



การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถ
ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่

ที่ 3



อรอุมา ชินมาลา

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

ปีการศึกษา 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถ
ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่

ที่ 3



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

ปีการศึกษา 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 3"

ของ อรอุมา ชินมาลา

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ อองอาจวานิชย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
ผู้วิจัย	อรอุมา ชินมาลา
ประธานที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ ่องอาจวานิชย์
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้, แบบจำลองทางคณิตศาสตร์, ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 2) ศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผู้เข้าร่วมวิจัย คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 6 คน ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 9 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้, แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้, ใบกิจกรรม, แบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.67-1.00 มีค่าความยากง่ายของข้อสอบรายข้อตั้งแต่ 0.5-0.75 มีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อตั้งแต่ 0.47-0.67 และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.8 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา การให้คะแนนแบบแยกประเด็น และการตรวจสอบแบบสามเส้า

ผลการวิจัยพบว่า

1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประเด็นที่ควรเน้น คือ การออกแบบสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่ใกล้ตัว โดยมีวิธีการแก้ปัญหาที่

หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ มีการใช้คำถามกระตุ้นความคิดเพื่อนำไปสู่การระดมสมองและอภิปรายร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยมีการทบทวนความรู้พื้นฐานนำไปสู่การแก้ปัญหาแล้วจึงตัดสินใจเลือกแนวคิดเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา การกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์การประยุกต์ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ นำเสนอผลลัพธ์ของสถานการณ์เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้

2) ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีเยี่ยมแต่หลังจากการเรียนรู้นักเรียนได้ทำแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยมทั้ง 3 องค์ประกอบได้แก่ 1) การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง 2) การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด 3) การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด แต่นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับดีในด้าน 4) การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการวัดความยาวได้

Title	DEVELOPMENT OF LEARNING MANAGEMENT USING MATHEMATICAL MODELS TO PROMOTE THE ABILITY TO DISCUSSION MATHEMATICS ON LENGTH MEASUREMENT FOR GRADE 3 STUDENTS
Author	Ornouma Chinmala
Advisor	Associate Professor Namthip Ongardwanich, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Mathematics Education, Naresuan University, 2023
Keywords	Learning Management, Mathematical Model, Ability To Discussion Mathematics

ABSTRACT

The objectives of this research are to 1) study approaches to learning management using simulations. Mathematics that promotes the ability to discuss mathematics on length measurement. For Grade 3 students 2) Study the mathematical discussion ability of Grade 3 students who received learning management using mathematical models. The research participants are Grade 3 students, semester 2, academic year 2023, of a small school in Phetchabun Province, 6 students, which were obtained from purposive selection. The research tools were learning plans using mathematical models. Subject: Measuring length, reflection form on learning activities, activity sheet, mathematical discussion observation form and a test of mathematical discussion ability was subjective, with 4 items, with a consistency index of 0.67-1.00 There is a difficulty value for each item of the test ranging from 0.5-0.75, a discriminatory power value for each item from 0.47-0.67, and the reliability value of the entire test is equal to 0.8. Data were analyzed using content analysis. Thematic scoring and triangulation.

The results revealed that : 1) Guidelines for organizing learning using mathematical models to promote the ability to discuss mathematics on length measurement. For Grade 3 students, there is an issue that should be emphasized,

namely designing real-life problem situations that are close to them. It provides a variety of problem solving methods for students to engage in mathematical discussions. Thought-provoking questions are used to lead to brainstorming and collaborative discussion. Exchange knowledge together to find ideas or solutions to various problems. There is a review of basic knowledge leading to problem solving and then deciding on ideas to implement the solution. Encouraging students to examine the results of applying mathematical concepts, presenting the results of situations in order to connect the learning goals. 2) Mathematics discussion ability of Grade 3 students. Received learning management using mathematical models during learning. Most of the students had the ability to discuss all 4 elements of mathematics at an excellent level. But after learning, the students took a test of their ability in Mathematics discussions revealed that most students had excellent abilities in all three components: 1) presenting ideas and giving reasons to support their own ideas, 2) providing evidence to support ideas, 3) arguing against different ideas and Give reasons to support your argument. But most students have a good level of ability in 4) giving reasons to support others' ideas. Therefore, organizing learning using mathematical models helps promote the mathematical discussion ability of primary school students 3 stories about measuring length.

ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ งามอาภาวิชัยอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและคณะกรรมการทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาให้คำแนะนำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง ตลอดจนตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการศึกษาค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาที่ทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ดร.อาทร นกแก้ว อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และนายจุฬา ทองดี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้สมบูรณ์ และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ และคณะครูโรงเรียนบ้านเขาขาด จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนบ้านเขาขาด จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ให้ความร่วมมือในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติมิตร และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญ และคอยส่งเสริมสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่านที่คอยสั่งสอนและอบรมให้นิสิตเป็นอย่างดี และขอใจเฟื่อนนิสิตปริญญาโทที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ต่อไป

อรอุมา ชินมาลา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุุณุปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	4
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาสาระและมาตรฐานการ เรียนรู้คณิตศาสตร์.....	9
การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	12
ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์.....	18
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	31

กรอบแนวคิดการวิจัย	33
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	34
รูปแบบการวิจัย	34
ผู้เข้าร่วมวิจัย	36
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	36
การเก็บรวบรวมข้อมูล	52
การวิเคราะห์ข้อมูล	52
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	54
บทที่ 4 ผลการวิจัย	55
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	55
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	84
บทที่ 5 บทสรุป	106
บรรณานุกรม	116
ภาคผนวก	122
ประวัติผู้วิจัย	172

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต	10
ตาราง 2 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน	26
ตาราง 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการ อภิปรายทางคณิตศาสตร์	29
ตาราง 4 แสดงจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	36
ตาราง 5 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	37
ตาราง 6 แสดงเกณฑ์ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ประกอบใบกิจกรรม 41	
ตาราง 7 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน	44
ตาราง 8 แสดงการสร้างแบบทดสอบความสามารถในอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การ วัดความยาว	47
ตาราง 9 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน	48
ตาราง 10 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นการ ปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1	62
ตาราง 11 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติการ จัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2	71
ตาราง 12 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติการ จัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3	79

ตาราง 13 สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จำแนกตาม บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้.....	81
ตาราง 14 แสดงความถี่ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ	84
ตาราง 15 แสดงความถี่ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 186	
ตาราง 16 แสดงความถี่ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 291	
ตาราง 17 แสดงความถี่ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 396	
ตาราง 18 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	101
ตาราง 19 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	102
ตาราง 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	124
ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถใน การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	128

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Blum (2011).....	13
ภาพ 2 กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ NGA Center & CCSSO (2010)	14
ภาพ 3 แผนภาพแสดงกระบวนการการศึกษาสถานการณ์จริงโดยใช้แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์.....	16
ภาพ 4 แผนภาพแสดงกระบวนการการศึกษาสถานการณ์จริงโดยใช้แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์.....	17
ภาพ 5 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย.....	51
ภาพ 6 สถานการณ์ปัญหาจากในกิจกรรมที่ 1 สถานการณ์ “ระยะทางของใครยาวกว่า”	57
ภาพ 7 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา.....	60
ภาพ 8 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา.....	60
ภาพ 9 แสดงตัวอย่างการอธิบายแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	61
ภาพ 10 สถานการณ์ปัญหาจากในกิจกรรมที่ 2 สถานการณ์ “เดินทางไกล”	66
ภาพ 11 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา.....	68
ภาพ 12 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา.....	68
ภาพ 13 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา.....	69
ภาพ 14 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา.....	69
ภาพ 15 แสดงการสถานการณ์ชีวิตจริงที่สามารถนำสถานการณ์นี้ไปใช้แก้ปัญหาได้.....	70
ภาพ 16 สถานการณ์ปัญหาจากในกิจกรรมที่ 3 สถานการณ์ “เส้นทางไหนใกล้ที่สุด”	74

ภาพ 17 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา.....	77
ภาพ 18 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา.....	77
ภาพ 19 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา.....	77
ภาพ 20 แสดงการสถานการณ์ชีวิตจริงที่สามารถนำสถานการณ์นี้ไปใช้แก้ปัญหาได้.....	79
ภาพ 21 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการเสนอแนวคิดและ การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 1.....	87
ภาพ 22 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถในด้านการให้หลักฐาน สนับสนุนแนวคิดวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	88
ภาพ 23 แสดงความถี่ในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการ โต้แย้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น วงจรปฏิบัติการที่ 1.....	88
ภาพ 24 แสดงตัวอย่างการอธิบายของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การวัดความยาวเป็นมิลลิเมตรและเซนติเมตร เมตรและเซนติเมตร เมตรและกิโลเมตร...89	
ภาพ 25 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการเสนอแนวคิด และ การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	92
ภาพ 26 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถในด้านการให้หลักฐาน สนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 2.....	92
ภาพ 27 แสดงความถี่ในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการ โต้แย้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น วงจรปฏิบัติการที่ 2.....	93
ภาพ 28 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการเสนอแนวคิด และ การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 3.....	97
ภาพ 29 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการให้หลักฐาน สนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 3.....	97
ภาพ 30 แสดงความถี่ในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการ โต้แย้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น วงจรปฏิบัติการที่ 3.....	98

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ในศตวรรษที่ 21 คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นศาสตร์ที่ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถช่วยให้คาดการณ์ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและละเอียดถี่ถ้วน สามารถวางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและ พัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมี การพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคมและความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เน้นในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งใน ต่างประเทศและประเทศไทยคล้ายคลึงกัน เป็นองค์ประกอบของทักษะชีวิตและทักษะพื้นฐานใน การทำงานโดยประกอบด้วย 5 ทักษะหลัก หรือที่มักเรียกกันว่า ทักษะ 1P 1R 3C ตามตัวอักษร ภาษาอังกฤษตัวแรกของแต่ละทักษะ ดังนี้ การแก้ปัญหา (Problem solving) การให้เหตุผล (Reasoning) การเชื่อมโยง (Connections) การสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ (Communications and presentations) การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creativity) ซึ่งการพัฒนาทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในผู้เรียน จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำสิ่งเหล่านี้ไปใช้ในการทำงาน และการดำรงชีวิตในสังคม ทำให้สามารถอยู่ได้อย่างมีคุณภาพ และทำให้มีความพร้อมสำหรับ การเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหาและพัฒนาสังคม อย่างไรก็ตาม ทักษะที่เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับ การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (นิวัฒน์ สาระพันธ์, 2564) โดยที่สมาคมครู คณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา NCTM (2014) ได้ตั้งความคาดหวังให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ ในการวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้ 1.การทำความเข้าใจปัญหาและความพยายามในการแก้ปัญหา 2.การให้ เหตุผลในเชิงปริมาณ 3.การสร้างการโต้แย้งที่มีเหตุผล การให้เหตุผล เมื่อวิจารณ์แนวคิดของผู้อื่น 4.การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ 5.การเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสม 6.การให้ความสำคัญกับความ ถูกต้อง 7.การให้ความสนใจที่ใช้โครงสร้าง และ 8.การให้เหตุผลที่อยู่ในรูปทั่วไป แต่ในการจัด

การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์นี้นักเรียนส่วนใหญ่ประสบปัญหาทางการเรียนด้วยเหตุว่า คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยคำ นิยาม บทนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีบท คณิตศาสตร์มีความถูกต้องเที่ยงตรง เป็นเหตุเป็นผลเป็นระเบียบแบบแผนเป็นระบบ

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ คือเป็นความสามารถในทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในการพูดคุยเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์และการใช้เหตุผลจะแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และปรับความคิดของตนให้เป็นเหตุผลผ่านคณิตศาสตร์ร่วมกัน โดยที่การวิจัยบอกว่่านักเรียนเรียนรู้เมื่อได้รับการสนับสนุนให้เป็นผู้แสดงความคิดของตนเองและเมื่อสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับความเข้าใจ ความคิดหลัก นักเรียนสามารถสร้างและหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์โดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะและหลักฐาน โดยการแสดงความคิดของตนเองอย่างชัดเจนต่อผู้อื่น นักเรียนจะเข้าใจความคิดของตัวเองอย่างถ่องแท้มากขึ้น ด้วยการทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนคนอื่นๆ จะสามารถเห็นและประเมินวิธีคิดทางเลือกต่าง ๆ และสร้างการเชื่อมโยงหรือแก้ไขความเข้าใจผิด ให้ถูกต้องได้ (Calgary Board of Education, 2018) สอดคล้องกับ (Wichamon et al.,2017) กล่าวว่า การอภิปรายทางคณิตศาสตร์และการใช้คำถามของครู เป็นกลวิธีสำคัญที่จะช่วยพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน เพราะการใช้คำถามจะช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน นักเรียนอาจต้องใช้การคิดในลักษณะของการเปรียบเทียบ การเชื่อมโยง และการอ้างเหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ สอดคล้องกับ (NCTM, 2014) กล่าวว่าอภิปรายที่หลากหลายการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เป็นมากกว่าแค่การให้นักเรียนได้พูดคุย สิ่งที่สำคัญคือ การอภิปรายที่พัฒนาเหตุผลและความสามารถของนักเรียนในการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาอย่างชัดเจน นักเรียนเรียนรู้เมื่อพวกเขาคิด พูด ให้เหตุผล และสอบถาม

ในปัจจุบันการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร พิจารณาได้จากผลการประเมินจากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) เป็นผู้จัดสอบและการสอบ (National Test หรือ NT) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2565 พบว่า ผลการทดสอบความสามารถด้านคำนวณระดับประเทศ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 49.12 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2565) และเมื่อพิจารณาโครงสร้างข้อสอบ พบว่า มาตรฐานการเรียนรู้สาระที่ 2 การวัด การใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หรือทักษะการคิดคำนวณเพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางปฏิบัติหรือหาคำตอบจากสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เรื่องการวัด แสดงให้เห็นว่า ประเทศไทยต้องเร่งพัฒนาความรู้ความสามารถ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ โดยเฉพาะด้านที่กำหนดเป็นสาระหลักในการประเมินระดับประเทศ และจากการที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องการวัดความยาว ในชั้นเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ส่วนใหญ่จะเน้น

การแก้ปัญหาที่นักเรียนจะต้องทราบถึงความยาวของสิ่งของต่างๆโดยใช้หน่วยความยาวที่ต่างกัน โดยที่จะต้องทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัย พบว่านักเรียนไม่ทราบว่าเริ่มต้นแก้ปัญหาอย่างไร อีกทั้งนักเรียนไม่ได้สื่อสารอภิปรายสิ่งที่คิดหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา ครูจึงไม่ทราบว่านักเรียนมีแนวคิดอย่างไร ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง และหากไม่ถูกต้องครูจะไม่สามารถแก้ไขแนวคิดหรือปรับปรุงความคิดของนักเรียนให้ถูกต้องได้ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ผิดพลาดแบบนั้นต่อไปเรื่อย ๆ ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และโจทย์ปัญหาที่ครูนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้จะอยู่ในแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนเป็นส่วนใหญ่ไม่ได้เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนจึงนำมาใช้เป็นแรงจูงใจในการแก้ปัญหาไม่ได้ อาจทำให้นักเรียนมองว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัว ไม่เห็นคุณค่าและความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ พบว่า รูปแบบการสอนโดยเน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับความสะดวก เป็นอย่างมากในการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากเดิม โดยผู้วิจัยได้ศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังงานวิจัยของ (นุชิตา ตันหา, 2563) ได้ศึกษาการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับดีเยี่ยม และผลจากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับดี โดยภาพรวมนักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ (พงศกร วังศิลา, 2561) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่าผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดละเอียดลออ ความอยากรู้อยากเห็น ความคิดริเริ่ม และจินตนาการและ(สิรินทิพย์ ญาณะพันธ์, 2564) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแต่ละองค์ประกอบ นั่นคือ นักเรียนเข้าใจปัญหาและเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหามาดูตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาได้ งานวิจัยที่กล่าวข้างต้นเป็นการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะทางคณิตศาสตร์แต่ยังไม่มีการพัฒนาการพัฒนารจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

จากความสำคัญและปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามวงจร PAOR มีกระบวนการดำเนินการ 4 ขั้นตอน เป็นกระบวนการที่ดำเนินการต่อเนื่องในลักษณะบันไดเวียน เป็นวงจรที่ทำซ้ำทั้งหมด 3 วงจร จนได้ผลการปฏิบัติการตามจุดมุ่งหมาย เพื่อเป็นแนวทางในส่งเสริม การเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการอภิปรายทางคณิตศาสตร์จากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ได้ โดยผู้เรียนสามารถเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง การให้หลักฐาน สนับสนุนแนวคิด การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด การให้ เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น นำไปสู่การสรุปเป็นความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้ ใหม่เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมทั้งในบทเรียน และสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการอภิปรายทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ควรเป็นอย่างไร
2. ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับ ทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถใน การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
2. ศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 6 คน

2. ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์พื้นฐานตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การวัดความยาว จำนวน 9 ชั่วโมง

3. สิ่งที่ศึกษา

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์** หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงกับคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการอธิบายคำตอบของสถานการณ์ปัญหาจำเป็นต้องพิจารณาข้อมูล เพื่อสร้างข้อตกลงเบื้องต้น สร้างสมมติฐาน แล้วจึงใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของปัญหา โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 6 ขั้นตอน

1. **การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่มีความใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียนหรือเป็นที่น่าสนใจ** โดยการอ่าน ตีความ และสรุปใจความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาให้เข้าใจง่ายด้วยรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนบรรยายสรุปความการวาดภาพประกอบ ตารางหรือการสร้างแบบจำลองอื่น ๆ

2. **การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น** โดยการวิเคราะห์เพื่อกำหนดตัวแปร สมมติฐาน ขอบเขต และ หรือข้อมูลที่สำคัญต่อการดำเนินการแก้ปัญหา โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ

3. **การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์** โดยการพิจารณา วิเคราะห์ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถเป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา โดยครูคอยสังเกตและให้คำแนะนำ

4. **การดำเนินการทางคณิตศาสตร์** โดยการใช้ความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณ การหาแบบรูป โดยครูมีบทบาทในให้คำแนะนำและตรวจสอบความถูกต้องในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

5. การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยการอธิบายทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาให้สอดคล้องตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด แล้วพิจารณาความสมเหตุสมผล ความสอดคล้องเหมาะสมของผลลัพธ์ และดำเนินการตรวจสอบ ทบทวนกระบวนการทั้งหมดอีกครั้ง เพื่อยืนยันเป็นข้อสรุป ซึ่งหากตรวจสอบแล้วพบข้อผิดพลาด หรือข้อขัดแย้งระหว่างผลลัพธ์ที่ได้กับสถานการณ์ปัญหา ให้ดำเนินการแก้ไข และดำเนินการตามกระบวนการอีกครั้งให้ถูกต้อง และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้น โดยมีครูคอยสังเกตและให้คำแนะนำ

6. การนำเสนอผลลัพธ์ โดยการสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบผลลัพธ์ การทำซ้ำเพื่อยืนยันข้อสรุป และปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตการณ์และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการอภิปรายร่วมกัน

2. ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสนทนาที่นักเรียนกล่าวขณะเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสนทนาแสดงวิถีดคิดแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาร่วมกัน ปรับแก้ความคิด ให้คำแนะนำในจุดที่ผิด โดยอาศัยข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ร่วมกับการให้เหตุผล โดยพิจารณาจากการสื่อสารที่นักเรียนสื่อสารออกมาขณะจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ 4 องค์ประกอบ

1. การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง หมายถึง การเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ได้รับ และให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดนั้นถึงเป็นจริง

2. การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด หมายถึง การให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎีนิยามหรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือ

3. การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด หมายถึง การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่าย และให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดนั้นถึงแตกต่าง

4. การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น หมายถึง การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดนั้นถึงเป็นจริง

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบจะวัดและประเมินจากใบกิจกรรมระหว่างเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางให้ครุคณิตศาสตร์นำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปใช้เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์
2. เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างกระบวนการเรียนรู้ผ่านการอภิปรายคณิตศาสตร์ ได้ค้นพบและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้อภิปรายกลุ่มจากการเรียนรู้แบบให้ความร่วมมือซึ่งกันและกันซึ่งจะช่วยให้ความคิดของแต่ละคนกว้างและลึกขึ้น จนนำไปสู่การเรียนรู้ขั้นต่อไปแบบ Active Learning



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีรวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
 - 1.1 สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์
 - 1.4 คำอธิบายรายวิชา
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 กระบวนการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 กระบวนการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน
 - 2.4 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ประโยชน์ของการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 การจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน
 - 3.4 แนวทางในการจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 เครื่องมือในการวิเคราะห์การอภิปรายทางคณิตศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.2)

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้
 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.4) ได้

2. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 3)

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผน แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้ง ตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่าง ถูกต้องชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการ เรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่างๆ หรือศาสตร์อื่นๆ และนำไปใช้ในชีวิตรจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผล สนับสนุนหรือ โต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

3. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.3	1. การเลือกใช้เครื่องวัดความยาวที่เหมาะสม วัดและบอกความยาวของสิ่งต่างๆเป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตรและเซนติเมตร	- การวัดความยาวเป็นเซนติเมตรและ มิลลิเมตร เมตรและเซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร
	2. คาดคะเนความยาวเป็นเมตรและเป็นเซนติเมตร	- การเลือกเครื่องวัดความยาวที่เหมาะสม - การคาดคะเนความยาวเป็นเมตรและเป็นเซนติเมตร
	3. เปรียบเทียบความยาวระหว่างเซนติเมตรกับมิลลิเมตร เมตรกับเซนติเมตร กิโลเมตรกับเมตร จากสถานการณ์ต่างๆ	- การเปรียบเทียบความยาวโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว
	4. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว ที่มีหน่วยเป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตรและเซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร	

4. คำอธิบายรายวิชา

กำหนดคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ไว้ดังนี้

ศึกษาการอ่านและการเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ หลัก ค่าของเลขโดดในแต่ละหลัก และการเขียนตัวเลขแสดงจำนวนในรูปกระจาย การเปรียบเทียบจำนวน การเรียงลำดับจำนวน แบบรูปของจำนวนที่เพิ่มขึ้นและลดลง การบวกจำนวนนับที่มีผลบวกไม่เกิน 100,000 การบวกจำนวนสามจำนวนที่มีผลบวกไม่เกิน 100,000 โจทย์ปัญหาและการสร้างโจทย์ปัญหา การบวก การลบจำนวนที่มีตัวตั้งไม่เกิน 100,000 การลบจำนวนสามจำนวน การหาตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการบวกและการลบ โจทย์ปัญหาและการสร้างโจทย์ปัญหา การลบ การคูณจำนวนหนึ่งหลักกับจำนวนไม่เกินสี่หลัก การคูณกับจำนวนสองหลักกับจำนวนสองหลัก โจทย์ปัญหาและการสร้างโจทย์ปัญหาการลบ การหารที่มีตัวตั้งไม่เกินสี่หลักและตัวหารมีหนึ่งหลัก การหาตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการคูณและการหาร โจทย์ปัญหาและการสร้างโจทย์ปัญหาการหาร การวัดความยาวเป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตรและเซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร การเลือกเครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสม การคาดคะเนความยาวเป็นเมตรและเป็นเซนติเมตร การเปรียบเทียบความยาวโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว รูปที่มีแกนสมมาตรและจำนวน แกนสมมาตร การบอก อ่านและเขียนเศษส่วนที่ตัวเศษน้อยกว่าหรือเท่ากับตัวส่วน การเปรียบเทียบเศษส่วน การเรียงลำดับเศษส่วน การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน การลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน การวัดและบอกน้ำหนักเป็นกิโลกรัมและขีด กิโลกรัมและกรัม การเลือกเครื่องชั่งที่เหมาะสม การคาดคะเนน้ำหนักเป็นกิโลกรัมและเป็นขีด การเปรียบเทียบน้ำหนักโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างกิโลกรัมกับกรัม เมตริกตันกับกิโลกรัม โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนัก การวัดปริมาตรและความจุเป็นลิตรและมิลลิลิตร การเลือกเครื่องตวงที่เหมาะสม การคาดคะเนปริมาตรและความจุเป็นลิตร การเปรียบเทียบปริมาตรและความจุโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างลิตรกับมิลลิลิตร ซ้อนชา ซ้อนโต๊ะ ถ้วยตวงกับมิลลิลิตร โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรและความจุที่มีหน่วยเป็นลิตรและมิลลิลิตร การเก็บรวบรวมข้อมูลและจำแนกข้อมูล การอ่านและเขียนแผนภูมิรูปภาพ การอ่านและเขียนตารางทางเดียว การบอกเวลาเป็นนาฬิกาและนาที การเขียนบอกเวลาและการอ่าน การบอกระยะเวลาเป็นชั่วโมงและนาที การเปรียบเทียบระยะเวลาโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างชั่วโมงกับนาที การอ่านและการเขียนบันทึกกิจกรรมที่ระบุเวลา โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลาและระยะเวลา เงินเหรียญและธนบัตรชนิดต่างๆ การบอกจำนวนเงินและเขียนแสดงจำนวนเงินแบบใช้จุดและการอ่าน การเปรียบเทียบจำนวนเงินและการแลกเงิน การอ่านและการเขียนบันทึกรายรับ รายจ่าย โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน การบวก ลบ คูณ หารระคน โจทย์ปัญหาและการสร้างโจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน

โดยการจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ตัวผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า ฝึกทักษะ โดย การปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการในการคิด คำนวณการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การเชื่อมโยง การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำ ประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะและกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ใน ชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์

เพื่อให้เห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ มีระเบียบ รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความเชื่อมั่น ในตนเอง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ให้ความหมายของ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ อธิบายลักษณะบางอย่างของสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษา ซึ่งอาจกล่าวง่าย ๆ ว่าเป็น สื่อที่ใช้อธิบายสมมติฐานต่าง ๆ และผลที่ปรากฏในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษาใน รูปแบบของคณิตศาสตร์ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีหลากหลาย เช่น สมการ อสมการ กราฟ ตารางวิเคราะห์ข่ายงานและแผนภาพต้นไม้ การนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ เป็นการนำ คณิตศาสตร์มาช่วยแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่ปรากฏในสถานการณ์หรือ ปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษา ซึ่งอาจนำไปสู่การหาทางเลือกที่เหมาะสมในการหาคำตอบสำหรับ แก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น

Hernandez et al. (2017 อ้างอิงในนิชชุดา ตันทา, 2563) นำเสนอว่าผู้เขียนรายงาน ของ GAIMME ระบุว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็น "กระบวนการที่ใช้คณิตศาสตร์เพื่อ เป็น ตัวแทน วิเคราะห์ หรือพยากรณ์ความเป็นจริงในโลกแห่งความเป็นจริง"

