกระบวนการที่ทางคณิตศาสตร์

ซึ่งกระบวนการนี้เป็นส่วนสำคัญที่จะพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน เมื่อนักเรียนถูกท้าทายให้คิด และหาเหตุผลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และนำมาแลกเปลี่ยนกันนักเรียนจะต้องถกเถียงความคิด เรียบเรียงให้เป็นเหตุผลรวมถึงการเลือกใช้คำพูดหรือภาษาที่เหมาะสมเพื่ออธิบายความคิดของตนเอง นักเรียนต้องมี ความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกัน เนื่องจากการโต้แย้ง มักจะมีความคิดเห็นต่างกัน นักเรียนต้องมีอิสระในการอภิปราย โดยมีข้อมูลสนับสนุนที่น่าเชื่อถือ นักเรียนมีความสามารถในการสร้าง สนับสนุน คัดค้าน หรือปรับปรุงข้อคาดการณ์ของข้อมูลเพื่อนำ ไปสู่การสร้างองค์ความรู้ที่ได้รับการยอมรับ โดยอาศัยหลักฐาน ซึ่งได้แก่ ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริง ทางคณิตศาสตร์ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ร่วมกับการให้เหตุผล เพื่อเชื่อมข้อคาดการณ์ของข้อมูล และหลักฐานเข้าด้วยกัน โดยประยุกต์แนวคิดของ Lin, & Mintzes (2010) ที่ได้เสนอองค์ประกอบ ของการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยกำหนดเป็น 4 องค์ประกอบ การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ คือ 1) การสร้างข้อคาดการณ์และการให้เหตุผลสนับสนุน ข้อมูล 2) การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล 3) การให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป 4) การให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้งกลับ

ประโยชน์ของการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

ชั้นเรียนคณิตศาสตร์ควรจะนำเสนอปัญหาตัวอย่างเล็กน้อยตามด้วยการยกตัวอย่างวิธี แก้ปัญหา ซึ่งแต่ละขั้นตอนของการยกตัวอย่างจะมีการโต้ตอบสั้นๆ ระหว่างครูกับนักเรียน (Stigler, & Hiebert, 1999) อย่างไรก็ตามในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา นักการศึกษาคณิตศาสตร์มีการสังเกตและ วิเคราะห์จากการสนับสนุนให้ครูใช้การอภิปรายในชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ทำให้เกิดประโยชน์ ดังนี้ (NCTM, 2013)

1. การอภิปรายสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน

วัฒนธรรมในห้องเรียนที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนและครู นักเรียนเกิด ประสบการณ์การเรียนรู้จากงานที่นักเรียนได้ลงมือทำ และจากการมีส่วนร่วมในการเรียนของนักเรียน ซึ่งส่งผลต่อโอกาสทางการเรียนในห้องเรียน (Hiebert et al., 1997) เราเรียนรู้ผ่านปฏิสัมพันธ์ทาง สังคม (Lave, & Wenger, 1991; Vygotsky, 1978) มุมมอง Vygotskian ตามที่ Gibbons (2006) พูดชี้ให้เห็นว่าการใช้ภาษาในการสื่อสารเป็นรากฐานของการเรียนรู้โดยเฉพาะการสื่อสารทางภาษา ที่แสดงถึงการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ในระหว่างการเรียนการสอน เป็นการแสดงถึง ปฏิสัมพันธ์กันระหว่างครูและนักเรียน ปฏิสัมพันธ์เหล่านี้ไม่เพียงกำหนดรูปแบบการพูดคุยของ นักเรียน แต่ช่วยสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน (Gibbons, 2006) การอภิปรายสามารถเกิดขึ้น ในกลุ่มย่อย หรือทั้งชั้นเรียน เมื่อเรามองห้องเรียนเป็นชุมชนของนักเรียนต้องจำไว้ว่าการโต้ตอบ ระหว่างกันของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่จำเป็นสำหรับการสร้างความเข้าใจ (Hiebert et al., 1996)

2. การอภิปรายสามารถสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

การสร้างแรงจูงใจและดึงดูดความสนใจของนักเรียน Middleton, & Jansen (2011) แนะนำว่าครูควรพยายามให้นักเรียนมีส่วนร่วมด้วยวิธีการต่างๆ ในการสร้างองค์ความรู้ร่วมกันให้ได้มากที่สุดและหลากหลายวิธี เปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถาม สร้างทางเลือกในความคิดเห็น หรือแนวคิด ความคิดที่เป็นเพียงสมมติฐาน หรือแม้กระทั่งการเริ่มต้นแก้ปัญหาที่ผิด เพราะการทำแบบนี้ นักเรียนจะรู้สึกสบายใจและกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน มองเห็นการพัฒนาความรู้ไปด้วยกัน ช่วยพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับวิชาคณิตศาสตร์ และตัวนักเรียนกันคนอื่นๆ ในชั้นเรียนด้วย

3. การอภิปรายเป็นการสนับสนุนให้ครูทำความเข้าใจและประเมินความคิดของนักเรียน

รูปแบบการโต้ตอบในชั้นเรียนบางอย่างส่งเสริมให้การคิดทางคณิตศาสตร์สูงกว่าการสอนในรูปแบบอื่นๆ (Herbel-Eisenmann, & Breyfogle, 2005 Martens, 1999) และการตั้งคำถามที่มาจากความคิดของนักเรียนสามารถสร้างความรู้ที่มีคุณค่าแก่ครูเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Martino, & Maher, 1999) หลักการสอนของ NCTM (2000) เริ่มต้นขึ้นด้วยคำกล่าวดังต่อไปนี้ "การสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพต้องเข้าใจสิ่งที่นักเรียนรู้และจำเป็นต้องเรียนรู้ จากนั้นก็ท้าทายและสนับสนุนให้พวกเขาเรียนรู้ได้ดี" การอภิปรายเป็นกลยุทธ์ที่สามารถสนับสนุนให้ครูทำความเข้าใจกับสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้วและช่วยกำหนดสิ่งที่นักเรียนต้องเรียนรู้ ในส่วนของการฟังแนวคิดของนักเรียนในการอภิปรายสามารถใช้เป็นการประเมินเกี่ยวกับการสอนของตนเอง ครูจำเป็นต้องพัฒนาดตนเองมากกว่าการสอนแบบผิวเผินที่เป็นการวิเคราะห์งานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ "ถูกหรือผิด" โดยเน้นที่วิธีการคิดของนักเรียนในการทำงานทางคณิตศาสตร์มากกว่าการมุ่งเน้นไปที่ความเข้าใจผิดหรือข้อผิดพลาดเพียงอย่างเดียว ครูควรพยายามระบุข้อมูลเชิงลึกที่มีค่าของนักเรียน ซึ่งสามารถที่จะนำไปพัฒนาต่อได้ เน้นงานทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการใช้เหตุผลและการคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ครูทำหน้าที่เก็บข้อมูลเพื่อประเมินนักเรียนอย่างต่อเนื่อง รวมถึงแนะนำนักเรียนไปสู่ความเข้าใจ จนได้รับความรู้ใหม่ และสนับสนุนการทำงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4. การอภิปรายสามารถเปลี่ยนจากห้องเรียนที่มีครูเป็นจุดศูนย์กลางกลายเป็น

ห้องเรียนที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ เมื่อครูกำหนดรูปแบบของสื่อสารโดยผ่านการอภิปรายที่มีประสิทธิภาพ จะเปลี่ยนจุดศูนย์กลางจากเดิม คือครูหรือหนังสือเรียนไปเป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้ของนักเรียน (Webel, 2010) อย่างไรก็ตามเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้ นักเรียนต้องตระหนักและสนใจที่จะเปลี่ยนบทบาทจากบทบาทเดิม

ของนักเรียนที่เป็นผู้อ่านหรือผู้ฟังเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการอภิปรายเพื่อให้เกิดประสิทธิผล นักเรียนต้องแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในชั้นเรียน นักเรียนต้องแลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างกัน เพื่ออธิบายและให้เหตุผลเกี่ยวกับวิธีการของตนเอง และต้องตระหนักว่าการเรียนรู้ หมายถึง การเรียนรู้จากผู้อื่น ใช้ประโยชน์จากความคิดของผู้อื่น รับฟังคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาของเพื่อนร่วมชั้น (Hiebert et al., 1997) เพื่อให้กลายเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในชั้นเรียน คณิตศาสตร์ นักเรียนต้องตั้งใจที่จะแลกเปลี่ยนและรับฟังกันและกันอย่างกระตือรือร้น (NCTM, 2013)

แนวทางในการจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

สำหรับแนวทางในการจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ครูต้องคำนึงถึง เนื่องจากถือว่าการสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้เหมาะสมกับการจัดการอภิปรายในห้องเรียนคณิตศาสตร์ จากการศึกษาค้นคว้านั้นมีหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ ดังนี้

Anderson, Chapin, & O'Connor (2009) ได้ระบุแนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้นที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการอภิปรายในห้องเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่

1. การพูดที่ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
2. การตั้งคำถามอย่างมีศิลปะ
3. การใช้แนวคิดของนักเรียนมาสร้างประเด็นในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
4. การจัดสภาพแวดล้อมของห้องเรียนให้สนับสนุนการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
5. การจัดระเบียบลำดับประเด็นในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

Chapin, O'Connor, & Anderson (2011) ได้ให้เหตุผล 5 ข้อที่จะทำให้การพูดของครูส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

1. การพูดทำให้รู้ความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจที่ผิดพลาดของนักเรียน
2. การพูดเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพช่วยในการเพิ่มความจำที่คงทนให้กับนักเรียน

3. การพูดเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนใช้เหตุผลในการอธิบายความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น
4. การพูดเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนได้พัฒนาทางด้านการใช้ภาษา
5. การพูดเป็นการสนับสนุนพัฒนาทักษะทางด้านสังคม

Kersaint (2015) เสนอวิธีการที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งครูสามารถจัดระเบียบและจัดโครงสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ เพื่อเพิ่มการมีส่วนร่วมและสนับสนุนการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะช่วยสนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

1. การช่วยสนับสนุนให้นักเรียนทำงานร่วมกับผู้อื่นและฟังพาคคนอื่น เช่น การที่นักเรียนได้เห็นครูถามคำถามเพื่อนก่อนที่จะถามตนเอง จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนขอความช่วยเหลือจากเพื่อนก่อนที่จะถามตนเอง และครูสามารถแนะนำนักเรียนที่มีความเข้าใจเป็นอย่างดีเกี่ยวกับปัญหาแนวคิดหรือขั้นตอนวิธีการหาคำตอบให้นักเรียนคนอื่นๆ เพื่อที่นักเรียนจะสามารถไปปรึกษาก่อนที่จะมาปรึกษาครูได้

2. ให้นักเรียนทำงานอย่างอิสระก่อนที่จะแบ่งเป็นกลุ่มเล็กหรือกลุ่มใหญ่ นักเรียนต้องการเวลารวบรวมความคิดและเขียนสิ่งที่ตนเองทราบหรือไม่ทราบก่อนที่จะตนเองจะได้รับแรงจูงใจทางความคิดจากนักเรียนคนอื่นๆ แล้วนักเรียนจะสามารถเปรียบเทียบแนวทางและวิธีแก้ปัญหาของตนเองกับแนวทางที่เพื่อนเสนอแนะในระหว่างการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

3. ใช้คำถามอย่างมีกลยุทธ์เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ได้โดยการตั้งคำถามที่กระตุ้นให้เกิดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และการโต้แย้ง เป็นกลยุทธ์ทางการพูด และคำถามที่ต้องการให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ อธิบาย ปรับความคิดของนักเรียน และทำความเข้าใจให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นของกระบวนการเรียนรู้

4. เล็งเห็นความสำคัญของข้อผิดพลาดในการเรียนรู้และทำความเข้าใจ ดังนี้

4.1 ตระหนักว่านักเรียนอาจมีการทำผิดพลาดได้เพราะนักเรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจมีการใช้การคาดเดาในการหาคำตอบ

4.2 เตือนนักเรียนอยู่เสมอว่าความผิดพลาดเป็นเรื่องธรรมชาติและอาจเป็นสิ่งที่ดี เพราะจะนำนักเรียนไปสู่การเรียนรู้ที่ดีขึ้น

4.3 ช่วยให้นักเรียนรับรู้สิ่งที่เรียนรู้โดยการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและระบุความเข้าใจผิด เพื่อนำไปแก้ไขให้ถูกต้องต่อไป

4.4 กระตุ้นให้นักเรียนถามคำถามเพื่อชี้แนะแนวทางและวิจารณ์เหตุผลของเพื่อนในกลุ่มและกำหนดแนวทางแก้ไขที่ถูกต้อง

4.5 การส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจถึงข้อสรุปของความรู้โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ของตนเองโดยไม่ต้องอาศัยคำสั่งของครู

5. ใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ร่วมกัน เมื่อนักเรียนทำงานกับเพื่อนเป็นคู่หรือกลุ่มเล็กๆ นักเรียนจะสามารถสร้างความมั่นใจในระดับเล็กๆ ก่อนที่จะนำเสนอวิธีแก้ปัญหาในระดับชั้นเรียน ประกอบด้วย

5.1 ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็น แนวทางนี้สามารถใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนที่หลากหลายครูจะให้เวลานักเรียนคิดอย่างอิสระ แล้วให้จับคู่กันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จากนั้นครูจะเรียกรวมเพื่ออภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนอีกครั้ง

5.2 กำหนดหมายเลข เมื่อนักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม 3-4 คนแต่ละคนสามารถกำหนดหมายเลขให้นักเรียนรู้ว่าสมาชิกคนใดคนหนึ่งในกลุ่มอาจถูกครูเรียกให้ตอบคำถาม ดังนั้นทุกคนจึงต้องมีความเข้าใจที่ตรงกัน

6. ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สร้างสรรค์ที่ให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน ครูสามารถใช้วิธีการต่างๆ ในการรวบรวมข้อมูลจากการทำงานของนักเรียนในชั้นเรียนที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประเมินความเข้าใจของตนเองและภายในกลุ่มได้ ดังนี้

6.1 พอใจ/ไม่พอใจ ครูตั้งคำถามหรือปัญหาที่มีคำตอบไม่เหมือนกัน (ใช่, ไม่ใช่, จริง, เท็จ) และให้นักเรียนตอบโดยใช้นิ้วหัวแม่มือชี้ขึ้นเพื่อแสดงตัวเลือกหนึ่งตัวเลือกและยกนิ้วลงเพื่อแสดงถึงอีกตัวเลือกหนึ่ง

6.2 ตอบตามแท่งไม้ ครูเขียนชื่อนักเรียนแต่ละคนบนไม้ไอศกรีมหรือสิ่งของที่มีลักษณะคล้ายกันวางไม้ในภาชนะแล้วครูสุ่มเลือกนักเรียนโดยเลือกไม้

6.3 กำหนดระบบช่องทางทางการตอบคำถามในชั้นเรียนหรือใช้เครื่องมือดิจิทัลอื่น ๆ เข้ามาช่วย ครูสามารถใช้ระบบช่องทางทางการตอบคำถามในชั้นเรียนเพื่อรวบรวมคำติชมจากนักเรียนได้ทันทีโดยขอให้นักเรียนตอบในเว็บไซต์โดยใช้การคลิกเว็บไซต์หรือข้อความและจะแสดงผลลัพธ์เป็นแผนภูมิหรือกราฟ

จากวิธีการที่กล่าวมาข้างต้น จะทำให้ครูมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ทราบความเข้าใจของนักเรียน ตรวจสอบ และประเมินความเข้าใจ รวมถึงทราบถึงพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดีขึ้น และนักเรียนสามารถสะท้อนความเข้าใจของตนเองในขณะที่ทำความเข้าใจและวิพากษ์วิจารณ์ความคิดของผู้อื่นในสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันภายใน ชั้นเรียน วิชาคณิตศาสตร์ (Gladis Kersaint, 2015)

เครื่องมือในการวิเคราะห์การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

Lin, & Mintzes (2010) ได้เสนอองค์ประกอบของการโต้แย้งสำหรับนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) และการโต้แย้งกลับ (Rebuttal) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียด ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองหรือเป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังเป็นที่พิจารณา

2. เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นการให้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองกับข้อกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างที่น่าเสนอมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นได้

3. หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) เป็นการนำเสนอข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นที่ยอมรับ โดยหลักฐานนั้นอาจได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่เป็นไปได้ เช่น สี กลิ่น รูปร่าง สถานะ เป็นต้น รวมถึงข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษางานวิจัยหรือการทดลองอื่นที่มีผู้เก็บรวบรวมไว้แล้ว ทั้งนี้หลักฐานสนับสนุนเหตุผลจะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หรือสามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดียวกับที่น่าเสนอได้

4. ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) เป็นข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือเป็นการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างจากมุมมองใหม่ๆ ที่ผู้นำเสนอข้อกล่าวอ้างไม่ได้กล่าวถึง หรือไม่ได้นำมาพิจารณาไว้ใน การนำเสนอข้อกล่าวอ้างในตอนแรก ทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง เป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดของข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้นไว้ในตอนแรก

5. การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) เป็นการโต้แย้งเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปจากข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือลดลงและตกไปในที่สุด โดยการหาพยานหลักฐานและการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่ามาสนับสนุน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสังเกต การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์จากแนวคิดของ Lin, & Mintzes, (2010) มาสร้างเกณฑ์รูปรีด เพื่อวิเคราะห์ทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงเกณฑ์การให้ระดับความสามารถในการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียน

ความสามารถในการอภิปราย โต้แย้งทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความสามารถที่แสดงออก
การสร้างข้อคาดการณ์ และ การให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล	4	สามารถสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลจากปัญหา ที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลหรือแนวคิดทาง คณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายของข้อมูล เพื่อแสดง ว่าเหตุใดข้อมูลถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจน ครบถ้วน
	3	สามารถสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลได้ และสามารถ ให้เหตุผลหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการ อธิบายของข้อมูลได้เป็นบางส่วน
	2	สามารถสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลได้ แต่ยังให้ เหตุผลหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการ อธิบายของข้อมูลไม่ได้
	1	สร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลไม่ตรงกับที่โจทย์กำหนด หรือสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลไม่ได้
การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล	4	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูล มี ความน่าเชื่อถือได้ครบถ้วนทุกประเด็น
	3	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูล มี ความน่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูล มี ความน่าเชื่อถือได้เป็นบางส่วน
	1	ไม่สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูล มีความน่าเชื่อถือได้

ตาราง 1 (ต่อ)