สกล ตั้งแก้วสกุล (2560) ได้กล่าวว่า การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการแปลงสถานการณ์ปัญหาที่ปรากฏในโลกจริงกับคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการอธิบายหา คำตอบ หรือพยากรณ์คำตอบของปัญหาสถานการณ์ในโลกจริงที่มีความคลุมเครือ จำเป็นต้อง พิจารณาข้อมูล หรือปัจจัยสำคัญเพื่อสร้างข้อตกลงเบื้องต้น สร้างสมมติฐาน แล้วจึงใช้ความรู้และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของปัญหาในโลกจริงอย่างเหมาะสม

Edwards & Hamson (2007) และ Blum & Feri (2009 อ้างอิงใน สกล ตั้งแก้วสกุล, 2560) ได้อธิบายไปในทิศทางเดียวกันว่า การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คือกระบวนการที่มีการ ทำซ้ำวนเป็นวัฏจักร ซึ่งพยายามที่จะแปลงปัญหาสถานการณ์ในโลกจริงเข้าสู่โลกคณิตศาสตร์ เพื่อใช้

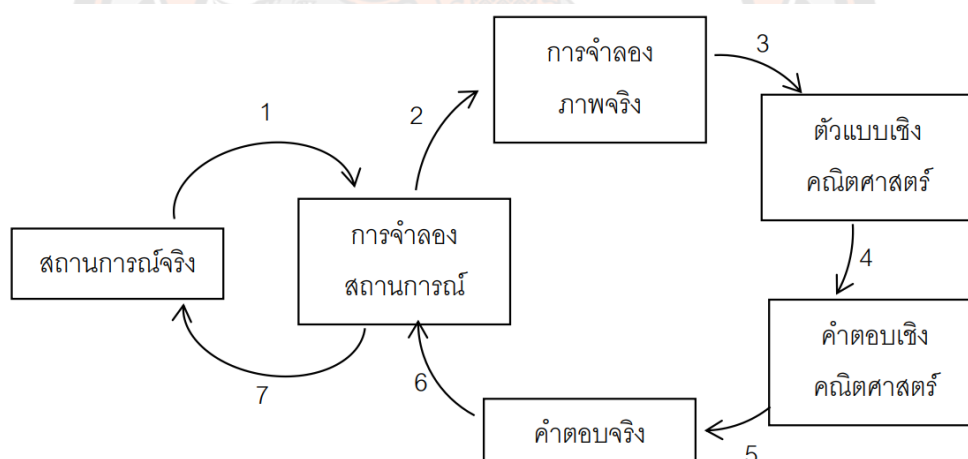
ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบเกี่ยวกับปัญหาในโลกจริง โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น จำเป็นต้องใช้การตั้งสมมติฐาน การตัดสินใจและการหาทางเลือกที่เหมาะสมใน

การสร้างแบบจำลอง โดยอาศัยการสำรวจ วิเคราะห์ ทำความเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ในสถานการณ์ปัญหาโลกความจริงเพื่อเปรียบเทียบกับความเป็นไปได้ และความสมเหตุสมผล เชื่อมโยงกลับไปกลับมาระหว่างโลกจริงกับคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น จะเริ่มต้น และจบลงที่โลกจริงเสมอ

จากความหมายของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการอธิบายคำตอบของสถานการณ์ปัญหา

2. กระบวนการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Bum (2011) ได้เสนอวงจรการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังภาพ



ภาพ 1 กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Blum (2011)

ขั้นที่ 1 อ่านทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the task) พิจารณาสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นรวมถึงข้อคำถามของปัญหาโดยละเอียด

ขั้นที่ 2 ทำปัญหาให้ง่ายขึ้น (Simplifying/Structuring) เป็นขั้นที่มีการกำหนดเงื่อนไขและขอบเขตของสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา (การจำลองสถานการณ์) และนำสิ่งที่จำลองมานำเสนอข้อมูลให้เห็นภาพจริงชัดเจนมากขึ้น (การจำลอง)

ขั้นที่ 3 คิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematizing) เป็นขั้นที่ต้องจัดการข้อมูลที่ได้ให้อยู่ในรูปตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (Making mathematically) เป็นขั้นที่ดำเนินการหาคำตอบเชิงคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้

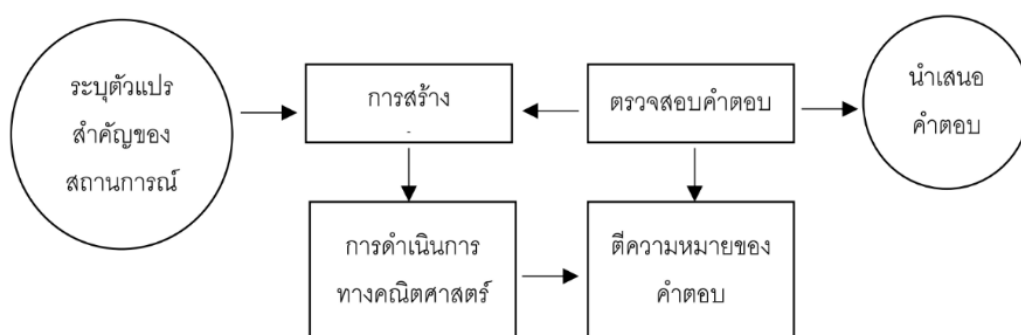
ขั้นที่ 5 แปลความหมาย (Interpretation) เป็นขั้นที่นำคำตอบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ไปแปลความให้มีความสอดคล้องกับบริบทในชีวิตจริง (คำตอบจริง)

ขั้นที่ 6 ตรวจสอบความเหมาะสม (Validation) เป็นขั้นที่มีการตรวจสอบความเหมาะสมของคำตอบที่ได้เมื่อเทียบกับเงื่อนไขและขอบเขตของสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา

ขั้นที่ 7 นำเสนอ (Presenting) เป็นขั้นที่นำเสนอคำตอบที่ได้มาเพื่ออธิบายสถานการณ์จริงที่กำหนดไว้

NGA Center & CCSSO (2010 อ้างอิงใน สกล ตั้งเก้าสกุล, 2560) ได้ระบุไว้ว่า กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นวงจรที่ประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ระบุตัวแปรสำคัญ
2. สร้างแบบจำลองโดยอาศัยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ที่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ระบุไว้
3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าว และประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการดำเนินการหาคำตอบเพื่อสร้างข้อสรุป
4. พิจารณาคำตอบที่ได้แล้วตีความคำตอบนั้นกลับไปสู่สถานการณ์ปัญหาเริ่มต้น
5. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อสรุปกับข้อมูล และตัวแปรในสถานการณ์ปัญหาเริ่มต้น เพื่อพิจารณาว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นจำเป็นต่อการแก้ไขหรือไม่ และจำเป็นต่อการดำเนินการทำซ้ำเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหามากยิ่งขึ้น
6. นำเสนอคำตอบที่ได้โดยสามารถเขียนแผนภาพสรุปได้ดังต่อไปนี้



ภาพ 2 กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ NGA Center & CCSSO (2010)

สกล ตั้งเก้าสกุล (2560) ได้สังเคราะห์กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในโลกจริง โดยการอ่าน ตีความและสรุปใจความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาให้เข้าใจง่ายด้วยรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนบรรยายสรุปความการวาดภาพประกอบ หรือการสร้างแบบจำลองอื่น ๆ

ขั้นที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น โดยการวิเคราะห์เพื่อกำหนดตัวแปร/สมมติฐาน/ขอบเขต และ/หรือ ข้อมูลที่สำคัญต่อการดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยการพิจารณา วิเคราะห์ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถเป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณ การแก้สมการ การหาแบบรูป

ขั้นที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยการอธิบายผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาให้สอดคล้องตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด แล้วพิจารณาความสมเหตุสมผล ความสอดคล้องเหมาะสมของผลลัพธ์ และดำเนินการตรวจสอบ ทบทวนกระบวนการทั้งหมดอีกครั้ง เพื่อยืนยันเป็นข้อสรุป ซึ่งหากตรวจสอบแล้วพบข้อผิดพลาด หรือข้อขัดแย้งระหว่างผลลัพธ์ที่ได้กับสถานการณ์ปัญหา ให้ดำเนินการแก้ไข และดำเนินการตามกระบวนการอีกครั้งให้ถูกต้อง และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์ โดยการสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบผลลัพธ์ การทำซ้ำเพื่อยืนยันข้อสรุป และปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว

การศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ข้างต้น พบว่าขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างคล้ายคลึงกัน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงนำกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ตามการสังเคราะห์ของสกล ตั้งแก้วสกุล (2560) ที่ประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้นตอน มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากมีขั้นตอนที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในโลกจริง ขั้นที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น ขั้นที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ขั้นที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์

3. กระบวนการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

Burkhardt (1988) ได้ศึกษากระบวนการของการศึกษาสถานการณ์จริงโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ซึ่งเริ่มต้นที่สถานการณ์ปัญหาจริงและสิ้นสุดที่สถานการณ์ปัญหาจริง โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

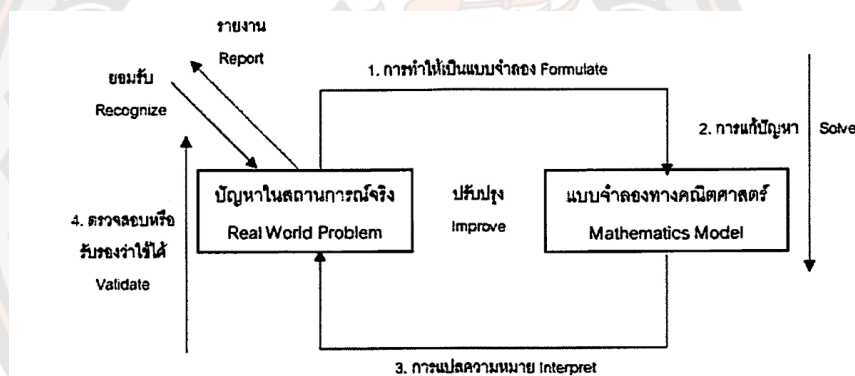
ขั้นที่ 1 การทำสถานการณ์จริงให้อยู่ในรูปแบบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่มีความซับซ้อน ยุ่งยาก และท้าทายที่สุด ด้วยขั้นตอนนี้จะต้องระบุตัวแปรที่สำคัญและหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อหาผลลัพธ์

ขั้นที่ 2 การแก้ปัญหามาจากแบบจำลอง โดยการใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 3 การแปลความหมายของคำตอบเชิงคณิตศาสตร์ไปยังสถานการณ์จริง จากคำตอบที่ได้นักเรียนสามารถแปลความหมายของคำตอบจากสถานการณ์จริง ซึ่งคำตอบที่ถูกต้องจากการค้นพบไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะเข้าใจสถานการณ์จริง

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบหรือรับรองว่าใช้ได้ เป็นขั้นที่สำคัญเพราะเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องรู้ว่าแบบจำลองนั้นใช้ได้หรือไม่ หรือมีความถูกต้องแม่นยำเพียงใด

Burkhardt (1988) ได้นำเสนอกระบวนการการศึกษาสถานการณ์จริงโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพ 3 แผนภาพแสดงกระบวนการการศึกษาสถานการณ์จริงโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับใช้ในชั้นเรียน ตามแนวคิดของ Burkhardt (1988)

สุรสาธ ผาสุก (2546) ได้นำเสนอกระบวนการการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ เป็นวงจร 5 ขั้นตอน ดังนี้

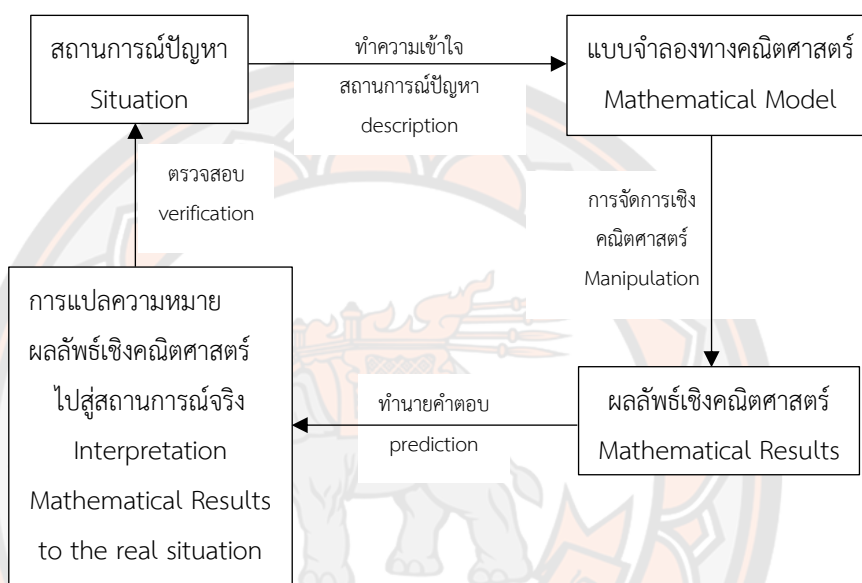
1. ทำความเข้าใจสถานการณ์จริง
2. การเชื่อมโยงสถานการณ์จริงไปสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
3. การหาข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
4. การทดสอบและขัดเกลาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
5. การเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์ไปสู่สถานการณ์จริง

เชิดพงศ์ ชาชุมวงศ์ (2557) ได้นำเสนอกระบวนการการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

2. ขั้นที่ 2 การแทนสถานการณ์ปัญหาด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
3. ขั้นที่ 3 การหาผลลัพธ์เชิงคณิตศาสตร์จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
4. ขั้นที่ 4 การแปลความหมายของผลลัพธ์เชิงคณิตศาสตร์ไปสู่สถานการณ์

เชิดพงศ์ ชาชุมวงศ์ (2557) ได้นำเสนอกระบวนการของการศึกษาสถานการณ์จริงโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพ 4 แผนภาพแสดงกระบวนการการศึกษาสถานการณ์จริงโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับใช้ในชั้นเรียน ตามแนวคิดของ เชิดพงศ์ ชาชุมวงศ์ (2557)

สรุปได้ว่า การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในกรณีทั่วไปกับการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน จะประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก จะมีแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดปลีกย่อยบางอย่าง เช่น การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนควรปรับแบบจำลองให้อยู่ในรูปที่ง่ายขึ้น หรือใช้สถานการณ์จริงที่ไม่ซับซ้อนมากนัก เพื่อให้หน้าสนใจสำหรับนักเรียนและสามารถเข้าใจได้ดี นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงนั้นมากขึ้นด้วย

3. บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Blum (2011) กล่าวว่า ครูควรเตรียมการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้ตรงต่อความต้องการของนักเรียนโดยให้โอกาสแก่นักเรียนในการได้รับความสามารถทางคณิตศาสตร์ และการสร้างการเชื่อมโยงภายในและภายนอกคณิตศาสตร์ สร้างความรู้ที่ถาวรแก่นักเรียน โดยการใช้กิจกรรมที่ส่งเสริมการคิด และให้อิสระต่อนักเรียนการจัดการห้องเรียนที่มีประสิทธิภาพและมุ่งเน้นผู้เรียนโดยวิธีการที่แตกต่างกันอย่างยืดหยุ่นใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพแยกการเรียนรู้และการประเมิน

Bliss & Libertini (2016) กล่าวว่าครูจะมีบทบาทในการจัดระเบียบ ตรวจสอบ จัดกลุ่มใหม่ ซึ่งในขั้นการประเมินนักเรียน ครูจะต้องมีการประเมินนักเรียนโดยจะเน้นไปที่การให้นักเรียนได้อธิบายถึงกระบวนการในการทำ หรือวิธีการทำงานแบบกลุ่มของนักเรียน แต่ว่าผลลัพธ์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้เนื่องด้วยนักเรียนมีอิสระในการเลือกตัวแปรเพื่อทำการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งส่วนสำคัญที่สุดในการประเมินนักเรียนนั้นอยู่ที่กระบวนการทำงานของนักเรียนและผลลัพธ์ที่ได้ออกมา โดยแนวทางในการปฏิบัติที่ ดีที่สุดสำหรับครูเพื่อสนับสนุน การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่

1. เลือกพัฒนาปัญหาในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
2. คาดการณ์ถึงคำตอบที่นักเรียนจะตอบ
3. พัฒนากระบวนการที่อำนวยความสะดวกให้นักเรียนสามารถสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
4. จัดระเบียบในการจัดการเรียนรู้และการดำเนินกิจกรรมของนักเรียน
5. ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียน
6. ใช้คำถามที่แตกต่างเพื่อช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหาได้อย่างทันที
7. ให้ความสำคัญในการประเมินกระบวนการให้มากกว่าผลลัพธ์ โดยตัวอย่างคำถามที่

ควรใช้นั้น ได้แก่ "คำถามแบบไหนที่นักเรียนคิดว่าเกี่ยวข้องกับสถานการณ์นี้" "มีข้อมูลอะไรบ้างที่สถานการณ์นี้ต้องการ" "นักเรียนคิดว่ามีกลยุทธ์ไหนที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหา" เป็นต้น

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2556) ได้อธิบายความหมายของคำว่าหมายถึง "การพูดชี้แจงแสดงความคิดเห็น"

มีการนำแนวทางการอภิปรายนี้ไปปรับใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการนำการอภิปรายไปใช้ในชั้นเรียนไว้ดังนี้

ทิตนา แคมมณี (2553) ได้ให้ความหมายของ การอภิปรายในชั้นเรียน ว่าเป็นกระบวนการที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนพูดคุย แลกเปลี่ยนข้อมูล ความคิดเห็น และประสบการณ์ ร่วมกันในประเด็นที่กำหนด เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ครูวางแผนไว้

ชนาธิป พรกุล (2554 อ้างถึงใน นภัสสร งามขำ, 2564) ได้กล่าวสรุปความหมายของการอภิปรายในชั้นเรียน ว่าเป็นการสนทนาแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างครูกับนักเรียนหรือนักเรียนกับนักเรียน เพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันในการแบ่งปันข้อมูล ในด้านความรู้ ความคิด ข้อคิดเห็น รวมถึงความรู้สึก โดยทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างเท่าเทียมกัน

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การอภิปราย หมายถึง การร่วมกันแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งอาจนำไปสู่การหาข้อสรุปในการแก้ปัญหา

ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะเป็นวิธีการที่ทำให้นักเรียนได้รับความรู้และเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี การอภิปรายจึงมีความจำเป็นสำหรับการศึกษานทุกระดับชั้น

CBE (2018) กล่าวว่า การอภิปรายทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในการพูดคุยเกี่ยวกับการคิดและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนแลกเปลี่ยนผ่านการสนทนาที่หลากหลายความคิดทั้งเห็นด้วย ไม่เห็นด้วย คาดเดา และปรับเปลี่ยนความคิดของตนเองเมื่อเกิดความเข้าใจในการเรียนร่วมกัน

นภัสสร งามขำ (2564) กล่าวว่า การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสนทนาแสดงวิธีคิดแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันในเรื่องของวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายในการแก้ปัญหาตามความคิดของแต่ละคนได้พูดคุยแสดงความคิดเห็นทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยของแนวคิดที่น่าเสนอ การตั้งคำถาม การตรวจสอบวิธีคิดของผู้อื่น การโต้แย้งโดยใช้เหตุผล ใช้ภาษาในการอธิบายแนวคิดจากความเข้าใจของตนเอง วิเคราะห์ และวิจารณ์เกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งที่มีแนวคิดที่เหมือนและแตกต่างจากของตนเอง

ณัฐวรรณ ดาวนันท์ (2565) กล่าวว่า การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การสนทนาที่นักเรียนกล่าวขณะเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้ที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสนทนาแสดงวิธีคิดแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันเพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาร่วมกัน ปรับแก้ความคิด ให้คำแนะนำในจุดที่ผิด โดยอาศัยข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าร่วมกับการให้เหตุผล โดยพิจารณาจากการสื่อสารที่นักเรียนสื่อสารออกมาขณะจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น โดยการสื่อสารลักษณะต่างๆ นักเรียนจะต้องอธิบายโดยใช้ความรู้ความเข้าใจของตนเอง แล้วนำแนวคิดต่างๆ ที่ได้จากการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ไปสรุปเป็นความคิดของตนเอง พร้อมทั้งจดบันทึกลงในสมุดทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง และสร้างความตั้งใจที่จะเรียนรู้ในครั้งต่อไป

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสนทนาที่นักเรียนกล่าวขณะเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้ที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสนทนาแสดงวิธีคิดแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันเพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาร่วมกัน ปรับแก้ความคิด ให้คำแนะนำในจุดที่ผิด โดยอาศัยข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าร่วมกับการให้เหตุผล โดยพิจารณาจากการสื่อสารที่นักเรียนสื่อสารออกมาขณะจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง หมายถึง การเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ได้รับ และให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดนั้นถึงเป็นจริง

2. การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด หมายถึง การให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎีนิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือ

3. การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด หมายถึง การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่าย และให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดนั้นถึงแตกต่าง

4. การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น หมายถึง การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดนั้นถึงเป็นจริง

2. ประโยชน์ของการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

ชั้นเรียนคณิตศาสตร์ครูจะนำเสนอปัญหาตัวอย่างเล็กน้อยตามด้วยการยกตัวอย่างวิธีแก้ปัญหา ซึ่งแต่ละขั้นตอนของการยกตัวอย่างจะมีการโต้ตอบสั้นๆ ระหว่างครูกับนักเรียน (Stigler & Hiebert, 1999) อย่างไรก็ตามในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา นักการศึกษาคณิตศาสตร์มีการสังเกตและวิเคราะห์ จากการสนับสนุนให้ครูใช้การอภิปรายในชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ทำให้เกิดประโยชน์ ดังนี้ (NCTM, 2013)

1. การอภิปรายสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน

วัฒนธรรมในห้องเรียนที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนและครู นักเรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้จากงานที่นักเรียนได้ลงมือทำ และจากการมีส่วนร่วมในการเรียนของนักเรียน ซึ่งส่งผลต่อโอกาสทางการเรียนในห้องเรียน (Hiebert et al, 1996) เราเรียนรู้ผ่านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Lave & Wenger, 1991; Vygotsky, 1978) มุมมอง Vygotskian ตามที่ Gibbons (2006) พุดชี้ให้เห็นว่าการใช้ภาษาในการสื่อสารเป็นรากฐานของการเรียนรู้โดยเฉพาะการสื่อสารทางภาษาที่แสดงถึงการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ในระหว่างการเรียนการสอนเป็นการแสดงถึงปฏิสัมพันธ์กันระหว่างครูและนักเรียน ปฏิสัมพันธ์เหล่านี้ไม่เพียงกำหนดรูปแบบการพูดคุยของนักเรียน แต่ช่วยสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน (Gibbons, 2006) การอภิปรายสามารถเกิดขึ้นในกลุ่มย่อย หรือทั้งชั้นเรียน เมื่อเรามองห้องเรียนเป็นชุมชนของนักเรียนต้องจำไว้ว่าการโต้ตอบระหว่างกันของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่จำเป็นสำหรับการสร้างความเข้าใจ (Hiebert et al, 1996)

2. การอภิปรายสามารถสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นความสนใจของนักเรียนการสร้างแรงจูงใจและดึงดูดความสนใจของนักเรียน Middleton & Jansen (2011)แนะนำว่าครูควรพยายามให้นักเรียนมีส่วนร่วมด้วยวิธีการต่างๆ ในการสร้างองค์ความรู้ร่วมกันให้ได้มากที่สุดและหลากหลายวิธี เปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถาม สร้างทางเลือกในความคิดเห็นหรือแนวคิด ความคิดที่เป็นเพียง

สมมติฐาน หรือแม้กระทั่งการเริ่มต้นแก้ปัญหาที่ผิด เพราะการทำแบบนี้ นักเรียนจะรู้สึกสบายใจและกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ร่วมกันมองเห็นภาพพัฒนาความรู้ไปด้วยกัน ช่วยพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับวิชาคณิตศาสตร์และตัวนักเรียนกันคนอื่นๆ ในชั้นเรียนด้วย

3. การอภิปรายเป็นการสนับสนุนให้ครูทำความเข้าใจและประเมินความคิดของรูปแบบการโต้ตอบในชั้นเรียนบางอย่างส่งเสริมให้การคิดทางคณิตศาสตร์สูงกว่าการสอนในรูปแบบอื่นๆ (Herbel-Eisenmann & Breyfogle, 2005; Martens, 1999) และการตั้งคำถามที่มาจากความคิดของนักเรียนสามารถสร้างความรู้ที่มีคุณค่าแก่ครูเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Martino & Maher, 1999) หลักการสอนของ NCTM (2000) เริ่มต้นขึ้นด้วยคำกล่าวดังต่อไปนี้ "การสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพต้องเข้าใจสิ่งที่นักเรียนรู้และจำเป็นต้องเรียนรู้จากนั้นก็ท้าทายและสนับสนุนให้พวกเขาเรียนรู้ได้ดี" การอภิปรายเป็นกลยุทธ์ที่สามารถสนับสนุนให้ครูทำความเข้าใจกับสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้วและช่วยกำหนดสิ่งที่นักเรียนต้องเรียนรู้ในส่วนของภารกิจแนวคิดของนักเรียนในการอภิปรายสามารถใช้เป็นการประเมินเกี่ยวกับการสอนของตนเอง ครูจำเป็นต้องพัฒนาตนเองมากกว่าการสอนแบบผิวเผินที่เป็นการวิเคราะห์งานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ "ถูกหรือผิด" โดยเน้นที่วิธีการคิดของนักเรียนในการทำงานทางคณิตศาสตร์ มากกว่าการมุ่งเน้นไปที่ความเข้าใจผิดหรือข้อผิดพลาดเพียงอย่างเดียว ครูควรพยายามระบุข้อมูลเชิงลึกที่มีค่าของนักเรียนซึ่งสามารถที่จะนำไปพัฒนาต่อได้ เน้นงานทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการใช้เหตุผลและการคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ครูทำหน้าที่เก็บข้อมูลเพื่อประเมินนักเรียนอย่างต่อเนื่อง รวมถึงแนะนำนักเรียนไปสู่ความเข้าใจจนได้ รับความรู้ใหม่และสนับสนุนการทำงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4. การอภิปรายสามารถเปลี่ยนจากห้องเรียนที่มีครูเป็นจุดศูนย์กลางกลายเป็นห้องเรียนที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์เมื่อครูกำหนดรูปแบบของสื่อสารโดยผ่านการอภิปรายที่มีประสิทธิภาพ จะเป็นการเปลี่ยนจุดศูนย์กลางจากเดิม คือ ครูหรือหนังสือเรียนไปเป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้ของนักเรียน (Webel, 2010) อย่างไรก็ตามเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้ นักเรียนต้องตระหนักและสนใจที่จะเปลี่ยนบทบาทจากบทบาทเดิมของนักเรียนที่เป็นผู้อ่านหรือผู้ฟังเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการอภิปรายเพื่อให้เกิดประสิทธิผล นักเรียนต้องแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในชั้นเรียนนักเรียนต้องแลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างกันเพื่ออธิบายและให้เหตุผลเกี่ยวกับวิธีการของตนเอง และต้องตระหนักว่าการเรียนรู้ หมายถึง การเรียนรู้จากผู้อื่นใช้ประโยชน์จากความคิดของผู้อื่น รับฟังคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาของเพื่อนร่วมชั้น (Hieberst et al, 1997) เพื่อให้กลายเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องตั้งใจที่จะแลกเปลี่ยนและรับฟังกันและกันอย่างกระตือรือร้นนักเรียน (NCTM, 2013)

3. การจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

จากความหมายของการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ข้างต้น จะเห็นว่า การจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ที่จะช่วยให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียน โดย National Research Council (2002) ได้ระบุลักษณะของห้องเรียนที่จะทำให้เกิดการอภิปราย

1. ความคิดและวิธีการของนักเรียนเป็นสิ่งที่ครูควรให้ความสำคัญ
2. นักเรียนควรมีอิสระในการเลือกและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของวิธีการ
3. ครูควรคำนึงถึงความสำคัญของความผิดพลาดของนักเรียนว่าเป็นสิ่งที่มีค่าในการเรียนรู้เรื่องต่างๆ ที่ต้องแก้ไขสำหรับนักเรียนทุกคน

4. ครูควรให้ความสำคัญกับเหตุและผล

National Research Council (2002) กล่าวว่า ห้องเรียนดังกล่าว ครูมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนให้นักเรียนคิด ให้เหตุผล ทาคำตอบ อธิบายกับเพื่อน และครูช่วยทำให้ประเด็นทางคณิตศาสตร์ดำเนินไปสู่เป้าหมายหรือข้อสรุปหรือเชื่อมโยงข้อผิดพลาดต่างๆ ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง นักเรียนเป็นผู้ตอบคำถาม และครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจให้กับนักเรียนทุกคนภายในห้องเรียน แล้วร่วมกันหาข้อสรุปจากการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ และสรุปความรู้ที่ได้ในบทเรียนนั้น รวมถึงแก้ไขความเข้าใจที่ผิดพลาดของนักเรียนในบทเรียนนั้น เพื่อพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเชื่อว่านักเรียนทุกคนไม่ได้ต้องการแค่ให้ครูมาแสดงวิธีทำบนกระดานให้ดู แต่นักเรียนต้องการประสบการณ์ในการค้นคว้าหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิธีการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล และการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ถูกต้อง จึงได้ข้อเสนอแนะการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ดังนี้

1. เวลาส่วนใหญ่ในห้องเรียนควรเป็นการพัฒนาความคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์
2. การตั้งคำถามและการอภิปรายควรกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนเห็นความชัดเจนและความถูกต้องของคำตอบมากขึ้น
3. การสนทนาระหว่างกันของครูและนักเรียนนั้นไม่ควรจำกัดให้ตอบเฉพาะคำตอบเท่านั้น แต่ควรให้นักเรียนได้เสนอแนวคิดอภิปรายระหว่างกันเพื่อนำแนวคิดมาเชื่อมโยงกับปัญหาอื่นๆ การแสดงตัวแทนทางความคิด และแสดงวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้เหตุผลและมีการโต้แย้งกันเป็นต้น

4. แนวทางในการจัดการอภิปรายคณิตศาสตร์

สำหรับแนวทางในการจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ครูต้องคำนึงถึง จากถือว่าเป็นการสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้เหมาะสมกับการจัดการอภิปรายในคณิตศาสตร์ จากการศึกษาค้นคว้านั้นมีหลายที่ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้

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) การพูดเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพช่วยในการเพิ่มความจำที่
- 3) การพูดเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนใช้เหตุผลในการอธิบายความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น
- 4) การพูดเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนได้พัฒนาทางด้านการใช้ภาษา
- 5) การพูดเป็นการสนับสนุนพัฒนาทักษะทางด้านสังคม

Kersaint (2015) เสนอวิธีการที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งครูสามารถจัดระเบียบและจัดโครงสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ เพื่อเพิ่มการมีส่วนร่วมและสนับสนุนการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะช่วยสนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

1) การช่วยสนับสนุนให้นักเรียนทำงานร่วมกับผู้อื่นและฟังความคิดเห็น เช่น การที่นักเรียนได้เห็นครูถามคำถามเพื่อนก่อนที่จะถามตนเอง จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนขอความช่วยเหลือจากเพื่อนก่อนที่ครูจะถามตนเอง และครูสามารถแนะนำนักเรียนที่มีความเข้าใจเป็นอย่างดีเกี่ยวกับปัญหาแนวคิดหรือขั้นตอนวิธีการหาคำตอบให้นักเรียนคนอื่นๆ เพื่อที่นักเรียนจะสามารถไปปรึกษาเพื่อนก่อนจะมาปรึกษาครูได้

2) ให้นักเรียนทำงานอย่างอิสระก่อนที่จะแบ่งเป็นกลุ่มเล็กหรือกลุ่มใหญ่ นักเรียนต้องการเวลารวบรวมความคิดและเขียนสิ่งที่ตนเองทราบหรือไม่ทราบก่อนที่ตนเองจะได้รับแรงจูงใจทางความคิดจากนักเรียนคนอื่นๆ แล้วนักเรียนจะสามารถเปรียบเทียบแนวทางและวิธีแก้ปัญหาของตนเองกับแนวทางที่เพื่อนเสนอแนะในระหว่างการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

3) ใช้คำถามอย่างมีกลยุทธ์เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ได้โดยการตั้งคำถามที่กระตุ้นให้เกิดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และการโต้แย้ง เป็นกลยุทธ์ทางการพูด และคำถามที่ต้องการให้นักเรียน

เข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ 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) ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิด แนวทางนี้สามารถใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนที่หลากหลายครูจะให้เวลานักเรียนคิดอย่างอิสระ แล้วให้จับคู่กันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิด จากนั้น ครูจะเรียกกรวมเพื่อกลับมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนอีกครั้ง

5.2) กำหนดหมายเลข เมื่อนักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม 3-4 คนแต่ละคนสามารถกำหนดหมายเลขให้นักเรียนรู้ว่าสมาชิกคนใดคนหนึ่งในกลุ่มอาจถูกครูเรียกให้ตอบคำถามดังนั้นทุกคนจึงต้องมีความเข้าใจที่ตรงกัน

6) ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สร้างสรรค์ที่ให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน ครูสามารถใช้วิธีการต่างๆ ในการรวบรวมข้อมูลจากการทำงานของนักเรียนในชั้นเรียนที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประเมินความเข้าใจของตนเองและภายในกลุ่มได้ดังนี้

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

6.2) ตอบตามแห่งไม้ ครูเขียนชื่อนักเรียนแต่ละคนบนไม้ไอศกรีมหรือสิ่งของที่มีลักษณะคล้ายกันวางไม้ในภาชนะแล้วครูสุ่มเลือกนักเรียนโดยเลือกไม้

6.3) กำหนดระบบช่องทางการตอบคำถามในชั้นเรียนหรือใช้เครื่องมือดิจิทัลอื่นๆ เข้ามาช่วย ครูสามารถใช้ระบบช่องทางการตอบคำถามในชั้นเรียนเพื่อรวบรวมคำจากนักเรียนได้ทันที โดยขอให้นักเรียนตอบในเว็บไซต์โดยใช้การคลิกเว็บไซต์หรือข้อความและจะแสดงผลลัพธ์เป็นแผนภูมิ หรือกราฟจากวิธีการที่กล่าวมาข้างต้น จะทำให้ครูมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ทราบความเข้าใจ ของนักเรียน ตรวจสอบ และประเมินความเข้าใจ รวมถึงทราบถึงพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนได้ดีขึ้น และนักเรียนสามารถสะท้อนความเข้าใจของตนเองในขณะที่ทำความเข้าใจและ วิพากษ์วิจารณ์ความคิดของผู้อื่นในสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันภายในชั้นเรียน คณิตศาสตร์ (Gladis Kersaint, 2015)

5. เครื่องมือในการวิเคราะห์การอภิปรายทางคณิตศาสตร์

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

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองหรือ เป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นซึ่งกำลังเป็นที่พิจารณา

2. เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นการให้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองกับข้อกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างที่ นำเสนอมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่น ได้

3. หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) เป็นการนำเสนอข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพื่อ ประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นที่ยอมรับโดย หลักฐานนั้นอาจได้มากจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งข้อเท็จจริง หรือข้อมูลที่เป็นไปได้ เช่น สี กลิ่น รูปร่าง สถานะ เป็นต้น รวมถึงข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่ได้จาก การศึกษางานวิจัยหรือการทดลองอื่นที่มีผู้เก็บรวบรวมไว้แล้ว ทั้งนี้หลักฐานสนับสนุนเหตุผลจะต้องมา จากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หรือสามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดียวกับที่นำเสนอได้

4. ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) เป็นข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้ เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือเป็นการให้เหตุผลต่อ ข้อกล่าวอ้างจากมุมมองใหม่ๆ ที่ผู้นำเสนอข้อกล่าวอ้างไม่ได้กล่าวถึง หรือไม่ได้นำมาพิจารณาไว้ใน การนำเสนอข้อกล่าวอ้างในตอนแรก ทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง เป็นกระบวนการ ที่นำมาใช้เพื่อหาทางขจัดข้อผิดพลาดของข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้นในตอนแรก

5. การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) เป็นการโต้แย้งเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปจากข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือลดลงและตกไปในที่สุด โดยหาพยานหลักฐานและการให้เหตุผลที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่ามาสนับสนุน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ (2564) ได้ให้เสนอสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 6 สมรรถนะ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยประกอบไปด้วย การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารและนำเสนอทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสร้างข้อสรุปทั่วไปและขยายแนวคิด การคิดสร้างสรรค์ และการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีในการเรียนรู้ โดยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์รายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเองได้อย่างสมเหตุสมผลโดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ
2. รับฟัง พิจารณาแนวคิดของผู้อื่นหรือข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ประกอบการตัดสินใจเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งอย่างเหมาะสม
3. ตระหนักถึงความจำเป็นและความสำคัญในการให้เหตุผล

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์โดยประยุกต์จากแนวคิดของ Lin & Mintzes (2010) และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ (2564) มาสร้างเกณฑ์รูบรีค เพื่อวิเคราะห์ทักษะการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจน 2 วิธี

ตาราง 2 (ต่อ)

ความสามารถใน การอภิปราย ทางคณิตศาสตร์	ระดับ คะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การเสนอแนวคิด และการให้เหตุผล สนับสนุนแนวคิด	3 (ดี)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้ เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบ การอธิบายแนวคิดได้อย่างชัดเจน 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ แต่ยังไม่ให้เหตุผล สนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบาย แนวคิดไม่ได้
	1 (ปรับปรุง)	เสนอแนวคิดไม่ตรงกับที่ปัญหาที่ได้รับหรือเสนอแนวคิด ไม่ได้
การให้หลักฐาน สนับสนุนแนวคิด	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือ ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมี ความถูกต้องได้ 2 วิธี
	3 (ดี)	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือ ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมี ความถูกต้องได้ 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือ ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดได้แต่ ไม่มีความถูกต้อง
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมี ความถูกต้องได้
การโต้แย้งแนวคิด ที่แตกต่างและให้ เหตุผลสนับสนุน การโต้แย้งแนวคิด	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของ อีกฝ่ายได้ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้ง แนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้อย่าง ถูกต้อง 2 วิธี

ตาราง 2 (ต่อ)

ความสามารถในการ อภิปราย ทางคณิตศาสตร์	ระดับ คะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การโต้แย้ง แนวคิดที่แตกต่าง และให้ เหตุผล สนับสนุนการ โต้แย้งแนวคิด	3 (ดี)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูล ของอีกฝ่ายได้ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุน การโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบ การอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใด แนวคิดถึงแตกต่างได้อย่างถูกต้อง 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูล ของอีกฝ่ายได้ และไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุน การโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบ การอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใด แนวคิดถึงแตกต่างได้
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูล ของอีกฝ่ายได้ และไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุน การโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบ การอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึง แตกต่างได้
การให้เหตุผล สนับสนุนแนวคิด ของผู้อื่น	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ของผู้อื่น ได้ถูกต้อง 2 วิธี
	3 (ดี)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ของผู้อื่น ได้ถูกต้อง 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ของผู้อื่นได้แต่ไม่ตรงประเด็น
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ของผู้อื่น ได้ถูกต้อง

6. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา	-
ขั้นตอนที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น	-
ขั้นตอนที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์	- การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง
ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์	- การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด
ขั้นตอนที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	- การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด
ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์	- การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น

ตารางข้างต้น ผู้วิจัยได้แสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหาในโลกจริง โดยการอ่าน ตีความ และสรุปใจความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาให้เข้าใจง่าย มีการระบุข้อมูล ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหานั้น มีการจัดการแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา โดยต้องมีการค้นหา หรือระบุข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด พร้อมทั้งระบุข้อมูลที่โจทย์ต้องการได้ครบถ้วน

ขั้นตอนที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อกำหนดตัวแปร/สมมติฐาน/ขอบเขต และ/หรือ ข้อมูลที่สำคัญต่อการดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการระบุสาเหตุของปัญหาหรือตั้งคำถามในสถานการณ์นั้น สามารถสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

ขั้นตอนที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เป็นการพิจารณา วิเคราะห์ปัญหา แปลงสถานการณ์ปัญหา ให้อยู่ในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถเป็นแนวคิดหรือวิธีการในการแก้สถานการณ์ปัญหานั้น นักเรียนสามารถหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เป็นการพิจารณาหลากหลายวิธี โดยประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง การวัดความยาว ในการพิจารณาหาแนวคิดหรือวิธีในการแก้ปัญหา โดยการเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น

ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ และ ขั้นตอนที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการอภิปรายผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา แล้วพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ และดำเนินการตรวจสอบทบทวนกระบวนการทั้งหมด ซึ่งขั้นตอนที่ 4 และ 5 จะทำให้นักเรียนสามารถประเมินและตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหที่ดีที่สุด พร้อมทั้งตรวจสอบคำตอบที่ได้ระบุเหตุผล หลักการทางคณิตศาสตร์ได้ครบถ้วน ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนอภิปรายในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีการเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์ เป็นการสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบผลลัพธ์ การทำซ้ำเพื่อยืนยันข้อสรุป และปรับปรุงแก้ไข สามารถหาคำอธิบายถึงการแก้โจทย์ปัญหานั้นและสามารถนำวิธีการแก้ปัญหที่เหมาะสมที่สุดไปใช้ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนอภิปรายปรับปรุงแก้ไขการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้องสามารถหาวิธีการแก้ปัญหที่เหมาะสมที่สุดไปใช้ จากการเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

สิรินทิพย์ ญาณะพันธ์ (2564) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก สำหรับนักเรียนชนเผ่าลาหู่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น 3) การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ 4) การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ 5) การแปลความหมายและการตรวจสอบความเหมาะสม 6) การนำเสนอ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเข้าใจปัญหาและเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหารวมไปถึงการตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาได้ และสามารถพัฒนาความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มได้

พงศกร วังศิลาและคณะ (2561) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้น พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดละเอียดลออ ความอยากรู้อยากเห็น ความคิดริเริ่ม และจินตนาการ

สกล ตั้งเก้าสกุล และอัมพร ม้าคนอง (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น เน้นการนำเสนอสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาในชีวิตมาเป็นสถานการณ์ปัญหา ให้นักเรียนได้คิดและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและนำไปสู่การแก้ปัญหา 2) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ คณิตศาสตร์ระหว่างการทดลองและหลังการทดลองสูงกว่า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสูงกว่า ระหว่างการทดลอง หลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ 70% และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Brunet Biarnes, M. & Albarracin, L. (2022) ได้ศึกษาสำรวจกระบวนการเจรจาเมื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา Fermi ในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในระดับประถมศึกษา ที่ทำกิจกรรมการสร้างแบบจำลองในกลุ่มที่มีปัญหา Fermi ซึ่งใช้เป็นกิจกรรมการสร้างแบบจำลอง จุดเน้นของการศึกษาคือการสำรวจว่านักเรียนพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา Fermi ในกลุ่ม ข้อมูลที่

รวบรวมส่วนใหญ่มาจากการสนทนากลุ่ม แม้ว่าจะมีการพิจารณาผลงานของนักเรียนด้วย โดยผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าปัจจัยต่างๆ สามารถมีอิทธิพลต่อการทำงานกลุ่ม และการพัฒนาแบบจำลองนั้นขึ้นอยู่กับนักเรียนคนหนึ่งแนะนำแบบจำลองเริ่มต้น จากนั้นผ่านการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับสมาชิกกลุ่มคนอื่นๆ แบบจำลองได้รับการปรับปรุงเพื่อพัฒนากลยุทธ์ที่มั่นคงซึ่งเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

Erath, K. (2018) ได้ศึกษาความสามารถทางวาทกรรมเป็นส่วนสำคัญของความสามารถทางภาษาวิชาการในห้องเรียนคณิตศาสตร์ กรณีอธิบายเพื่อเรียนรู้และการเรียนรู้เพื่ออธิบาย ผลการวิจัยพบว่า การอธิบายเป็นสื่อสำหรับการเรียนรู้ เนื่องจากโรงเรียนไม่สามารถคิดได้โดยไม่ต้องสื่อสาร ในทางกลับกันนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นยังคงอยู่ในกระบวนการเรียนรู้ภาษาและยังคงเรียนรู้วิธีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น นักเรียนจึงเรียนรู้ที่จะอธิบายในห้องเรียนคณิตศาสตร์ การศึกษาเชิงประจักษ์นี้มุ่งเน้นไปที่คำถามโดยรวมว่าความสามารถในการอภิปรายการมีส่วนร่วมในวาทกรรมในห้องเรียน และโอกาสในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อจุดประสงค์นั้น แนวทางการวิเคราะห์วาทกรรมเชิงโต้ตอบถูกนำมาใช้กับการวิจัยการศึกษาคณิตศาสตร์และประสานงานกับมุมมองเชิงปฏิสัมพันธ์-Epistemic จากการศึกษาคณิตศาสตร์ ความเกี่ยวข้องของการอธิบายถูกแสดงให้เห็นในทางทฤษฎีและเชิงประจักษ์ และคำอธิบายได้รับ การอธิบายว่าความสามารถในการอภิปรายที่จำกัดและการมีส่วนร่วมทางญาณวิทยาที่จำกัด

Awsaf Abdulla Alwarsh. (2018) ได้ศึกษาการอภิปรายทางคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญเมื่อใช้วิธี TTPS เพื่อเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระหว่างการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ใน TTPS นักเรียนจะแบ่งปันกลยุทธ์การแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลอย่างมีเหตุผลและประเมินสิ่งที่สมเหตุสมผลทางคณิตศาสตร์ สิ่งนี้ช่วยให้นักเรียน เชื่อมโยงและเปรียบเทียบกลยุทธ์และวิธีแก้ปัญหากับกลยุทธ์และวิธีแก้ปัญหของเพื่อนอธิบายแนวทางปฏิบัติในการสอนที่สำคัญสำหรับการอำนวยความสะดวกในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์อย่างมีจุดมุ่งหมายที่จะทำเมื่อใช้แนวทาง TTPS แนวทางปฏิบัติเหล่านี้เกี่ยวข้องกับบรรทัดฐานทางสังคมศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถพิสูจน์ผลงานของตน เคลื่อนไหวพูดคุยเพื่อให้มองเห็นความคิดของนักเรียน และวางแผนการอภิปรายล่วงหน้าเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่อิงจากการสอบถาม การอำนวยความสะดวกในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพเป็นทักษะการสอนที่จำเป็นซึ่งมีผลกระทบอย่างมากต่อคุณภาพ ของคำสั่งทางคณิตศาสตร์ บทความนี้ให้การสนับสนุนที่จำเป็นสำหรับ ครูคณิตศาสตร์เพื่อใช้การอภิปรายใน TTPS อย่างชำนาญ

Groth (2015) ได้ศึกษาผลของการใช้โมเดลของสไตน์ เพื่อสนับสนุนการอภิปรายทางสถิติโดยตัวอย่างในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้องที่ได้รับจัด

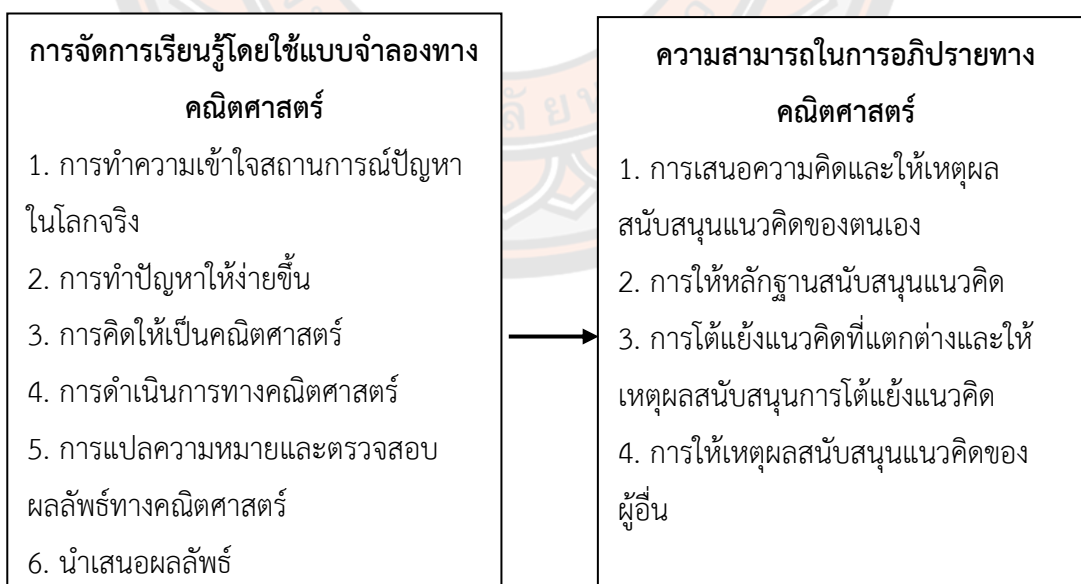
กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โมเดลของสไตน์ กับห้องที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ห้องที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โมเดลของสไตน์นั้น นักเรียนมีความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สามารถวิเคราะห์เชื่อมโยงความคิดหลากหลาย มีความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการศึกษาวิจัยในประเทศและวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องดังกล่าว จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านสถานการณ์ปัญหาในบริบทชีวิตจริงที่มีความสัมพันธ์กับนักเรียน สร้างสมมติฐานที่นำไปสู่การแก้ปัญหา แปลงสถานการณ์ปัญหาเป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่ง่ายต่อการแก้ปัญหา อธิบายตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ จะช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ทำให้นักเรียนได้ค้นพบและแก้ปัญหาด้วยตนเองจากหัวข้อหรือสถานการณ์ปัญหา โดยมีการขยายความคิดของตนเองให้กว้างและลึกขึ้นผ่านการอภิปรายเป็นกลุ่มได้เป็นอย่างดี

กรอบแนวคิดการวิจัย

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม



บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษา เรื่องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

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

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (2000 อ้างอิงใน สิริรักษา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149-152) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ใน 4 วงจร ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) คือ ขั้นการเตรียมการของผู้วิจัยทุกประเด็นที่จะทำการปฏิบัติ รวมทั้งกิจกรรมที่จะดำเนินการวิจัยให้บรรลุผลในวงจรปฏิบัติการนั้น 2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) คือ ขั้นตอนของการลงมือกระทำการวิจัยที่ได้เตรียมไว้ โดยปฏิบัติไปตามขั้นตอนกิจกรรมที่กำหนดไว้ 3) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) คือ ขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล สิ่งที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) คือ ขั้นตอนการสะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติงาน โดยทั้ง 4 ขั้นตอน มีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 3 วงจร โดยผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจรปฏิบัติมาสะท้อนผล เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป จนครบจำนวนวงจรที่กำหนด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1. สำรวจสภาพปัญหาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ควรได้รับการแก้ไข โดยผู้วิจัยได้สังเกตและวิเคราะห์ความสามารถในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนและวิเคราะห์ถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและสาเหตุ

2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ และเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในชั้นเรียน

3. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

4. วางแผนและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

5. เตรียมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ได้แก่ จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ และเครื่องมือวัดผลและประเมินผล

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผู้วิจัยจะดำเนินการในวงจรปฏิบัติการโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการละ 1 แผน จนครบทั้ง 3 แผน หรือ 3 วงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ทำการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งบันทึกวิดีโอระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ประกอบการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และประเมินใบกิจกรรมของนักเรียนพร้อมทั้งมอบหมายให้นักเรียนทำใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ประเมินความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และเทปบันทึกผลการจัดการเรียนรู้มาทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผู้วิจัยจะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และวิเคราะห์ผลเพื่อนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เป็นแบบวงจร โดยการทำซ้ำไปจนครบทั้ง 3 แผน หรือ 3 วงจร แล้วผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัยในลำดับต่อไป ซึ่งวงจรทั้งหมด 3 วงจรแบ่งได้ดังนี้

วงจรถ้า 1 แผนการจัดการเรียนรู้อันที่ 1 เรื่อง การวัดความยาวเป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร
เมตรและเซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร

วงจรถ้า 2 แผนการจัดการเรียนรู้อันที่ 2 เรื่อง การเปรียบเทียบโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่าง
หน่วยความยาว

วงจรถ้า 3 แผนการจัดการเรียนรู้อันที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาการวัดความยาว

ผู้เข้าร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนขนาดเล็ก
แห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 6 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวิจัยในแต่ละข้อ
ดังตารางที่ 4

ตาราง 4 แสดงจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
1. ศึกษาการจัดการเรียนรู้อันที่ใช้แบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถใน การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 3	แผนการจัดการเรียนรู้อันที่ใช้แบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้อันใช้เวลาทั้งหมด 9 ชั่วโมง แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้อัน
2. ศึกษาความสามารถในการอภิปรายทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อันที่ใช้แบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว	แบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทาง คณิตศาสตร์

1. ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้อันที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริม
ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 3 โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้อันที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว

จำนวน 3 แผน โดยผู้วิจัยได้สร้างปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา เรื่อง การวัดความยาวให้มี
ความน่าสนใจ มีแนวคิดที่แปลกใหม่และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน รวมทั้งหมด 9 ชั่วโมง โดยใช้
เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 3 สัปดาห์ มีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการ
เรียนรู้ ดังนี้

1.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน โดยศึกษาคำอธิบาย
รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การวัดความยาว เนื้อหา ตัวชี้วัด และสาระ
การเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล

1.1.2 ศึกษาคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และแนวทาง
การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.1.3 ศึกษาแนวคิด หลักการ และกระบวนการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.1.4 ศึกษาความหมาย องค์ประกอบและการประเมินผลที่เกี่ยวข้องกับ
ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว จำนวน 3 แผน และใบกิจกรรม
ที่เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 9 ชั่วโมง
ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	เนื้อหา	สถานการณ์	จำนวน (ชม.)
1	1	การวัดความยาวเป็นกิโลเมตร และเมตร	ระยะทางของใคร ยาวกว่า	3
2	2	เปรียบเทียบความยาวโดยใช้ ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วย ความยาว	เดินทางไกล	2
3	3	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว	เส้นทางไหนใกล้ ที่สุด	4
รวม				9

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียด ดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. สาระสำคัญ
4. สาระการเรียนรู้แกนกลาง
5. กิจกรรมการเรียนรู้
 - 5.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
 - 5.2 ขั้นจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
 - 5.2.1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา
 - 5.2.2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น
 - 5.2.3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
 - 5.2.4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์
 - 5.2.5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
 - 5.2.6 การนำเสนอผลลัพธ์
 - 5.3 ขั้นสรุปบทเรียน
6. สื่อการเรียนรู้
7. แหล่งการเรียนรู้
8. การวัดและประเมินผล

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 3 แผน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์	จำนวน 1 ท่าน
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา	จำนวน 1 ท่าน
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน	จำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผลโดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิ์ท

(Likert) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ลงความเห็นในแบบประเมิน มีเกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน	5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้คะแนน	4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน	3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้คะแนน	2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนน	1 คะแนน

หลังจากนั้นนำผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละด้านที่ประเมิน แล้วนำไปเทียบเกณฑ์การแปลความหมาย (รัตนะ บัวสนธ์, 2556) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
4.50 - 5.00	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.50 - 4.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
2.50 - 3.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
1.50 - 2.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
1.00 - 1.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน คือ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.69 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวม เท่ากับ 0.09 ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุดและสามารถนำไปใช้ได้ โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แสดงในภาคผนวก ข

1.1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยสามารถสรุปประเด็นในการปรับแก้

1.1.8 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ต่อไป

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยบันทึกประเด็นปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการถัดไป โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.2.1 กำหนดขอบเขตการบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยมีลักษณะเป็นแบบเขียนบันทึก ประเด็นตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาและตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับประเด็นการสะท้อนผล ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน

1.2.4 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการ บันทึกข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้งต่อไป นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้บันทึกวิดีโอระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมใน การวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ ในกรณีที่การสังเกตและการสะท้อนผลไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

2. การศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

2.1 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อเป็นเครื่องมือในการ เก็บรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ โดยแต่ละใบกิจกรรม มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.1.1 ศึกษากรอบโครงสร้างการประเมินความสามารถในการอภิปรายทาง คณิตศาสตร์

2.1.2 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์

2.1.3 ศึกษาเนื้อหาทฤษฎีคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การวัดความ ยาวจากนั้นทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อสร้างเป็นกรอบแนวคิดซึ่งนำไปสู่การสร้างสถานการณ์ ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทของชีวิตจริง

2.1.4 ออกแบบและสร้างใบกิจกรรมที่มีข้อคำถามให้สอดคล้องกับองค์ประกอบ รายด้านของความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบ

2.1.5 พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก จำแนกตามระดับคะแนน ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 4 ระดับ ดังตาราง 6

2.1.6 นำใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด 3 ท่าน เพื่อ

ประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรม ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน

2.1.7 ปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมของนักเรียนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.1.8 จัดทำใบกิจกรรมฉบับสมบูรณ์

ตาราง 6 แสดงเกณฑ์ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ประกอบใบกิจกรรม

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจน 2 วิธี
	3 (ดี)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิดได้อย่างชัดเจน 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ แต่ยังไม่ให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายแนวคิดไม่ได้
	1 (ปรับปรุง)	เสนอแนวคิดไม่ตรงกับที่ปัญหาที่ได้รับหรือเสนอแนวคิดไม่ได้
การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้ 2 วิธี
	3 (ดี)	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้ 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดได้แต่ไม่มีความถูกต้อง

ตาราง 6 (ต่อ)

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้
การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้อย่างถูกต้อง 2 วิธี และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบกรอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
	3 (ดี)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้อย่างถูกต้อง 1 วิธี และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบกรอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
	2 (พอใช้)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบกรอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบกรอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ได้ถูกต้อง 2 วิธี
	3 (ดี)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ได้ถูกต้อง 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่นได้แต่ไม่ตรงประเด็น

ตาราง 6 (ต่อ)

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ได้อย่างถูกต้อง

2.2 แบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ผู้วิจัยสังเกตนักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้เป็นรายกลุ่ม จดบันทึกบรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในแต่ละวงจรหรือแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นอย่างไร มีความเหมาะสมหรือไม่ สามารถช่วยส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่อย่างไร และมีข้อเสนอแนะในการแก้ไขหรือปรับปรุงอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้เพื่อสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 4 องค์ประกอบ โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง การวัดความยาวเพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และสถานการณ์ปัญหาสำหรับวัดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ จากนั้น ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อสร้างเป็นกรอบแนวคิดซึ่งนำไปสู่สถานการณ์ปัญหาที่ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

2.1.2 สร้างแบบสังเกตการณ์อภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนใน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การเสนอแนวคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง 2) การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด 3) การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด 4) การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น

2.1.3 สร้างแบบสังเกตการณ์อภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการบันทึกข้อมูลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบสังเกตการณ์อภิปรายทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดของ Lin & Mintzes (2010) มาสร้างเป็นเกณฑ์รูปรีค เพื่อวิเคราะห์ความสามารถการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างถูกต้องอย่างชัดเจน 2 วิธี
	3 (ดี)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิดได้อย่างถูกต้องอย่างชัดเจน 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ แต่ยังไม่ให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายแนวคิดไม่ได้
	1 (ปรับปรุง)	เสนอแนวคิดไม่ตรงกับที่ปัญหาที่ได้รับหรือเสนอแนวคิดไม่ได้
การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้ 2 วิธี
	3 (ดี)	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้ 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดได้แต่ไม่มีความถูกต้อง
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้

ตาราง 7 (ต่อ)

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้อย่างถูกต้อง 2 วิธี และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
	3 (ดี)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้อย่างถูกต้อง 1 วิธี และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
	2 (พอใช้)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ได้ถูกต้อง 2 วิธี
	3 (ดี)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ได้ถูกต้อง 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่นได้แต่ไม่ตรงประเด็น
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ได้อย่างถูกต้อง

2.1.4 นำแบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับการประเมินแผนการจัดการ
เรียนรู้ที่กล่าวไว้ข้างต้น เพื่อพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้

2.1.5 ปรับปรุงแบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของ
ผู้เชี่ยวชาญ

2.3 แบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบอัตนัย
จำนวน 3 สถานการณ์ รวมทั้งหมด 3 ข้อ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นให้มีความสอดคล้องกับความสามารถใน
การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ และมีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

2.3.1 ศึกษาเอกสารและวิเคราะห์ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด
ความยาว

2.3.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบแล้ว
กำหนดแนวทางในการสร้างข้อคำถามในแบบทดสอบ

2.3.3 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวัด
ความยาว จำนวน 3 สถานการณ์ รวมทั้งหมด 3 ข้อ ดังตาราง 8 โดยใช้เกณฑ์การประเมินและเกณฑ์
การให้คะแนนดังตาราง 9

ตาราง 8 แสดงการสร้างแบบทดสอบความสามารถในอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด
ความยาว

สถานการณ์	เนื้อหา	สร้าง (ข้อ)	ความสามารถใน การอภิปรายทางคณิตศาสตร์			
			การเสนอ ความคิด และให้ เหตุผล สนับสนุน แนวคิด ของตนเอง	การให้ หลักฐาน สนับสนุน แนวคิด	การ โต้แย้ง แนวคิดที่ แตกต่าง และให้ เหตุผล สนับสนุน การ โต้แย้ง แนวคิด	การให้ เหตุผล สนับสนุน แนวคิด ของผู้อื่น
1	การวัดความยาว เป็นกิโลเมตรและ เมตร	1	✓	✓	✓	✓
2	เปรียบเทียบความ ยาว โดยใช้ ความสัมพันธ์ ระหว่างหน่วย ความยาว	1	✓	✓	✓	✓
3	โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับความยาว	1	✓	✓	✓	✓
	รวม	3				

ตาราง 9 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจน 2 วิธี
	3 (ดี)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิดได้อย่างชัดเจน 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ แต่ยังไม่ให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายแนวคิดไม่ได้
	1 (ปรับปรุง)	เสนอแนวคิดไม่ตรงกับที่ปัญหาที่ได้รับหรือเสนอแนวคิดไม่ได้
การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้ 2 วิธี
	3 (ดี)	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้ 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดได้แต่ไม่มีความถูกต้อง
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้

ตาราง 9 (ต่อ)

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้อย่างถูกต้อง 2 วิธี และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
	3 (ดี)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้อย่างถูกต้อง 1 วิธี และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
	2 (พอใช้)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ได้ถูกต้อง 2 วิธี
	3 (ดี)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ได้ถูกต้อง 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่นได้แต่ไม่ตรงประเด็น
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ได้ถูกต้อง

2.3.4 นำแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวไว้ข้างต้น เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ความตรงเชิงเนื้อหา และเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ พบว่า มีค่าเฉลี่ย IOC ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไปทุกข้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ โดยผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์แสดงในภาคผนวก ค

2.3.5 ปรับปรุงแบบทดสอบการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

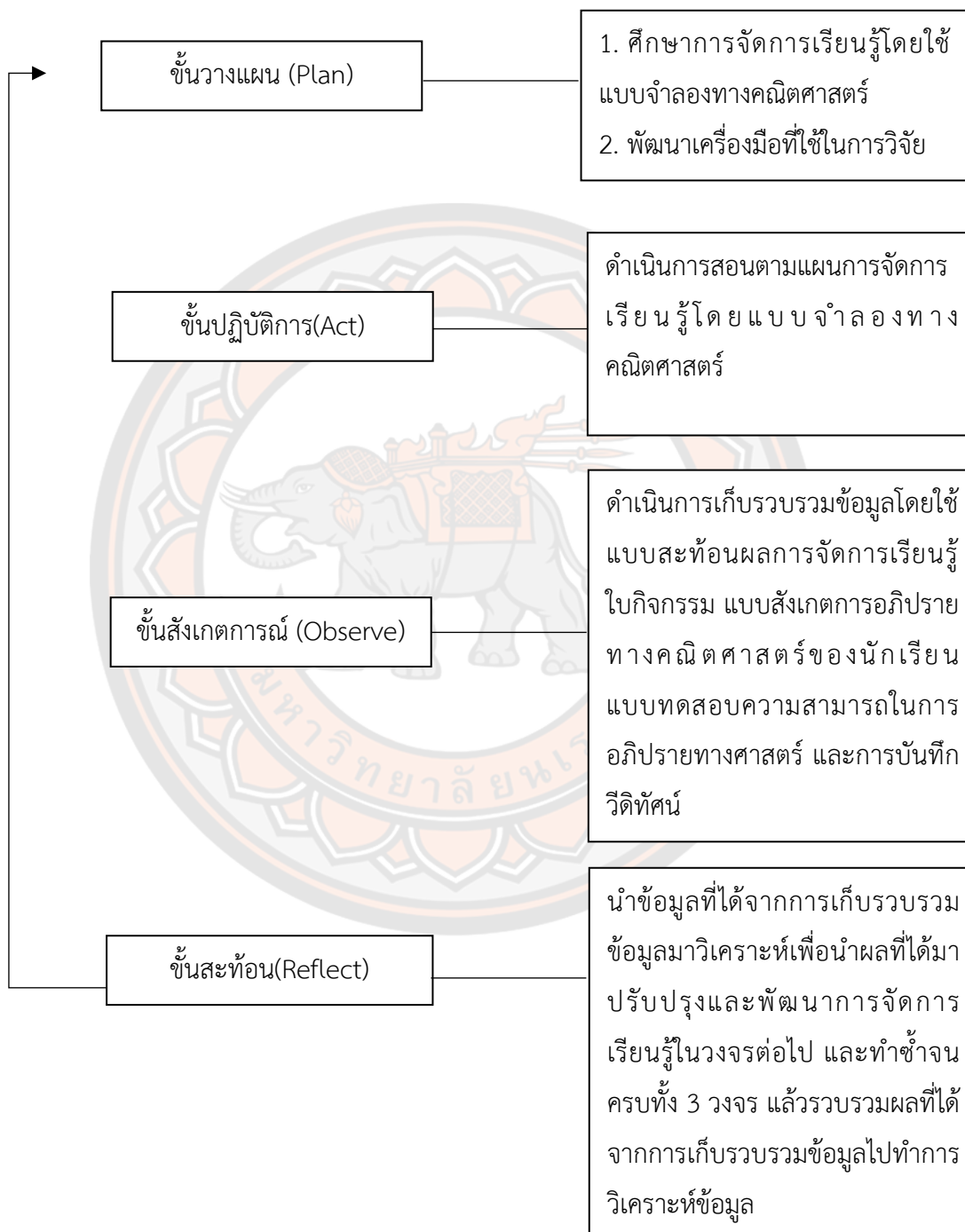
2.3.6 จัดทำแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์



ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งได้ดำเนินการตามขั้นตอน

ดังภาพ 5



ภาพ 5 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาแนวทางและผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ใช้เวลาในการทำวิจัย 11 ชั่วโมง มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนในชั่วโมงปกติของโรงเรียน โดยใช้เวลาการจัดการเรียนรู้ 9 ชั่วโมง
3. สังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ครูประจำการจะร่วมกันสังเกตนักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เพื่อสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 4 องค์กรประกอบ
4. หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 2 ชั่วโมง
5. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ผลเชิงคุณภาพ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน เพื่อตอบคำถามวิจัยทั้ง 2 ข้อ ได้แก่

คำถามข้อที่ 1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ควรเป็นอย่างไร

คำถามข้อที่ 2 ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 โดยเครื่องมือวิจัยที่ใช้ ได้แก่ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยสังเกตการจัดการเรียนรู้ จะถูกนำมาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้มี การวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องมือ ดังนี้

1. คัดแยกข้อมูลที่เป็นประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการจัดการเรียนรู้และสามารถนำมาใช้ตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ได้
2. จัดเรียงข้อมูลการสะท้อนผล โดยนำมาเรียงเป็นขั้นตอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนจะแบ่งข้อมูลออกเป็น

2 ส่วน คือ 1) ส่วนที่ผู้วิจัยพบว่ามีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ 2) ส่วนที่ผู้วิจัยพบว่าเกิดปัญหา ซึ่งจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป

3. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากครูประจำการ วิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา และสรุปสิ่งที่เป็นปัญหา รวมทั้งข้อเสนอแนะที่จะนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไปให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

4. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนทั้งหมดมาสรุปเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับสภาพจริงที่ ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

5. ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตรวจสอบสามเส้า ด้านแหล่งข้อมูล (Resource triangulation) แบบใช้เครื่องมือมากกว่าหนึ่งชนิด (Method triangulation) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูประจำการ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลในประเด็นเดียวกัน จากเครื่องมือวิจัยที่แตกต่างกัน แล้วสรุปว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ ส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ควรเป็นอย่างไร

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 โดยเครื่องมือวิจัยที่ใช้ ได้แก่ แบบสังเกตการณ์อภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน แบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางศาสตร์ และการบันทึกวีดีโอ โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยถอดบทสนทนาจากการบันทึกวีดีโอขณะการจัดการเรียนรู้หลังจากดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจร

2. ผู้วิจัยอ่านบททวนวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากแบบสังเกตการณ์อภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด

3. ผู้วิจัยนำบทสนทนาที่ได้จากการถอดวีดีโอของแต่ละวงจรมาจัดกลุ่มบทสนทนาที่ได้ตามความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การเสนอเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง 2) การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด 3) การโต้แย้งแตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด 4) การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น

4. ผู้วิจัยนำบทสนทนาของแต่ละวงจรถัดกลุ่มตามความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์แยกแต่ละวงจรถัดกลุ่มว่าบทสนทนาเป็นระดับใดตามความสามารถที่นำมาใช้ตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ได้แสดงออกของนักเรียน แล้วอธิบายภาพรวมของความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนนั้นๆ

5. ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์แต่ละวงจรมาวิเคราะห์ความแตกต่าง และเขียนบรรยายเป็น ความเรียงของการเปลี่ยนแปลงในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

6. ผู้วิจัยตรวจคำตอบแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และให้ คะแนนแบบแยกประเด็น (Analytic Rubrics) (Merter, 2001) ตามองค์ประกอบของความสามารถ ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ 1) การเสนอความเหตุผลสนับสนุนแนวคิด ของตนเอง 2) การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด 3) การโต้แย้งแตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการ โต้แย้งแนวคิด 4) การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 4 (ดีเยี่ยม) 3 (ดี) 2 (พอใช้) และ 1 (ปรับปรุง) โดยใช้แนวคิดของ Lin & Mintzes (2010) ดังตารางที่ 9

7. ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตรวจสอบสามเส้า ด้าน แหล่ง ข้อมูล (Resource triangulation) แบบ ใช้ เครื่องมือ มากกว่าหนึ่งชนิด (Methodtriangulation) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสังเกต การอภิปรายทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางศาสตร์ เพื่อพิจารณา ความสอดคล้องของข้อมูลในประเด็นเดียวกันจากเครื่องมือวิจัยที่แตกต่างกัน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (บุญชม ศรี สะอาด, 2554)

ค่าร้อยละ คำนวณได้จากสูตร

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P หมายถึง ร้อยละ

f หมายถึง ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ

N หมายถึง จำนวนความถี่ทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลวิจัยการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ในการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน แผนละหนึ่งวงจรปฏิบัติการ รวมจำนวนทั้งสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 9 ชั่วโมง แต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การวัดความยาวเป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตรและเซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1. การเตรียมแผนการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ และตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) รายวิชา ค 13101 คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียน

ที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การวัดความยาวประกอบด้วย 3 เรื่องย่อย ได้แก่ การวัดความยาวเป็นมิลลิเมตรและเซนติเมตร เมตรและเซนติเมตร เมตรและกิโลเมตร การเปรียบเทียบโดยใช้ระหว่างความสัมพันธ์หน่วยความยาว โจทย์ปัญหาการวัดความยาว โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การวัดความยาวเป็นมิลลิเมตรและเซนติเมตร เมตรและเซนติเมตร เมตรและกิโลเมตร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การเปรียบเทียบความยาวโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์

2. การเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเอกสารโดยจำแนกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เอกสารสำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ส่วนที่ 2 เอกสารสำหรับครูผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ส่วนที่ 3 เอกสารสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัยหรือนักเรียน ประกอบด้วย ใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

3. การเตรียมสถานที่หรือห้องเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นลักษณะกิจกรรมกลุ่มกลุ่มละ 2 คน ซึ่งจะให้นักเรียนนั่งทำกิจกรรมเป็นกลุ่มตามแผนการจัดการเรียนรู้ และในช่วงท้ายกิจกรรมตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้จัดเตรียมการบันทึกวิดีโอโดยใช้เครื่องบันทึกจำนวน 1 เครื่อง โดยตั้งไว้ด้านหลังห้องเรียน 1 เครื่อง กระดานไวท์บอร์ดและโทรทัศน์ เพื่อใช้ในการนำเสนอหัวข้อการเรียนรู้หรือสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่นำเสนอเขียนอธิบายแนวคิดของกลุ่มตนเอง เพื่อให้ครูใช้สรุปแนวคิดและสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้สำหรับเอกสารที่เป็นใบกิจกรรม

ผู้วิจัยได้ออกแบบสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง พร้อมทำภาพประกอบสถานการณ์เพื่อดึงดูดความสนใจให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถเข้าถึงสถานการณ์ได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับนักเรียน เพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ(Action)

ขั้นปฏิบัติการเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวเป็นมิลลิเมตรและเซนติเมตร เมตรและเซนติเมตร เมตรและกิโลเมตร ใช้ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้ เรื่องการวัดความยาว สนทนาเกี่ยวกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันโดยยกสถานการณ์การวิ่งของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 รอบบึงแห่งหนึ่งตามระยะทางและร่วมกันอภิปรายถึงระยะทางตามภาพ จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนออกมารับเอกสารใบกิจกรรมสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยเริ่มต้นด้วยการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงจากใบกิจกรรมที่ 1 สถานการณ์ “ระยะทางของใครยาวกว่า” นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาพร้อมกัน จากนั้นนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา โดยผู้วิจัยเป็นผู้ใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับโจทย์ถามอะไร โจทย์บอกอะไรมาให้บ้างจากสถานการณ์ปัญหา จากนั้นให้นักเรียน ตอบคำถามใบกิจกรรมที่ 1 สถานการณ์ “ระยะทางของใครยาวกว่า” ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์จากใบกิจกรรมที่ 1 ดังภาพ 6

ในช่วงปิดเทอมมาลีและมีนาเดินทางไปทำกิจกรรมต่างๆ มีเหตุการณ์เกิดขึ้นดังนี้

1. มาลีเดินทางจากบ้านไปเล่นของเล่นที่สนามเด็กเล่นเป็นระยะทาง 3 กิโลเมตร
2. มีนาเดินทางจากบ้านไปว่ายน้ำ เป็นระยะทาง 2,300 เมตร

จากข้อมูลข้างต้น “มีนามีระยะทางเดินมากกว่ามาลี” นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความข้างต้นหรือไม่ จึงให้เหตุผลประกอบคำตอบ และหลักฐานประกอบเหตุผล

The diagram illustrates a winding road connecting five locations. From top to bottom, the locations are:

- Isonoi**: Represented by a house icon.
- Sonnam**: Represented by a bus icon.
- Isonoi**: Represented by a swimming pool icon.
- Anan**: Represented by a house icon. Text below: มาลีเดินทางไปเล่นของเล่นที่สนามเด็กเล่น เป็นระยะทาง 3 กิโลเมตร (Mali goes to play at the playground, 3 km).
- Anan**: Represented by a house icon. Text below: มีนาไปว่ายน้ำ เดินทางจากบ้านไปว่ายน้ำห่าง เป็นระยะทาง 2,300 เมตร (Mina goes swimming, 2,300 m from home).

ภาพ 6 สถานการณ์ปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 1 สถานการณ์ “ระยะทางของใครยาวกว่า”

2. การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น

นักเรียนแต่ละคนร่วมกันพิจารณาสถานการณ์ปัญหาข้างต้น ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา(แบบจำลอง)ในรูปแบบต่างๆอย่างน้อย 2 วิธี เพื่อแก้สถานการณ์นี้ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบคำตอบและหลักฐานประกอบเหตุผลให้นักเรียน นำคำตอบหรือข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันและตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1

3. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา โดยผู้วิจัยเดินสำรวจกำกับและติดตามรอบห้องเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหารวมถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ขณะที่นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรม หากพบว่านักเรียนกลุ่มใดไม่สามารถคิดแนวทางการตอบหรือเลือกวิธีการหาคำตอบของตนเองไม่ได้ ผู้วิจัยเข้าไปพูดคุย ชักถาม เพื่อกระตุ้นให้เกิดความรู้อีกทั้งกระตุ้นให้นักเรียนเขียนหรือสื่อสารเกี่ยวกับการเสนอความคิดของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 (ในส่วนของคำถาม)

4. การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละคนดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา โดยให้นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวคิดที่นักเรียนได้ในขั้นตอนที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาในการหาคำตอบของสถานการณ์ โดยผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1

5. การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแนวคิดที่นักเรียนได้ออกแบบ โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบของสถานการณ์ปัญหาคืออะไร นักเรียนมีแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบหรือไม่ โดยการอธิบายและพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของตนเอง

6. การนำเสนอผลลัพธ์

การนำเสนอผลลัพธ์ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการออกแบบที่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหา โดยผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผล รวมทั้งยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สามารถนำแนวคิดแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด จากนั้นนักเรียนนำเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขงานของนักเรียนให้สมบูรณ์ที่สุด โดยผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1 และสรุปบทเรียนที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การวัดความยาวเป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตรและเซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์เรียนรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรม (ในส่วนของคำถาม) จากการสังเกตของผู้วิจัยขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

เมื่อสังเกตนักเรียนแต่ละคนขณะศึกษาสถานการณ์ปัญหาจากใบกิจกรรมและให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา พบว่ามีนักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจสถานการณ์ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละคนอ่านสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่แต่ละคนได้รับแต่มีนักเรียนบางส่วนที่ตอบคำถามและอภิปรายสิ่งที่สถานการณ์กำหนดให้และสิ่งที่สถานการณ์ต้องการทราบร่วมกับผู้วิจัย และมีนักเรียนบางส่วนเริ่มใช้ดินสอในการขีดเขียนในใบกิจกรรมเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์บอกอะไรเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เช่น โจทย์ถามจากข้อมูลข้างต้น “มีน้ำมีระยะทางเดินมากกว่ามาลี” นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความข้างต้นหรือไม่ จึงให้เหตุผลประกอบคำตอบและหลักฐานประกอบเหตุผล เป็นต้น

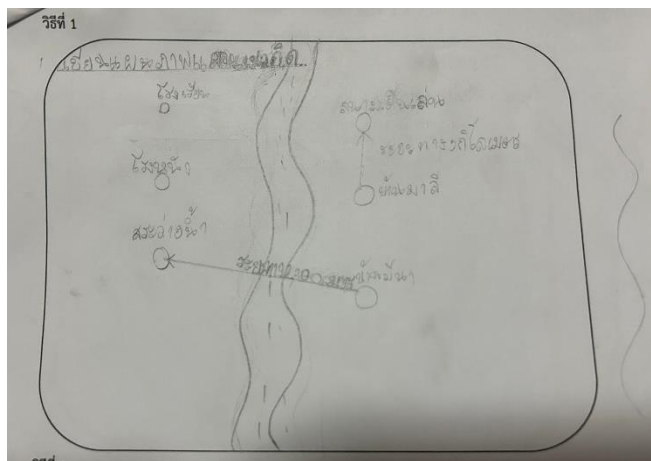
2. การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น

นักเรียนแต่ละคนร่วมกันพิจารณาสถานการณ์ปัญหาข้างต้นโดยนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา(แบบจำลอง)ในรูปแบบต่างๆอย่างน้อย 2 วิธี ที่จะนำมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา แล้วตอบคำถามและอภิปรายร่วมกัน พบว่า นักเรียนบางส่วนสามารถระบุแนวคิดสำหรับการแก้ปัญหาได้ เช่น หนูจะใช้การเขียนแผนภาพและตารางเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบและสามารถนำข้อมูลที่ได้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแต่จะมีนักเรียนที่ไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม มีเพียงนักเรียนคนเดิม ๆ ที่ร่วมกันตอบ

3. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อหาแนวคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลายโดยการวาดเขียนแผนภาพและตารางแสดงระยะทางซึ่งในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการแปลงสถานการณ์ปัญหาให้เป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างนาน จากการสังเกตแนวคิด

แก้ปัญหานักเรียน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยการออกแบบเส้นทางตามระยะทางตามใบกิจกรรมที่ 1 ดังภาพ 7 และภาพที่ 8



ภาพ 7 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

2. ตารางเปรียบเทียบแนวคิด

ระยะทาง	ใช้เวลา	ค่า
1. บ้านมีนาไปสระน้ำแล้วกลับ	9	-
2. บ้านมีนาไปสระน้ำแล้วไปบ้านมีนา	-	2,300
บ้านมีนาไปสระน้ำแล้วไปบ้านมีนา	2	300