ความสามารถในการอภิปราย โต้แย้งทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความสามารถที่แสดงออก
การให้ข้อโต้แย้ง ที่แตกต่างออกไป	4	สามารถให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายอย่างชัดเจน
	3	สามารถให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกได้เป็นบางส่วน
	1	ไม่สามารถให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้
การให้เหตุผลสนับสนุน การโต้แย้งกลับ	4	สามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐานทาง คณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้ชัดเจน ครบถ้วน ทุกประเด็น
	3	สามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐาน ทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐาน ทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้เป็นบางส่วน
	1	ไม่สามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐาน ทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด และ
การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ผู้วิจัยขอเสนอการศึกษา
ตามลำดับ ดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบ
เปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า
1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.37 3) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิตขจี พึ่งผล, และนฤมล อินทร์ประสิทธิ์ (2558) ได้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด:หนึ่งวิถีทางในการส่งเสริมวาทกรรมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดในการส่งเสริมวาทกรรมของครูและนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นโรงเรียนที่เข้าร่วมในโครงการการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดในประเทศไทย การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลผ่านชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนการสอนเรื่อง การหาร ผลการวิจัย พบว่า ในชั้นเรียนที่ใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด จะส่งเสริมบทบาทของครูให้วาทกรรมเกิดขึ้นอย่างมากใน ชั้นเรียน และยังพบว่า การที่ชั้นเรียนจะเกิดวาทกรรมได้นั้น จากการอภิปรายผลจะเห็นได้ว่าครูจะเป็นผู้เริ่มต้นวาทกรรมที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนเริ่มตั้งแต่ 1) ออกแบบแผนการสอน ออกแบบสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนที่เป็นสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเพื่อที่จะใช้นำเสนอเพื่อการดำเนินชั้นเรียน 2) เมื่อชั้นเรียนเริ่มต้นด้วยสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด นั่นก็หมายถึงว่า จะไม่มีเงื่อนไขใดมาเป็นข้อบังคับให้นักเรียนต้องตอบสิ่งที่ครูถามให้ถูกต้องตรงกับกฎ สูตร หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ ที่ยากต่อการทำความเข้าใจ ด้วยความเป็นปัญหาปลายเปิดจึงส่งผลให้นักเรียนสามารถโต้ตอบ มีปฏิสัมพันธ์กับครูได้ง่ายขึ้น และยังเพิ่มจำนวนนักเรียนในชั้นเรียนให้สามารถที่จะมีส่วนร่วมในชั้นเรียนมากขึ้นอีกด้วย เช่นนั้นแล้ว ชั้นเรียนจะมีการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียนเกิดขึ้น 3) เมื่อชั้นเรียนเต็มไปด้วยแนวคิดต่างๆ อย่างหลากหลายจากนักเรียนแล้ว ครูและนักเรียนจึงต้องทำการสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพื่อให้มีความเข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน บทบาทครูในชั้นเรียนที่ใช้การเรียนการสอนแบบการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมวาทกรรมและจะส่งผลต่อบทบาทของนักเรียนที่จะเกิดขึ้น และบางครั้งจะมีการใช้คำถามร่วมกับการใช้สื่อการสอนได้ถูกเวลาเหมาะสมที่เตรียมการไว้ตั้งแต่ชั้นตอนการออกแบบแผนการสอนเพื่อกระตุ้น

ให้นักเรียนได้ตระหนักคิดในประเด็นหรือช่วงที่มีความสำคัญต่อความเข้าใจอย่างมากเข้ามาเป็นเครื่องมือช่วยเสริมสร้างวาทกรรมให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน

จารุวรรณ สอนแปง, และเจนสมุทร แสงพันธ์ (2558) ได้ศึกษาบทบาทครูในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตของนักเรียนในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด อาศัยกรอบแนวคิดเกี่ยวกับบทบาทครูในการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาของ Shimizu (2010) ในการดำเนินการวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลโดยเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านการบันทึกวีดิทัศน์ โพรโทคอล วีดิทัศน์ชั้นเรียน แบบสังเกตการณ์แก้ปัญหา และชิ้นงานของนักเรียน โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลโดยการพรรณนาวิเคราะห์ ผลการวิจัย พบว่า บทบาทครูในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตที่ปรากฏในการสอนด้วยวิธีการ แบบเปิด ประกอบด้วย 1) การนำเข้าสู่ปัญหาเรขาคณิต ครูมีการใช้คำถาม เพื่อเน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการนึกภาพ คือ นักเรียนสามารถตีความจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดได้ 2) การสังเกตการณ์แก้ปัญหา เรขาคณิตของนักเรียน ครูจะทำหน้าที่ประเมินการแก้ปัญหาทางของนักเรียน และให้ข้อเสนอแนะ เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้กระบวนการสร้างในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตได้ และจดบันทึกแนวคิดของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การจัดลำดับแนวคิด 3) การอภิปรายเพื่อขัดเกลาแนวคิดของนักเรียน ครูมีการจัดเรียงแนวคิด ขยายแนวคิด สรุปแนวคิดของนักเรียน และเน้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการให้เหตุผลในการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน และ 4) การสรุปประเด็นที่สำคัญโดยครู ครูมีการทบทวนแนวคิดในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตของนักเรียน และเชื่อมโยงไปสู่ข้อสรุปของบทเรียน

เทพิทัต เขียวคำ, และเจนสมุทร แสงพันธ์ (2020) ได้ศึกษาวิธีปฏิบัติเชิงการสอนคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาโดยใช้ iPads ในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 32 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนเอกชนแห่งหนึ่ง ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการบันทึกวีดิทัศน์ การบันทึกภาพนิ่ง แบบบันทึกวิธีปฏิบัติการสอน แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องทศนิยมและเศษส่วน และผลงานของนักเรียน จำนวน 10 แผน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เอกสาร วิเคราะห์เนื้อหา และวิเคราะห์วีดิทัศน์ร่วมกับวิเคราะห์โพรโทคอล ผลการวิจัย พบว่า ครูออกแบบสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งของกิจกรรม โดยสร้างจากโปรแกรมบน iPads โดยคำนึงถึงโลกจริงและการรับเอามาเป็นปัญหาของนักเรียนตามวิธีการแบบเปิด ดังนี้ 1) ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่สอดคล้องกับโลกจริงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่าน iPads ทำให้นักเรียนสามารถรับเอามาเป็นปัญหาของตนได้มากขึ้นกว่าเดิม 2) ครูจัดเตรียมสื่อที่สนับสนุนให้นักเรียนเกิดการพัฒนาระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ iPads จากนั้น ครูสำรวจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งสามารถจัดกลุ่มแนวคิดทาง

คณิตศาสตร์ของนักเรียนได้สะดวก และไม่เป็นภาระรบกวนนักเรียนขณะนักเรียนทำการแก้ปัญหา

3) ครูจัดลำดับเพื่อเปรียบเทียบและอภิปรายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ร่วมกันโดยใช้ iPads ทำให้ครูสามารถส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาและครูสามารถขยายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้มากขึ้น และ 4) ครูสรุปทบทวนโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจนนำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์ของบทเรียนผ่านการใช้ iPads

อนุพร วิชามล (2560) ได้ศึกษาผลการตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด โดยใช้ระเบียบวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการทดลองเชิงการสนทนาโดยใช้วิธีการแบบเปิดตามแนวความคิดของ Inprasitha (2011) การวิเคราะห์โพโรโตคอล และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กรอบแนวคิดของ Isoda, & Katagiri (2012) ผลการวิจัย พบว่า คำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีดังนี้

- 1) คำถามที่ถามเพื่อให้นักเรียนเข้าถึงโจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดเชิงนามธรรม
- 2) คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบวัตถุประสงค์ในคาบเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงพัฒนาและการคิดเชิงนิรนัย
- 3) คำถามที่ถามเพื่อสนับสนุนช่วยเหลือการทำงานของนักเรียนแต่ละคน ทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงนิรนัย การคิดเชิงอุปนัย การคิดเชิงอุปมาและการคิดเชิงพัฒนา
- 4) คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนอธิบายวิธีการคิดและเปรียบเทียบวิธีการคิด ทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงอุปมาและการคิดเชิงนิรนัย
- 5) คำถามที่ถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนมองย้อนกลับและจัดการกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ และเห็นคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงอุปนัย

ศุภมาส แก้วมณี (2561) ได้วิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า 1) ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบปกติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดหลังเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

รชานี ปุตะ (2561) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้นเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านเขาวัง อำเภอมาบตาพุด จังหวัดปัตตานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งใช้ภาษามลายูท้องถิ่นในการติดต่อสื่อสารในชีวิตประจำวัน

จำนวน 26 คน ใช้เวลาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 15 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ปัญหาปลายเปิด แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้นเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้นเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียน การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้นเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ระดับดี และจำนวนนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนอยู่ในระดับดีถึงดีเยี่ยมคิดเป็นร้อยละ 65.38 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้นเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้นเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ระดับพอใช้ และจำนวนนักเรียนที่มีระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับ ดีถึงดีเยี่ยมคิดเป็นร้อยละ 30.77

ฉวีณี ไสยรส, สมควร สีชมพู, และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2562) ได้วิเคราะห์ การอภิปราย ได้แย้งทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนโดยใช้ระเบียบวิจัยเชิงคุณภาพ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 15 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียน คุณำพิทยาสรรพ์ จังหวัดขอนแก่น จัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดภายใต้กระบวนการศึกษาชั้นเรียนตาม แนวคิดของ Inprasitha (2011) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แผนการจัด การเรียนรู้เรื่องรูปสามเหลี่ยมจำนวน 5 แผน ใบกิจกรรม กล้องวีดีทัศน์และเครื่องบันทึกเสียง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์โพโรโตคอลการแก้ปัญหาของนักเรียนและสะท้อนผลของทิมวิจัย โดยใช้กรอบการอภิปรายโต้แย้งของ CCSS (2010) ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนสามารถสร้าง การอภิปรายโต้แย้งและวิจารณ์เหตุผลของผู้อื่นได้ ใช้สมมติฐาน/ความรู้ที่มีก่อนหน้านี้ ในการสร้าง ข้อโต้แย้ง สามารถสร้างการคาดเดาและสร้างข้อสนับสนุนของข้อกล่าวอ้าง เพื่อสำรวจความจริง ของการคาดคะเนของตนเอง ชี้แจงข้อสรุปของตนเองสื่อสารกับคนอื่นๆ และตอบข้อโต้แย้งของ ผู้อื่นได้

ปียวัฒน์ ศรีสังวาลย์ (2563) ได้ศึกษา เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามขั้นการปฏิบัติ 5 ขั้น ของสไตน์ที่เน้นจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้

ตามชั้นการปฏิบัติ 5 ชั้นของสไตน์ที่เน้นการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ได้แก่ การคาดการณ์แนวคิด การคอยกำกับติดตามแนวคิด การเลือกแนวคิด การเรียงลำดับแนวคิด และการเชื่อมโยงแนวคิด มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ การออกแบบหรือการคัดเลือกงานทางคณิตศาสตร์ ที่ท้าทายความสามารถของนักเรียน จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อมสำหรับ การอภิปราย กระตุ้น ความรู้เดิมและตรวจสอบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน การนำเข้าสู่งานคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ ที่เหมาะสมกับนักเรียน การใช้คำถามเพื่อสนับสนุนช่วยเหลือการทำงานของนักเรียน การสรุป บทเรียนโดยการนำอภิปรายของครู 2) นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงสร้างสรรค์หลังการเรียนรู้ตาม ชั้นการปฏิบัติ 5 ชั้นของสไตน์ที่เน้นการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์สูงกว่า ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 3) นักเรียนมีพัฒนาการการคิดเชิง คณิตศาสตร์ทุกองค์ประกอบดีขึ้นตามลำดับ และผลการวิจัยจากใบกิจกรรมที่ 3 รายการกลุ่ม ซึ่งเป็น ใบกิจกรรมสุดท้าย นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สูงกว่าผลจากแบบวัดการคิด เชิงคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล

งานวิจัยต่างประเทศ

Danielowski (2016) ได้ศึกษา การส่งเสริมความรู้สึกเชิงจำนวนผ่านแนวปฏิบัติการสอน 5 ชั้น โดยใช้โมเดลของสไตน์ ซึ่งทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยเก็บข้อมูลจากการบันทึก ข้อมูลของครูในระหว่างการทำงานของนักเรียนและการประเมินตนเองของนักเรียน ซึ่งผลการวิจัย ระบุว่า การตั้งคำถาม การพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งปัน กลยุทธ์หรือวิธีการทำให้ ความรู้เชิงจำนวนของนักเรียนดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมถึงนักเรียนมีความมั่นใจ ในความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนเองมากขึ้น

Tougaw (1994) ได้ศึกษาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาด้วยวิธีการ แบบเปิดในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยศึกษาพฤติกรรมในการแก้ปัญหาและเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการแก้ปัญหาแบบเปิดกว้าง หมายถึงการสร้างข้อคาดเดา การสืบค้น การค้นพบ การอภิปราย การพิสูจน์และการหารูปทั่วไป ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการคิดและเจตคติทางบวกเป็นพื้นฐาน ผลการทดลอง พบว่า นักเรียนที่ผ่านการเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิดมีเจตคติทางบวกต่อการเรียน และ เพศไม่มีความแตกต่างต่อพฤติกรรมในการแก้ปัญหา

Kwan, & jee (1997) ได้ทำการศึกษา เรื่อง ผลการใช้กระบวนการเปิดที่มีต่อการคิดอย่าง อิสระในวิชาคณิตศาสตร์ โดยผลการวิจัย พบว่า ปัญหาปลายเปิดสามารถทำให้นักเรียนได้คำตอบ ต่างๆ หรือวิธีการต่างๆ ที่หลากหลาย นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปสู่การพัฒนาความสามารถ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระหว่างการพัฒนาข้อสรุปที่แตกต่างของนักเรียน

Jill Fielding-Wells, Katie Makar (2015) ได้ศึกษาถึงการระบอบองค์ประกอบหลักของการอภิปรายโต้แย้งในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ได้กล่าวถึง Blair (2012) อธิบายถึงมุมมองการโต้แย้งพื้นฐาน โดยมองว่าเป็นรูปแบบของการสอบถามซึ่งใช้การอภิปรายโต้แย้งเพื่อสำรวจและหาทางแก้ปัญหา และได้กล่าวถึง Toulmin, Rieke, & Janik (1984) โดยเน้นไปที่องค์ประกอบของการอภิปรายโต้แย้ง Van, Eemeren, & Grootendorst (2004) ได้ขยายความคิดของ Toulmin เป็นการอภิปรายโต้แย้งที่เน้นเหตุผลทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยคำนึงถึงความถูกต้องและตรรกะที่สามารถตรวจสอบได้ Jill Fielding, & Wells ได้ศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาในรัฐควีนส์แลนด์ ใช้วิดีโอเทปในการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการที่ดัดแปลงมาจาก Powell, Francisco, & Maher (2003) มีการดูและบันทึกวิดีโอในแต่ละบทเรียน มาถอดเทป และเข้ารหัส ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนสามารถอภิปรายโต้แย้งในระดับพื้นฐานได้ ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริบทของนักเรียน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการ แบบเปิดส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย ทั้งในเรื่องของพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ นักเรียนที่ผ่านการเรียนโดยใช้ด้วยวิธีการแบบเปิดยังมีเจตคติทางบวกต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และมีการคิดอย่างอิสระในวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย ผู้วิจัยจึงสนใจและนำวิธีการ การเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดมาใช้เพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในครั้งนี้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ผู้เข้าร่วมวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแบบของ Schmuck, R. (2006) ซึ่งดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการที่ต่อเนื่องกัน แต่ละวงจรประกอบด้วย ขั้นตอนวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ตามลำดับ ดำเนินการวิจัยทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ โดยเมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้มาถึงขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากขั้นนี้มาสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ในขั้นวางแผนของวงจรปฏิบัติการถัดไปจนครบจำนวนวงจรปฏิบัติการที่กำหนด มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1. สสำรวจสภาพปัญหาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ควรได้รับการแก้ไข โดยผู้วิจัยได้สังเกตความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน และปรึกษาหารือร่วมกับครูในรายวิชาเดียวกัน โดยทำการวิเคราะห์ถึงปัญหา และสาเหตุ

2. ศึกษาหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดลพบุรี พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2561) และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชั้นเรียน

3. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

4. วางแผนและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

5. เตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ได้แก่ จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ และเครื่องมือวัดผลและประเมินผล

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัย จะดำเนินการในวงจรปฏิบัติการหนึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ จนครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ หรือ 3 วงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะทำการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งบันทึกเทปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เครื่องบันทึกวีดีโอ เพื่อใช้ประกอบการสะท้อน ผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และมอบหมายให้นักเรียนทำใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการ เรียนรู้ เมื่อครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนักเรียนจะได้ประเมินทักษะการอภิปรายโต้แย้ง ทางคณิตศาสตร์ด้วยการทำแบบทดสอบวัดทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และเทปบันทึกผลการจัดการ เรียนรู้ มาวิเคราะห์ถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีประสิทธิภาพ มากยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยจะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และวิเคราะห์ผลเพื่อนำไปปรับปรุง แผนการจัดการเรียนรู้เป็นแบบวงจร โดยการนำเข้าไปจนครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้หรือวงจร ปฏิบัติการ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้หรือวงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย ในลำดับต่อไป

ผู้เข้าร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนบ้านหมี่วิทยา อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา ค23101 คณิตศาสตร์ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 36 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัยในแต่ละข้อ ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย	1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด 2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
2. เพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด	1. แบบสังเกต

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย จำนวน 3 แผน การจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้นำปัญหา หรือสถานการณ์ มาจัดกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้แสดง เหตุผลของตนเองและนำไปสู่การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งหมด 9 ชั่วโมง โดยใช้ เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 3 สัปดาห์ โดยมีขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ดังนี้

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2561) โดยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล วิธีการสอน/กิจกรรม สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ รวมถึงศึกษาคู่มือ การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และแนวทางการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.1.2 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง ความคล้าย จากหนังสือเรียน เอกสารประกอบการ สอน ตำราต่างประเทศ และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง

1.1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิด

1.1.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการอภิปรายโต้แย้งทาง คณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

1.1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 9 ชั่วโมง ดังแสดงในตาราง 3-4

ตาราง 3 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อกิจกรรม และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วงจร ปฏิบัติการที่	แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เนื้อหา	เรื่อง	จำนวน (ชม.)
1	1	สามเหลี่ยมที่คล้ายกัน	มาสร้างสามเหลี่ยม คล้ายกันเถอะ	3
2	2	สมบัติของรูปสามเหลี่ยม ที่คล้ายกัน	เหตุใด...รูปสามเหลี่ยม จึงคล้ายกัน	3
3	3	การนำไปใช้	สามเหลี่ยมคล้าย ในชีวิตประจำวัน	3
รวม				9

ตาราง 4 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อสถานการณ์ปัญหาแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ชื่อสถานการณ์ปัญหา
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 สามเหลี่ยมที่คล้ายกัน (3 ชั่วโมง)	มาสร้างสามเหลี่ยมคล้ายกันเถอะ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน (3 ชั่วโมง)	เหตุใด...รูปสามเหลี่ยมจึงคล้ายกัน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การนำไปใช้ (3 ชั่วโมง)	สามเหลี่ยมคล้ายในชีวิตประจำวัน

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย เพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
- 2) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3) สาระสำคัญ
- 4) สาระการเรียนรู้
- 5) สื่อการเรียนรู้
- 6) แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 7) การวัดและประเมินผล
- 8) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด 4 ขั้นตอน
 - 8.1) ขั้นกำหนดปัญหา
 - 8.2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา
 - 8.3) ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน
 - 8.4) ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์
- 9) แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับผู้วิจัย)

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ที่ปรึกษาภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ที่ปรึกษาภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน (ครูประจำการ)

เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

- ด้านที่ 1 ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้
- ด้านที่ 2 ด้านสาระการเรียนรู้
- ด้านที่ 3 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- ด้านที่ 4 ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้
- ด้านที่ 5 ด้านการวัดผลและประเมินผล

โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) ให้ผู้เชี่ยวชาญ ลงความเห็นในแบบประเมิน มีเกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