ภาพ 8 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

4. การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละคนออกแบบเส้นทางตามระยะทาง โดยตัดสินใจเลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ พบว่ามีนักเรียนบางส่วนที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เข้ากับสถานการณ์ปัญหาแล้วทำการเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาและสอดคล้องกับเงื่อนไขที่มีพร้อมทั้งอธิบายแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่สามารถเลือกแนวคิดได้แต่ไม่สามารถอธิบายระบุเหตุผลที่เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาอีกครั้งเพื่อวิเคราะห์โจทย์โดยขีดเส้นใต้ข้อมูลสำคัญที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์นี้และเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหากับความรู้ทางคณิตศาสตร์จึงทำให้ใช้เวลาค่อนข้างนานในการตอบคำถาม

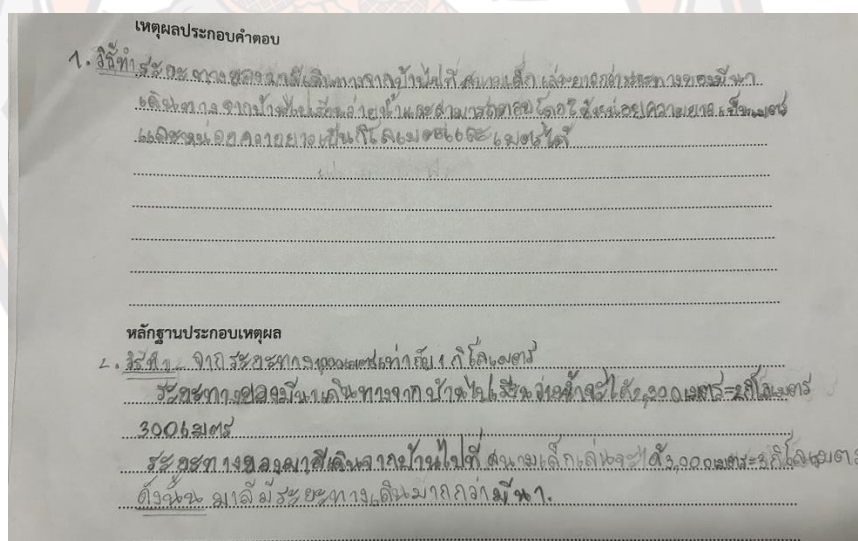
5. การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแนวคิดที่นักเรียนได้ออกแบบ โดยมีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแนวคิดที่เหมาะสมได้ ซึ่งนักเรียนมีความสับสนว่า

จะต้องเลือกแนวคิดอย่างไร ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิดให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและมองปัญหาเชื่อมโยงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์และรู้แนวทางในการตัดสินใจเลือกแนวคิดที่เหมาะสมทางผู้วิจัยจึงเน้นย้ำให้นักเรียนแต่ละคนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาให้ละเอียด

6. การนำเสนอผลลัพธ์

นักเรียนแต่ละคนนำเสนอวิธีการออกแบบที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายถึงผลของการแก้สถานการณ์ปัญหา รวมทั้งวิเคราะห์ความเหมือนหรือแตกต่างของสถานการณ์ปัญหาในมุมมองของโลกชีวิตจริงกับโลกคณิตศาสตร์และยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ตัวอย่าง จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า มีตัวแทนนักเรียนบางคนที่สามารถนำเสนอผลการแก้ปัญหาและอธิบายสื่อความหมายได้ถูกต้องชัดเจนแต่จะมีนักเรียนอีกบางกลุ่มที่นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนยังไม่ละเอียดในส่วนของการวิเคราะห์ความเหมือนหรือแตกต่างของสถานการณ์ปัญหาในมุมมองของโลกชีวิตจริงกับโลกคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนตอบว่าปัญหาในมุมมองของโลกชีวิตจริงเหมือนกับโลกคณิตศาสตร์ เนื่องจากปัญหาของโลกคณิตศาสตร์อ้างอิงมาจากชีวิตจริง ดังภาพ 9



ภาพ 9 แสดงตัวอย่างการอธิบายแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวเป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตรและเซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์พบปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางในการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ
วงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละชั้นการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

ชั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา	นักเรียนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหานักเรียนบางคนสับสนระหว่าง “โจทย์ถามอะไร” กับ “โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง”	ผู้วิจัยอธิบายความหมายของคำถามในลักษณะภาษาพูดให้ชัดเจนและเหมาะสมกับนักเรียน
ขั้นตอนที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น	นักเรียนบางคนไม่มีวิธีการที่นำไปสู่การสร้างแบบจำลองเพื่อนำไปสู่ข้อเท็จจริงของสถานการณ์ปัญหาได้ครบถ้วน	ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนเสนอวิธีการที่นำไปสู่การสร้างแบบจำลองเพื่อนำไปสู่ข้อเท็จจริงของสถานการณ์ปัญหาคนละ 1 วิธี
ขั้นตอนที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์	นักเรียนบางคนออกแบบแผนภาพแสดงแนวคิดและตารางโดยไม่ได้คำนึงถึงสถานการณ์ปัญหา นักเรียนใช้เวลาในการออกแบบแผนภาพแสดงแนวคิดและตารางแนวคิดค่อนข้างนาน	ผู้วิจัยให้นักเรียนทบทวนสถานการณ์ปัญหาและร่วมกันเสนอแนวคิดในการสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง ผู้วิจัยควรกระตุ้นให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาให้เพียงพอและกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมให้ชัดเจน
ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์	นักเรียนบางคนไม่สามารถอธิบายแนวคิดให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจแก้ปัญหาได้	ผู้วิจัยควรยกตัวอย่างการอธิบายให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ รวมทั้งการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์แสดงผล
ขั้นตอนที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	นักเรียนบางคนไม่สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแนวคิดที่เหมาะสมได้	ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิดให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและมองปัญหาเชื่อมโยงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์

ตาราง 10 (ต่อ)

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอ ผลลัพธ์	นักเรียนในแต่ละคนยังไม่มี ความมั่นใจในการจะนำเสนอ ความคิดของตนเองหรือ แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน และนักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่ จะได้คำตอบเหมือนกัน แต่มี เหตุผลประกอบคำตอบหรือ หลักฐานประกอบการให้เหตุผล ที่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ทำให้ การสื่อสารกันภายในกลุ่มในด้าน ของการโต้แย้งแนวคิดเกิดขึ้น น้อยตามไปด้วย	ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมปรับ รูปแบบการนำเสนอแนวคิด หรือแลกเปลี่ยนความคิดจากที่ ผู้วิจัยปล่อยให้เรียนแต่ละ กลุ่มนำเสนอตัวเอง ปรับมา เป็นให้ผู้วิจัยกำหนดลำดับของ การนำเสนอแนวคิด โดย ระหว่างที่เพื่อนนำเสนอ นักเรียนที่เหลือในกลุ่ม หาก เห็นด้วยกับแนวคิดของ เพื่อนหรือเกิดข้อสงสัยสามารถ พูดสิ่งที่ตนเองคิดได้ และใน ส่วนของการสื่อสารในด้านของ การโต้แย้งแนวคิดที่เกิดขึ้น น้อยนั้น ปรับโดยการหา สถานการณ์ปัญหาที่แสดง แนวคิดได้หลากหลายมาก ขึ้น และให้ นักเรียน นำ ข้อเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุง แก้ไขงานของนักเรียนให้ สมบูรณ์ที่สุด

ตาราง 10 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบในแต่ละขั้นตอนสำหรับพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

วงจรถูกปฏิบัติที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นวงจรถูกปฏิบัติที่ 2 การเปรียบเทียบความยาว โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว

ผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรถูกปฏิบัติที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยเห็นแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรถูกปฏิบัติที่ 1 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเปรียบเทียบความยาวโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ดังนี้

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาให้ละเอียด จากนั้นวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาร่วมกันทั้งห้อง โดยให้นักเรียนขีดเส้นใต้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่สำคัญและจำเป็นในการใช้แก้สถานการณ์ปัญหา ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามร่วมกัน โดยใช้คำถามในลักษณะภาษาพูดที่เข้าใจง่ายชัดเจนและเหมาะสมกับนักเรียน

2. การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น

เพิ่มบทบาทของครูโดยการกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่สำคัญ ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาสถานการณ์ปัญหาข้างต้น ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา(แบบจำลอง)ในรูปแบบต่างๆอย่างน้อย 2 วิธี เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบคำตอบและหลักฐานประกอบเหตุผลให้นักเรียนนำคำตอบหรือข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันและตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2

3. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการทบทวนสถานการณ์ปัญหาและร่วมกันเสนอแนวคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาของสถานการณ์ปัญหาอีกครั้งและให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดและอภิปรายร่วมกันเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา

4. การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

เพิ่มบทบาทของครูโดยการใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาและเขียนแนวคิดเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา ครูมีหน้าที่ยกตัวอย่างการอธิบายวิธีการแก้ปัญหา ให้คำแนะนำ ชี้แนะการเขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาให้ถูกต้องตามหลักการ

ทางคณิตศาสตร์ เข้าไปพูดคุยกับนักเรียนทุกคน เพื่อสังเกตการทำงานและกระตุ้นให้นักเรียนทำงานให้เสร็จตรงตามระยะเวลาที่กำหนด

5. การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

เพิ่มบทบาทของครูให้มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์และตรวจสอบผลลัพธ์ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันบอกและอธิบายขั้นตอนในการหาผลลัพธ์ ให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและมองปัญหาเชื่อมโยงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยการตรวจสอบวิธีแก้ปัญหาไปที่ละขั้นตอนจนแก้ปัญหาได้สำเร็จและได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

6. การนำเสนอผลลัพธ์

ผู้วิจัยพบว่านักเรียนไม่สามารถออกมาแนะนำเสนอได้ครบทุกคน ผู้วิจัยควรเลือกนักเรียนคนที่มีแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการนำเสนอ พร้อมทั้งให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและอธิบายถึงผลการแก้ปัญหา นอกจากนี้ผู้วิจัยควรกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคน นำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่สามารถนำแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาไปปรับใช้ให้มีความแตกต่างจากสถานการณ์เดิม

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ(Action)

การวางแผนโดยนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเปรียบเทียบความยาวโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม 2 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 6 ขั้น ดังนี้

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับทบทวนความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว ผู้วิจัยแจกใบกิจกรรมให้นักเรียนทุกคน นำเสนอสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงจากใบกิจกรรมที่ 2 สถานการณ์ “เดินทางไกล” โดยผู้วิจัยให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ในใบกิจกรรมด้วยตนเอง จากนั้นให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาพร้อมกัน แล้วร่วมกันวิเคราะห์และทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา โดยผู้วิจัยเป็นผู้ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาของ สถานการณ์ ข้อมูลที่นักเรียนทราบจากสถานการณ์ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์จากใบกิจกรรมที่ 2 ดังภาพ 10

ในช่วงเดือนธันวาคมของแต่ละปีโรงเรียนบ้านเขาขาดได้จัดกิจกรรมเข้าค่ายลูกเสือ โดยที่จะมีฐานเดินทางไกลซึ่งเฟรมเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จะต้องไปสำรวจเส้นทางในการเดินทางไกลกับคุณครูประจำชั้นจากโรงเรียนไปในหน่วยอนุรักษ์ป่าห้วยทรายจะเดินไปได้ทั้งหมดก็เส้นทางจริงลำดับระยะทางจากมากไปน้อยให้ตอบเป็นหน่วยความยาวกิโลเมตรและเมตร



ภาพ 10 สถานการณ์ปัญหาจากในกิจกรรมที่ 2 สถานการณ์ “เดินทางไกล”

2. การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น

นักเรียนแต่ละคนร่วมกันพิจารณาสถานการณ์ปัญหาข้างต้น ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา(แบบจำลอง)ในรูปแบบต่างๆอย่างน้อย 2 วิธี เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบคำตอบและหลักฐานประกอบเหตุผลให้นักเรียนโดยผู้วิจัยเป็นผู้ใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย นำคำตอบหรือข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันและตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 สถานการณ์ “เดินทางไกล” (ในส่วนของคำถาม)

3. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยแนะนำแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา ให้นักเรียนวิเคราะห์แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยนำเสนอร่วมกัน นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 2 (ในส่วนของคำถาม)

4. การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละคนดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา โดยให้นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาและแก้ปัญหาจนสำเร็จและได้คำตอบที่

ถูกต้อง รวมทั้งระบุเหตุผลที่เหมาะสม เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาและสามารถเขียนเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ โดยผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 2

5. การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละคนร่วมกันตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุด โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบของสถานการณ์ปัญหาคืออะไร นักเรียนมีแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาจนสำเร็จหรือไม่ โดยการอธิบายและพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของตนเอง

6. การนำเสนอผลลัพธ์

ตัวแทนนักเรียนนำเสนอผลการแก้ปัญหาที่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาจนสำเร็จและได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยผู้วิจัยเลือกนักเรียนคนที่มีแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการนำเสนอและเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ผู้วิจัยและนักเรียนพิจารณาถึงความยุ่งยากในการแก้ปัญหา ร่วมกันอภิปราย รวมทั้งยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สามารถนำแนวคิดแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 2 และสรุปทเรียนที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเปรียบเทียบความยาวโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์เรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรม (ในส่วนของคำถาม) การสังเกตของผู้วิจัยขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

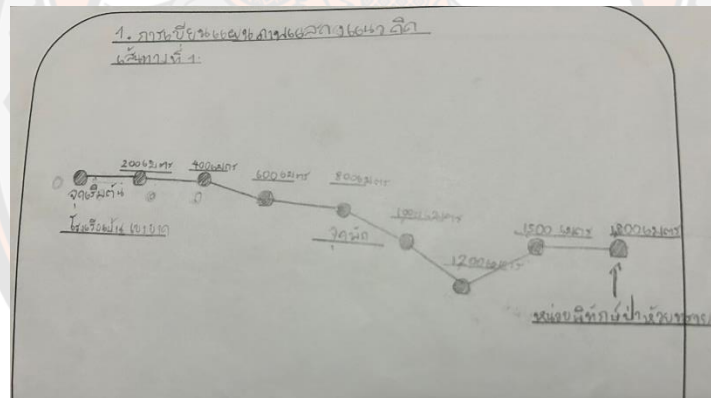
ผู้วิจัยสังเกตนักเรียนแต่ละคนขณะศึกษาสถานการณ์ปัญหาจากใบกิจกรรมและจากการให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา พบว่า นักเรียนแต่ละคนมีความมุ่งมั่น ตั้งใจ และกระตือรือร้นในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา มีนักเรียนบางส่วนแสดงร่องรอยการขีดเขียนเน้นข้อความที่สำคัญหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหา จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนอภิปรายสถานการณ์ปัญหาร่วมกันว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์บอกอะไรเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและสถานการณ์ปัญหานี้คณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาได้อย่างไร โดยผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามเหล่านี้คนละคำตอบ เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม

2. การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น

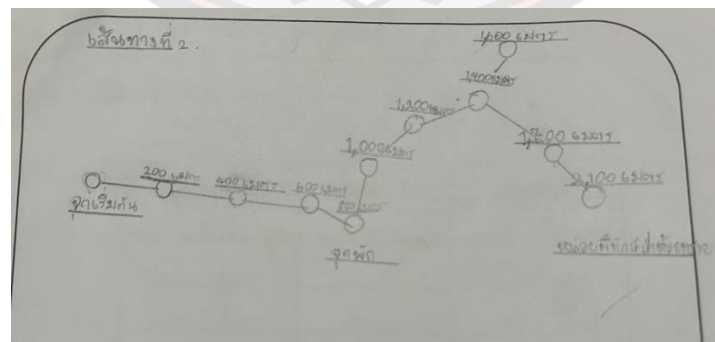
นักเรียนแต่ละคนร่วมกันพิจารณาวิธีการที่จะนำมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการหาวิธีการแก้ปัญหาโดยมีการเสนอแนวคิด 2 วิธีการคือแผนภาพแสดงแนวคิดและตารางแสดงแนวคิดสามารถนำมาใช้แก้สถานการณ์ปัญหาได้ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันเขียนลงใน ใบกิจกรรมที่ 2

3. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

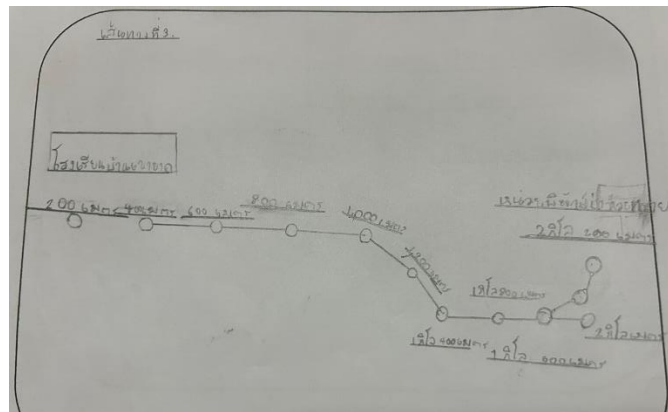
ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันระดมความคิดและอภิปรายร่วมกันเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยนักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ โดยเขียนแผนภาพแสดงแนวคิดและตารางแสดงแนวคิดแล้วเขียนอธิบายแนวคิดซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนใช้เวลาในการคิดและแปลงสถานการณ์ปัญหาให้เป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างนาน ผู้วิจัยจึงให้เวลานักเรียนได้คิดเพิ่มช่วง ป้ายในชั่วโมงซ่อมเสริม จากการสังเกตแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหานักเรียน พบว่า มีนักเรียนบางส่วนเขียนแผนภาพแสดงแนวคิดเพื่ออธิบายแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหานักเรียน พบว่า มีนักเรียนบางส่วนเขียนแผนภาพแสดงแนวคิดเพื่ออธิบายแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหานักเรียน แต่ไม่สามารถเขียนแนวคิดที่มีการอธิบายเพิ่มเติมจากแผนภาพแสดงแนวคิดได้



ภาพ 11 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา



ภาพ 12 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา



ภาพ 13 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

เส้นทางที่ 1	เส้นทางที่ 2	เส้นทางที่ 3
400 เมตร	400 เมตร	400 เมตร
600 เมตร	600 เมตร	600 เมตร
800 เมตร	800 เมตร	800 เมตร
1,000 เมตร	1,000 เมตร	1,000 เมตร
1,200 เมตร	1,200 เมตร	1,200 เมตร
1,500 เมตร	1,400 เมตร	1,500 เมตร + 400 เมตร
1,800 เมตร	1,700 เมตร	1,800 เมตร + 600 เมตร
	2,100 เมตร	1,900 เมตร + 200 เมตร
		2,100 เมตร + 200 เมตร

ภาพ 14 แสดงการยกตัวอย่างแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

4. การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

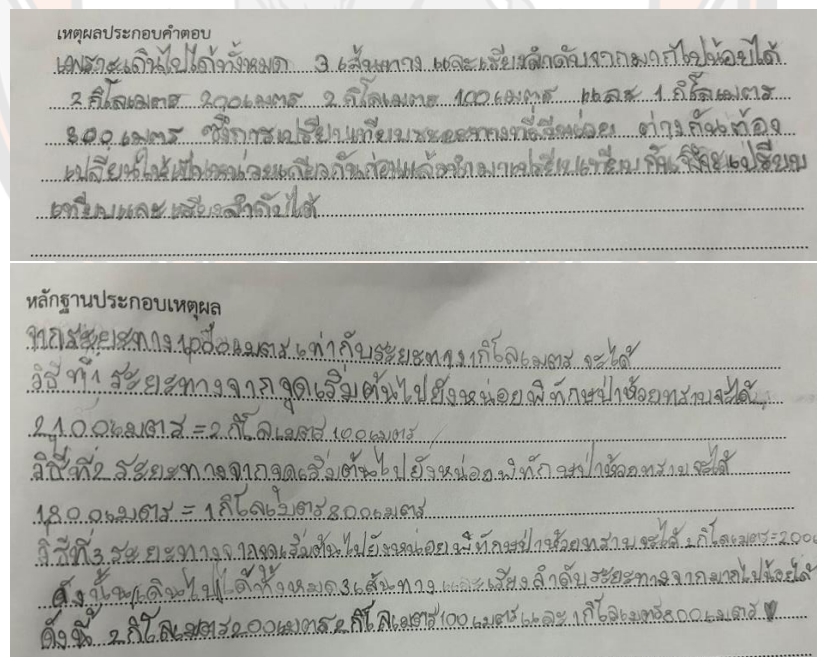
นักเรียนแต่ละคนดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาและใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาในชั้นตอนนี้ พบว่านักเรียนไม่สามารถใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียดได้ นักเรียนใช้เวลาในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาวาน ทำให้เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมเกินกำหนด ผู้วิจัยจึงเน้นย้ำให้นักเรียนทำกิจกรรมให้แล้วเสร็จตามเวลาที่กำหนดและให้เวลานักเรียนได้คิดเพิ่มช่วงบ่ายในชั่วโมงซ่อมเสริม

5. การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และตรวจสอบผลลัพธ์ โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันบอกและอธิบายขั้นตอนในการหาผลลัพธ์ นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแนวคิดที่นักเรียนได้ออกแบบ จากนั้นนักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ร่วมกัน พบว่า นักเรียนบางส่วนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแนวคิดที่เหมาะสมและผลลัพธ์ที่ได้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ไขขั้นตอนการแสดงวิธีการแก้ปัญหาให้ถูกต้องได้ ผู้วิจัยจึงชี้แนะขั้นตอนการแสดงวิธีการแก้ปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบขั้นตอนการแสดงวิธีแก้ปัญหา

6. การนำเสนอผลลัพธ์

นักเรียนแต่ละคนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาละเอียดและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายถึงผลของการแก้สถานการณ์ปัญหาจนสำเร็จและได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยผู้วิจัยกระตุ้นให้เกิดความรู้ อีกทั้งกระตุ้นให้นักเรียนสื่อสารนำเสนอเกี่ยวกับการเสนอความคิดของตนเองและเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและแปลกใหม่ เลือกนักเรียนคนที่มีแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหที่แตกต่างกันออกมานำเสนอ เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการนำเสนอ นักเรียนสามารถนำเสนอผลการแก้ปัญหาและอธิบายสื่อความหมายได้ถูกต้องชัดเจน



ภาพ 15 แสดงการสถานการณ์ชีวิตจริงที่สามารถนำสถานการณ์นี้ไปใช้แก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การเปรียบเทียบความยาวโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาวผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์พบปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียน และแนวทางในการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา	-	-
ขั้นตอนที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น	-	-
ขั้นตอนที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์	นักเรียนบางส่วนเขียนแผนภาพแสดงแนวคิดเพื่ออธิบายแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาได้ แต่ไม่สามารถเขียนแนวคิดที่เป็นตารางแสดงแนวคิดได้	ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายแนวคิดโดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยยกตัวอย่างเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหา
ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์	นักเรียนไม่สามารถใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์แสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียดได้	ผู้วิจัยชี้แนะและอธิบายกระบวนการในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ขั้นตอนที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	นักเรียนบางส่วนไม่สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแนวคิดที่เหมาะสมและผลลัพธ์ที่ได้	ผู้วิจัยชี้แนะและกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบขั้นตอนการแสดงวิธีการแก้ปัญหา

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ชั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์	นักเรียนแต่ละคนส่วนใหญ่จะได้คำตอบเหมือนกัน แต่มีเหตุผลประกอบคำตอบหรือหลักฐานประกอบการให้เหตุผลที่ต่างกัันบ้างเล็กน้อย ทำให้การสื่อสารกันภายในกลุ่มในด้านของการโต้แย้งแนวคิดเกิดขึ้นน้อยตามไปด้วย	ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันเพื่อจะได้คำตอบที่หลากหลาย

ตาราง 11 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบในแต่ละขั้นตอนสำหรับพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว

ผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยเห็นแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ชั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ดังนี้

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยทบทวนความรู้เรื่อง ทบทวนความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว การบวก การลบ การคูณและการหารความยาว จัดเตรียมใบกิจกรรม และภาพประกอบสถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและตั้งใจเรียน กระตุ้นให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาให้ละเอียด วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและขีดเส้นใต้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่สำคัญในการใช้แก้สถานการณ์ปัญหา

2. การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น

ผู้วิจัยจัดเตรียมประเด็นคำถามสำหรับกระตุ้นให้นักเรียนให้วิเคราะห์ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่สำคัญ จากนั้นอธิบายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา

3. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยทบทวนความรู้เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วย ความยาว การบวก การลบ การคูณและการหารความยาว เพื่อให้นักเรียนสามารถพิจารณาสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในแนวคิดทางคณิตศาสตร์และให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดและอภิปรายร่วมกันเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหามากมาย โดยผู้วิจัยเตรียมประเด็นคำถามไว้สำหรับกระตุ้นนักเรียนให้อธิบายแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหามากมาย จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 3

4. การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

เพิ่มบทบาทของครูโดยการใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหที่ดีที่สุดและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาและเขียนแนวคิดเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา ครูมีหน้าที่ยกตัวอย่างการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาคำแนะนำ ซึ่งแนะนำการเขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาก็ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ เข้าไปพูดคุยกับนักเรียนทุกคน เพื่อสังเกตการทำงานและกระตุ้นให้นักเรียนทำงานให้เสร็จตรงตามระยะเวลาที่กำหนด

5. การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยร่วมวิเคราะห์และตรวจสอบผลลัพธ์ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และอธิบายขั้นตอนในการหาผลลัพธ์ ผู้วิจัยยกตัวอย่างแนวคิดแล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบวิธีแก้ปัญหามาที่ละขั้นตอนจนแก้ปัญหาได้สำเร็จและได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

6. การนำเสนอผลลัพธ์

ผู้วิจัยจะคอยเน้นย้ำนักเรียนว่าระหว่างที่เพื่อนนำเสนอ เพื่อนที่เหลือถ้าเห็นด้วยหรือเกิดข้อสงสัยสามารถสื่อสารกับเพื่อนที่นำเสนอได้ พร้อมทั้งสื่อสารถึงเหตุผลและหลักฐานประกอบการสื่อสารนั้นๆ หากพบว่านักเรียนคนใดไม่สามารถสรุปคำตอบ หรือเลือกคำตอบของตนเองไม่ได้ ผู้วิจัยต้องเข้าไปพูดคุย ชักถาม เพื่อกระตุ้นให้เกิดความรู้ พร้อมทั้งจับบันทึกหรือถ่ายรูปแนวคิดหรือวิธีการของคนที่น่าสนใจทั้งที่ถูกต้องและมีข้อผิดพลาดเพื่อนำไปเรียงลำดับแนวคิดในการนำเสนอ และเมื่อนักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนแต่ละคนเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาคิดว่าเหมาะสม โดยนักเรียนคนอื่นร่วมแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาคำตอบที่ได้

เหตุผลประกอบคำตอบและหลักฐานประกอบเหตุผลให้นักเรียนโดยผู้วิจัยเป็นผู้ใช้ คำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย นำคำตอบหรือข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันและตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 3 สถานการณ์ “เส้นทางไหนใกล้ที่สุด” (ในส่วนของคำถาม)

3. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยแนะนำแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว การบวก การลบ การคูณและการหารความยาวมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยและนักเรียนได้นำเสนอร่วมกัน นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 3

4. การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละคนดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา โดยให้นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาและแก้ปัญหาจนสำเร็จและได้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งระบุเหตุผลที่เหมาะสม เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาและสามารถเขียนเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นผู้วิจัยเข้าไปพูดคุยกับนักเรียนทุกคนเพื่อสังเกตการทำงานและกระตุ้นให้นักเรียนทำงานให้เสร็จตรงตามระยะเวลาที่กำหนด ให้คำแนะนำชี้แนะการเขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาให้ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 3

5. การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละคนร่วมกันตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุด โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบของสถานการณ์ปัญหาคืออะไร นักเรียนมีแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหามาสำเร็จหรือไม่ โดยการอธิบายและพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของตนเอง

6. การนำเสนอผลลัพธ์

ตัวแทนนักเรียนนำเสนอผลการแก้ปัญหาที่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหามาสำเร็จและได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยผู้วิจัยเลือกนักเรียนคนที่มีแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการนำเสนอ และเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ผู้วิจัยและนักเรียนพิจารณาถึงความยุ่งยากในการแก้ปัญหาร่วมกันอภิปราย รวมทั้ง

ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สามารถนำแนวคิดแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยผู้วิจัยให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 3 และสรุปบทเรียนที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์เรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรม (ในส่วนของคำถาม) การสังเกตของผู้วิจัยขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยสังเกตนักเรียนแต่ละคนขณะศึกษาสถานการณ์ปัญหาจากใบกิจกรรมและจากการให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา พบว่า นักเรียนแต่ละคนมีความมุ่งมั่น ตั้งใจ และกระตือรือร้นในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา มีนักเรียนบางส่วนแสดงร่องรอยการขีดเขียนเน้นข้อความที่สำคัญหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหา จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนอภิปรายสถานการณ์ปัญหาร่วมกันว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์บอกอะไรเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและสถานการณ์ปัญหานี้ นำคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาได้อย่างไร โดยผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามเหล่านี้คนละคำตอบ เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม

2. การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น

นักเรียนแต่ละคนร่วมกันพิจารณาวิธีการที่จะนำมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการหาวิธีการแก้ปัญหาโดยมีการเสนอแนวคิด 2 วิธีการคือแผนภาพแสดงแนวคิดและตารางแสดงแนวคิดสามารถนำมาใช้แก้สถานการณ์ปัญหาได้ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 3

3. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันระดมความคิดและอภิปรายร่วมกันเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา ผู้วิจัยนำเสนอโจทย์การหาการบวก ลบ คูณและหารความยาวเพื่อนำแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาให้นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับ แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหามathematics จากนั้นนักเรียนร่วมกันเสนอแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์

4. การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละคนดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาและใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาในขั้นตอนนี้ พบว่านักเรียนสนทนาระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาร่วมกัน ทำให้แนวคิดที่นักเรียนส่วนใหญ่เลือกเป็นแนวคิดเดียวกัน อีกทั้งนักเรียนใช้เวลาในการแสดงวิธีการแก้ปัญหานาน ทำให้เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมเกินกำหนด ผู้วิจัยจึงให้เวลานักเรียนเพิ่มในชั่วโมงซ่อมเสริม

5. การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันการวิเคราะห์และตรวจสอบผลลัพธ์ โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันบอกและอธิบายขั้นตอนในการหาผลลัพธ์ นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์และขั้นตอนการดำเนินการหาผลลัพธ์ในแต่ละขั้นว่าถูกต้องมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยมีนักเรียนไม่สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลและไม่สามารถตรวจพบข้อผิดพลาดของการดำเนินการหาผลลัพธ์ได้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาด

6. การนำเสนอผลลัพธ์

นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียดและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายถึงผลของการแก้สถานการณ์ปัญหาจนสำเร็จและได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยผู้วิจัยเลือกนักเรียนคนที่มีแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกมานำเสนอ เพื่อเป็นการประหยัดเวลาการนำเสนอ และเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและแปลกใหม่ แต่เนื่องจากนักเรียนคิดแก้สถานการณ์ปัญหาร่วมกันทำให้แนวคิดที่นักเรียนเลือกใช้ในการแก้ปัญหาเป็นแนวคิดเดียวกัน นักเรียนจึงไม่ได้เรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายแต่นักเรียนสามารถนำเสนอผลการแก้ปัญหาและอธิบายสื่อความหมายได้ถูกต้องชัดเจน

ตาราง 12 (ต่อ)

ชั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์	นักเรียนไม่สามารถใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์แสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียดได้	ผู้วิจัยชี้แนะและอธิบายกระบวนการในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ขั้นตอนที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	นักเรียนบางส่วนไม่สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแนวคิดที่เหมาะสมและผลลัพธ์ที่ได้	ผู้วิจัยชี้แนะและกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบขั้นตอนการแสดงผลการแก้ปัญหา
ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์	นักเรียนบางคนไม่ตรวจสอบแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกมา ทำให้วิธีการที่เลือกมานั้นมีค่านวณระยะทางที่ผิด	ผู้วิจัยพูดเน้นย้ำกับนักเรียนทุกคนในเรื่องของการตรวจสอบแนวคิดหรือวิธีการที่แต่ละคนเลือกก่อนจะนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ปัญหาที่พบในชั้นเรียนนำมาสู่แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่ามีประเด็นที่ครูผู้สอนควรเน้นเมื่อนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยจำแนกตามบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ไปประยุกต์ใช้ในห้องเรียน ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา	
บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>- ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงหรือสถานการณ์ใกล้ตัวนักเรียนที่เหมาะสมกับวัยของนักเรียนและมีระดับความยากง่ายเหมาะสมในใบกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา โดยครู จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้เพื่อดึงดูดความสนใจ และทำให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหามากยิ่งขึ้น</p> <p>- ครูใช้ประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้ โจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้างนักเรียนทราบข้อมูลอะไรบ้าง สถานการณ์ปัญหานี้คณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาได้อย่างไร โดยนักเรียนร่วมกันระดม ความคิด อภิปราย แสดงความคิดเห็น สนับสนุน และโต้แย้งความคิด เพื่อให้เกิดความเข้าใจใน สถานการณ์ปัญหาร่วมกัน</p>	<p>นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงจากใบกิจกรรมด้วยตนเองก่อน จากนั้นอ่านสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงร่วมกัน เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา จากนั้นนักเรียนร่วมกันตอบคำถามและอภิปรายถึงข้อมูลที่มีอยู่ในสถานการณ์ปัญหา แล้วนักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรม</p>
ขั้นที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น	
บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ครูให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ปัญหาร่วมกัน จากนั้นครูใช้ประเด็นคำถามสำหรับกระตุ้นให้ นักเรียนให้วิเคราะห์ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่สำคัญ ที่จำเป็นที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาตาม สถานการณ์ที่กำหนด</p>	<p>นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ปัญหา จากนั้นกำหนดตัวแปรที่สำคัญหรือข้อเท็จจริงของสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำไปสู่การหาความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหาและนำมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา</p>

ตาราง13 (ต่อ)

ขั้นที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์	
บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>- ครูเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาโดยการยกตัวอย่างโจทย์หรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา จากนั้นครูให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาระดมสมองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยครูใช้ประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้ นักเรียนมีแนวคิดในการแก้สถานการณ์ปัญหานี้อย่างไร นักเรียนนำคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาได้อย่างไร โดยนักเรียนร่วมกันระดมความคิด อภิปรายร่วมกันเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>- ครูควบคุมเวลาในการทำกิจกรรมให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนด โดยยืดหยุ่นได้ตามความยากง่ายของสถานการณ์ปัญหา</p>	<p>- นักเรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนแนวคิด ระดมสมอง แสดงความคิดเห็น เพื่อหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้วตอบคำถามลงในใบกิจกรรม</p> <p>- นักเรียนบริหารจัดการเวลาในการทำกิจกรรมขั้นนี้อย่างเคร่งครัด</p>
ขั้นที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์	
บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>- ครูให้นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการ แก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ระบุเหตุผล ที่เหมาะสม และแก้ปัญหาจนได้คำตอบ</p> <p>- ครูสังเกตการณ์ทำงานของนักเรียนแต่ละคนคอยชี้แนะแนวทาง ให้คำแนะนำในการเขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาให้ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ เข้าไปพูดคุย สอบถามนักเรียนเพื่อสังเกตการทำงานและกระตุ้นให้นักเรียนทำงานให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด</p>	<p>นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา และแก้ปัญหาจนสำเร็จและได้คำตอบ แล้วตอบคำถามลงในใบกิจกรรม</p>

ตาราง 13 (ต่อ)

ขั้นที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	
บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบของสถานการณ์ปัญหา แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อกระตุ้นความคิดให้ นักเรียน เข้าใจ และมองสถานการณ์ปัญหา เชื่อมโยงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ และกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์	นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแนวคิด ร่วมกันอธิบายและพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของตนเอง พร้อมทั้งตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้
ขั้นที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์	
บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการแก้ปัญหาที่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาจากใบกิจกรรม นักเรียนบางคนที่น่าเสนอคำตอบ เหตุผลประกอบคำตอบ และหลักฐานประกอบการให้เหตุผลได้แต่ไม่ชัดเจนครูช่วยอธิบายเพิ่มเติม และกระตุ้นให้นักเรียนที่น่าเสนอได้อธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหของตนเองให้ชัดเจน	นักเรียนนำเสนอผลการแก้สถานการณ์ปัญหา จากใบกิจกรรมของตนเอง โดยร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย นำเสนอคำตอบเหตุผลประกอบคำตอบและหลักฐานประกอบการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงปัญหา สู่สถานการณ์ในชีวิตจริง แล้วตอบคำถามลงในใบกิจกรรม

เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวัดความยาว แล้วพบว่า มีประเด็นที่ควรให้ความสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. การออกแบบสถานการณ์ปัญหาให้มีบริบทใกล้เคียงกับชีวิตจริง เนื่องจากนักเรียนมีประสบการณ์ตรงในชีวิตจริงที่เคยพบเห็นตามสถานที่ต่าง ๆ และไม่ซับซ้อนจนเกินไปนักเรียนเกิดความสนใจ อยากเรียนรู้และร่วมกัน ระดมความคิด สื่อสาร อภิปรายเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีการที่นำไปสู่การหาผลลัพธ์ของสถานการณ์

2. การทบทวนความรู้เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาวให้กับนักเรียน เป็นเรื่องที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวเนื่องจากการให้ความรู้ที่จำเป็นจะส่งผลให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ได้

3. ครูควรสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการทำใบงาน ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเมื่อเห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจ จึงให้คำแนะนำ

4. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับเรื่องการวัดความยาวของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 คือแผนภาพแสดงแนวคิดและตารางแสดงแนวคิด

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1. ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยทำการศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การวัดความยาว จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเก็บข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการอภิปรายและทำใบกิจกรรมเป็นกลุ่มมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) พบว่า นักเรียนเกิดการอภิปรายจากการเก็บข้อมูลจากแบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการถอดบทสนทนาจากบันทึกวิดีโอและคลิปเสียงที่เกิดขึ้นในห้องเรียนระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียน แล้วนำมาจัดกลุ่มตามความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และวิเคราะห์ระดับ ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่า กลุ่มนักเรียนมีความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตาราง 14 แสดงความถี่ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความถี่ในการแสดงการอภิปรายทางคณิตศาสตร์		
		วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3
การเสนอแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด	ดีเยี่ยม	1 (16.67%)	3 (50%)	4 (66.67%)
	ดี	3 (50%)	2 (33.33%)	2 (33.33%)
	พอใช้	2 (33.33%)	1 (33.33%)	-

ตาราง 14 (ต่อ)

ความสามารถในการ อภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความถี่ในการแสดงการอภิปรายทางคณิตศาสตร์		
		วงจรถั้ 1	วงจรถั้ 2	วงจรถั้ 3
การเสนอแนวคิด และการ ให้เหตุผลสนับสนุน แนวคิด	ปรับปรุง	-	-	-
การให้หลักฐานสนับสนุน แนวคิด	ดีเยี่ยม	1 (16.67%)	2 (33.33%)	3 (50%)
	ดี	3 (50%)	3 (50%)	3 (50%)
	พอใช้	2 (33.33%)	1 (16.67%)	-
	ปรับปรุง	-	-	-
การโต้แย้งแนวคิดที่ แตกต่างกันและให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้ง แนวคิด	ดีเยี่ยม	1	2	3
	ดี	1	1	3
	พอใช้	1	1	-
	ปรับปรุง	1	-	-
การให้เหตุผลสนับสนุน แนวคิดของผู้อื่น	ดีเยี่ยม	1	2	4
	ดี	-	1	3
	พอใช้	1	2	-
	ปรับปรุง	2	-	-

จากตารางที่ 14 แสดงความถี่ในการแสดงออกโดยจำแนกตามระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ซึ่งวงจรถั้ปฏิบัติการที่ 1 ในด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดและด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับดีแต่ในวงจรถั้ปฏิบัติการที่ 2 จะเห็นได้ว่าจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในระดับพอใช้ลดลงและระดับดีเยี่ยมเพิ่มมากขึ้น ด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดและด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นยังมีความถี่ใน

การแสดงออกมีจำนวนน้อยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 อยู่ในระดับดีเยี่ยม ระดับดี ระดับพอใช้และระดับปรับปรุง ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดและด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยมและด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดและด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น มีจำนวนความถี่ในการแสดงออกมากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนแสดงความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์อยู่ในทั้งระดับดีเยี่ยม ระดับดี และระดับพอใช้แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนแสดงความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีเยี่ยมและระดับดี โดยมีรายละเอียดแต่ละวงจรปฏิบัติการดังต่อไปนี้

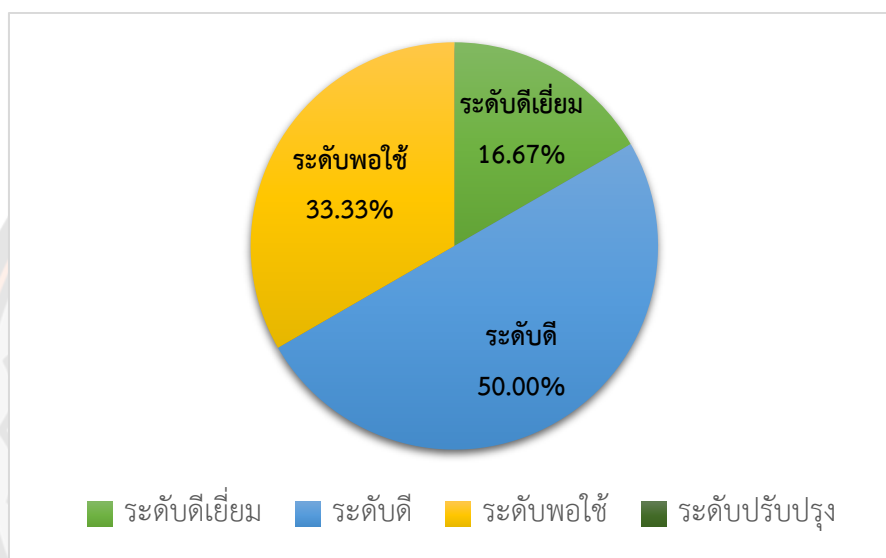
วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การวัดความยาวเป็นมิลลิเมตรและเซนติเมตร เมตรและเซนติเมตร เมตรและกิโลเมตร

ตาราง 15 แสดงความถี่ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1

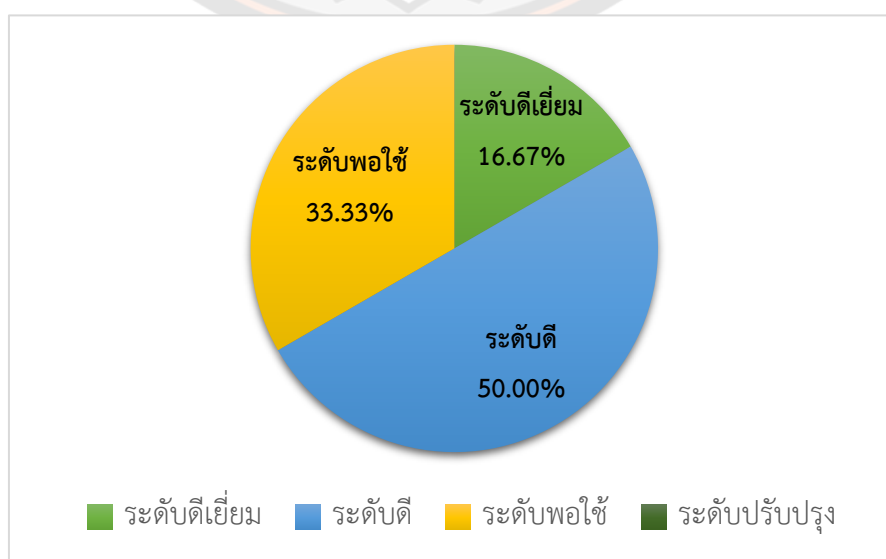
ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความถี่ในการแสดงการอภิปรายทางคณิตศาสตร์						รวม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	
การเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด	ดีเยี่ยม	1	-	-	-	-	-	1
	ดี	-	-	1	-	1	1	3
	พอใช้	-	1	-	1	-	-	2
	ปรับปรุง	-	-	-	-	-	-	-
การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด	ดีเยี่ยม	1	-	-	-	-	-	1
	ดี	-	-	1	-	1	1	3
	พอใช้	-	1	-	1	-	-	2
	ปรับปรุง	-	-	-	-	-	-	-
การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด	ดีเยี่ยม	1	-	-	-	-	-	1
	ดี	-	-	1	-	-	-	1
	พอใช้	-	1	-	-	-	-	1
	ปรับปรุง	-	-	-	-	1	-	1
การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด	ดีเยี่ยม	1	-	-	-	-	-	1
	ดี	-	-	-	-	-	-	-

ความสามารถใน การอภิปรายทาง คณิตศาสตร์ ของผู้อื่น	ระดับ	ความถี่ในการแสดงการอภิปรายทางคณิตศาสตร์						รวม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	
		1	2	3	4	5	6	
พอใช้		-	-	1	-	-	-	1
ปรับปรุง		-	1	-	1	-	-	2

จากตารางที่ 15 ด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด มีรายละเอียด
จำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 21

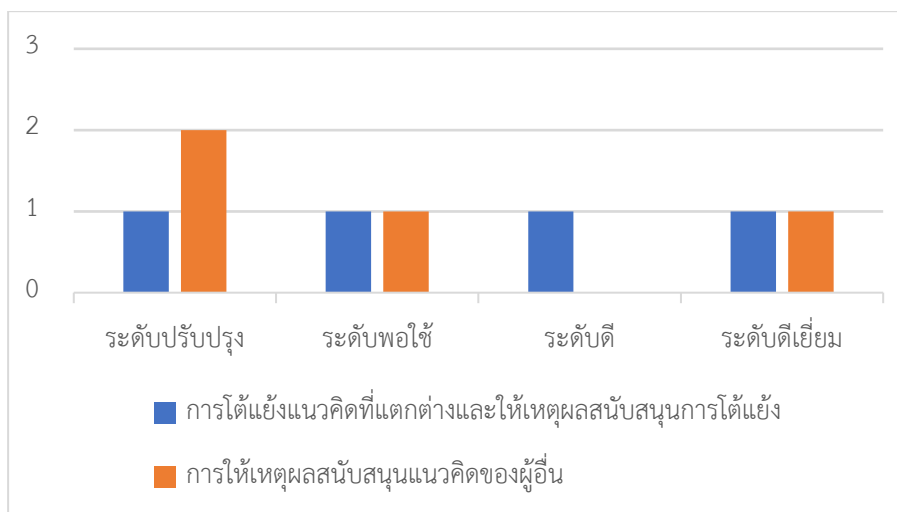


ภาพ 21 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการเสนอแนวคิดและการให้
เหตุผลสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 1
ด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด มีรายละเอียดจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละตามระดับ
ความสามารถ ดังภาพที่ 22



ภาพ 22 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถในด้านการให้หลักฐานสนับสนุน
แนวคิดวงจรปฏิบัติการที่ 1

ด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง มีความถี่ในการแสดงออกทั้งหมด 4 ครั้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นมีความถี่ในการแสดงออก ทั้งหมด 4 ครั้ง โดยมีรายละเอียดตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 23



ภาพ 23 แสดงความถี่ในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง และ
ด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น วงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 21 เมื่อพิจารณาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์นักเรียนเป็นรายบุคคล โดยพิจารณาความสามารถรายด้าน จะเห็นได้ว่าความสามารถในด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดมีนักเรียนจำนวน 1 คนคิดเป็นร้อยละ 16.67 มีอยู่ในระดับดีเยี่ยม นักเรียนจำนวน 3 คนคิดเป็นร้อยละ 50 อยู่ในระดับดีและนักเรียนจำนวน 2 คนคิดเป็นร้อยละ 33.33 อยู่ในระดับพอใช้ และจากภาพที่ 22 จะเห็นได้ว่าความสามารถในการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดมีนักเรียนจำนวน 1 คนคิดเป็นร้อยละ 16.67 มีอยู่ในระดับดีเยี่ยม นักเรียนจำนวน 3 คนคิดเป็นร้อยละ 50 อยู่ในระดับดีและนักเรียนจำนวน 2 คนคิดเป็นร้อยละ 33.33 อยู่ในระดับพอใช้ สาเหตุที่ทำให้การแสดงออกในทั้ง 2 ด้านอยู่ในระดับดังกล่าว เนื่องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อนทำให้นักเรียน 2 คน ไม่เข้าใจปัญหาหรือเกิดความเข้าใจผิด ส่งผลให้การหาคำตอบของตนเองของนักเรียนในขั้นการปฏิบัติที่ 1 นั้นเกิดข้อผิดพลาดในบางส่วนประกอบกับการที่นักเรียน 2 คนไม่มีความมั่นใจในการนำเสนอจึงส่งผลให้ในการนำเสนอแนวคิดการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดหรือการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดมี 2 คน ที่เกิดข้อผิดพลาดไม่ถูกต้องตามทฤษฎี นิยาม หรือหลักการทางคณิตศาสตร์สามารถเสนอแนวคิดที่ถูกต้องอย่างชัดเจน 1 วิธีและเนื่องจากสถานการณ์ปัญหามีเนื้อหาที่ค่อนข้างเป็นนามธรรมและไม่เป็นปัญหาปลายเปิดเท่าที่ควรทำให้ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือสื่อสารกันในการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและ

ให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดหรือการให้เหตุผล สนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นนั้นเกิดขึ้นน้อยตามไปด้วย ดังภาพที่ 23 และตัวอย่างบทสนทนาของนักเรียนที่แสดงการอภิปรายที่เกิดขึ้นต่อไปนี้



ภาพ 24 แสดงตัวอย่างการอภิปรายของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การวัดความยาวเป็นมิลลิเมตรและเซนติเมตร เมตรและเซนติเมตร เมตรและกิโลเมตร

- Item 1 S5 : คำตอบของเราคือ ไม่เห็นด้วยที่มีนามีระยะทางเดินมากกว่ามาลี เพราะ ระยะทางของมาลียาวกว่ามีนา เพราะระยะทางของมาลีเดินทางจากบ้านไปที่ สนามเด็กเล่น 3 กิโลเมตรยาวกว่าระยะทางของมีนาเดินทางจากบ้านไปเรียน ว่ายน้ำ 2 กิโลเมตร 300 เมตร เราจะต้องทำให้เป็นหน่วยความยาวเดียวกัน ก่อนแล้วค่อยมาดูว่าระยะทางของใครยาวกว่าซึ่งในโจทย์ซึ่งโจทย์กำหนดให้ไม่ เหมือนกันและหลักฐานประกอบการให้เหตุผลเป็นดังนี้ (แสดงหลักฐานให้ เพื่อนดู) **ด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด ระดับ 3**
ด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดระดับ 3
- Item 2 S3 : ใช่ คำตอบของเราก็เหมือนกันคือ ไม่เห็นด้วยที่มีนามีระยะทางเดินมากกว่ามาลี เพราะระยะทางของมาลียาวกว่ามีนา ซึ่งระยะทางของมาลี เดินทางจากบ้านไปที่สนามเด็กเล่น 3 กิโลเมตรยาวกว่าระยะทางของมีนา เดินทางจากบ้านไปเรียนว่ายน้ำ 2 กิโลเมตร 300 เมตรซึ่งวิธีคิดส่วนมาก เหมือนคนที่ 5 **การเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด 3**
ด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดระดับ 3
- Item 3 S2 : เราไม่เห็นด้วย เพราะมีนามีระยะทางเดินมากกว่ามาลี ซึ่งระยะทางของมีนา เดินทางจากบ้านไปเรียนว่ายน้ำ 2,300 เมตร ยาวกว่าระยะทางของมาลี เดินทางจากบ้านไปที่สนามเด็กเล่น 300 เมตร (แสดงหลักฐานที่แตกต่าง ให้ เพื่อนดูซึ่งเป็นหลักฐานวิธีการคิดให้เพื่อนดู)
ด้านการเสนอการโต้แย้งและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง ระดับ 2

Item 4 S1 : เห็นด้วยกับคนที่ 5, 3 โดยคำตอบของเราคือ ไม่เห็นด้วยที่มีนามีระยะทางเดินมากกว่า เพราะระยะทางของมาลียาวกว่ามีนาทำได้ 2 แบบนะคือเราต้องทำให้เป็นหน่วยความยาวเดียวกันก่อนแล้วค่อยมาดูว่าระยะทางใดยาวกว่าจากแผนภาพแสดงแนวคิดและตารางที่เราวาดนะวิธีที่ 1 ระยะทางของมีนาเดินทางจากบ้านไปเรียนว่ายน้ำจะได้ $23 \times 100 = 2,300$ เมตร และระยะทางของมาลีเดินทางจากบ้านไปที่สนามเด็กเล่นจะได้ $30 \times 100 = 3,000$ เมตร วิธีที่ 2 จากระยะทาง 1,000 เมตรเท่ากับ 1 กิโลเมตร ระยะทางของมีนาเดินทางจากบ้านไปเรียนว่ายน้ำจะได้ 2,300 เมตร เท่ากับ 2 กิโลเมตร 300 เมตร ระยะทางของมาลีเดินทางจากบ้านไปที่สนามเด็กเล่นจะได้ 3,000 เมตร เท่ากับ 3 กิโลเมตร โดยหลักฐานประกอบการให้เหตุผลที่แตกต่างจากเพื่อนมีดังนี้ (แสดงหลักฐานที่แตกต่างให้เพื่อนดู)

ด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น ระดับ 4

ด้านการเสนอการโต้แย้งและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง ระดับ 4