- เหมาะสมมากที่สุด ให้คะแนน 5 คะแนน
- เหมาะสมมาก ให้คะแนน 4 คะแนน
- เหมาะสมปานกลาง ให้คะแนน 3 คะแนน
- เหมาะสมน้อย ให้คะแนน 2 คะแนน

เหมาะสมน้อยที่สุด ให้คะแนน 1 คะแนน

หลังจากนั้นนำผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละรายการ แล้วนำไปเทียบเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2556)

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน คือ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ผลการประเมิน พบว่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.54 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5

1.1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

- 1) เพิ่มรายละเอียดของแผนในขั้นกิจกรรมการเรียนรู้
- 2) ลดคุณลักษณะอันพึงประสงค์บางข้อที่ไม่เกิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1.8 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนต่อไป

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ครูประจำการ จะบันทึกประเด็นปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการถัดไปโดยมีขั้นตอนการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1.2.1 กำหนดขอบเขตการบันทึกการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีลักษณะเป็นแบบเขียนบันทึกประเด็นตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

1.2.3 แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สะท้อนผลโดยครูชำนาญการพิเศษ วิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในขณะที่ผู้วิจัยทำการสอนทุกครั้ง

นอกจากนี้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยมีการใช้เทปบันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในกรณีที่เกิดการสังเกต และการสะท้อนผลของผู้วิจัยไม่ครบถ้วน

2. การส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

2.1 แบบสังเกตการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ครูฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู จะร่วมกันสังเกตนักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้เป็นรายกลุ่ม เพื่อสังเกตทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 4 องค์ประกอบ โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง ความคล้าย เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และสถานการณ์ปัญหาสำหรับวัดความสามารถในการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ จากนั้น ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อสร้างเป็นกรอบแนวคิดซึ่งนำไปสู่โจทย์ที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

2.2.2 สร้างแบบสังเกตการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ใน 4 องค์ประกอบของการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) การสร้างข้อคาดการณ์ และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล 2) การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล 3) การให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป 4) การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ

2.2.3 นำแบบสังเกตการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ปรับปรุงแบบสังเกตการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการบันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสังเกต การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดของ Lin, & Mintzes (2010) มาสร้างเกณฑ์รูบริค เพื่อวิเคราะห์ทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงเกณฑ์การให้ระดับความสามารถในการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียน

ความสามารถในการอภิปราย โต้แย้งทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความสามารถที่แสดงออก
การสร้างข้อคาดการณ์ และการให้เหตุผล สนับสนุนข้อมูล	4	สามารถสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลจากปัญหา ที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลหรือแนวคิดทาง คณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายของข้อมูล เพื่อแสดง ว่าเหตุใดข้อมูลถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจน ครบถ้วน
	3	สามารถสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลได้ และสามารถ ให้เหตุผลหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบ การอธิบายของข้อมูลได้เป็นบางส่วน
	2	สามารถสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลได้ แต่ยังไม่ ให้เหตุผลหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบ การอธิบายของข้อมูลไม่ได้
	1	สร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลไม่ตรงกับที่โจทย์กำหนด หรือสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลไม่ได้
	4	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูล มีความน่าเชื่อถือได้ครบถ้วนทุกประเด็น
การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล	3	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูล มีความน่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูล มีความน่าเชื่อถือได้เป็นบางส่วน
	1	ไม่สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูล มีความน่าเชื่อถือได้

ตาราง 5 (ต่อ)

ความสามารถในการอภิปราย โต้แย้งทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความสามารถที่แสดงออก
การให้ข้อโต้แย้ง ที่แตกต่างออกไป	4	สามารถให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายอย่างชัดเจน
	3	สามารถให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกได้เป็นบางส่วน
	1	ไม่สามารถให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้
การให้เหตุผลสนับสนุน การโต้แย้งกลับ	4	สามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐาน ทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้ชัดเจน ครบถ้วน ทุกประเด็น
	3	สามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐานทาง คณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐานทาง คณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้เป็นบางส่วน
	1	ไม่สามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐานทาง คณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามรูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยใช้เครื่องมือในการวิจัยหลายชนิด เพื่อตอบคำถามวิจัยทั้ง 2 ข้อ ในการดำเนินการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ดังนี้

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์ของการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้ร่วมวิจัย
2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูล ดังนี้

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้อบรมได้แก่ ครูประจำการ จะบันทึกประเด็นปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้อบรมของผู้วิจัยแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้อบรมของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการถัดไป

2. แบบสังเกตการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้อบรมได้แก่ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู จะร่วมกันสังเกตนักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้อบรมเป็นรายกลุ่ม เพื่อสังเกตทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 4 องค์ประกอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ผลเชิงคุณภาพ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน เพื่อตอบคำถามวิจัยทั้ง 2 ข้อ ได้แก่

คำถามข้อที่ 1 การจัดการเรียนรู้อบรมด้วยวิธีการแบบเปิด เพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย มีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร

คำถามข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้อบรมด้วยวิธีการแบบเปิดสามารถส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้อย่างไร

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 มีการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องมือ ดังนี้

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้อบรมจากผู้วิจัยและครูประจำการที่ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้อบรม จะถูกนำมาวิเคราะห์ผลดังนี้

1.1 คัดแยกข้อมูลที่เป็นประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการจัดการเรียนรู้อบรม และสามารถนำมาใช้ตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ได้

1.2 จัดเรียงข้อมูลการสะท้อนผลของผู้เชี่ยวชาญ โดยนำมาเรียงเป็นขั้นตอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้อบรมด้วยวิธีการแบบเปิดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ผู้วิจัยพบว่ามีเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ และส่วนที่ผู้วิจัยพบว่าเกิดปัญหา ซึ่งจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป

1.3 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้อบรมจากครูประจำการวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และสรุปสิ่งที่เป็นปัญหา รวมทั้งข้อเสนอแนะที่จะนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้อบรมถัดไปให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และการบันทึกวีดีทัศน์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ถอดบทสนทนาจากวีดีทัศน์ที่บันทึกขณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. จัดกลุ่มบทสนทนาที่ได้ตามองค์ประกอบของการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ แต่ละด้าน โดยเทียบกับเกณฑ์การจัดระดับ 4 กลุ่ม คำนวณค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม
3. ตรวจสอบผลการวิจัยที่ได้กับนักศึกษาฝึกประสบการณ์ที่ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ลงข้อสรุปเกี่ยวกับแนวโน้มการพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และเขียนบรรยายเป็นความเรียง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นเป็นรูปแบบวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) เพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเป็นระยะเวลา 9 ชั่วโมง จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 14 กันยายน-2 ตุลาคม 2563 โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นเชิงคุณภาพตามคำถามวิจัย ดังนี้

คำถามวิจัยข้อที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย มีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร

ผู้วิจัยศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดที่สามารถส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยจะนำเสนอผลการวิจัยตามลำดับการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง สามเหลี่ยมที่คล้ายกัน วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การนำไปใช้ ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนปัญหา ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ขั้นตอนการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน และขั้นตอนสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงรายละเอียดการจัดกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

1. **ขั้นวางแผน (Plan)**

ผู้วิจัยวางแผนเก็บข้อมูล ในวันอังคารที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2563 จำนวน 1 ชั่วโมง วันพฤหัสบดีที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2563 จำนวน 1 ชั่วโมง และวันศุกร์ที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2563 จำนวน 1 ชั่วโมง ซึ่งก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อการสอน อุปกรณ์ที่ใช้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น กระดาษ ไม่โปรแทรกเตอร์ จากนั้นดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้

2. ชั้นปฏิบัติ (Action)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดแต่ละขั้นตอน มีการปฏิบัติดังนี้

2.1 ชั้นกำหนดปัญหา

ผู้วิจัยดำเนินการกิจกรรมโดยผู้วิจัยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 4 คน แล้วเริ่มแจกกระดาษกลุ่มละ 1 ลี ลีละ 2 แผ่น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม 1) วาดรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันเป็นคู่ๆ ลงบนกระดาษที่ครูให้ 2) ให้นักเรียนวาดรูปสามเหลี่ยมที่ไม่คล้ายกันเป็นคู่ๆ ลงบนกระดาษที่ครูให้ 3) อธิบายเหตุผลในการจัดกลุ่มตามข้อ 1) และ 2) ขณะนั้นนักเรียนหลายกลุ่มปรึกษากัน และยังสงสัยในคำถามว่าจะวาดอย่างไรดี นักเรียนไม่กล้าวาด เพราะกลัวผิดซึ่งแสดงออกถึงความไม่มั่นใจ ผู้วิจัยจึงพูดเน้นย้ำอีกครั้งว่าให้นักเรียนลองปรึกษากันภายในกลุ่มว่าสามเหลี่ยมที่คล้ายกันจะมีลักษณะอย่างไร และรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกัน/ไม่คล้ายกันเป็นคู่ๆ ที่วาดนั้นต้องไม่ซ้ำกัน เพื่อให้นักเรียนได้เก็บไปสร้างเป็นประเด็นในการอภิปรายโต้แย้งในกลุ่มต่อไป



ภาพ 3 แสดงนักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้

2.2 ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันในกลุ่ม และอภิปรายร่วมกันตามความคิดของนักเรียนเองว่า รูปสามเหลี่ยมที่สร้างขึ้นคล้ายกันเพราะอะไร มีอะไรที่เหมือนกันบ้าง และสามเหลี่ยมที่ไม่คล้ายกัน เพราะเหตุใด โดยให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสามเหลี่ยมคล้าย นักเรียนส่วนใหญ่สืบค้นข้อมูลโดยใช้โทรศัพท์ของตนเอง และให้ทุกกลุ่มใช้โทรศัพท์ของนักเรียน

คนใดคนหนึ่งภายในกลุ่มบันทึกเทปเสียงในการอภิปรายการทำงานของทุกกลุ่ม และส่งคลิปให้ผู้วิจัย เพื่อผู้วิจัยได้มาถอดเทปเสียงเพื่อศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดของแต่ละกลุ่ม และความคิดของนักเรียนแต่ละคน โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลตามที่ตัวเองเข้าใจ ซึ่งจากการสังเกต พบว่าสมาชิกในกลุ่มมีความเห็นที่แตกต่างกันออกไป มีการถกเถียงเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ แต่ท้ายที่สุดก็มีแนวคิดหลักของแต่ละกลุ่มที่สมาชิกในกลุ่มยอมรับ โดยสามารถวิเคราะห์ผลการอภิปรายโต้แย้ง ได้ดังนี้

Item 1 S1: เราต้องมาดูก่อนว่า สามเหลี่ยมที่คล้ายกันเป็นยังไง

Item 2 S2: จะเอาไงดี งงอะ

Item 3 S3: ถ้าคล้าย เราจะวาดยังไงให้คล้าย วาดสามเหลี่ยมรูปเล็กกับรูปใหญ่หรือ

Item 4 S2: สามเหลี่ยมคล้ายกันขนาดกับมุมก็ต้องเท่ากันดิ

Item 5 S4: สามเหลี่ยมที่คล้ายกันมันต้องเหมือนกันทั้งสองรูป ขนาดก็ต้องเท่ากัน ถึงจะเรียกว่าสามเหลี่ยมคล้าย ดูข้อมูลในนี้สิ รูปสองรูปเท่านี้เท่ากันทุกประการ แล้วรูปนี้ก็คล้ายกัน

Item 6 S1: ขนาดไม่จำเป็นต้องเท่ากันก็ได้ แต่มุมต้องเท่ากัน

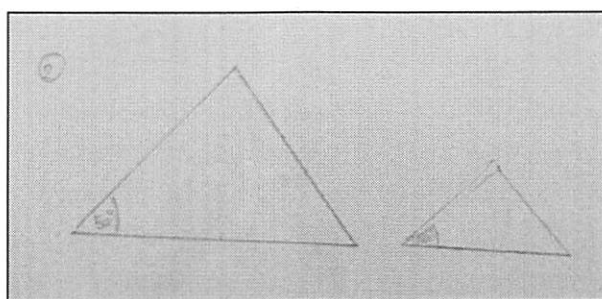
Item 7 S4: ไรหรือ

Item 8 S1: ไซดี ในนี้เค้าบอกว่า (นักเรียนชี้ไปที่หนังสือเรียน สสวท. ที่มีการอธิบายเรื่อง สามเหลี่ยมคล้าย) รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกันต้องมีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ๆ สามคู่

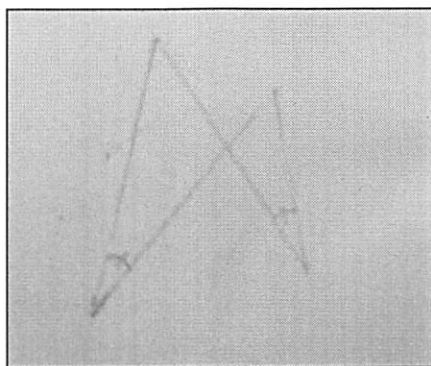
Item 9 S4: จริงด้วย (พนกหน้ายอมรับ)

จากการสนทนาดังกล่าว มีการถกเถียงกันถึงรูปสามเหลี่ยมคล้ายโดย นักเรียนคนที่ 2 บอกว่าสามเหลี่ยมคล้ายกันขนาดกับมุมก็ต้องเท่ากันดิ (การสร้างข้อคาดการณ์) นักเรียนคนที่ 4 ให้เหตุผลสนับสนุนนักเรียนคนที่ 2 โดยบอกว่า สามเหลี่ยมที่คล้ายกันมันต้องเหมือนกันทั้งสองรูป ขนาดก็ต้องเท่ากัน ถึงจะเรียกว่าสามเหลี่ยมคล้าย ดูข้อมูลในนี้สิ รูปสองรูปเท่านี้เท่ากันทุกประการ แล้วรูปนี้ก็คล้ายกัน (เป็นการให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูลโดยดูจากอินเทอร์เน็ต) จากนั้นนักเรียนคนที่ 1 ให้เหตุผลที่แตกต่างกันออกไป โดยยืนยันว่า ขนาดไม่จำเป็นต้องเท่ากันก็ได้ แต่มุมต้องเท่ากัน พร้อมทั้งแสดงการให้เหตุผลการโต้แย้งกับจากประโยคที่ว่า: ไซดี ในนี้เค้าบอกว่า (นักเรียนชี้ไปที่หนังสือเรียน สสวท. ที่มีการอธิบายเรื่องสามเหลี่ยมคล้าย) รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกันต้องมีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ๆ สามคู่ ซึ่งนักเรียนคนที่ 4 ยอมรับข้อโต้แย้ง

เมื่อนักเรียนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสามเหลี่ยมคล้ายภายในกลุ่มของตนเองแล้ว ก็ได้วาดสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และสามเหลี่ยมที่ไม่คล้ายกัน ลงในกระดาษที่ครูเตรียมไว้ให้ บางกลุ่มใช้ไม้โปรแทรกเตอร์วัดขนาดของมุมแล้วสร้างรูปสามเหลี่ยมคล้าย บางกลุ่มวาดรูปสามเหลี่ยมคล้ายโดยใช้สมบัติร่วมด้วย เช่น ถ้าเส้นตรงสองเส้นตัดกันมุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน เส้นตรงสองเส้นขนานกัน มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มก็วาดออกมาจนสำเร็จ และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี



ภาพ 4 แสดงตัวอย่างการใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ในการสร้างรูปสามเหลี่ยมคล้าย

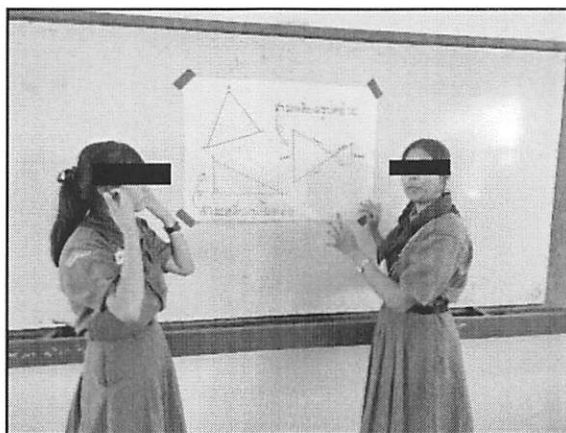


ภาพ 5 แสดงตัวอย่างการใช้สมบัติทางคณิตศาสตร์ในการสร้างรูปสามเหลี่ยมคล้าย

2.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

กิจกรรมในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และรูปสามเหลี่ยมที่ไม่คล้ายกันโดยให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของกลุ่มที่ได้รับการยอมรับจากเพื่อนในกลุ่มแล้ว ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้แต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นโต้แย้ง

ในกรณีที่ไม่เห็นด้วยกับสิ่งที่เพื่อนนำเสนอ ซึ่งผู้วิจัยได้ขยายแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่มอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนภายในห้องได้เห็น และเข้าใจตรงกัน และผู้วิจัยก็จะมีคำถามเพื่อที่จะกระตุ้นให้นักเรียนในชั้นเรียนทุกคนได้มีโอกาสเรียนรู้ร่วมกับเพื่อนกลุ่มที่ออกมานำเสนอ



ภาพ 6 แสดงนักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอรูปสามเหลี่ยมคล้าย

2.4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยและนักเรียนช่วยกันสรุปการจัดกลุ่มของรูปสามเหลี่ยมคล้ายที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน จากการนำเสนอของทุกกลุ่ม และอภิปรายร่วมกัน โดยให้นักเรียนตอบและเขียนตามภาษาของตนเองแล้ว จึงปรับมาเป็นภาษาที่ทุกคนเข้าใจตรงกัน โดยนักเรียนในชั้นเรียนช่วยกันจัดกลุ่มสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และสามเหลี่ยมที่ไม่คล้ายกัน โดยสามารถใช้สมบัติทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการอธิบาย ได้แก่ สามเหลี่ยมมุมฉาก สามเหลี่ยมที่เกิดจากเส้นตรงสองเส้นตัดกัน มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน สามเหลี่ยมที่มีเส้นตรงสองเส้นขนานกัน มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน ซึ่งได้ข้อสรุปว่า สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน เป็นดังนี้ 1) มีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ๆ 3 คู่ 2) อัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันเท่ากัน 3 คู่ 3) อัตราส่วนของความยาวของด้านเท่ากัน 2 คู่ และมีมุมระหว่างด้านที่มีอัตราส่วนของความยาวด้านเท่ากัน มีขนาดเท่ากัน

3. ขั้นสังเกต (Observe)

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยสังเกตและตรวจสอบการพัฒนาทักษะการอธิบายได้แย้งของนักเรียนได้ผลดังนี้

3.1 ขั้นกำหนดปัญหา

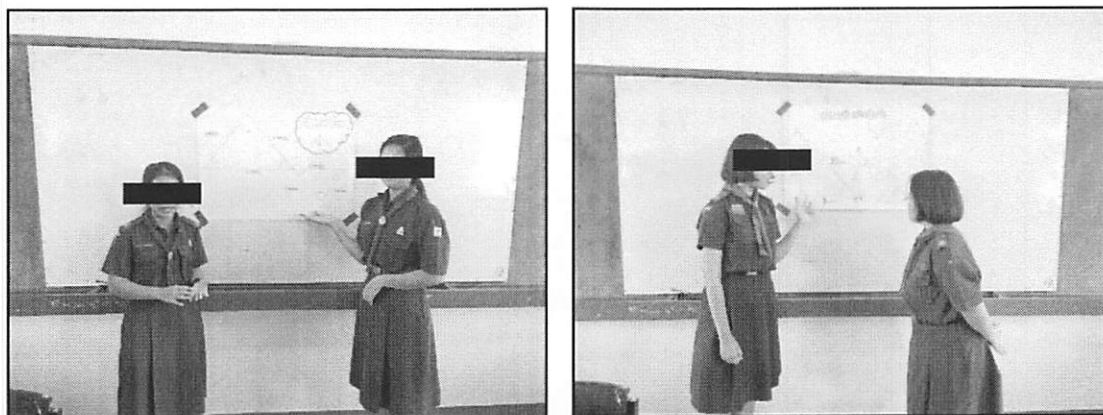
จากการสังเกตพบว่านักเรียนเกิดความสงสัยในคำถาม เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนวาดรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน เป็นคู่ๆ และวาดรูปสามเหลี่ยมที่ไม่คล้ายกันเป็นคู่ๆ นักเรียนพูดถึงรูปหลายเหลี่ยมที่คล้ายกัน เช่น สี่เหลี่ยมก็ไม่คล้ายกับสามเหลี่ยม ผู้วิจัยจึงเน้นย้ำกับนักเรียนว่าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และสามเหลี่ยมที่ไม่คล้ายกันเท่านั้น นักเรียนในกลุ่มทำความเข้าใจปัญหา และสนทนาถึงขอบเขตของปัญหา โดยทุกคนให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นอย่างดี

3.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ขั้นตอนนี้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จากการสังเกตพบว่านักเรียนสืบค้นข้อมูลจากสื่อต่างๆ แล้วนำข้อมูลมาอภิปรายโต้แย้งกันในกลุ่มเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน มีการถกเถียงในประเด็นที่แตกต่างกัน เมื่อได้ข้อสรุปจากการถกเถียงกันภายในกลุ่มแล้ว ก็ช่วยกันวาดสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และสามเหลี่ยมที่ไม่คล้ายกัน โดยนักเรียนให้ความสนใจในการใช้เทคโนโลยีสืบค้นข้อมูล และนำข้อมูลที่มีมาถกเถียงกันเรื่องสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จนได้ข้อสรุปของกลุ่ม นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการสืบค้นข้อมูลจากสื่อหรือแหล่งเรียนรู้ต่างๆ แล้วมาอภิปรายโต้แย้งภายในกลุ่ม เป็นการส่งเสริมและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนสามารถเลือกข้อมูลจากการสืบค้นที่น่าเชื่อถือมาประกอบการอภิปรายโต้แย้งกันภายในกลุ่ม

3.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ขั้นตอนนี้นักเรียนที่เป็นตัวแทนในแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันเป็นคู่ๆ ของกลุ่มตนเอง ว่ารูปสามเหลี่ยมที่วาดมานั้นเหตุใดจึงเป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน รวมถึงเปรียบเทียบการเป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันกับกลุ่มอื่นว่ามีแนวคิดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ในขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียนนี้นักเรียนจะอภิปรายโดยการอ้างถึงแหล่งข้อมูลที่ได้อ่านสืบค้นมาในแต่ละกลุ่ม ดังภาพ 7



ภาพ 7 แสดงตัวอย่างการนำเสนอรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

3.4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และจากการเรียน เรื่อง สามเหลี่ยมคล้ายสามารถนำความรู้ไปใช้ในเรื่องอะไรได้บ้าง และจากการสังเกตในขั้นนี้ พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้จากการอภิปรายโต้แย้งมาสรุปเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน รวมถึงอธิบายนำความรู้ในเรื่องสามเหลี่ยมคล้ายไปใช้ในการหาระยะทาง และความสูงของตึกได้อีกด้วย

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและผู้วิจัยประจำการทำการสังเกตทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและสังเกตว่าการจัดการเรียนรู้นั้นดีหรือไม่ ต้องปรับปรุงอย่างไร ซึ่งผลจากการสังเกตในแต่ละขั้นตอนนี้มีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ขั้นกำหนดปัญหา

ในขั้นตอนนี้พบว่ามีกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนทำร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยกำหนดขอบเขตเนื้อหาในเรื่องของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันให้นักเรียนอภิปราย มีนักเรียนบางกลุ่มยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนของรูปที่คล้ายกัน โดยมีการกล่าวถึงรูปเรขาคณิตอื่นๆ ผู้วิจัยควรเน้นย้ำมากขึ้นถึงการกำหนดขอบเขตเนื้อหาในเรื่องรูปสามเหลี่ยมคล้ายเท่านั้น

4.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้พบว่า นักเรียนพยายามหาวิธีการแก้ปัญหาโดยการให้ข้อมูลจากหนังสือเรียน และการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต เพื่อหาข้อมูลให้ชัดเจนในการอภิปราย สมาชิกในแต่ละกลุ่มมีการแสดงความคิดเห็นในมุมมองที่แตกต่างกันของ

รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ซึ่งแต่ละกลุ่มสามารถหาข้อสรุปแนวคิดหลักของกลุ่มได้จากการอภิปราย
โต้แย้งกันภายในกลุ่ม

4.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ขั้นตอนนี้ตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอรูปสามเหลี่ยมคล้ายตามแนวคิดของกลุ่มตนเอง มีเพื่อนร่วมชั้นเรียนรับฟัง โดยส่วนใหญ่แนวคิดที่แต่ละกลุ่มนำเสนอมีความชัดเจนของการเป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน แต่ยังไม่ครอบคลุม นักเรียนกลุ่มอื่นๆ จึงร่วมกันอภิปรายและให้เหตุผลสนับสนุนตามแนวคิดของกลุ่มตนเอง โดยผู้วิจัยเปิดโอกาสและกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้แสดงแนวคิดอย่างอิสระ ทำให้เกิดการพัฒนาความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องสามเหลี่ยมคล้ายได้เป็นอย่างดี และนักเรียนได้ร่วมทำงานเป็นกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน

4.4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยนำผลจากการอภิปรายมาสรุปร่วมกันกับนักเรียนจนได้ข้อสรุปที่ถูกต้องของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ดังนี้ 1) มีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ๆ 3 คู่ 2) อัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันเท่ากัน 3 คู่ 3) อัตราส่วนของความยาวของด้านเท่ากัน 2 คู่ และมีมุมระหว่างด้านที่มีอัตราส่วนของความยาวด้านเท่ากัน มีขนาดเท่ากัน ขั้นสุดท้ายนี้ผลการสะท้อนผลพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มพยายามนำแนวคิดของกลุ่มตนเองมาร่วมกันสรุปเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน รวมถึงการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งใช้เวลาค่อนข้างนาน

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดให้ รวมถึงการสืบค้นข้อมูลทั้งจากหนังสือเรียนหรือจากอินเทอร์เน็ต มาประกอบการอภิปรายโต้แย้งภายในกลุ่ม และในการอภิปรายภายในกลุ่มถ้าความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มไม่ไปทางเดียวกัน นักเรียนถกเถียงกันโดยอ้างอิงถึงที่มาของข้อมูลที่ได้ไปค้นหา แต่ก็พบว่าช่วงการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์นักเรียนใช้เวลาค่อนข้างนาน ซึ่งมาจากการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ยังไม่ตรงประเด็น

ตาราง 6 การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิด	ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ไข
ขั้นกำหนดปัญหา	นักเรียนยังไม่เข้าใจถึงขอบเขต ของสถานการณ์ปัญหา โดยมี การกล่าวถึงรูปภาพชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่รูปสามเหลี่ยม เช่น รูปสี่เหลี่ยม	ผู้วิจัยทวนคำถามว่านักเรียนเข้าใจ อย่างไร เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ของนักเรียน รวมถึงเน้นย้ำถึง การกำหนดขอบเขตเนื้อหาในเรื่อง รูปสามเหลี่ยมคล้ายเท่านั้น
ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา	นักเรียนสืบค้นข้อมูลจาก แหล่งข้อมูลทั่วไป แต่ไม่ได้ คำนึงถึงความน่าเชื่อถือ ของแหล่งข้อมูล	ผู้วิจัยแนะนำวิธีการสืบค้นข้อมูล และพิจารณาแหล่งข้อมูล ที่น่าเชื่อถือให้กับนักเรียน
ขั้นการอภิปรายและ เปรียบเทียบร่วมกัน ทั้งชั้นเรียน	นักเรียนเกียงกันเป็นตัวแทน ออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน เนื่องจากขาดความมั่นใจ และกลัวผิด	ให้ตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอ จาก 1 คน เป็น 2 คน พร้อมทั้ง เสริมแรงทางบวกโดยการให้กำลังใจ เพื่อให้นักเรียนมีความมั่นใจที่จะเป็น ตัวแทนกลุ่มมาอภิปรายมากยิ่งขึ้น
ขั้นการสรุปและเชื่อมโยง แนวคิดทางคณิตศาสตร์	นักเรียนใช้เวลาในการสรุป แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ค่อนข้างนาน และยังไม่ตรง ประเด็น	ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียน สรุปให้ตรงประเด็น ก็จะทำให้ ใช้เวลาน้อยลง

จากตาราง 6 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ยังไม่ราบรื่นเท่าที่ควร เพราะนักเรียนยังมีความไม่มั่นใจ กลัวผิด และมีความกังวลในการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงนำแนวทางในการแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการนี้ไปปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่องเหตุใด...รูปสามเหลี่ยมจึงคล้ายกัน

1. ชั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ตามการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ดังนี้

1.1 ชั้นกำหนดปัญหา ปรับบทบาทของครูในการถามความเข้าใจของนักเรียน และเน้นถึงการกำหนดขอบเขตเนื้อหาในเรื่องรูปสามเหลี่ยมคล้ายเท่านั้น

1.2 ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เพิ่มการอธิบายและให้ความรู้โดยใช้คำถามปลายเปิดเกี่ยวกับสมบัติต่างๆ ของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

1.3 ชั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน เพิ่มการเสริมแรงทางบวกโดยการให้กำลังใจ และเพิ่มบทบาทของครูในการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นนักเรียนในชั้นนี้

1.4 ชั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพิ่มบทบาทของครูโดยการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามและสรุปให้ตรงประเด็นในเวลาจำกัดได้ดีขึ้น

ผู้วิจัยวางแผนเก็บข้อมูล ในวันอังคารที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2563 จำนวน 1 ชั่วโมง วันพฤหัสบดีที่ 24 กันยายน พ.ศ. 2563 จำนวน 1 ชั่วโมง และวันศุกร์ที่ 25 กันยายน พ.ศ. 2563 จำนวน 1 ชั่วโมง ซึ่งก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อการสอน อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นดำเนินการปฏิบัติการกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้

2. ชั้นปฏิบัติ (Action)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดแต่ละชั้นตอน มีการปฏิบัติดังนี้

2.1 ชั้นกำหนดปัญหา

ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมโดยให้สถานการณ์ปัญหากับนักเรียนในแต่ละกลุ่ม (กลุ่มละ 4 คน) แล้วให้นักเรียนอธิบายเหตุผลเพื่อแสดงว่า $\triangle ABC \sim \triangle ACD$ และ $\triangle ABC \sim \triangle CDB$ รวมถึงวิธีการหาความยาวของ CD โดยผู้วิจัยทวนคำถามว่านักเรียนเข้าใจอย่างไร เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน รวมถึงเน้นย้ำถึงการกำหนดขอบเขตเนื้อหาในเรื่องรูปสามเหลี่ยมคล้ายเท่านั้น โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ถึงขอบเขตและปัญหาของโจทย์ รวมถึงวิเคราะห์จากโจทย์ว่าการที่รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกัน จะต้องอาศัยสมบัติทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง

2.2 ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ในชั้นตอนนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนดูวิดีโอที่ค้นคว้าความยาวประมาณ 3 นาที เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จากนั้นผู้วิจัยถามนักเรียนว่าสังเกตเห็นอะไรบ้าง มีลักษณะอย่างไร นักเรียนให้คำตอบส่วนใหญ่คล้ายกัน เช่น มีมุมเท่ากันเป็นคู่ๆ สามมุม จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียน

ปรึกษากันภายในกลุ่มตามความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลตามสิ่งที่พวกเขาเข้าใจ ซึ่งจากการสังเกต พบว่า สมาชิกในกลุ่มรู้ว่าต้องมีมุมเท่ากัน 3 มุม แต่นักเรียนมีการถกเถียงกันว่า จะมีวิธีการดูอย่างไรว่ามุมเท่ากันทั้งเป็นคู่ๆ ทั้ง 3 มุมและเมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาที่ว่าเหตุใด $\triangle ABC \sim \triangle ACD$ และ $\triangle ABC \sim \triangle CDB$ รวมถึงวิธีการหาความยาวของ \overline{CD} ก็ได้เขียนลงในกระดาษที่ครูเตรียมไว้ให้ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มเมื่อผ่านการอภิปรายโต้แย้งกันภายในกลุ่มแล้ว ก็เขียนออกมาจนสำเร็จ และส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี

2.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ผู้วิจัยให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอ กลุ่มละ 2 คน โดยให้นักเรียนนำเสนอตามการสรุปแต่ละกลุ่ม โดยผู้วิจัยให้กำลังใจนักเรียน และบอกนักเรียนว่าผิดถูกไม่เป็นไร เราจะมาอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปกัน โดยนักเรียนคลายความกังวลลง (สังเกตจากสีหน้าของนักเรียน) นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามในตอนท้ายของการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนทั้งห้องได้มีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบ แสดงความคิดเห็น และถกเถียงกันถึงสถานการณ์ปัญหาที่แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ ซึ่งจากการสังเกตคือมีนักเรียนกลุ่มอื่นหาความยาวของ \overline{CD} แตกต่างจากกลุ่มที่นำเสนอ โดยใช้วิธีการที่แตกต่างกัน โดยแต่ละกลุ่มทั้งกลุ่มที่แย้งและกลุ่มที่ออกมานำเสนอต่างก็ให้เหตุผลของกลุ่มตนเอง จนสุดท้ายได้ข้อสรุปที่ว่าหาความยาวของ \overline{CD} สามารถหาได้ทั้งสองวิธี

2.4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยและนักเรียนช่วยกันสรุปว่าเหตุใด $\triangle ABC \sim \triangle ACD$ และ $\triangle ABC \sim \triangle CDB$ รวมถึงวิธีการหาความยาวของ \overline{CD} โดยกิจกรรมในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นที่ว่า จากสถานการณ์ที่เราได้อภิปรายโต้แย้งร่วมกัน รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันจะต้องมีสมบัติใดบ้าง ซึ่งในครั้งนี้นักเรียนในแต่ละกลุ่มแสดงความคิดของตนเอง และอภิปรายร่วมกันจนสามารถช่วยกันสรุปได้ว่าการที่รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันจะต้องมีสมบัติ ดังนี้ 1) มุมที่สมนัยกันมีขนาดเท่ากัน 3 คู่ 2) อัตราส่วนของด้านคู่ที่สมนัยกันยาวเท่ากัน และผู้วิจัยถามนักเรียนต่อว่า จะใช้ความรู้ เรื่องสามเหลี่ยมคล้ายไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบค่อนข้างหลากหลาย เช่น ช่วยในการคำนวณหาระยะทาง ช่วยคำนวณหาความสูงของตึก

3. ขั้นสังเกต (Observe)

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยสังเกตและตรวจสอบการพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้งของนักเรียนได้ผลดังนี้

3.1 ขั้นกำหนดปัญหา

ในขั้นตอนนี้ เมื่อผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียน พบว่า นักเรียนในกลุ่มปรึกษากันว่าโจทย์ถามอะไร และช่วยกันวิเคราะห์ว่าถ้าโจทย์ถามในลักษณะนี้จะตอบคำถามว่าอย่างไร โดยนักเรียนใช้ความรู้เรื่องการวาดรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันเป็นคู่ๆ จากสถานการณ์ปัญหาที่แล้วมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังมีข้อสงสัย ผู้วิจัยให้คำอธิบาย และคอยฟังว่าสิ่งที่นักเรียนพูดคุยกายในกลุ่ม นักเรียนเข้าใจถูกต้องหรือไม่ ซึ่งจากการเดินดูและฟังนักเรียนในแต่ละกลุ่มพบว่านักเรียนเข้าใจถึงสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

3.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ในขั้นตอนนี้ในช่วงเริ่มกิจกรรมผู้วิจัยให้นักเรียนดูวีดิทัศน์ความยาวประมาณ 3 นาที เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมจากวีดิโอ นักเรียนให้ความสนใจดีมาก สังเกตจากคำถามที่ผู้วิจัยให้นักเรียน นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ชัดเจน ทำให้การจัดกิจกรรมสั้นไหลลื่น จากนั้นนักเรียนได้อภิปรายโต้แย้งกันถึงสถานการณ์ปัญหาที่ว่าเหตุใด $\triangle ABC \sim \triangle ACD$ นักเรียนมีการให้เหตุผลการโต้แย้งที่หลากหลาย และแตกต่างกันออกไปตามความรู้เดิมของแต่ละคน เมื่ออภิปรายจนได้ข้อสรุปภายในกลุ่มแล้ว นักเรียนแบ่งหน้าที่กันเขียนลงในกระดาษที่ผู้วิจัยให้ แต่มีนักเรียนบางส่วนไม่ช่วยเพื่อนในกลุ่มทำกิจกรรม

3.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

จากการสังเกตในขั้นตอนนี้พบว่า นักเรียนที่เป็นตัวแทนออกมานำเสนอมีความมั่นใจมากขึ้น และกล้าที่จะนำเสนอสิ่งที่ข้อสรุปของกลุ่มตนเอง ให้เพื่อนกลุ่มอื่นฟังถึงสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับ ซึ่งจากการสังเกต คือ มีนักเรียนกลุ่มอื่นหาความยาวของ CD แตกต่างจากกลุ่มที่นำเสนอ โดยใช้วิธีการที่แตกต่างกัน โดยประยุกต์เรื่องของระบบสมการมาช่วยในการหาความยาวของ CD ซึ่งกลุ่มที่ออกมานำเสนอ และกลุ่มที่แย้งต่างก็ถกเถียงให้เหตุผลสนับสนุนในกลุ่มของตนเอง นอกจากนี้การที่ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามในตอนท้ายของการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนทั้งห้องได้มีปฏิสัมพันธ์ได้ตอบ แสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และเพื่อนร่วมชั้นเรียนอีกด้วย

3.4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนนี้พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถช่วยกันสรุปได้ว่าเหตุใด $\triangle ABC \sim \triangle ACD$ และ $\triangle ABC \sim \triangle CDB$ โดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น สมาชิกบางกลุ่มสามารถเชื่อมโยงนำความรู้ในเรื่องของระบบสมการมาช่วยในการหาความยาวของ CD แต่ก็ยังมีบางส่วนไม่ช่วยกันแสดงความคิดเห็นช่วยเพื่อนในกลุ่ม อย่างไรก็ตามบรรยากาศในการทำ

กิจกรรมนักเรียนยังสามารถช่วยกันสรุปและเชื่อมโยงถึงนำความรู้เรื่องรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและผู้วิจัยประจำการทำการสังเกตทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและสังเกตว่าการจัดการเรียนรู้ที่ดีหรือไม่ ต้องปรับปรุงอย่างไร ซึ่งผลจากการสังเกตในแต่ละขั้นตอนนี้มีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ขั้นกำหนดปัญหา

การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้พบว่า ผู้วิจัยมีการทวนคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และคอยติดตามเดินดูนักเรียนในแต่ละกลุ่ม รวมถึงมีการเน้นย้ำถึงการกำหนดขอบเขตของปัญหา ทำให้นักเรียนเข้าใจชัดเจนถึงสถานการณ์ปัญหา จนกระทั่งนำไปสู่การที่นักเรียนวิเคราะห์จากโจทย์ ว่าการที่รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกัน จะต้องอาศัยสมบัติทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง

4.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันแสดงความคิดเห็น และร่วมกันอภิปรายถึงสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับ มีการโต้แย้งถึงสมบัติที่มาสันนิษฐานการคล้ายกันของสามเหลี่ยมแต่ละคู่ นอกจากนี้ นักเรียนยังร่วมกันสรุปแนวคิดที่ว่า $\triangle ABC \sim \triangle ACD$ และ $\triangle ABC \sim \triangle CDB$ แสดงให้เห็นถึงว่าการที่จะให้นักเรียนสามารถอภิปรายโต้แย้ง ต้องให้เค้ามีอิสระทางความคิด และปัญหานั้นมีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

4.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ พบว่าในขณะที่ตัวแทนเพื่อนในกลุ่มออกมอภิปรายแนวคิดที่ว่า $\triangle ABC \sim \triangle ACD$ และ $\triangle ABC \sim \triangle CDB$ รวมถึงการหาความยาวของ \overline{CD} มีการโต้แย้งของอีกกลุ่ม เพราะใช้วิธีในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน อีกกลุ่มมีการใช้ระบบสมการมาช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้เกิดการโต้เถียงกันของเหตุผลแต่ละกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนช่วยกันหาเหตุผลมาสันนิษฐานกลุ่มของตนเอง ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และยังสามารถตรวจสอบความเข้าใจของตนเองจากการอภิปรายโต้แย้งกันภายในชั้นเรียนอีกด้วย

4.4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ในขั้นตอนนี้ พบว่า นักเรียนสามารถสรุปได้ว่าเหตุใด $\triangle ABC \sim \triangle ACD$ และ $\triangle ABC \sim \triangle CDB$ โดยสรุปได้ชัดเจน ตรงประเด็น และใช้เวลาไม่นาน รวมถึงนักเรียนสามารถนำความรู้ที่เรียนมาแล้วในเรื่องระบบสมการมาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการนี้ พบว่าการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความตื่นใหลกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 เนื่องจากนักเรียนใช้ความรู้จากการอภิปราย เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน มาประยุกต์ใช้ในการให้เหตุผล ว่าเหตุใด $\Delta ABC \sim \Delta ACD$ และ $\Delta ABC \sim \Delta CDB$ และจากการที่ให้นักเรียนใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา จะช่วยพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียน ด้วยเหตุผลว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน โดยต่างฝ่ายต่างก็หาเหตุผลมาสนับสนุนกลุ่มของตนเอง

ตาราง 7 แสดงการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิด	ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ไข
ขั้นกำหนดปัญหา	นักเรียนบางส่วนเข้าใจถึง ขอบเขตของสถานการณ์ปัญหา แต่วิเคราะห์ไม่ได้ว่าจะต้อง เริ่มต้นในการแก้ปัญหาจากอะไร	ผู้วิจัยค่อยๆ ทวนคำถามจาก สถานการณ์และใช้คำถามนำทาง ในการวิเคราะห์สถานการณ์ ปัญหาของนักเรียน
ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา	นักเรียนบางคนไม่กล้าแสดงออก ไม่อภิปรายร่วมกันกับเพื่อน ภายในกลุ่ม	ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนใน สมาชิกในกลุ่มชวนลงเพื่อนคุย นอกเรื่องสักพัก แล้วค่อยกลับเข้า มาให้เหตุผล และอภิปรายร่วมกัน ถึงสถานการณ์ปัญหา
ขั้นการอภิปรายและ เปรียบเทียบร่วมกัน ทั้งชั้นเรียน	นักเรียนบางกลุ่มใช้ความรู้เรื่อง ระบบสมการที่นอกเหนือจาก เรื่องสามเหลี่ยมคล้าย ทำให้ นักเรียนบางคนเกิดความสงสัย และไม่เข้าใจในสิ่งที่เพื่อน อภิปราย	ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มที่นำเสนอ โดยใช้การแก้ระบบสมการอธิบาย เพิ่มเติม และยกตัวอย่างประกอบ ให้เพื่อนเข้าใจ โดยผู้วิจัยเพิ่มเติม ในสิ่งที่นักเรียนอธิบายให้สมบูรณ์
ขั้นการสรุปและเชื่อมโยง แนวคิดทางคณิตศาสตร์	นักเรียนบางกลุ่มไม่ช่วยกัน แสดงความคิดเห็นเพื่อช่วยกัน สรุปแนวคิดทางคณิตศาสตร์	ผู้วิจัยใช้คำถามถามกระตุ้น ให้นักเรียนกลุ่มที่ยังไม่ได้แสดง ความคิดเห็น ให้ร่วมกันสรุป แนวคิดทางคณิตศาสตร์

จากตาราง 7 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์มากขึ้น โดยสังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันของนักเรียน การแสดงความคิดเห็น การให้เหตุผล การอภิปรายร่วมกันของนักเรียน มีการถกเถียงกันในบางเรื่องที่ความคิดเห็นไม่ตรงกัน แต่ก็ยังพบว่ามึนักเรียนบางส่วนยังไม่กล้าแสดงออกทางความคิด ผู้วิจัยจึงเดินตรวจสอบและกระตุ้นนักเรียนเป็นระยะๆ เพื่อให้ให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น จากนั้น ผู้วิจัยนำแนวทางการแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการนี้ไปปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่องสามเหลี่ยมคล้ายในชีวิตประจำวัน

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ตามการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ดังนี้

1.1 ขั้นกำหนดปัญหา เพิ่มบทบาทของครูในการใช้คำถามปลายเปิดนำทางในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน

1.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เพิ่มบทบาทของครูและนักเรียนในการพูดนอกประเด็น เพื่อคลายความกังวลของนักเรียน และใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายต่อกันภายในกลุ่ม

1.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

1.4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพิ่มบทบาทของครูโดยการใช้คำถามปลายเปิดในการกระตุ้นให้นักเรียนที่ยังไม่ได้แสดงความคิดเห็น ให้ร่วมกันสรุปแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

ผู้วิจัยวางแผนเก็บข้อมูล ในวันอังคารที่ 29 กันยายน พ.ศ. 2563 จำนวน 1 ชั่วโมง วันพฤหัสบดีที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 1 ชั่วโมง และวันศุกร์ที่ 2 ตุลาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 1 ชั่วโมง ซึ่งก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อการสอน อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้

2. ขั้นปฏิบัติ (Action)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดแต่ละขั้นตอน มีการปฏิบัติดังนี้

2.1 ขั้นกำหนดปัญหา

ผู้วิจัยเริ่มกิจกรรมโดยการให้สถานการณ์ปัญหากับนักเรียนแต่ละกลุ่ม คือ การสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการนำรูปสามเหลี่ยมคล้ายไปใช้ในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งอธิบายวิธีการหาคำตอบและเขียนลงในกระดาษที่ผู้วิจัยกำหนดให้โดยผู้วิจัยทวนคำถามว่านักเรียนเข้าใจ

อย่างไร เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน รวมถึงการใช้คำถามนำทางในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน

2.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมคล้ายไปใช้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนในกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงเหตุการณ์ที่จะนำมาใช้เชื่อมโยงกับรูปสามเหลี่ยมคล้าย จากนั้นมีการถกเถียง และแสดงความคิดเห็นร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบของโจทย์ที่กลุ่มของตนเองสร้างขึ้น เมื่อได้ข้อสรุปของกลุ่มแล้ว นักเรียนเขียนลงในกระดาษที่ผู้วิจัยกำหนดให้

2.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ผู้วิจัยให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอ กลุ่มละ 2 คน โดยในครั้งนี้มีการจับไม้สั้นไม้ยาวว่ากลุ่มใครจะอภิปรายเป็นลำดับก่อน-หลัง เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โคนตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอถึงโจทย์ปัญหาสามเหลี่ยมคล้ายที่ได้สร้างขึ้น รวมถึงวิธีการหาคำตอบ นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามในตอนท้ายของการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนทั้งห้องได้มีปฏิสัมพันธ์ได้ตอบ แสดงความคิดเห็น และถกเถียงกันถึงสถานการณ์ปัญหาที่แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ

2.4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยถามนักเรียนในแต่ละกลุ่ม ถึงโจทย์ปัญหาที่แต่ละกลุ่มสร้างขึ้น แต่ละกลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มสร้างโจทย์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น หาระยะห่างระหว่างเสาธงกับนักเรียนหาความสูงของตึก โดยผู้วิจัยและนักเรียนช่วยกันสรุปถึงการนำสมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้ายมาประยุกต์ในการแก้โจทย์ปัญหา เช่น ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูป มีอัตราส่วนของความยาวของด้านเท่ากัน 2 คู่ และมุมระหว่างด้านที่มีอัตราส่วนของความยาวด้านเท่ากัน แล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นเป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และนักเรียนก็ได้ให้เหตุผลถึงการนำเรื่องสามเหลี่ยมคล้ายไปประยุกต์ใช้ในวิชา โลก และดาราศาสตร์ เช่นหาเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงอาทิตย์

3. ขั้นสังเกต (Observe)

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยสังเกตและตรวจสอบการพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้งของนักเรียนได้ผลดังนี้

3.1 ขั้นกำหนดปัญหา

ในขั้นตอนนี้ เมื่อผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียน นั่นคือ ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการนำรูปสามเหลี่ยมคล้ายไปใช้ในชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนในกลุ่มทำความเข้าใจปัญหา และปรึกษากันว่า จะนำเรื่องใดที่ใกล้ตัวมาใช้กับเรื่องสามเหลี่ยมคล้ายดี

ผู้วิจัยให้คำอธิบาย และคอยฟังว่าสิ่งที่นักเรียนพูดคุยภายในกลุ่ม นักเรียนเข้าใจถูกต้องหรือไม่ ซึ่งจากการเดินดูและฟังนักเรียนในแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนเข้าใจถึงสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามเวลาที่กำหนด

3.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ขั้นตอนนี้ นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นร่วมกันว่าจะเลือกสถานการณ์ในชีวิตประจำวันใดที่พวกเขาคุ้นเคยที่จะนำมาสร้างโจทย์ปัญหาในเรื่องสามเหลี่ยมคล้าย นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันถึงลักษณะคำถามที่เชื่อว่ากำหนดให้ตรงส่วนไหน จะถามอะไร และวิธีการหาคำตอบ นักเรียนมีความมั่นใจในการอภิปราย กล่าวพูด กล่าวแสดงความคิดเห็น มีการโต้แย้งในหลายประเด็น เช่น ความยาก-ง่ายของโจทย์ปัญหา ที่แตกต่างกันออกไปตามความรู้เดิมของแต่ละคน เมื่ออภิปรายจนได้ข้อสรุปภายในกลุ่มแล้ว นักเรียนก็แบ่งหน้าที่กันเขียนลงในกระดาษที่ผู้วิจัยให้

3.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มที่จับได้ไม้สั้นที่สุดเป็นผู้อภิปรายก่อน จากการสังเกต พบว่า นักเรียนมีความมั่นใจในการโต้แย้ง และการให้เหตุผล ในสิ่งที่ไม่เห็นด้วยกับกลุ่มที่ออกมานำเสนอ นักเรียนเริ่มเห็นความเชื่อมโยงเรื่อง ความคล้ายในแต่ละกลุ่มที่ออกมานำเสนอ การที่ให้นักเรียนได้สร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความคล้ายในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย และการอภิปรายโต้แย้ง ทำให้นักเรียนมีเหตุผล นอกจากนี้ นักเรียนทั้งห้องได้มีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบ แสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง และเพื่อนร่วมชั้นเรียนอีกด้วย

3.4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันเพื่อหาข้อสรุป จากการสังเกตนักเรียน มีการช่วยกันหาข้อสรุปจากโจทย์ปัญหาของแต่ละกลุ่ม โดยพิจารณาว่าการที่จะใช้สมบัติของสามเหลี่ยมคล้ายต้องมีลักษณะ ดังนี้ 1) ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูป มีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ๆ 3 คู่ 2) รูปสามเหลี่ยมสองรูปมีอัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันเท่ากัน 3 คู่ 3) ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูป มีอัตราส่วนของความยาวด้านเท่ากัน 2 คู่ และมุมระหว่างด้านที่มีอัตราส่วนของความยาวด้านเท่ากันมีขนาดเท่ากัน นักเรียนก็ได้ให้เหตุผลถึงการนำเรื่องสามเหลี่ยมคล้ายไปประยุกต์ใช้ในวิชา โลก และดาราศาสตร์ เช่น หาเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ หรือนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องตรีโกณมิติ บรรยากาศในการทำกิจกรรมนักเรียนสามารถช่วยกันสรุปและเชื่อมโยงถึงนำความรู้เรื่องรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

4. ชั้นสะท้อนผล (Reflect)

4.1 ชั้นกำหนดปัญหา

ในขั้นตอนนี้พบว่านักเรียนเข้าใจถึงสถานการณ์ปัญหา นักเรียนมีการวิเคราะห์ว่า โจทย์ถามอะไร มีการแสดงความคิดเห็นร่วมกันในการเลือกสถานการณ์ในชีวิตจริงให้เข้ากับ สถานการณ์ปัญหา

4.2 ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า นักเรียนในกลุ่มแต่ละกลุ่ม กลุ่มพูด กลุ่มแสดงออก มีการอภิปรายโต้แย้งกัน ตั้งแต่การเลือกการเลือกตั้งคำถามโจทย์ ความซับซ้อนของ โจทย์ปัญหา รวมถึงวิธีการในการแก้ปัญหา โดยการอภิปรายโต้แย้งกันทำให้นักเรียนได้ฝึกการให้ เหตุผล ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี และความรู้ที่เกิดขึ้นเป็นความรู้ที่ติดทนนาน

4.3 ชั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญพบว่า ในขณะที่ตัวแทน กลุ่มอภิปรายหน้าห้อง นักเรียนในชั้นเรียนมีทั้งส่วนที่ได้แย้ง และส่วนที่เติมเต็มในการเชื่อมโยง ทฤษฎีที่เพื่อนใช้นำเสนอให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และการที่ผู้วิจัยให้โจทย์ที่นักเรียนเกิดความคิดเห็น ที่หลากหลาย ทำให้เกิดข้ออภิปราย/โต้แย้ง หรือคำถามที่นำไปสู่การคิด และร่วมกันหาข้อสรุป

4.4 ชั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความพยายาม เชื่อมโยงการแก้ปัญหากับทฤษฎี ในขั้นนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มก็ได้แสดงความคิดเห็น อภิปราย ร่วมกันสรุปจากการสร้างโจทย์ปัญหาความคล้ายในชีวิตประจำวัน และทฤษฎีที่ใช้

ตาราง 8 แสดงการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิด	ปัญหาที่พบ	แนวทางแก้ไข
ขั้นกำหนดปัญหา	-	-
ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา	นักเรียนบางคนยังแยกรูป สามเหลี่ยมคล้ายที่ซ้อนทับกัน ไม่ออก	ผู้วิจัยให้โจทย์นักเรียนเพิ่มเติม และให้นักเรียนมาอธิบาย ให้ผู้วิจัยฟังนอกเวลาเรียน ใน Google Meet
ขั้นการอภิปรายและ เปรียบเทียบร่วมกัน ทั้งชั้นเรียน	ตัวแทนนักเรียนบางกลุ่มที่ออกมา นำเสนอยังพูดไม่ครอบคลุมประเด็น ที่กลุ่มสรุปให้	ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้เพื่อนที่อยู่ ในกลุ่มนั้นอภิปรายเพิ่มเติม ให้สมบูรณ์
ขั้นการสรุปและเชื่อมโยง แนวคิดทางคณิตศาสตร์	-	-

จากตาราง 8 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์มากขึ้น โดยเมื่อเริ่มกิจกรรม นักเรียนมีการพูดคุยกันเพื่อทำความเข้าใจปัญหาเกี่ยวกับการสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสามเหลี่ยมคล้ายในชีวิตประจำวัน นักเรียนมีการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเอง มีการเรียนรู้ร่วมกัน แสดงความคิดเห็น และได้แย้งกันภายในกลุ่ม เมื่อได้ข้อสรุปของกลุ่มก็วาดรูป เขียนวิธีทำตามที่ได้คุยภายในกลุ่ม เพื่อเตรียมออกมาอภิปรายโต้แย้งในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการอภิปรายโต้แย้งของนักเรียนในตอนท้ายของการอภิปรายแต่ละกลุ่ม จากนั้น ผู้วิจัยและนักเรียน ก็ร่วมกันสรุปเกี่ยวกับโจทย์ปัญหารูปสามเหลี่ยมคล้ายในชีวิตประจำวัน ว่ามีการใช้สมบัติของความคล้ายในเรื่องใดบ้าง นักเรียนก็ได้ให้เหตุผลถึงการนำเรื่องสามเหลี่ยมคล้ายไปประยุกต์ใช้ในวิชา โลก และดาราศาสตร์ เช่นหาเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ หรือนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องตรีโกณมิติ บรรยากาศในการทำกิจกรรมนักเรียนสามารถช่วยกันสรุปและเชื่อมโยงถึงนำความรู้เรื่องรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนได้พัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ตามลำดับวงจร ผู้วิจัยจึงสรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดในแต่ละขั้นตอน ได้ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงสรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิด	การจัดการเรียนรู้
1. ชั้้นกำหนดปัญหา	<p>ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนยังไม่เข้าใจถึงขอบเขตของสถานการณ์ปัญหา - นักเรียนวิเคราะห์ไม่ได้ว่าควรเริ่มต้นในการแก้ปัญหาจากอะไร <p>แนวทางการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้วิจัยทวนคำถามว่านักเรียนเข้าใจอย่างไร รวมถึงเน้นย้ำถึงการกำหนดขอบเขตเนื้อหาในเรื่องรูปสามเหลี่ยมคล้ายเท่านั้น - ผู้วิจัยทวนคำถามจากสถานการณ์และใช้คำถามนำทางในการวิเคราะห์
2. ชั้้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา	<p>ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ยังไม่น่าเชื่อถือ - นักเรียนบางคนไม่กล้าแสดงออก ไม่อภิปรายร่วมกันกับเพื่อนภายในกลุ่ม - นักเรียนบางคนยังแยกรูปสามเหลี่ยมคล้ายที่ซ้อนทับกันไม่ออก <p>แนวทางการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้วิจัยแนะนำการสืบค้นข้อมูลและการเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ - ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนในสมาชิกในกลุ่มชวนลองเพื่อนคุยนอกเรื่องสักพัก แล้วค่อยกลับเข้ามาให้เหตุผล และอภิปรายร่วมกันถึงสถานการณ์ปัญหา - ผู้วิจัยให้โจทย์นักเรียนเพิ่มเติม และให้นักเรียนมาอธิบายให้ผู้วิจัย ฟังนอกเวลาเรียนใน Google Meet
3. ชั้้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน	<p>ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนเกียงกันเป็นตัวแทนออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน เนื่องจากขาดความมั่นใจ และกลัวผิด - นักเรียนบางกลุ่มใช้ความรู้เรื่องระบบสมการที่นอกเหนือจากเรื่องสามสามเหลี่ยมคล้าย ทำให้นักเรียนบางคนเกิดความสงสัยและไม่เข้าใจในสิ่งที่เพื่อนอภิปราย - ตัวแทนนักเรียนบางกลุ่มที่ออกมานำเสนออย่างพูดไม่ครบคลุมประเด็นที่กลุ่มสรุปให้