Item 5 S1 : เราว่า S2 คิดผิดนะเพื่อนว่าไง

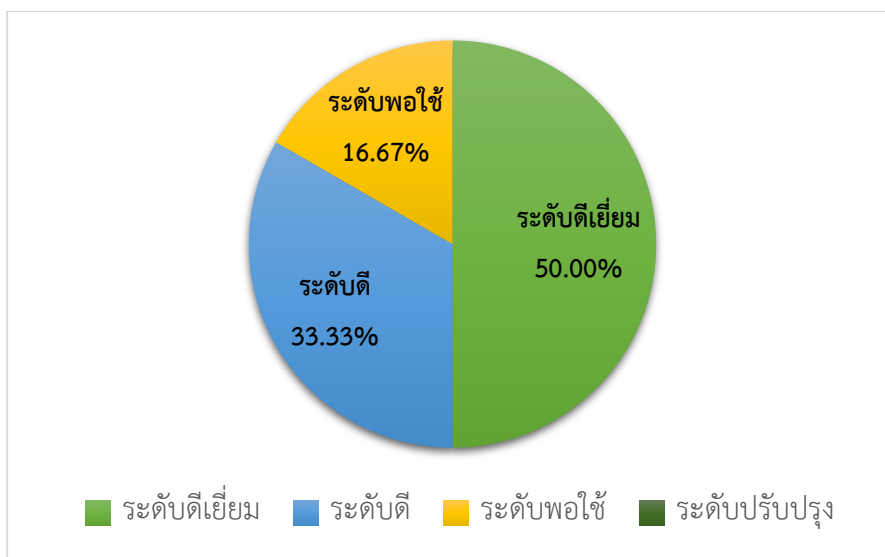
Item 6 S2,S4 : ใ้ๆ S2 เราว่าของเราคิดถูกนะ

วจรปฏิบัติกาที่ 2 เรื่อง การเปรียบเทียบความยาวโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วย
ความยาว

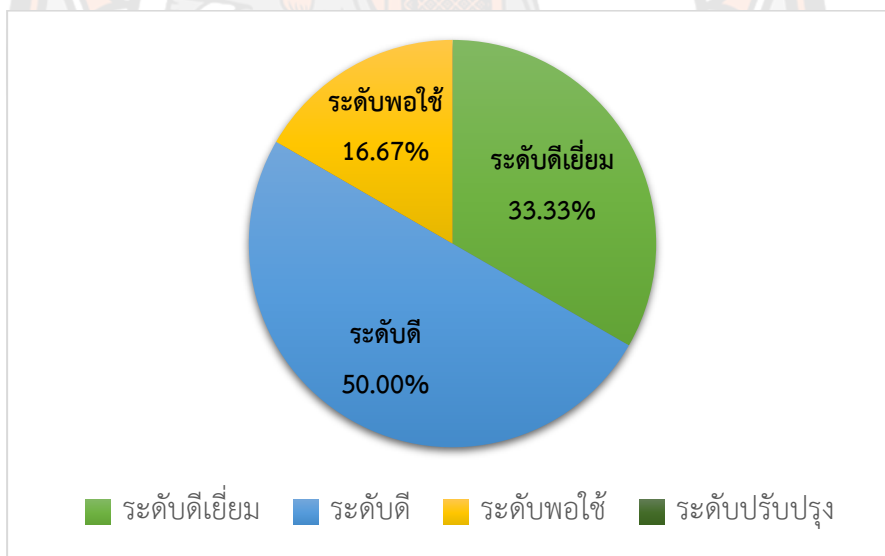
ตาราง 16 แสดงความถี่ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนวจรปฏิบัติกาที่ 2

ความสามารถใน การอภิปรายทาง คณิตศาสตร์	ระดับ	ความถี่ในการแสดงการอภิปรายทางคณิตศาสตร์						รวม
		คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	
		1	2	3	4	5	6	
การเสนอแนวคิด และการให้เหตุผล	ดีเยี่ยม	1	-	1	-	1	-	3
	ดี	-	-	-	1	-	1	2
สนับสนุนแนวคิด	พอใช้	-	1	-	-	-	-	1
	ปรับปรุง	-	-	-	-	-	-	-
การให้หลักฐาน สนับสนุนแนวคิด	ดีเยี่ยม	1	-	1	-	-	-	2
	ดี	-	-	-	1	1	1	3
	พอใช้	-	1	-	-	-	-	1
	ปรับปรุง	-	-	-	-	-	-	-
การโต้แย้งแนวคิด ที่แตกต่างและให้	ดีเยี่ยม	1	-	1	-	-	-	2
	ดี	-	1	-	-	-	-	1
เหตุผลสนับสนุน การโต้แย้งแนวคิด	พอใช้	-	-	-	-	1	-	1
	ปรับปรุง	-	-	-	-	-	-	-
การให้เหตุผล สนับสนุนแนวคิด ของผู้อื่น	ดีเยี่ยม	1	-	1	-	-	-	2
	ดี	-	1	-	-	-	-	1
	พอใช้	-	-	-	1	-	1	2
	ปรับปรุง	-	-	-	-	-	-	-

จากตารางที่ 16 ด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด มีรายละเอียด
จำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 25 วจรปฏิบัติกาที่ 2

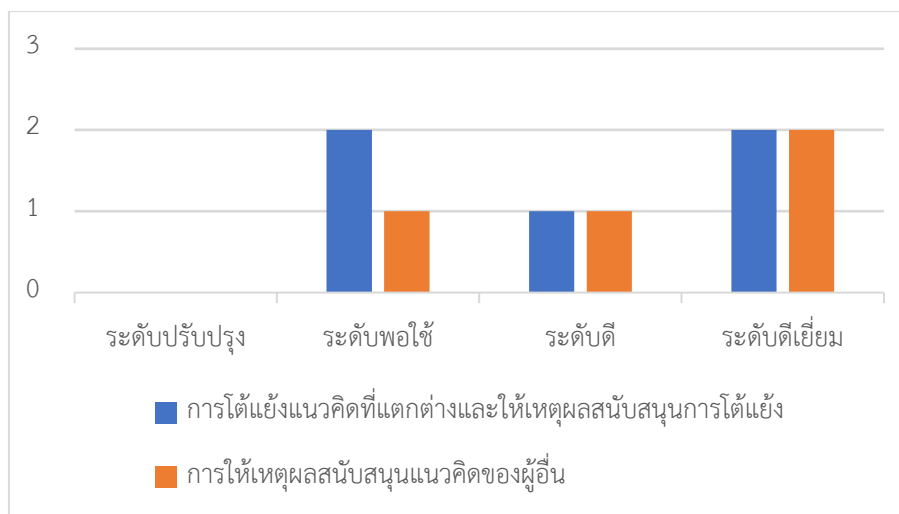


ภาพ 25 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการเสนอแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดวงจรถับปฏิบัติครั้งที่ 2
 ด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด มีรายละเอียดจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 26



ภาพ 26 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถในด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด วงจรถับปฏิบัติครั้งที่ 2

ด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง มีความถี่ในการแสดงออกทั้งหมด 4 ครั้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นมีความถี่ในการแสดงออกทั้งหมด 5 ครั้ง โดยมีรายละเอียดตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 27



ภาพ 27 แสดงความถี่ในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น วงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 25 เมื่อพิจารณาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์นักเรียนเป็นรายบุคคล โดยพิจารณาความสามารถรายด้าน พบว่าความสามารถในด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดพบว่านักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 50 อยู่ในระดับดีเยี่ยม นักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 อยู่ในระดับดี และนักเรียน 1 คน อยู่ในระดับพอใช้ คิดเป็นร้อยละ 16.67 และจากภาพที่ 26 พบว่าความสามารถในด้านการให้ หลักฐานสนับสนุนแนวคิดมีนักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 อยู่ในระดับดีเยี่ยม นักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 อยู่ในระดับดี และนักเรียนจำนวน 1 คนคิดเป็นร้อยละ 16.67 อยู่ในระดับพอใช้ จะเห็นได้ว่ามีนักเรียนที่ความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยมเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 33.33 สาเหตุที่ทำให้จำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นตามข้างต้น เนื่องจากผู้วิจัยได้มีการปรับสถานการณ์ปัญหาให้มีความซับซ้อนน้อยลงและใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย อีกทั้งยังมีการใช้ภาพประกอบสถานการณ์และยกตัวอย่างประกอบ พร้อมทั้งมีสื่อที่นักเรียนสามารถจับต้องได้เพื่อช่วยในการหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทำให้นักเรียนมีความเข้าใจสถานการณ์ปัญหามากขึ้นและสามารถหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ ประกอบกับการที่นักเรียนมีความมั่นใจในการนำเสนอมากขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิด ให้เหตุผล และให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดได้ถูกต้อง 2 วิธี และส่งผลให้นักเรียนมีความมั่นใจที่จะอภิปรายในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่าง และให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งและในด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด โดยดูได้จากภาพที่ 27 พบว่า ความถี่ในการแสดงออกด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง มีจำนวนทั้งหมด 4 ครั้ง และความถี่ในการแสดงออกด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น มีจำนวนทั้งหมด 5 ครั้ง จากบทสนทนาของนักเรียนดังต่อไปนี้

Item 1 S1 : คำตอบของเราคือ เดินไปได้ทั้งหมด 3 เส้นทาง เพราะเดินไปได้ทั้งหมด 3 เส้นทาง และเรียงลำดับระยะทางจากมากไปน้อยได้ ดังนี้ 2 กิโลเมตร 200 เมตร 2 กิโลเมตร 100 เมตร และ 1 กิโลเมตร 800 เมตรซึ่งการเปรียบเทียบระยะทางที่มีหน่วยต่างกันต้องเปลี่ยนให้เป็นหน่วยเดียวกันก่อนแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน จึงจะเปรียบเทียบและเรียงลำดับได้

หลักฐาน ประกอบการให้เหตุผล คือ จากหน่วยความยาว 1,000 เมตร เท่ากับ 1 กิโลเมตร วิธีที่ 1 ระยะทางจากจุดเริ่มต้นไปยังหน่วยพิทักษ์ป่าห้วยทราย จะได้ 2,100 เมตร = 2 กิโลเมตร 100 เมตร วิธีที่ 2 ระยะทางจากจุดเริ่มต้นไปยังหน่วยพิทักษ์ป่าห้วยทราย จะได้ 1,800 เมตร = 1 กิโลเมตร 800 เมตร วิธีที่ 3 ระยะทางจากจุดเริ่มต้นไปยังหน่วยพิทักษ์ป่าห้วยทราย จะได้ 2 กิโลเมตร 200 เมตร ดังนั้น เดินไปได้ทั้งหมด 3 เส้นทาง และเรียงลำดับระยะทางจากมากไปน้อยได้ ดังนี้ 2 กิโลเมตร 200 เมตร 2 กิโลเมตร 100 เมตร และ 1 กิโลเมตร 800 เมตร

ด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดระดับ 4
ด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดระดับ 4

Item 2 S2 : เห็นด้วยกับ S1 เพราะเดินไปได้ทั้งหมด 3 เส้นทาง และเรียงลำดับระยะทางจากมากไปน้อยได้ ดังนี้ 2 กิโลเมตร 200 เมตร 2 กิโลเมตร 100 เมตร และ 1 กิโลเมตร 800 โดยหลักฐานประกอบใช้ แนวคิดแบบเดียวกันกับนักเรียน 1 มีบางส่วนที่ยังอธิบายยังครบถ้วน

ด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น ระดับ 3

Item 3 S4 : เห็นด้วยกับ S1,S2 นะเดินไปได้ทั้งหมด 3 เส้นทางแต่ว่าเรียงลำดับระยะทางจากมากไปน้อยได้ไม่เหมือนกัน คือ 21 กิโลเมตร 18 กิโลเมตร และ 2 กิโลเมตร 200 เมตร ให้หลักฐานประกอบต่างออกไป

ด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น ระดับ 2

Item 4 S1 S2 : 1,000 เมตรเท่ากับ 1 กิโลเมตรนะ

Item 5 S1 : S4 เรียงลำดับผิวนะคำตอบเดินไปได้ทั้งหมด 3 เส้นทางเหมือนกันกับทุกคน แต่เรียงลำดับระยะทางจากมากไปน้อยใช้หน่วยความยาวเป็นเมตร คือ 2,200 เมตร 2,100 เมตร และ 1,800 เมตรแต่ให้หลักฐานประกอบต่างออกไปคือ วิธีที่ 1 ระยะทางจากจุดเริ่มต้นไปยังหน่วยพิทักษ์ป่าห้วยทราย จะได้ 2,100 เมตร วิธีที่ 2 ระยะทางจากจุดเริ่มต้นไปยังหน่วยพิทักษ์ป่าห้วยทราย จะได้ 1,800 เมตร วิธีที่ 3 ระยะทางจากจุดเริ่มต้นไปยังหน่วยพิทักษ์ป่าห้วยทราย จะได้ 2,200 เมตร ดังนั้นเดินไปได้ทั้งหมด 3 เส้นทาง และเรียงลำดับระยะทางจากมากไปน้อยได้ ดังนี้ 2,200 เมตร 2,100 เมตร และ 1,800 เมตร

ด้านการเสนอการโต้แย้งและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง ระดับ 4

Item 6 S2,S5 : เห็นด้วยกับ S1 ใช้หน่วยเป็นเมตรเหมือนกัน แต่เหมือน S4จะคิดผิดไหม

Item 7 S2 S5 : น่าจะใช้ เหมือนคุณเลขผิดไหม

Item 8 S4 : ใช่หรือ เอ๊ะคุณเลขผิดแน่เลยคำตอบไม่เหมือนเพื่อน

Item 9 S1 : 1,000 เมตรเท่ากับ 1 กิโลเมตรนะ

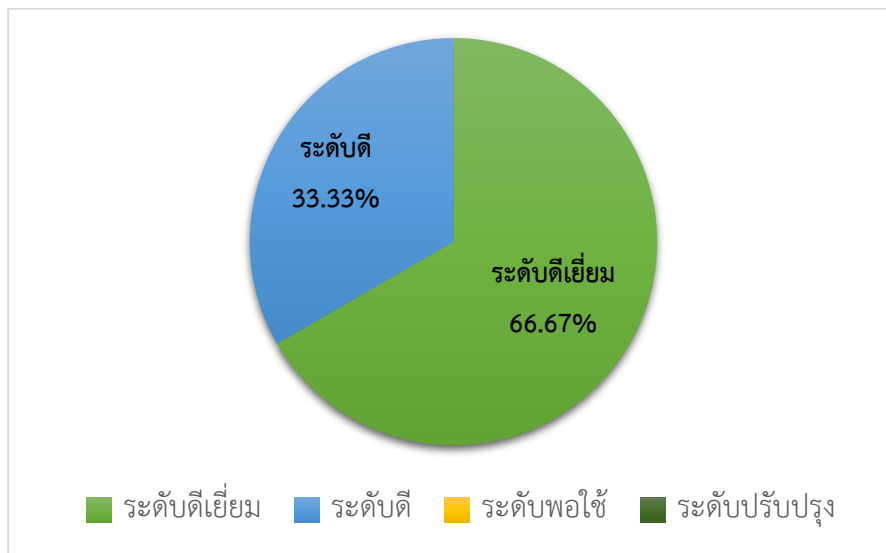
Item 10 S4 : จริงด้วย คิดผิดแก้ไขก่อน

วงจรถูกปฏิบัติที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว

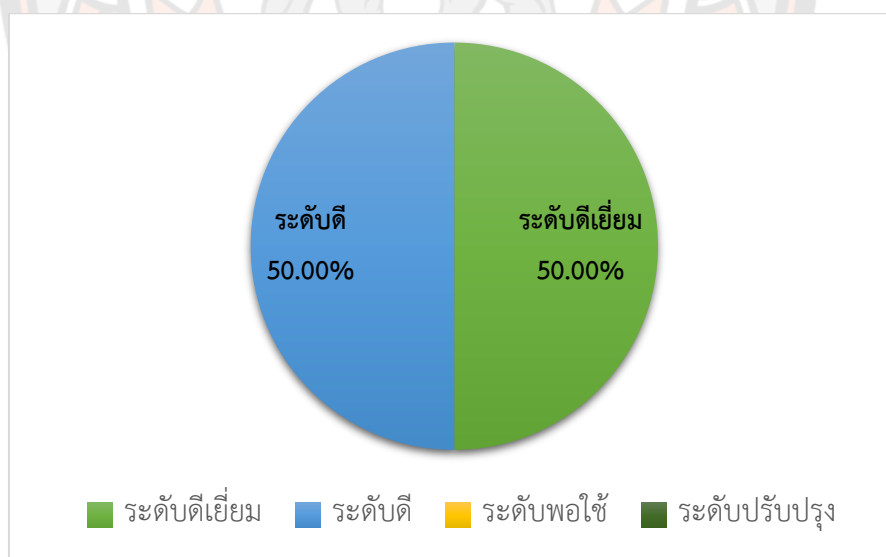
ตาราง 17 แสดงความถี่ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนวงจรถูกปฏิบัติที่ 3

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความถี่ในการแสดงการอภิปรายทางคณิตศาสตร์						รวม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	
		1	2	3	4	5	6	
การเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด	ดีเยี่ยม	1	-	1	1	1	-	4
	ดี	-	1	-	-	-	1	2
	พอใช้	-	-	-	-	-	-	-
	ปรับปรุง	-	-	-	-	-	-	-
การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด	ดีเยี่ยม	1	-	1	-	1	-	3
	ดี	-	1	-	1	-	1	3
	พอใช้	-	-	-	-	-	-	-
	ปรับปรุง	-	-	-	-	-	-	-
การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด	ดีเยี่ยม	1	1	1	-	-	-	3
	ดี	-	-	-	1	1	1	3
	พอใช้	-	-	-	-	-	-	-
	ปรับปรุง	-	-	-	-	-	-	-
การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น	ดีเยี่ยม	1	1	2	-	-	-	4
	ดี	-	-	-	1	1	1	3
	พอใช้	-	-	-	-	-	-	-
	ปรับปรุง	-	-	-	-	-	-	-

จากตารางที่ 17 ด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด มีรายละเอียด
จำนวนนักเรียนคิด เป็นร้อยละตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 28

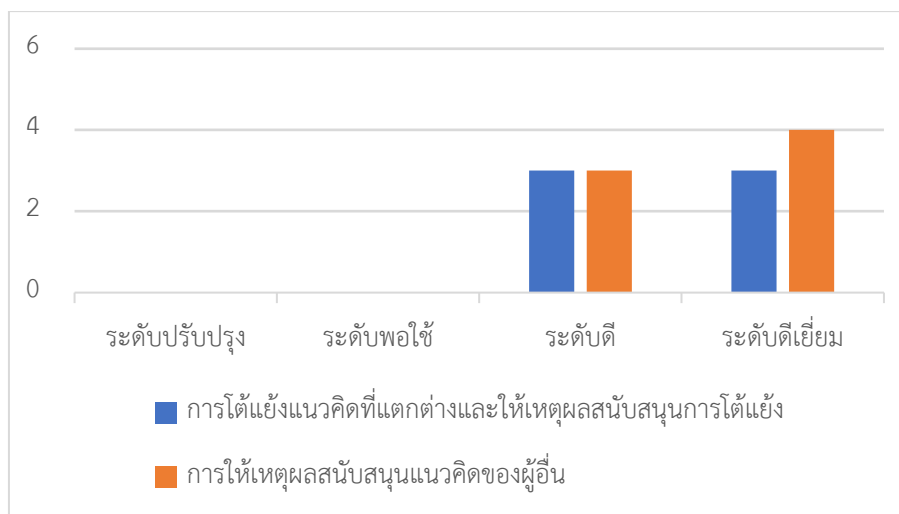


ภาพ 28 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการเสนอแนวคิด และการให้
เหตุผลสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 3
ด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด มีรายละเอียดจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละตาม
ระดับความสามารถ ดังภาพที่ 29



ภาพ 29 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการให้หลักฐานสนับสนุน
แนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 3

ด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งมีความถี่ในการแสดงออกทั้งหมด
6 ครั้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นมีความถี่ในการแสดงออกทั้งหมด 7 ครั้ง โดย
มีรายละเอียดตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 30



ภาพ 30 แสดงความถี่ในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น วงจรปฏิบัติการที่ 3

จากภาพที่ 28 เมื่อพิจารณาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์นักเรียนเป็นรายบุคคล โดยพิจารณาความสามารถรายด้าน พบว่าความสามารถในด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดมีนักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 อยู่ในระดับดีเยี่ยม และนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 33.33 มีความสามารถอยู่ในระดับดี ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความสามารถในด้านนี้ไม่มีนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับความที่ต่ำกว่าระดับดี และจากภาพที่ 29 พบว่านักเรียนจำนวน 3 คนคิดเป็นร้อยละ 50.00 มีความสามารถในด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดอยู่ในระดับดีเยี่ยม และนักเรียนจำนวน 3 คนคิดเป็น ร้อยละ 50.00 มีความสามารถอยู่ในระดับดี ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความสามารถในด้านนี้มีจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยมเพิ่มมากขึ้น และมีจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ลดน้อยลง สาเหตุที่ทำให้จำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นตามข้างต้น เนื่องจากผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยมีการใช้ภาพที่น่าสนใจ อีกผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทำให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหามากขึ้นและสามารถหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ ประกอบกับการที่นักเรียนมีความมั่นใจในการนำเสนอมากขึ้นทำให้นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดให้เหตุผล และให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดได้ถูกต้อง 2 วิธี และส่งผลให้นักเรียนมีความมั่นใจที่จะอภิปรายในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งและในด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดสำหรับนักเรียน 2 คน ที่ยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสาร ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารกับเพื่อน และจากสาเหตุนี้ทำให้ความถี่ในการแสดงด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง แนวคิดเพิ่มขึ้นเป็น 6 ครั้ง และความถี่ในการแสดงออกด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นเพิ่มขึ้นเป็น 7 ครั้ง โดยจำแนกเป็นระดับต่างๆ ดังภาพที่ 30 และจากบทสนทนาของนักเรียนดังต่อไปนี้

โดยที่ฝืนใช้เส้นทางการปั่นจักรยานไปที่ 1. จากบ้านฝืนไปวัด 2. ตรงไปบ้านพลอย 3. ผ่านบ้านเฟส 4. ตรงไปโรงเรียนบ้านเขาขาดและณดาใช้เส้นทางการปั่นจักรยานไปที่ 1. จากบ้านณดาไปบ้านเหมย 2. ตรงไปบ้านใบหม่อน 3. บ้านใบหม่อนไปศาลา SML 4. จาก SML ไปโรงเรียนบ้านเขาขาด 3. เลี้ยวซ้ายไปบ้านเฟส 4. ตรงไปโรงเรียนบ้านเขาขาดแล้วนำระยะทางมาบวกกันแล้วนำไปคูณ 2 เพราะทั้งไปและกลับ ดังนั้นฝืนจะปั่นจักรยานไปถึงโรงเรียนบ้านเขาขาดและกลับมาบ้านตัวเองก่อนณดา

ด้านการเสนอการโต้แย้งและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง ระดับ 4

ด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด ระดับ 4

Item 3 S3 : เห็นด้วยกับ S1 คำตอบคือฝืนจะปั่นจักรยานไปถึงโรงเรียนบ้านเขาขาดและกลับมาบ้านตัวเองก่อนณดาไปได้ 2 เส้นทางแต่เส้นทางที่ 2 ไกลกว่าเพราะใช้ระยะทางในการปั่นจักรยานทั้งหมด 14 กิโลเมตร 800 เมตร ซึ่งไกลกว่าณดาที่ใช้ระยะทางในการปั่นจักรยานทั้งหมด 20 กิโลเมตรเป็นเส้นทางที่ไกลกว่า S6

การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น ระดับ 4

Item 4 S2 : เห็นด้วยกับ S1,S3 คำตอบคือฝืนจะปั่นจักรยานไปถึงโรงเรียนบ้านเขาขาดและกลับมาบ้านตัวเองก่อนณดาไปได้ 2 เส้นทางแต่เส้นทางที่ 2 ไกลกว่าเพราะใช้ระยะทางในการปั่นจักรยานทั้งหมด 14 กิโลเมตร 800 เมตร ซึ่งไกลกว่าณดาที่ใช้ระยะทางในการปั่นจักรยานทั้งหมด 20 กิโลเมตรหลักฐานประกอบการให้เหตุผลเหมือน S1

การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น ระดับ 4

Item 5 S4 : เห็นด้วยกับ S2,S3 คำตอบคือฝืนจะปั่นจักรยานไปถึงโรงเรียนบ้านเขาขาดและกลับมาบ้านตัวเองก่อนณดาไปได้ 2 เส้นทางแต่เส้นทางที่ 1 ไกลกว่าเพราะใช้ระยะทางในการปั่นจักรยานทั้งหมด 14 กิโลเมตร 800 เมตร ซึ่งไกลกว่าณดาที่ใช้ระยะทางในการปั่นจักรยานทั้งหมด 20 กิโลเมตรแสดงหลักฐานประกอบการให้เหตุผลแต่เส้นทางที่ออกแบบแผนภาพและตารางแสดงแนวคิดอยู่เส้นทางที่ 1 แต่คำตอบเหมือนกัน

การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น ระดับ 3

Item 6 S4 : S6 คิดถูกใหม่ทุกคน

Item 7 S2,S3,S5 : ยังไม่ใช่เส้นทางที่ใกล้ที่สุด เส้นทางของ S1 ใกล้กว่า

Item 8 S1 : คิดเส้นทางที่หาได้ใกล้ที่สุดแล้วยังมีเส้นทางอื่นของ S4 ที่ใกล้กว่าอีก

Item 9 S4 : บอก S6 ลองคำนวณเส้นทางที่นำเสนอไปจะใกล้กว่าแล้วค่อยแก้ไข

Item 10 S6 : โอเค

2. ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 18

ตาราง 18 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถ (ร้อยละ)			
	ระดับดีเยี่ยม	ระดับดี	ระดับพอใช้	ระดับปรับปรุง
1. การเสนอความคิดและให้เหตุผล สนับสนุนแนวคิดของตนเอง	4 (67.00)	2 (33.00)	-	-
2. การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด	4 (67.00)	2 (33.00)	-	-
3. การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด	3 (50.00)	3 (50.00)	-	-
4. การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น	2 (33.00)	3 (50.00)	1 (17.00)	-

จากตารางที่ 18 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 67.00 มีความสามารถในการเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเองอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือ สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับและสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจน 2 วิธี ในด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 67.00 มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือ สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้ 2 วิธี ในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 50 มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือ สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้อย่างถูกต้อง 2 วิธี และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้และในด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 50 มีความสามารถอยู่ในระดับดี นั่นคือ สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่นได้ถูกต้อง 1 วิธี โดยมีรายละเอียดแต่ละสถานการณ์ดังตาราง 19

ตาราง 19 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

สถานการณ์ที่	ความสามารถ ในการอภิปรายทาง คณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ (ร้อยละ)			
		ระดับ	ระดับ	ระดับ	ระดับ
		ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1. สถานการณ์ วันหยุดของมีไม่ และป๊อปปี	1. การเสนอความคิด และให้เหตุผลสนับสนุน แนวคิดของตนเอง	4 (67.00)	2 (33.00)	-	-
	2. การให้หลักฐาน สนับสนุนแนวคิด	4 (66.00)	2 (33.00)	-	-
	3. การโต้แย้งแนวคิดที่ แตกต่างและให้ เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้ง แนวคิด	3 (50.00)	3 (50.00)	-	-