ตาราง 9 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิด	การจัดการเรียนรู้
3. ชั้นการอภิปรายและ เปรียบเทียบร่วมกัน ทั้งชั้นเรียน (ต่อ)	<p>แนวทางการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ให้ตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอ จาก 1 คน เป็น 2 คน พร้อมทั้งเสริมแรงทางบวกโดยการให้กำลังใจ เพื่อให้ นักเรียนมีความมั่นใจที่จะเป็นตัวแทนกลุ่มมาอภิปรายมากยิ่งขึ้น - ผู้วิจัยให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องระบบสมการ พร้อมยกตัวอย่างประกอบ - ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้เพื่อนที่อยู่ในกลุ่มนั้นอภิปรายเพิ่มเติมให้สมบูรณ์
4. ชั้นการสรุปและเชื่อมโยง แนวคิดทางคณิตศาสตร์	<p>ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนใช้เวลาในการสรุปแนวคิดทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างนาน และยังไม่ตรงประเด็น - นักเรียนบางกลุ่มไม่ช่วยกันแสดงความคิดเห็นเพื่อช่วยกันสรุปแนวคิดทางคณิตศาสตร์ <p>แนวทางการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสรุปให้ตรงประเด็น ก็จะทำให้ใช้เวลาน้อยลง - ผู้วิจัยใช้คำถามถามกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มที่ยังไม่ได้แสดงความคิดเห็น ให้ร่วมกันสรุปแนวคิดทางคณิตศาสตร์

จากตาราง 9 พบว่า การประยุกต์ใช้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและบันทึก หลังการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละแผน ผู้วิจัยได้เรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ดังนี้

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ควรใช้การถามด้วยคำถามปลายเปิด เพื่อให้ นักเรียนได้อธิบายสิ่งที่คิด และตั้งสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียน ซึ่งปัญหานั้นมีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อให้ นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น มีการอภิปรายโต้แย้งกันภายในกลุ่มย่อย จนได้ข้อสรุปของกลุ่มก่อนที่จะอภิปรายเทียบทั้งชั้นเรียน ช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน

กับนักเรียน และนักเรียนกับผู้วิจัย ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกสบายใจ มีความมั่นใจ กล้าแสดงความคิดเห็น มีการโต้แย้งเมื่อความคิดเห็นแตกต่างกัน และกล้าที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยผู้วิจัยมีหน้าที่ในการให้คำแนะนำ ช่วยเหลือหากนักเรียนเกิดข้อสงสัย ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปรึกษาจนกว่าจะเข้าใจ

คำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดสามารถส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้ายได้อย่างไร

การส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความคล้าย ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ได้แก่ สามเหลี่ยมที่คล้ายกัน สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และการนำไปใช้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนมีการส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ตามลำดับวงจรปฏิบัติการ ดังตาราง 10

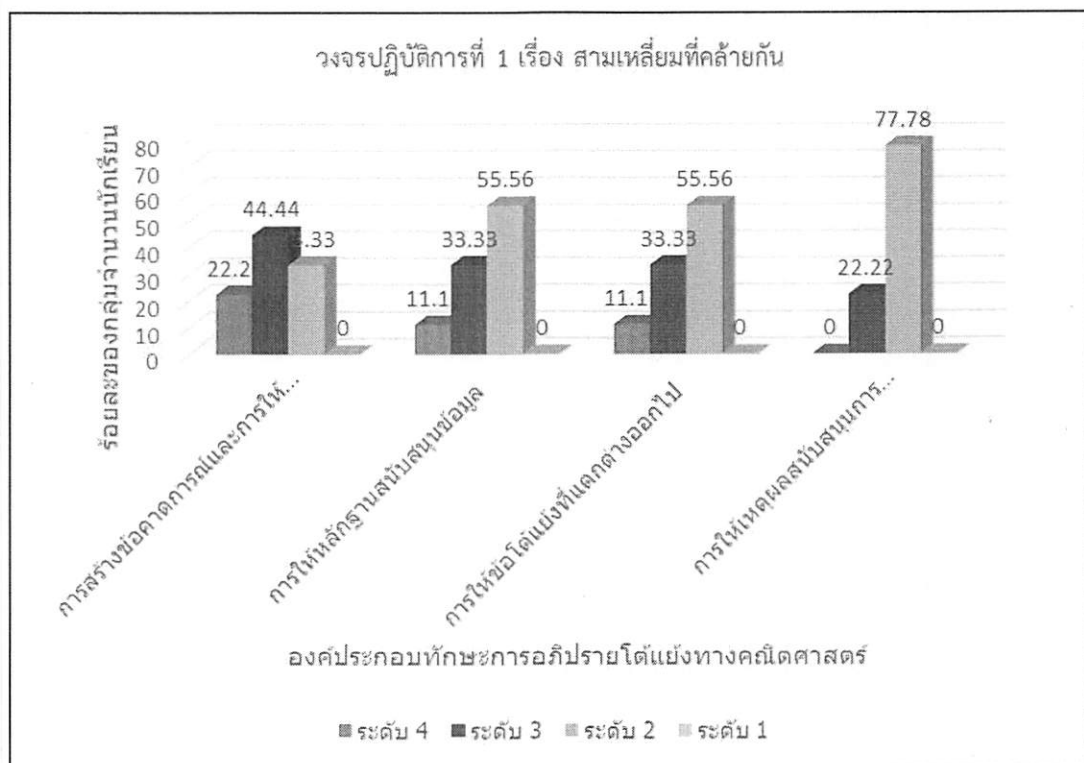
ตาราง 10 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความคล้าย

การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการ ที่	จำนวนกลุ่มนักเรียน (N=9) (ร้อยละ)															
	ระหว่างเรียน															
	การสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลและการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล				การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล				การให้เหตุผลข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป				การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ			
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
1	2	4	3	0	1	3	5	0	1	3	5	0	0	2	7	0
รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน	(22.22)	(44.44)	(33.33)		(11.11)	(33.33)	(55.56)		(11.11)	(33.33)	(55.56)		(22.22)	(77.78)		
2	5	4	0	0	3	5	1	0	4	3	2	0	3	5	1	0
สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน	(55.56)	(44.44)			(33.33)	(55.56)	(11.11)		(44.44)	(33.33)	(22.22)		(33.33)	(55.56)	(11.11)	
3	7	2	0	0	6	3	0	0	6	3	0	0	5	4	0	0
การนำไปใช้	(77.78)	(22.22)			(66.67)	(33.33)			(66.67)	(33.33)			(55.56)	(44.44)		
ภาพรวม		85.19				78.70				78.70				75		

จากตารางแสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ เมื่อแยกพิจารณาแต่ละเนื้อหาย่อย พบว่า กลุ่มนักเรียนมีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน (ภาพ 8) พบว่า การสร้างข้อคาดการณ์ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 44.44 อยู่ในระดับ 3 นั่นคือ นักเรียนสามารถสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลได้ และสามารถให้เหตุผลหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายของข้อมูลได้เป็นบางส่วน การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 55.56 อยู่ในระดับ 2 นั่นคือ นักเรียนสามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือได้เป็นบางส่วน การให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 55.56 อยู่ในระดับ 2 นั่นคือ นักเรียนสามารถให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกได้เป็นบางส่วน และการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 77.78 อยู่ในระดับ 2 นั่นคือ นักเรียนสามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐานทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้เป็นบางส่วน



ภาพ 8 แสดงร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

ตัวอย่างโพรโตคอลของกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สามเหลี่ยมที่คล้ายกัน แสดงดังภาพ 9-10

- Item 1 S1: เราต้องมาดูก่อนว่า สามเหลี่ยมที่คล้ายกันเป็นยังไง
- Item 2 S2: จะเอาไงดี งงอะ
- Item 3 S3: ถ้าคล้าย เราจะวาดยังไงให้คล้าย วาดสามเหลี่ยมรูปเล็ก
กับรูปใหญ่หรือ }
Item 4 S2: สามเหลี่ยมคล้ายกันขนาดกับมุมก็ต้องเท่ากันดิ
(การสร้างข้อคาดการณ์ และให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล ระดับ 3)
- Item 5 S4: สามเหลี่ยมที่คล้ายกันมันต้องเหมือนกันทั้งสองรูป ขนาดก็ต้อง
เท่ากัน ถึงจะเรียกว่าสามเหลี่ยมคล้าย ดูข้อมูลในนี้สิ รูปสองรูปเท่านี้
เท่ากันทุกประการ แล้วรูปนี้ก็คล้ายกัน
(การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล ระดับ 3)
- Item 6 S1: ขนาดไม่จำเป็นต้องเท่ากันก็ได้ แต่มุมต้องเท่ากัน
(การให้เหตุผลขอโต้แย้งที่แตกต่างออกไป ระดับ 4)
- Item 7 S4: ใช่หรือ
- Item 8 S1: ใช่ดิ ในนี้เค้าบอกว่า (นักเรียนชี้ไปที่หนังสือเรียน สสวท. ที่มี
การอธิบายเรื่องสามเหลี่ยมคล้าย) รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกัน
ต้องมีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ๆ สามคู่
(การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ ระดับ 3)
- Item 9 S4: จริงด้วย (พนกหน้ายอมรับ)

ภาพ 9 แสดงตัวอย่างโพรโตคอลของนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้ง
ทางคณิตศาสตร์

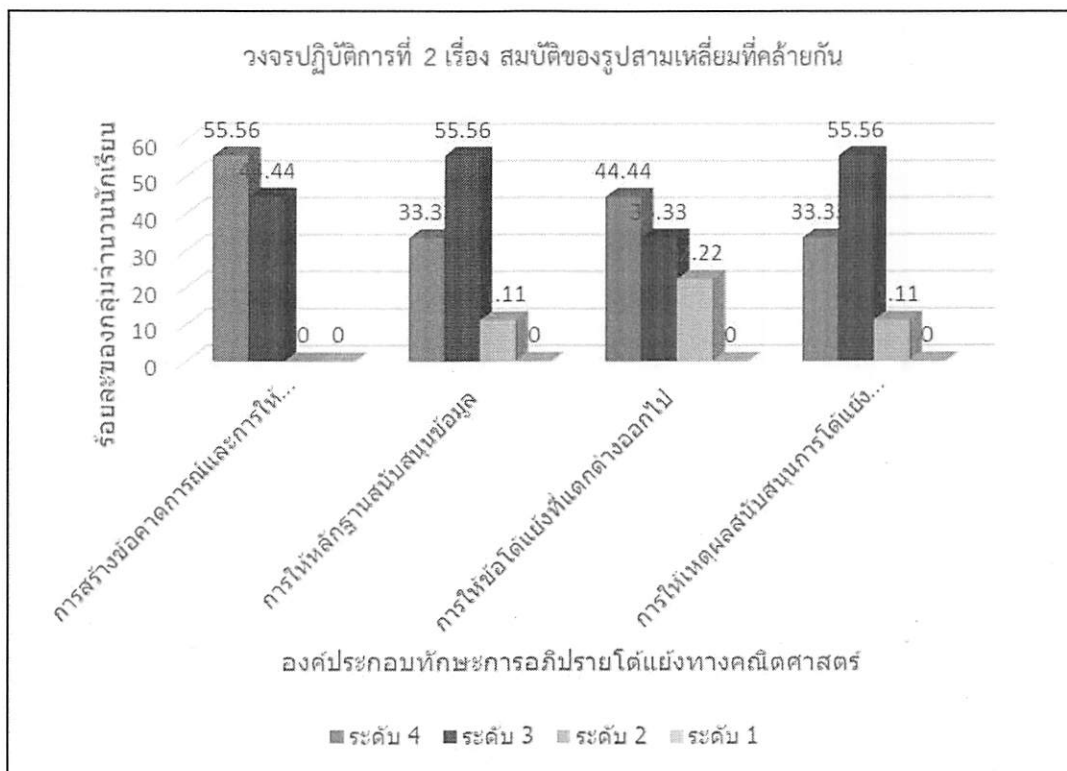
- Item 10 T1: ช่วยอธิบายให้เพื่อนฟังหน่อยว่า รูปที่กลุ่มเราวาดเป็น
รูปสามเหลี่ยมคล้ายยังไ้ }
- Item 11 S1: คล้ายกันเพราะมีมุมขนาดเท่ากันเป็นคู่ๆ 3 คู่
(การสร้างข้อคาดการณ์ และให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล ระดับ 4)
- Item 12 S2: แล้วจะรู้ได้ยังไงว่ามุมสามคู่นี้เท่ากันเป็นคู่ๆ
- Item 13 S1: จากรูปจะเห็นว่าเราสามารถให้สมบัติที่ว่าถ้าเส้นตรงสองเส้นตัดกัน
มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน และใช้สมบัติมุมแย้ง แต่ในที่นี้
กำหนดให้มุมทั้งสามเท่ากันเป็นคู่ๆ
(การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล ระดับ 4)
- Item 14 S2: แล้วถ้าดูไม่ออกว่ามุมทั้งสามเท่ากันเป็นคู่ๆ ใช้วิธีอื่นได้ไหม
- Item 15 S1: ไม่ได้สิ ต้องดูให้มุมเท่ากันเป็นคู่ๆ
- Item 16 S2: ใช่หรอ
- Item 17 T1: นักเรียนคิดว่าถ้าเราถ้าเราไม่รู้ว่ามีมุมทั้ง 3 เท่ากันเป็นคู่ๆ ใช้วิธีอื่นได้ไหม
- Item 18 S2: น่าจะได้แน่ละ
(การให้เหตุผลข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป ระดับ 2)
- Item 19 T1: ยังไงเอ่ย
- Item 20 S2: จากที่ศึกษามาสามารถใช้อัตราส่วนของความยาวด้านที่สมนัย
กันแทน $\left(\frac{10}{5} = \frac{6}{3} = \frac{6}{3}\right)$
(การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ ระดับ 3)
- Item 21 S1: พักหน้ายอมรับ

ภาพ 10 แสดงตัวอย่างโพรโตคอลของนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้ง
ทางคณิตศาสตร์

2. ทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยม ที่คล้ายกัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน (ภาพ 11) พบว่า การสร้างข้อคาดการณ์ นักเรียนส่วนใหญ่
ร้อยละ 55.56 อยู่ในระดับ 4 นั่นคือ สามารถสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลจากปัญหาที่ได้รับ และ

สามารถให้เหตุผลหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายของข้อมูล เพื่อแสดงว่าเหตุใดข้อมูลถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจน ครบถ้วน การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 55.56 อยู่ในระดับ 3 นั่นคือ นักเรียนสามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่ การให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 44.44 อยู่ในระดับ 4 นั่นคือ นักเรียนสามารถให้เหตุผลหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายอย่างชัดเจน และการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 55.56 อยู่ในระดับ 3 นั่นคือ นักเรียนสามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐานทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้เป็นส่วนใหญ่



ภาพ 11 แสดงร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

ตัวอย่างโพโตคอลของกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน แสดงดังภาพ 12-14

- Item 38 S1: จะทำอย่างไรให้ $\triangle ABC \sim \triangle ACD$ ดีละ
- Item 39 S2: วาดรูปก่อนละกัน งงอะ
- Item 40 S3: มันต้องมีมุมเท่ากันเป็นคู่ๆ ทั้งสามมุม ตามสมบัติของสามเหลี่ยมคล้ายใจ
(การสร้างข้อาคาดการณ์ และให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล ระดับ 4)
- Item 41 S4: งั้นเราก็ดูมุมที่ละคู่เลยละกัน เอ้อ $\hat{ACB} = 90^\circ$ และ $\hat{ADB} = 90^\circ$
- Item 42 S2: ไม่ดูที่มุม แต่ดูอัตราส่วนแทนได้ปะ
- Item 43 S3: เอ้อ แต่โจทย์ให้ความยาวอัตราส่วนมาไม่ครบนะ จะหาอย่างไร ไม่ได้หรือ
ต้องหาที่มุม
(การให้เหตุผลข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป ระดับ 4)
- Item 45 S4: นี่ไง สองมุมนี้เป็นมุมร่วมกัน มันต้องเท่ากัน ($\hat{CAB} = \hat{CAD}$)
- Item 46 S1: เหลืออีกมุมเดียวมันต้องเท่ากันอยู่แล้ว
- Item 47 S3: ใช่ เพราะมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180°
- Item 48 S1: มุมเท่ากันสามมุมแล้ว ถ้างั้น $\triangle ABC \sim \triangle ACD$
(การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ ระดับ 4)
- Item 49 S2: เห็นด้วยเลย

ภาพ 12 แสดงตัวอย่างโพรโตคอลของนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

- Item 50 S1: แล้วจะใช้อะไรหาความยาวของ \overline{CD} ดีละ
- Item 51 S2: แต่ตอนนี้เรารู้แล้วว่า $\triangle ABC \sim \triangle ACD$ และ $\triangle ABC \sim \triangle CDB$
ใช้สมบัติของมันได้ปะ
- Item 52 S3: ยังไงอะ ใช่มุมได้หรือ
(การสร้างข้อาคาดการณ์ และให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล ระดับ 3)
- Item 53 S4: ใช้อัตราส่วนแทนไง เนี่ยเราจะได้ $\frac{CD}{BC} = \frac{AC}{AB}$
(การให้เหตุผลข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป ระดับ 4)

ภาพ 13 แสดงตัวอย่างโพรโตคอลของนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

Item 59 T: ช่วยอธิบายให้เพื่อนฟังหน่อยว่า กลุ่มของเรามีวิธีการหาความยาวของ \overline{CD} อย่างไร

Item 60 S1: ใช้ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของด้านคู่ที่สมนัยกัน
จาก $\triangle ABC \sim \triangle ACD$ และ $\triangle ABC \sim \triangle CDB$

$$\text{จะได้เป็น } \frac{CD}{BC} = \frac{AC}{AB}$$

แทนค่า $\overline{AC} = 7$ เซนติเมตร $\overline{AB} = 25$ เซนติเมตร

จะได้ \overline{CD} มีความยาว 6.72 เซนติเมตร

(การสร้างข้อคาดการณ์ และให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล ระดับ 4)

Item 61 S2: แต่ว่ากลุ่มผมหาความยาว ของ \overline{CD} ก่อนที่จะหาว่า $\triangle ABC \sim \triangle ACD$
และ $\triangle ABC \sim \triangle CDB$ เลยไม่ได้ใช้ความสัมพันธ์ของสามเหลี่ยมคล้าย
(การให้เหตุผลข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป ระดับ 2)

Item 62 T: แล้วเราหาด้วยวิธีอะไร

Item 63 S2: ใช้การแก้ระบบสมการ $x^2 + y^2 = 7^2$ ----- (1)

$$(25 - x^2) + y^2 = 24^2 \text{ ----- (2)}$$

จะได้ $x = 1.96$ และ $y = 6.72$

และจาก $x = \overline{AD}$ และ $y = \overline{CD}$

จะได้ \overline{CD} มีความยาว 6.72 เซนติเมตร

(การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ ระดับ 4)

Item 64 T: นักเรียนคิดว่าเพื่อนทำถูกต้องทั้งสองกลุ่มเลยไหม

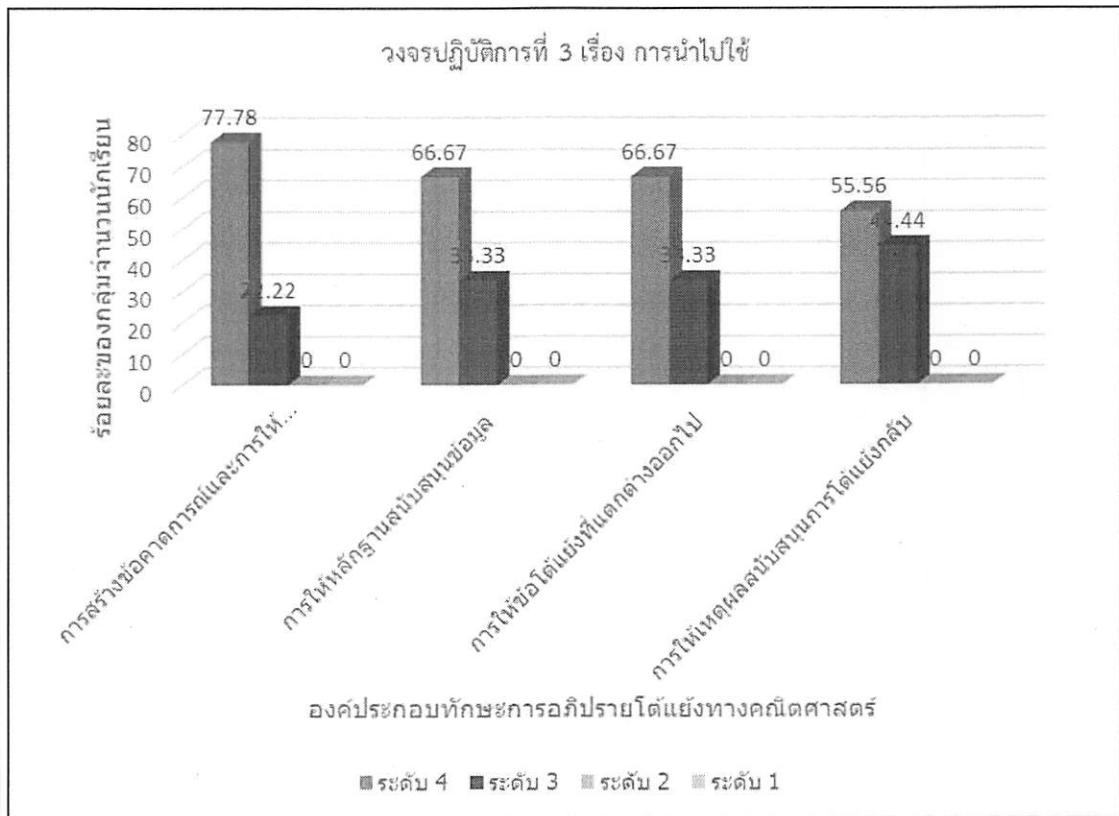
Item 65 S1: ถูกทั้งสองกลุ่มเลยคะ แต่หนูว่าของกลุ่มหนูง่ายกว่า อีกกลุ่มยาก

Item 66 S2: ใช่ (พยักหน้า)

ภาพ 14 แสดงตัวอย่างโปรโตคอลของนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

3. ทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เรื่อง การนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การนำไปใช้ (ภาพ 15) พบว่า การสร้างข้อคาดการณ์ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 77.78 อยู่ในระดับ 4 นั่นคือ สามารถสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายของข้อมูล เพื่อแสดงว่าเหตุใดข้อมูลถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจน ครบถ้วน การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 66.67 อยู่ในระดับ 4 นั่นคือ นักเรียนสามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือได้ครบถ้วนทุกประเด็น การให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 66.67 อยู่ในระดับ 4 นั่นคือ นักเรียนสามารถให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายอย่างชัดเจน และการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 55.56 อยู่ในระดับ 4 นั่นคือ นักเรียนสามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐานทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้ชัดเจน ครบถ้วน ทุกประเด็น



ภาพ 15 แสดงร้อยละของกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การนำไปใช้

โดยสรุปทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด พบว่านักเรียนมีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น ตามลำดับวงจรปฏิบัติการ ซึ่งองค์ประกอบของทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่เกิดมากที่สุด คือ การสร้างข้อคาดการณ์และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล คิดเป็นร้อยละ 85.19 รองลงมา คือ การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล และการให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 78.70 และการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ คิดเป็นร้อยละ 75 ตามลำดับ

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยปฏิบัติการเพื่อศึกษาการส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งการวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

- 1) ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแบบเปิดที่ส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย
- 2) เพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด โดยมีผู้เข้าร่วมวิจัย 36 คน รูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้วิจัย ได้แก่

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน เป็นเวลา 9 ชั่วโมง
- 2) แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 3) แบบสังเกตการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อวัดทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 4 องค์ประกอบ ดังนี้

- 1) การสร้างข้อคาดการณ์ และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล
- 2) การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล
- 3) การให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป
- 4) การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ

การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ในระหว่างวันที่ 14 กันยายน-2 ตุลาคม 2563 มีดังนี้

- 1) จัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สามเหลี่ยมที่คล้ายกัน วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และวงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การนำไปใช้ เป็นระยะเวลา 9 ชั่วโมง
- 2) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้
- 3) สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เครื่องมือวิจัย
- 4) นำข้อมูลมาสะท้อนผลเพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป
- 5) หลังเสร็จสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการ ทำการ วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวัดทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ จากเครื่องมือวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัย

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลการวิจัยตามคำถามวิจัย ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย มีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์มีประเด็นที่ควรเน้น คือ ครูควรสร้างสถานการณ์ปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้กับนักเรียน มีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และต้องสร้างบรรยากาศให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา 3) ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกัน ทั้งชั้นเรียน และ 4) ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นกำหนดปัญหา เมื่อเริ่มกิจกรรมในขั้นนี้ผู้วิจัยควรชี้แจงรายละเอียดในการเรียน พร้อมทั้งบอกขอบข่ายของเวลาในแต่ละครั้ง หลังจากเมื่อเริ่มกิจกรรมหากมีนักเรียนยังไม่เข้าใจถึงสถานการณ์ปัญหา ครูจะต้องเป็นผู้กระตุ้น และใช้วิธีการตั้งคำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงสถานการณ์ปัญหา การตั้งคำถามปลายเปิดจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และแสดงออกถึงความรู้เดิม ความรู้พื้นฐาน หรือประสบการณ์ที่ได้ศึกษามา ซึ่งใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่กำกวม เน้นให้นักเรียนได้อธิบาย ตัวอย่างคำถามเช่น "อย่างไร" "เพราะอะไร" เป็นต้น

1.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้จุดเด่นคือนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มโดยการสืบค้นข้อมูล เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการแสดงความคิดเห็น ถกเถียง อภิปรายโต้แย้งกันภายในกลุ่มย่อย ในระหว่างที่ทำกิจกรรมผู้วิจัยควรเดินดูนักเรียนรอบๆ ให้ทั่วถึง เพื่อคอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย และควรซักถามนักเรียนเป็นระยะๆ คอยตรวจสอบว่าแหล่งข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นมานั้น เชื่อถือได้หรือไม่ ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง มีการสนทนาภายในกลุ่ม และเกิดการอภิปรายโต้แย้งมากที่สุด หากนักเรียนยังมีข้อสงสัยผู้วิจัยควรยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

1.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน ก็เป็นอีกขั้นหนึ่งที่มีความสำคัญ ซึ่งจะทำให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนได้เกิดความเข้าใจร่วมกันจากแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยสิ่งสำคัญอยู่ที่การยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง ได้แย้งด้วยเหตุผล จนกระทั่งได้แนวคิดที่สามารถแบ่งปัน และพัฒนาเป็นหลักเกณฑ์ทั่วไปทางคณิตศาสตร์ ในกรณีที่นักเรียนติดขัดในการอภิปราย ผู้วิจัยจะเป็นผู้กระตุ้นด้วยคำถามปลายเปิด ในการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน เพื่อให้กิจกรรมในชั้นนี้ราบรื่น และในขั้นนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในตนเอง และกล้าแสดงออกมากขึ้น ผู้วิจัยควรให้กำลังใจหรือชื่นชมนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนมีกำลังใจในการเรียนรู้

1.4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ขั้นนี้จะเป็นขั้นที่มีการเรียนรู้ร่วมกันไปจนนำไปจนนำไปสู่แนวคิดที่มีความเป็นธรรมชาติทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในรูปแบบแนวคิดที่เป็นกฎ สูตร ฯลฯ ซึ่งผู้วิจัยอาจจะใช้คำถามปลายเปิดซึ่งอาจเป็นคำถามในชีวิตประจำวัน เพื่อคอยกระตุ้นในการสรุป และเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดทั้ง 4 ขั้นตอน พบว่า สามารถส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้ โดยขั้นตอนที่สำคัญที่สุด คือ ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง มีการสนทนาภายในกลุ่ม และเกิดการอภิปรายโต้แย้งมากที่สุด โดยผู้วิจัยต้องเดินดูนักเรียนให้ทั่วทุกกลุ่มอย่างทั่วถึง เพื่อคอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย และควรซักถามนักเรียนเป็นระยะๆ คอยตรวจสอบว่าแหล่งข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นมานั้นเชื่อถือได้หรือไม่ นอกจากนี้บรรยากาศในการเรียนรู้ต้องให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน ผ่อนคลาย กล้าแสดงออก และมั่นใจในตนเอง หากนักเรียนไม่กล้าแสดงออก จะทำให้การเรียนรู้ในขั้นต่อไปไม่เกิดประสิทธิภาพเท่าที่ควร

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดสามารถส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย ได้อย่างไร

จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนของแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า การส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความคล้าย ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ได้แก่ สามเหลี่ยมที่คล้ายกัน สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และการนำไปใช้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนมีการส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ตามลำดับวงจรปฏิบัติการ ซึ่งองค์ประกอบของทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่เกิดมากที่สุด คือ การสร้างข้อคาดการณ์และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล คิดเป็นร้อยละ 85.19 รองลงมา คือ

การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล และการให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 78.70 และการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ คิดเป็นร้อยละ 75 ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย มีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร

การเรียนรู้โดยให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยเอง จะทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ตรง และเป็นความรู้ที่คงทน การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม ผู้วิจัยไม่ควรเป็นผู้ควบคุมทั้งหมด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกอย่างเต็มที่ตามศักยภาพของตนเอง ก่อนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยควรแบ่งกลุ่มนักเรียน และกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม เพราะจะทำให้นักเรียนได้รู้หน้าที่ของตนเอง เมื่อเริ่มกิจกรรมหรือดำเนินการจัดการเรียนรู้จะได้ไม่เกิดปัญหาหรือเกิดความล่าช้า ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้ายประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นกำหนดปัญหา ผู้วิจัยจะต้องมีเทคนิคการใช้คำถามที่ครอบคลุม เหมาะสม ชัดเจนและเข้าใจง่าย สอดคล้องกับระดับพัฒนา แก้วอำ (2559) ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการใช้คำถามหรือสถานการณ์กระตุ้นนักเรียน ให้กล้าคิด กล้าแสดงออก และทำให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดได้อย่างอิสระ

1.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้สมาชิกทุกคนในกลุ่มร่วมกันสืบค้นข้อมูล และนำข้อมูลมาอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม ซึ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทำงานเป็นกลุ่มหรือทีม ร่วมกันคิด พิจารณาจากข้อมูลหลักฐาน เพื่อประกอบการตัดสินใจในการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับธัญญา คงทน (2557) ที่ใช้ภาษาในการสื่อสารที่เข้าใจง่ายตรวจสอบแนวคิดว่าเป็นแนวคิดที่ถูกต้องไม่ นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายถึงสถานการณ์ปัญหา และลงข้อสรุปร่วมกัน

1.3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน เป็นอีกขั้นหนึ่งที่มีความสำคัญ ซึ่งจะทำให้นักเรียนทั้งชั้นเกิดความเข้าใจร่วมกันจากแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับวันดี โดสุขศรี (2553) ที่ใช้การถามช่วยขยายทักษะการคิด ก่อให้เกิดการทบทวน การเชื่อมโยงระหว่างความคิดต่างๆ ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นและเกิดความท้าทาย

1.4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นที่มีการเรียนรู้ร่วมกัน ไปจนนำไปสู่แนวคิดที่มีความเป็นนามธรรมทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในรูปแบบแนวคิดที่เป็นกฎ สูตร ฯลฯ ซึ่งผู้วิจัยอาจจะใช้คำถามปลายเปิดซึ่งอาจเป็นคำถามในชีวิตประจำวัน เพื่อคอยกระตุ้น ในการสรุป และเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน

บทบาทผู้สอน

จากกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด พบว่า บทบาทของผู้วิจัยผู้สอนเปลี่ยนแปลง ไปจากเดิมที่ผู้วิจัยถ่ายทอดความรู้เพียงฝ่ายเดียวและเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน ทั้งหมด เปลี่ยนเป็นผู้ให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือนักเรียน เช่น กิจกรรม การเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่องสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่ การแก้ปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนทำการสืบค้นข้อมูล ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สืบค้นข้อมูลได้ แต่นักเรียน ไม่ได้คำนึงถึงความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ผู้วิจัยจึงทำหน้าที่ในการแนะนำ และคอยช่วยเหลือ เกี่ยวกับการพิจารณาข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ ดังนั้นการให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง การลองผิด ลองถูก จะทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ หากเป็นการทำแล้วส่งผลดีนักเรียนก็จะ สามารถจดจำได้และทำต่อไป แต่ถ้าหากเคยทำแล้วผิดนักเรียนพบปัญหา ร่วมกันหาแนวทางแก้ไข นักเรียนก็จะจดจำเพื่อไม่ให้เกิดการทำผิดซ้ำ จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงต้องเปลี่ยนบทบาท การเรียนการสอนจาก “การให้ความรู้” เป็นการ “การให้นักเรียนสร้างความรู้” (Devries, 1992, pp. 3-6; ทิศนา ขัมมณี (2556)) ซึ่งการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ได้เป็นอย่างดี

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดในทุกขั้นตอนผู้สอน ควรเทคนิควิธีการสอนที่ผสมผสานกัน เช่น การตั้งคำถาม การยกตัวอย่างประกอบการสอน การนำเสนอ การให้ความช่วยเหลือแนะนำนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ตามศักยภาพของตนเอง สิ่งสำคัญควรสร้างสถานการณ์ปัญหาที่มีวิธีการ แก้ปัญหาที่หลากหลายให้กับนักเรียน มีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นการอภิปรายโต้แย้ง ของนักเรียน และต้องสร้างบรรยากาศให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดสามารถส่งเสริมทักษะ การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย ได้อย่างไร

การส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนได้แสดงให้เห็นถึง การพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ตลอดการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยแบ่ง

การอภิปรายตามองค์ประกอบของการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ คือ การสร้างข้อคาดการณ์ และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล การให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป และการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ โดยสรุปทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด พบว่า นักเรียนมีทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นตามลำดับวงจรปฏิบัติการ ซึ่งองค์ประกอบของทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ การสร้างข้อคาดการณ์และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล คิดเป็นร้อยละ 85.19 รองลงมา คือ การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล และการให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 78.70 และการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ คิดเป็นร้อยละ 75 ตามลำดับ ซึ่งการใช้คำถามปลายเปิดเป็นสิ่งสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เพราะเป็นการส่งเสริมแนวทางการคิด วิเคราะห์ และส่งเสริมการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่หลากหลาย สอดคล้องกับ Suttiamporn (2015) ที่กล่าวถึงกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่สร้างโดยใช้ปัญหาปลายเปิดมีส่วนกระตุ้นการคิดของนักเรียน และทำให้เห็นแนวคิดของนักเรียนที่หลากหลายและเป็นธรรมชาติ

โดยชั้นการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดที่ให้นักเรียนเกิดทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์มากที่สุด คือ ชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ชั้นนี้เป็นชั้นที่นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง มีการสนทนาภายในกลุ่ม มีการอภิปราย ถกเถียง โต้แย้ง จนเกิดความเข้าใจที่ยอมรับกันภายในกลุ่ม สอดคล้องกับ Suttiamporn (2015) กล่าวว่า การเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการที่ส่งเสริมการคิด และช่วยให้นักเรียนสร้างความหมายด้วยตนเองในการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการให้เหตุผลในการอภิปรายโต้แย้งถึงวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปร่วมกัน และสอดคล้องกับทศนา แชมมณี (2545) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากแหล่งต่างๆ กัน มิใช่แหล่งใดแหล่งหนึ่งเพียงแหล่งเดียว ประสพการณ์การรู้สึกนึกคิดของแต่ละบุคคลถือว่าเป็นแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญ นอกจากนี้ บรรยากาศในการเรียนรู้ต้องให้นักเรียนเกิดความสุขสนาน ผ่อนคลาย กล้าแสดงออก และมั่นใจในตนเอง หากนักเรียนไม่กล้าแสดงออก จะทำให้การเรียนรู้ในขั้นต่อไปไม่เกิดประสิทธิภาพเท่าที่ควร สอดคล้องกับบรรราชต์ ผืนเขียว (2561) ที่กล่าวว่าถ้ากล้าที่จะนำเสนอตัวตนในสิ่งที่ตนเองถนัดและสนใจมากเท่าไร โอกาสที่จะประสบความสำเร็จในชีวิตก็มีมากขึ้นเท่านั้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งถ้านักเรียนมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ ก็จะส่งผลต่อการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูควรทบทวนความรู้พื้นฐานเรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม อัตราส่วน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์เพียงพอในการนำไปใช้เรื่อง ความคล้าย

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ในการแบ่งกลุ่มทำกิจกรรม ควรแบ่งกลุ่มแบบละความสามารถ เพื่อให้สามารถช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม และทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก ควรวางแผนและปรับความยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสม เช่น ในชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดการอภิปรายโต้แย้งมากที่สุด เพราะนักเรียนต้องใช้เวลาในการหาข้อมูล เพื่ออภิปราย ถกเถียง และโต้แย้งภายในกลุ่มย่อย และขั้นสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ จะใช้เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมมาก เพราะต้องให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ่องแท้ ครูควรที่จะใช้คำถามปลายเปิดในการกระตุ้น ให้ความรู้แก่นักเรียนตกลึก สามารถสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดที่มีต่อทักษะการให้เหตุผล เนื่องจากขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนต้องอธิบายหรือบอกเหตุผลเพื่อสนับสนุนความคิด และทักษะการให้เหตุผลน่าจะมีผลต่อการพัฒนาทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กฤษฎา ทองประไพ. (2558). การพัฒนาทักษะการโต้แย้งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต โดย การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 7(1).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จารุวรรณ สอนแปง, เจนสมุทร แสงพันธ์. (2558). บทบาทครูในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตของนักเรียนในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 19(4).
- จิตขจี พึ่งผล, นฤมล อินทร์ประสิทธิ์. (2558). การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด: หนึ่งวิถีทางการส่งเสริมวาทกรรมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์. วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์, 5(2).
- ชนาธิป พงกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทศนา แคมมณี. (2553). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทพิทัต เขียวคำ, เจนสมุทร แสงพันธ์. (2563). การสอนคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาด้วย iPads ในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด. วารสารวิธีวิทยาการวิจัย.