ตาราง 19 (ต่อ)

สถานการณ์ที่	ความสามารถ ในการอภิปรายทาง คณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ (ร้อยละ)			
		ระดับ	ระดับ	ระดับ	ระดับ
		ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1. สถานการณ์ วันหยุดของมี โม้และป้อปี้	4. การให้ เหตุ ผล สนับสนุนแนวคิดของ ผู้อื่น	2 (33.00)	3 (50.00)	1 (17.00)	-
2.สถานการณ์ น้ำตกตาด หมอก	1. การเสนอความคิด และให้เหตุผลสนับสนุน แนวคิดของตนเอง	4 (67.00)	2 (33.00)	-	-
	2. การให้ หลักฐาน สนับสนุนแนวคิด	4 (67.00)	2 (33.00)	-	-
	3. การโต้แย้งแนวคิดที่ แตกต่างและให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้ง แนวคิด	3 (50.00)	3 (50.00)	-	-
	4. การให้ เหตุ ผล สนับสนุนแนวคิดของ ผู้อื่น	2 (33.00)	3 (50.00)	1 (17.00)	-
3. สถานการณ์ ช่างทำถนน	1. การเสนอความคิด และให้เหตุผลสนับสนุน แนวคิดของตนเอง	4 (67.00)	2 (33.00)	-	-
	2. การให้ หลักฐาน สนับสนุนแนวคิด	3 (50.00)	3 (50.00)	-	-
	3. การโต้แย้งแนวคิดที่ แตกต่างและให้ เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้ง แนวคิด	3 (50.00)	3 (50.00)	-	-

ตาราง 19 (ต่อ)

สถานการณ์ที่	ความสามารถ ในการอภิปรายทาง คณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ (ร้อยละ)			
		ระดับ	ระดับ	ระดับ	ระดับ
		ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
4. การให้เหตุผลสนับสนุน แนวคิดของผู้อื่น		2 (33.00)	3 (50.00)	1 (17.00)	-

จากตารางที่ 19 พบว่าความสามารถในด้านการเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเองมีนักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 67.00 อยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือ สามารถเสนอแนวคิด จากปัญหาที่ได้รับและสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจน 2 วิธีและมีนักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 33 อยู่ในระดับดี นั่นคือ สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับและสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจน 1 วิธี ในด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดนักเรียนจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 67.00 มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือ สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้ 2 วิธีและมีนักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 33 อยู่ในระดับดี นั่นคือ สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้ 1 วิธีในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด มีนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 50 มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือสามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้อย่างถูกต้อง 2 วิธี และมีนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 50 นั่นคือสามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้อย่างถูกต้อง 1 วิธี และในด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น มีนักเรียนจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 33 มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่นได้ถูกต้อง 2 วิธี และมีนักเรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 50 มีความสามารถอยู่ในระดับดี นั่นคือสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่นได้ถูกต้อง 1 วิธี และมีนักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ

17 มีความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ นั่นคือสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่นได้แต่ไม่ตรงประเด็นและโดยสรุปทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีระดับความสามารถที่เพิ่มขึ้นทั้ง 4 องค์ประกอบตามลำดับวงจรปฏิบัติการ ซึ่งเมื่อจัดการเรียนรู้ครบ 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว ความสามารถในการอภิปรายของนักเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไปทั้ง 4 องค์ประกอบ



บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 6 คน ของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 9 ชั่วโมง ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การวัดความยาวเป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตร และเซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเปรียบเทียบความยาวโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน และแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ โดยมีผลการวิจัย ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ทำให้มีประเด็นที่ควรเน้น ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

ขั้นตอนนี้นักเรียนศึกษาวิเคราะห์และทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาจากใบกิจกรรมโดยมีนักเรียน 4 คนที่ขีดเส้นใต้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่สำคัญลงในใบกิจกรรม จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา โดยผู้วิจัยเป็นผู้ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน

เกี่ยวกับประเด็นปัญหาในสถานการณ์ว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้างจากสถานการณ์ปัญหานี้และสถานการณ์ปัญหานี้ นำคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาได้อย่างไร ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีบางประเด็นคำถามที่นักเรียนไม่สามารถตอบได้ตรงประเด็น ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงคำถามบางประเด็นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น

ขั้นตอนนี้ให้นักเรียนร่วมกันกำหนดตัวแปรที่สำคัญหรือข้อเท็จจริงของสถานการณ์ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละคนร่วมกันพิจารณาสถานการณ์ปัญหาข้างต้น ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (แบบจำลอง) ในรูปแบบต่างๆ อย่างน้อย 2 วิธี เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียน 2 คน ไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการอภิปรายและนักเรียนไม่สามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ ได้ครบ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนร่วมกันให้นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหารูปแบบต่างๆ อย่างน้อย 2 วิธี เพื่อที่นักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกคน

ขั้นตอนที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ขั้นตอนนี้ให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดและอภิปรายร่วมกันเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง การวัดความยาวมาแก้สถานการณ์ปัญหาโดยการวาดแผนภาพแนวคิด ตารางแสดงแนวคิด หรือเขียนอธิบายเป็นแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 นักเรียนใช้เวลานานในการหาแนวคิดและนักเรียนไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการระดมความคิดเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจึงทบทวนความรู้ให้นักเรียนในช่วงต้นของการทำกิจกรรม จากนั้นใช้การกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกัน โดยผู้วิจัย คอยชี้แนะ แนะนำแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนสามารถหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายได้

ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนนี้ให้นักเรียนแต่ละคนดำเนินการทางคณิตศาสตร์โดยตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุดและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาจากแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาในขั้นตอนที่ 3 เพื่อนำมาใช้แก้สถานการณ์ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้การแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนเลือกร่วมกัน โดยนำแนวคิดที่ได้จากเพื่อนมาประยุกต์ใช้หรือเป็นแนวทางในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้คำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่ถูกต้อง นอกจากนี้ในระหว่างทำกิจกรรมผู้วิจัยต้องเข้าไปพูดคุยกับนักเรียนทุกคน เพื่อสังเกตการทำงานและกระตุ้นให้นักเรียนทำงานให้เสร็จตรงตามระยะเวลาที่กำหนด ให้คำแนะนำ ชี้แนะการเขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาให้ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนนี้ให้นักเรียนร่วมกันการวิเคราะห์และตรวจสอบผลลัพธ์ โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพื่ออธิบายขั้นตอนในการหาผลลัพธ์จนได้คำตอบที่ถูกต้อง ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิดให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและมองปัญหาเชื่อมโยงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบผลลัพธ์ เพื่อตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์กับสถานการณ์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์

ขั้นตอนนี้ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด และเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายถึงผลของการแก้สถานการณ์ปัญหาจนสำเร็จและได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยผู้วิจัยเลือกนักเรียนคนที่มีแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกมานำเสนอเพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการนำเสนอ กระตุ้นให้เกิดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ และเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และสรุปบทเรียนที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้

2. ผลการศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 การวิเคราะห์ความสอดคล้องจากแบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับผลของแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียดโดยแบ่งเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

2.1 ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

จากผลการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนของแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า การส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาย่อย ได้แก่ การวัดความยาวเป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตรและเซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร การเปรียบเทียบความยาวโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนมีการส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์มากขึ้นตามลำดับวงจรปฏิบัติการ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีความสามารถในการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผล สนับสนุนแนวคิดและด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดอยู่ในระดับพอใช้ ระดับดี และระดับดีเยี่ยม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะมีความสามารถอยู่ในระดับดีและความสามารถในการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด

และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นมีความถี่ในการแสดงออกค่อนข้างน้อย อีกทั้งความสามารถในการแสดงออกอยู่ในระดับปรับปรุง ระดับพอใช้ ระดับดี และระดับดีเยี่ยม ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 จะเห็นได้ว่า ความสามารถของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น โดยความสามารถในด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดและด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดอยู่ในระดับดีและระดับดีเยี่ยมและในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จะเห็นได้ว่า ความถี่ในการแสดงออกด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดและด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 โดยความสามารถในการแสดงออกอยู่ในระดับพอใช้ ระดับดี และระดับดีเยี่ยม อีกทั้งเมื่อเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 3 จะเห็นได้ว่าความถี่ในการแสดงออกด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดและด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น

2.2 ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ผลการศึกษาจากแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำเสนอแนวคิดเพื่อแสดงความคิดเห็นว่า สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ นั้นใช่หรือไม่ใช่และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจน 2 วิธี จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านการเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเองอยู่ในระดับดีเยี่ยม อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถให้หลักฐานเพื่อสนับสนุนแนวคิดและประกอบการให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง 2 วิธีซึ่งในการให้หลักฐานนั้นนักเรียนส่วนใหญ่เขียนเป็นขั้นตอนเพื่อแสดงแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดอยู่ในระดับดีเยี่ยม เมื่อเจอสถานการณ์ปัญหาที่ต้องโต้แย้งแนวคิด นักเรียนส่วนใหญ่สามารถโต้แย้งแนวคิดและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งได้อย่างถูกต้อง 2 วิธี โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้นั้นนักเรียนไม่เห็นด้วย แต่นักเรียนให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งได้อย่างถูกต้อง 1 วิธี ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดอยู่ในระดับดี และเมื่อเจอสถานการณ์ที่ต้องสนับสนุนแนวสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง 1 วิธี โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่าสถานการณ์นั้นถูกต้อง อีกทั้งยังแสดงหลักฐานประกอบการให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง 1 วิธีที่สถานการณ์กำหนดทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นอยู่ในระดับดี ซึ่งจากผลการศึกษาข้างต้นสอดคล้องกับผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการที่เมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนจะมี ความสามารถทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยม

อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวัดความยาว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้สำรวจและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ทำให้เข้าสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนค้นพบแนวทางที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แต่ละขั้นตอนมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

นักเรียนร่วมกันศึกษาวิเคราะห์และทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวหรือมีประโยชน์ต่อนักเรียน จะช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ เข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของอำนาจ วิชาพล (2556) ที่กล่าวว่ากิจกรรมที่สร้างขึ้นเป็นเรื่องเกี่ยวกับเรื่องใกล้ตัวหรือชีวิตจริงจึงทำให้นักเรียนมีความสนใจ พร้อมทั้งเห็นคุณค่าของการเรียนคณิตศาสตร์ว่าสามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้โดยครูผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่สำคัญ เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการระบุมูลหรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา สอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2554) ที่กล่าวว่าการใช้คำถามของครูผู้สอนมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและการมีส่วนร่วมของนักเรียนในชั้นเรียน บางครั้งเมื่อนักเรียนตอบคำถามหรือคิดไม่ได้ แต่ผู้สอนช่วยเหลือด้วยการแนะนำหรือตั้งคำถามใหม่ที่ง่ายกว่า หรือเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถคิดได้ นักเรียนจะค่อย ๆ ตอบได้ และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาสุดท้ายที่ต้องการได้

ขั้นตอนที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น

นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างภาษาของปัญหาให้อยู่ในรูปภาษา สัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ เพื่อระบุตัวแปรที่สำคัญหรือข้อเท็จจริงของสถานการณ์ปัญหา โดยครูผู้สอนคอยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาพิจารณาสถานการณ์ปัญหาข้างต้น สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา(แบบจำลอง)ในรูปแบบต่างๆอย่างน้อย 2 วิธี เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ได้สอดคล้องกับสกล ตั้งเก้าสกุล (2560) ครูมีหน้าที่กระตุ้นและสนับสนุนความคิดของนักเรียนโดยการใช้คำถามเป็นหลัก คำถามที่ใช้ควรเหมาะสมกับการสนับสนุนการคิดของนักเรียน เป็นคำถามที่มีเงื่อนไขในการตอบที่ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป หรือมีขอบเขตในการตอบที่ไม่กว้างหรือแคบจนเกินไป เป็นคำถามที่สามารถสื่อความหมาย

ได้ง่าย ชัดเจน ตรงประเด็น กระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด การอภิปรายและการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มความสามารถ

ขั้นตอนที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

นักเรียนร่วมกันระดมความคิด อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหา จะช่วยให้นักเรียนสามารถระบุแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย ทำให้ นักเรียนสามารถประยุกต์ให้ความรู้เรื่อง การวัดความยาว การเขียนแผนภาพแสดงแนวคิด ตารางแสดงแนวคิด และเขียนอธิบายแสดงแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับวัชร เล่าเรียนดี (2555) ที่กล่าวว่าเทคนิคระดมสมองเป็นวิธีการฝึกการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาได้มากที่สุดแล้วเลือกเอาวิธีที่ดีที่สุดไปแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ เป็นเทคนิคที่ส่งเสริมพัฒนาการคิดคล่องได้เป็นจำนวนมาก ๆ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะเพื่อให้ได้ทางเลือกหลากหลายวิธีหรือหลากหลายแนวคิด

ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาโดยใช้ความรู้ เรื่อง การวัดความยาวและความรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จนได้คำตอบของปัญหา โดยครูผู้สอนตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนเข้าไปพูดคุย ตรวจสอบ ให้คำแนะนำ ชี้แนะ การเขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาให้กับนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับรุ่งทิวา บุญมาโตน (2559) ที่กล่าวว่านักเรียนเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหานำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจนและสรุปคำตอบได้ถูกต้อง บางส่วนครูควรให้ความสนใจกับนักเรียนมากเป็นพิเศษ เนื่องด้วยถ้านักเรียนเกิดข้อสงสัยครูต้องคอยซักถาม และกระตุ้น เพื่อสร้างให้นักเรียนเห็นแนวทางที่จะนำไปซึ่งคำตอบด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนร่วมกันตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไปแปลความหมายให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา โดยครูผู้สอนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกัน ตรวจสอบผลลัพธ์วิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาว่ามีความผิดพลาด มีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ สอดคล้องกับปรีชา เนาว์เย็นผล (2538) ที่กล่าวว่าครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบวิธีทำและคำตอบให้เคยชิน โดยครูอาจสร้างกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการตรวจสอบความถูกต้อง หาข้อบกพร่องจากการแสดงการแก้ปัญหาที่ครูยกตัวอย่างมาให้

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์ นักเรียนนำเสนอและอธิบายผลการแก้ปัญหาจากแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้พบแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายจากนักเรียนคนอื่นในชั้นเรียน นักเรียนร่วมกันอภิปราย เชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สู่สถานการณ์ในชีวิตจริงสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ ทัศนศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้ง และจดจำได้นานขึ้น

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ มีประเด็นที่ควรเน้นได้แก่ การใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีความน่าสนใจเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เคยพบเห็น ตามสถานที่ต่าง ๆ และไม่ซับซ้อนจนเกินไปนักเรียนเกิดความสนใจ อยากเรียนรู้และร่วมกันระดม ความคิด สื่อสาร อภิปรายเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีการที่นำไปสู่การหาผลลัพธ์ของสถานการณ์สอดคล้อง กับงานวิจัยของอำนาจ วิหาล (2556) ที่กล่าวว่า กิจกรรมที่สร้างขึ้นเป็นเรื่องเกี่ยวกับเรื่องใกล้ตัวหรือ ชีวิตจริงจึงทำให้นักเรียนมีความสนใจ พร้อมทั้งเห็นคุณค่าของการเรียนคณิตศาสตร์ว่าสามารถ นำไปใช้ในชีวิตจริงได้โดยครูผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับประเด็นปัญหา ที่สำคัญ เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา สอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2554) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามของครูผู้สอนมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและการมีส่วนร่วมของนักเรียนในชั้นเรียนบางครั้งเมื่อนักเรียนตอบคำถามหรือคิดไม่ได้ แต่ผู้สอนช่วยเหลือด้วยการแนะหรือตั้งคำถามใหม่ที่ง่ายกว่าหรือเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถคิดได้ นักเรียนจะค่อย ๆ ตอบได้และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาสุดท้ายที่ต้องการได้ ซึ่งการทบทวนความรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาวให้กับนักเรียนเป็นเรื่องที่จำเป็นในการจัดการเรียนรู้ที่ ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว เนื่องจากการให้ความรู้ที่ จำเป็นจะส่งผลให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ได้ซึ่ง สอดคล้องกับทิตินา แคมมณี (2557, น. 52) ที่ว่าการสำรวจความพร้อมหรือการสร้างความพร้อมของผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องกระทำก่อนการสอนบทเรียน และครูควรสังเกตพฤติกรรมนักเรียนใน ระหว่างที่นักเรียนทำใบงาน ใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนคิดเมื่อเห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจ จึงให้ คำแนะนำสอดคล้องกับ สกล ตั้งเก้าสกุล และอัมพร ม้าคนอง (2560) ครูมีหน้าที่กระตุ้นและ สนับสนุนความคิดของนักเรียนโดยการใช้คำถามเป็นหลัก คำถามที่ใช้ควรเหมาะสมกับการสนับสนุน การคิดของนักเรียน เป็นคำถามที่มีเงื่อนไขในการตอบที่ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปหรือมีขอบเขตใน การตอบที่ไม่กว้างหรือแคบจนเกินไป เป็นคำถามที่สามารถสื่อความหมายได้ง่าย ชัดเจน ตรงประเด็น กระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด การอภิปรายการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มความสามารถ

2. ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวัดความยาว ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนได้แสดงให้เห็น

เห็นถึงการพัฒนาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ตลอดการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยแบ่งความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง 2) การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด 3) การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด 4) การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น โดยสรุปทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ซึ่งวัดจากแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด และการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม แต่ความสามารถในการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของคนอื่นในระหว่างการจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่ความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้เมื่อนักเรียน ทำแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ความสามารถอยู่ในระดับดี จากผลการศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนข้างต้น สถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้เป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ต้องเป็นสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เพราะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาแนวทางแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนแต่ละคนอาจมีวิธีการแก้ปัญหาที่ต่างกันไปทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือสื่อสารกันในกลุ่มเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งสอดคล้องกับ Suttiamporn (2015) ที่กล่าวถึงกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่สร้างโดยใช้ปัญหาปลายเปิดมีส่วนร่วมกระตุ้นการคิดของนักเรียนและทำให้เห็นแนวคิดของนักเรียนที่หลากหลายและเป็นธรรมชาติและสอดคล้องกับงานวิจัยของเทพสุตา เกตุทอง (2551) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหลักการที่สำคัญของกระบวนการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คือ เน้นการแก้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงซึ่งเป็น สิ่งที่สำคัญที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจร่วมกันอภิปรายและสามารถแก้ปัญหา และสอดคล้องกับวิจัยของ พงศกร วังศิลา และคณะ (2561) ที่กล่าวว่า ครูเลือกสถานการณ์ที่มีแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายและมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียนจะสามารถกระตุ้นและเร้าความสนใจให้นักเรียนเกิดความท้าทายและแสดงความคิดเห็นสำหรับอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

ทั้งนี้โดยภาพรวมพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ

สิรินทิพย์ ญาณะพันธ์ (2563) การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการใช้สถานการณ์ปัญหาบริบทชีวิตจริงที่มีความสัมพันธ์กับนักเรียน และให้นักเรียนสร้างสมมติฐานในการแก้ปัญหาและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาสามารถเข้าใจปัญหาและร่วมกันอภิปรายเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหารวมไปถึงการตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาได้และสอดคล้องกับวิจัยของสุรสาส ผาสุข (2546, อ้างอิงใน บัญชา ชินโณ และมาลี ศรีพรหม, 2557) ที่กล่าวว่า แบบจำลองคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนเห็นว่าสถานการณ์ปัญหาในชั้นเรียนไม่แตกต่างไปจากสถานการณ์จริง ที่นักเรียนพบเห็นนอกชั้นเรียน และนักเรียนสามารถวิเคราะห์ประเด็นปัญหาและสังเคราะห์ ความรู้ตนเองที่มีอยู่ ทั้งทางด้านคณิตศาสตร์และสถิติไปใช้ในสถานการณ์จริง โดยผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนแปลผลลัพธ์เพื่อเป็นคำตอบของสถานการณ์โดยใช้การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อหาข้อสรุปในการแก้ปัญหาซึ่งสอดคล้องกับ Aleixandre and Erduran (2007) การอภิปรายโต้แย้งสอดคล้องโดยตรงกับกระบวนการให้เหตุผล และกระบวนการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560) กล่าวถึงเนื่องจากทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เหล่านี้เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ ผ่านการคิดวิเคราะห์ในการรวบรวม ข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่การที่ผู้เรียน มีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่าง มีความหมายเข้าใจได้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้ง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถอภิปรายทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้น ครูควรออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่มีลักษณะเป็นงานที่มีวิธีคิดที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองในการหาคำตอบได้อย่างเต็มที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และสอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียน อีกทั้งในการจัดการเรียนรู้ ควรมีสื่อหรือเครื่องมือเพื่อให้นักเรียนสามารถนำมาช่วยในการหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนจะต้องสร้างแบบจำลองหรือแนวคิดที่หลากหลาย ดังนั้นครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยน

เรียนรู้อภิปราย ระดมสมองร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการสร้างแบบจำลองที่หลากหลาย ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งครูผู้สอนควรชี้แนะ และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถหาแนวคิดที่หลากหลายได้

1.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับโรงเรียนที่มีขนาดเล็กมีจำนวนนักเรียนน้อย ครูควรเข้าไปพูดคุย ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ สังเกตนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก ควรวางแผนและปรับความยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ไปปรับใช้กับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในสาระการวัดและเรขาคณิตของช่วงชั้นที่ 2

2.2 ควรศึกษาการใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เชิดพงศ์ ชาชุมวงศ์. (2557). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ
ความใฝ่เรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน
ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏ
สกลนคร*.
- ทิพย์วรรณ จันทร์เขียว. (2564). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับ
เทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทศนา แคมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*
กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทพสุดา เกตุทอง. (2551). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการของแบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของ
นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
จังหวัดลพบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต)*. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- นภัสสร นามขำ. (2564). *แนวทางการจัดการเรียนรู้สำหรับการใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้นเพื่อ
ส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
(วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นุชิตา ตันทา. (2563). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัย
นเรศวร
- นิวัฒน์ สาระจันทร์. (2564). สอนอย่างไรให้นักเรียนเกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.
Journal of Roi Kaensarn Academi. 6(4), 203-204.

- บัญชา ชินโณ และมาลี ศรีพรหม. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้รูปแบบแบ่งกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พฤติกรรมการทำงานกลุ่มและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารบัณฑิตศึกษา*, 11(52), 75-88.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยการใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์การศึกษาคุญภูบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ: กรุงเทพมหานคร.
- พงศกร วังศิลา วนิษฐ สุภาพ และจักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม. (2561). การศึกษาการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 22(3), 150-163.
- รุ่งทิพา บุญมาโดน, วนิษฐ สุภาพ และรัชฎา วิริยะพงศ์. (2561). การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 29(2): 51-61.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2555). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด*. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- สกล ตั้งเก้าสกุล และอัมพร ม้าคนอง. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวความคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*. 12(3): 442-458.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *คู่มือคณิตศาสตร์มีอาชีพเส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2555). *ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: 3-คิว มีเดีย.
- สุรสาล ผาสุก. (2546). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สิรินทิพย์ ญาณะพันธ์. (2564). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก*

- สำหรับนักเรียนชนเผ่าลาหู่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูทศวรรษที่ 21*.
เพชรบูรณ์: จุฬาสการพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2565). ผลสอบระดับประเทศ
NT ปีการศึกษา 2565. สืบค้น 27 เมษายน 2566, จาก [http://180.180.244.42/NT/
ExamWeb/FrLogin.aspx?ReturnUrl=%2fNT%2fExamWeb%2f](http://180.180.244.42/NT/ExamWeb/FrLogin.aspx?ReturnUrl=%2fNT%2fExamWeb%2f)
- อัมพร ม้าคะนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อำนาจ วิชาพล. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงในชีวิตจริง เรื่อง สถิติ
สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เบญจมราชาลัย. *วารสารวิจัย
ราชภัฏพระนคร*. 8(2): 81-88.
- Aleixandre, M.P. & Erduran, S. (2007). *Argumentation in Science Education: An
overview. Argumentation in science education*. Voorburg, Springer, The
Netherlands.
- Alwarsh, A. A. (2018). *Productive Mathematical Discussions in Teaching Through
Problem Solving. Ohio Journal of School Mathematics*, 78(1). Retrieved from
<https://ohiomathjournal.org/index.php/OJSM/article/view/6039>
- Anderson et al. (2009). *Classroom Discussions : Using Math Talk to Help Students
Learn*. Retrieved September 15, 2023, from [https://www.sites.google.com/site/
ecet2parabolas/discourse-101](https://www.sites.google.com/site/ecet2parabolas/discourse-101)
- Anderson et al. (2011). *Classroom Discussions: Seeing Math Discourse in Action, Grades
6-12*. Retrieved September 15, 2023, from [http://www.paterson.k12.nj.us/
11_departments /math%20docs/PDs/Mathematica1%20Discourse%202017%
20condensed.pdf](http://www.paterson.k12.nj.us/11_departments/math%20docs/PDs/Mathematica1%20Discourse%202017%20condensed.pdf)
- Brunet Biarnes, M. & Albarracin, L. (2022). Exploring the negotiation processes when
developing a mathematical model to solve a Fermi problem in groups.
Mathematics Education Research Journal. Retrieved from [https://doi.org/
10.1007/s13394-022-00435-9](https://doi.org/10.1007/s13394-022-00435-9)
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt?, *Trends in teaching and
learning of mathematical modelling*. (pp. 15-30). Springer, Dordrecht.

- Calgary Board of Education. (2018). *Mathematical Discussion*. Retrieved July 31, 2023, from <https://drmarthacohen.cbe.ab.ca/documents/112f4ebb-8d34-5d5e-875c-740db1bc70fa/Mathematical-Discussions.pdf>
- Erath et al. (2018). *Discourse competence as important part of academic language proficiency in mathematics classrooms : the case of explaining to learn and learning to explain*. Retrieved May 19, 2023, from <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9830-7>
- Gibbons, P. (2006). *Bridging discourses in the ESL classroom: Students, teachers, and researchers*. New York, NY: Continuum.
- Gladis Kersaint. (2015). *Talking Math: 6 Strategies for Getting Students to Engage in Mathematical Discourse*. Retrieved September 15, 2023, from <https://www.gettingsmart.com/2015/10/talking-math-6-strategies-for-getting-students-to-engage-in-mathematical-discourse/>
- 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.
- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K. C., Wearne, D., Murray, H. P. (1997). *Making sense: Teaching and learning mathematics with understanding*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York, NY: Cambridge University Press.
- 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.
- Margaret S. Smith & Mary Kay Stein. (2011). *5 practices for orchestrating productive mathematics discussions*. The national council of teachers of mathematics.
- Martens, M. L. (1999). Productive questions: Tools for supporting