- ธชินี ไสยรส, สมควร สีชมพู, และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2562). การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. ใน การประชุมวิชาการผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 20 (วันที่ 15 มีนาคม 2562). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นุชนาฏ ม่วงมุลตรี. (2549). การพัฒนาแผนการเรียนรู้ด้วยวิธี Lesson study กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้นวัตกรรมแบบ Open Approach. วารสารนวัตกรรมการเรียนการสอน, 3.
- ปิยะวัฒน์ ศรีสังวาล, วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์, และวิเชียร อ่างรังโสติสกุล. (2564). แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามขั้นการปฏิบัติ 5 ขั้นของสไตน์ที่เน้นการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 36(1), 58-73.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนญี่ปุ่น. *KKU Journal of Mathematics Education*, 1(1), 1-9.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2557). กระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน. ขอนแก่น: ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ยุพาพัทธ์ สะเดา. (2555). พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนภาษาไทยด้วยกระบวนการ Lesson study พรรษานำพา Open approach. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- รอฮานี ปูตะ, ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ, และอลิสรา ชมชื่น. (2561). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับการศึกษาชั้นเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์, 12(3), 120-133.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2556). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 7 รอบ 5 ธันวาคม 2554. กรุงเทพฯ : ราชบัณฑิตยสถาน
- โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา. (2562). รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self-Assessment Report: SAR) ประจำปีการศึกษา 2562. บ้านหมี่วิทยา: โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา.
- วิจารณ์ พานิช. (2557). Open Approach-วิธีประยุกต์การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning สู่อารมณ์เรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. สืบค้น 21 กรกฎาคม 2563, จาก <https://www.gotoknow.org/posts /568714>

ศุภมาศ แก้วมณี. (2561). *การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

อนุพร วิชามล, สมควร สีชมภู, และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2560). *ศึกษามลการตั้งคำถามที่ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด*. วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Anderson. (2011). *Classroom discussions: Seeing math discourse in action, grades 6-12*. Retrieved July 21, 2020, from http://www.paterson.k12.nj.us/11_departments/math%20docs/PDs/Mathematical%20Discourse%202017%20condensed.pdf

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

Chapin. (2009). *Classroom discussions: Using math talk to help students learn*. Retrieved August 30, 2020, from <https://www.sites.google.com/site/ecet2/parabolas/discourse-101>

Danielowski, J. (2016). *Increasing number sense through mathematical discourse in the primary classroom*. N.P.: Saint Catherine University.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). *Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms*. N.P.: Science Education.

Funaha shi, Y., & Hino, K. (2014). The teacher's role in guiding children's mathematical ideas toward meeting lesson objectives. *Zentralblatt für Didactic der Mathematik*, 46, 423-436.

Gibbons, P. (2006). *Bridging discourses in the ESL classroom: Students, teachers, and researchers*. New York: Continuum.

Gladis, K. (2015). *Talking math: 6 strategies for getting students to engage in mathematical discourse*. Retrieved August 30, 2020, from <https://www.gettingsmart.com/2015/10/talking-math-6-strategies-for-getting-students-to-engage-in-mathematical-Discourse/>

- Graeber, A.O., & Tanenhaus, E. (1993). *Multiplication and division: From whole number to rational numbers*. New York: Macmillan.
- Hiebert, J., Carpenter, T.P., Fennema, E., Fuson, K., Human, P., Murray, H., & Wearne, D. (1996). Problem solving as a basis for reform in curriculum and instruction: The case of mathematics. *Educational Researcher*, 25(4), 12–21.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University.
- Inprasitha, M. (2010). *One feature of adaptive lesson study in Thailand: Designing learning unit*. Proceedings of the 45th Korean National Meeting of Mathematics Education (pp.193-206). Gyeongju: Dongkook University.
- Inprasitha, M. (2011). One feature of adaptive lesson study in Thailand: Learning unit. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 34(1), 47- 66.
- Isoda, M. (2010). Lesson study: Problem solving approach in mathematics education as a Japanese Experience. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 92(11), 17-27.
- Isoda, M., Katagari, S. (2012). *Mathematical thinking: How to develop it in the classroom*. Singapore: World Scientific.
- Jill, F.W., & Katie, M. (2015). *Using inquiry-best argumentation to challenge young children's expectations of equally likely outcome*. Institute for Learning Sciences and Teacher Education, Australian Catholic University.
- Kwan, S.P., Jung, & jee, H.P. (2006). Cultivating divergent thinking in mathematics through an open-ended. *Approach*, 7(1), 56-61.
- Lin, S., & Mintzes, J.J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issues: The effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(6), 993-1017.
- NCTM. (1991). *Professional standards*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

- Nohda, N. (1986). A study of open-approach method in school mathematics teaching on mathematical problem solving activities. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*, 5, 19-31.
- Nohda, N. (2000). *By open-approach method in Japanese mathematics classroom*. In T. Nakahara, & M. Koyama (Eds.). Proceedings 24th of the Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 1, 39-53.
- Powell, Francisco, & Maher. (2003). An analytical model for studying the development of learners' mathematical ideas and reasoning using videotape data. *The Journal of Mathematical Behavior*, 22(4), 405-435.
- Stigler, J.W., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York: Free.
- Tejima, K. (1997). *Open-ended approach and improvement of classroom teaching*. In Tejima Katsuo. (ED.), *Rethinking Lesson Organization in School Mathematics*. (247-250) JAPN: Japan Society. Of Mathematics Education.
- Tougaw, P.W. (1994). A study of the effect of using an open approach to teaching mathematics upon the mathematical problem-solving behaviors of secondary school student. *Dissertation Abstracts International*, 54(8), 2934-A.
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University.
- Webel, C. (2010). Shifting mathematical authority from teacher to community. *Mathematics Teacher*, 104(4), 315-318.
- Young, J.S. (2015). *Orchestrating mathematical discussions: A novice teacher's implementation of five practices to develop discourse orchestration in a sixth-grade classroom*. Provo: Brigham Young University.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การค้นคว้าอิสระ เรื่อง การส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงศรี ตุ่นทอง
ตำแหน่ง คณบดีคณะครุศาสตร์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
นางสาวธัญพร เกิดกุล
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา จังหวัดลพบุรี
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
นางพรพรหม สังวาลย์
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา จังหวัดลพบุรี

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความคล้าย

เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

รหัส-ชื่อรายวิชา ค23101 คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1

เวลา 3 ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ

รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันก็ต่อเมื่อรูปสามเหลี่ยมทั้งสองรูปมีมุมเท่ากันมุมต่อมุม และมีอัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันเท่ากันสามคู่

2. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตัวชี้วัด

ม. 3/1 เข้าใจและใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันได้
2. นักเรียนสามารถจำแนกรูปสามเหลี่ยมชนิดที่คล้ายกันได้
3. นักเรียนสามารถระบุเงื่อนไขที่ทำให้รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. นักเรียนมีความสามารถในการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
2. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

มุ่งมั่นในการทำงาน

สาระการเรียนรู้

รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

สาระสำคัญ

สามเหลี่ยมสองรูปใดๆ ถ้ามีขนาดของมุมเท่ากัน 3 มุม มุมต่อมุม เรียกว่ารูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

มีอัตราส่วนของด้านคู่ที่สมนัยกัน เท่ากัน 3 คู่

อัตราส่วนของความยาวด้านที่สมนัยกันเท่ากัน 2 คู่ และมุมที่อยู่ระหว่างด้านที่เท่ากันมีขนาดเท่ากัน

สื่อ อุปกรณ์

สถานการณ์ปัญหา เรื่อง มาสร้างสามเหลี่ยมคล้ายกันเถอะ

แหล่งเรียนรู้

1. อินเทอร์เน็ต
2. ห้องสมุดโรงเรียนบ้านหมี่วิทยา

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ประเมิน (จุดประสงค์การเรียนรู้)	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้			
1. นักเรียนสามารถอธิบายรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันได้	- สังเกต การอภิปรายโต้แย้ง ทางคณิตศาสตร์	- แบบสังเกต	เกณฑ์การประเมิน (Rubric) 4 ระดับคุณภาพ 4 (ดีมาก) 3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ปรับปรุง)
2. นักเรียนสามารถจำแนกรูปสามเหลี่ยมชนิดที่คล้ายกันได้			
ด้านทักษะกระบวนการ			
นักเรียนมีความสามารถในการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์	- สังเกต การอภิปรายโต้แย้ง ทางคณิตศาสตร์	- แบบสังเกต	
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์			
มุ่งมั่นในการทำงาน	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกต พฤติกรรม การเรียนรู้	

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นกำหนดปัญหา (15 นาที)

เริ่มการเรียนการสอนด้วยการทำความเข้าใจรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน โดยครูให้สถานการณ์ปัญหานักเรียน ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง มารู้จักสามเหลี่ยมคล้ายกันเถอะ

สถานการณ์ปัญหา ครูมีกระดาษชาร์ทกลุ่มละ 1 แผ่น และไม่ปรอทเรกเตอร์กลุ่มละ

1 อัน

1. ให้นักเรียนวาดรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันเป็นคู่ๆ ลงบนกระดาษที่ครูให้
2. ให้นักเรียนวาดรูปสามเหลี่ยมที่ไม่คล้ายกันเป็นคู่ๆ ลงบนกระดาษที่ครูให้พร้อม

อธิบายเหตุผล

จากนั้นให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลองวาดรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกันเป็นคู่ๆ และวาดสามเหลี่ยมที่ไม่คล้ายกันเป็นคู่ๆ โดยครูพยายามเน้นย้ำนักเรียนว่ารูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกัน/ไม่คล้ายกันเป็นคู่ๆ ที่วาดนั้น ขอบเขต คือรูปสามเหลี่ยมเท่านั้น และรูปที่นักเรียนวาดจะต้องสามารถให้เหตุผลได้ เพื่อให้นักเรียนได้เก็บไปสร้างเป็นประเด็นในการอภิปรายโต้แย้งในกลุ่มต่อไป

2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา(50 นาที)

นักเรียนแต่ละกลุ่มกระตือรือร้นที่จะสร้างรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน/ไม่คล้ายกันเป็นคู่ๆ ให้ได้แตกต่างกัน โดยแต่ละกลุ่มก็มีเหตุผลในการวาดรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันเป็นคู่ๆ และให้คำจำกัดความของสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน/ไม่คล้ายกันออกไป (1, 2) ต่อมาครูให้แต่ละกลุ่มจัดกลุ่มรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน/ไม่คล้ายกันเป็นคู่ๆ (3) สมาชิกในกลุ่มก็มีความคิดเห็นที่ต่างกันอย่างออกไป แต่ท้ายที่สุดก็มีแนวคิดหลักของแต่ละกลุ่มที่สมาชิกในกลุ่มยอมรับ โดยจะให้นักเรียนได้ให้เหตุผลตามความรู้สึก โดยไม่ได้ระบุว่าแนวคิดใดถูกหรือแนวคิดใดผิด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในลักษณะที่นักเรียนมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน มีการถกเถียงปัญหาเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำ มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันทั้งสองฝ่าย ย่อมส่งผลต่อกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน

3. ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้น (90 นาที)

กิจกรรมในขั้นตอนนี้ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และรูปสามเหลี่ยมที่ไม่คล้ายกันโดยให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของกลุ่มที่ได้รับการยอมรับจากเพื่อนในกลุ่มแล้ว โดยครูเปิดโอกาสให้แต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นโต้แย้งในกรณีที่ไม่เห็นด้วยกับสิ่งที่เพื่อนนำเสนอ ซึ่งครูได้ขยายแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่มอีกครั้ง

เพื่อให้นักเรียนภายในห้องได้เห็น และเข้าใจตรงกัน และครูก็จะมีคำถามเพื่อที่จะกระตุ้นให้นักเรียน
 ในชั้นเรียนทุกคนได้มีโอกาสเรียนรู้ร่วมกับเพื่อนกลุ่มที่ออกมานำเสนอ

4. ขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (25 นาที)

กิจกรรมในขั้นตอนนี้ ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปการจัดกลุ่มของรูปสามเหลี่ยมคล้าย
 ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน จากการนำเสนอของทุกกลุ่ม และอภิปรายร่วมกัน โดยให้นักเรียนตอบและ
 เขียนตามภาษาของตนเองแล้ว จึงปรับมาเป็นภาษาที่ทุกคนเข้าใจตรงกัน โดยนักเรียนในชั้นเรียน
 ช่วยกันจัดกลุ่มสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และสามเหลี่ยมที่ไม่คล้ายกัน โดยสามารถใช้สมบัติทาง
 คณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการอธิบาย ได้แก่ สามเหลี่ยมมุมฉาก สามเหลี่ยมที่เกิดจากเส้นตรงสอง
 เส้นตัดกัน มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน สามเหลี่ยมที่มีเส้นตรงสองเส้นขนานกัน มุมแย้งมีขนาด
 เท่ากัน ซึ่งได้ข้อสรุปว่า สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน เป็นดังนี้ 1) มีขนาดของมุมเท่ากันเป็น
 คู่ๆ 3 คู่ 2) อัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันเท่ากัน 3 คู่ 3) อัตราส่วนของความยาว
 ของด้านเท่ากัน 2 คู่ และมีมุมระหว่างด้านที่มีอัตราส่วนของความยาวด้านเท่ากัน มีขนาดเท่ากัน

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

(เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้นักเรียนได้เผชิญปัญหา โดยที่ผู้วิจัย
 ไม่ได้แนะวิธีการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน ปัญหานั้นไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

(เป็นขั้นที่นักเรียนหาวิธีการที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไป
 ตามความสามารถและประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล แล้วนำมาอภิปรายในกลุ่มย่อย
 ถึงแนวทางแก้ปัญหาที่ได้ว่าเหมาะสมกับสถานการณ์หรือไม่เพียงใด เพื่อให้นักเรียนร่วมกัน
 อภิปรายถึงวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นมากที่สุด)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

(ขั้นนี้เป็นการอภิปรายแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ปลายเปิด หรือคำถามปลายเปิดในชั้นเรียน โดยระหว่างการอภิปรายผู้วิจัยเป็นผู้สังเกตประเด็นสำคัญ และช่วยเชื่อมโยงแนวคิดสำคัญของนักเรียนร่วมกับเพื่อนนักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกันคล้ายกับการนำเสนอผลงานของตนเอง)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

(ขั้นนี้ผู้วิจัยได้พยายามเปิดประเด็นคำถามจากการอภิปรายกลุ่มมาเชื่อมโยงให้นักเรียนพยายามสรุปแนวคิดด้วยตนเองให้ได้มากที่สุด เช่นการตั้งคำถาม การใช้สื่อการสอน อธิบายและใบงาน ให้นักเรียนได้สรุปแนวความคิด และเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง)

.....

.....

.....

.....

สรุปปัญหา/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ) ผู้สะท้อนผล
(.....)

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความคล้าย

เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

รหัส-ชื่อรายวิชา ค23101 คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1

เวลา 3 ชั่วโมง

ผู้สังเกตการจัดการเรียนรู้

อาจารย์

ครูประจำการ

วิธีการสังเกต

โดยตรง

โดยเทปบันทึกภาพและเสียง

คำชี้แจง

เขียนบรรยายสภาพปัญหา ข้อดี และข้อที่ควรปรับปรุง จากการสังเกตพฤติกรรมจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในครั้งนี้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

(เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้นักเรียนได้เผชิญปัญหา โดยที่ผู้วิจัยไม่ได้แนะวิธีการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน ปัญหานั้นไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที)

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

(เป็นขั้นที่นักเรียนหาวิธีการที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไปตามความสามารถและประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล แล้วนำมาร่วมกันอภิปรายในกลุ่มย่อยถึงแนวทางแก้ปัญหาที่ได้ว่าเหมาะสมกับสถานการณ์หรือไม่เพียงใด เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นมากที่สุด)

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

(ขั้นนี้เป็นการอภิปรายแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ปลายเปิด หรือคำถามปลายเปิดในชั้นเรียน โดยระหว่างการอภิปรายผู้วิจัยเป็นผู้สังเกตประเด็น คำสำคัญ และช่วยเชื่อมโยงแนวคิดสำคัญของนักเรียนร่วมกับเพื่อนนักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกันคล้ายกับการนำเสนอผลงานของตนเอง)

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นการสรุปและเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

(ขั้นนี้ผู้วิจัยได้พยายามเปิดประเด็นคำสำคัญจากการอภิปรายกลุ่มมาเชื่อมโยงให้นักเรียนพยายามสรุปแนวคิดด้วยตนเองให้ได้มากที่สุด เช่นการตั้งคำถาม การใช้สื่อการสอนอธิบายและใบงาน ให้นักเรียนได้สรุปแนวความคิด และเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง)

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปปัญหา/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ) ผู้สะท้อนผล

(.....)

แบบสังเกตพฤติกรรมการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน (แบบกลุ่ม)

วัน - เดือน - ปี ที่ทำการสังเกต

วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง ชั้น

รายการประเมิน	พฤติกรรมการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน
1. การสร้างข้อคาดการณ์ และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล	
2. การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล	
3. การให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป	
4. การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ	

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

สมาชิกภายในกลุ่มที่.....

1. เลขที่.....

2. เลขที่.....

3. เลขที่.....

4. เลขที่.....

เกณฑ์การให้ระดับความสามารถในการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ความสามารถในการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความสามารถที่แสดงออก
การสร้างข้อคาดการณ์และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล	4	สามารถสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายของข้อมูล เพื่อแสดงว่าเหตุใดข้อมูลถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจน ครบถ้วน
	3	สามารถสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลได้ และสามารถให้เหตุผลหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายของข้อมูลได้เป็นบางส่วน
	2	สามารถสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลได้ แต่ยังให้เหตุผลหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายของข้อมูลไม่ได้
	1	สร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลไม่ตรงกับที่โจทย์กำหนด หรือสร้างข้อคาดการณ์ของข้อมูลไม่ได้
การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล	4	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือได้ครบถ้วนทุกประเด็น
	3	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือได้เป็นบางส่วน
	1	ไม่สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือได้
การให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไป	4	สามารถให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายอย่างชัดเจน
	3	สามารถให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้เป็นบางส่วน
	1	ไม่สามารถให้เหตุผล หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้
การให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ	4	สามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐานทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้ชัดเจน ครบถ้วน ทุกประเด็น
	3	สามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐานทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐานทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้เป็นบางส่วน
	1	ไม่สามารถให้เหตุผล แนวคิด หรือหลักฐานทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการโต้แย้งได้

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	นิรัญชลา ทับพุ่ม
วัน เดือน ปี เกิด	14 กุมภาพันธ์ 2532
ที่อยู่ปัจจุบัน	50 หมู่ 6 ตำบลบางพึ่ง อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี 15180
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา 278 หมู่ 5 ถนนศิลาสัมพันธ์ ตำบลสนามแจง อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี 15110
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู คศ.2
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2560	โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา 278 หมู่ 5 ถนนศิลาสัมพันธ์ ตำบลสนามแจง อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี 15110
พ.ศ. 2558	โรงเรียนชัยบาดาลพิทยาคม 95 หมู่ 6 ถนนสุระนารายณ์ ตำบลม่วงค่อม อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี 15230
พ.ศ. 2555	โรงเรียนปทุมวิไล 63/4 ถนนปทุมสัมพันธ์ ตำบลบางปรอก อำเภอปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี 12000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2555	ประกาศนียบัตรบัณฑิต (วิชาซีพครู) มหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2554	วท.บ.(คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยศิลปากร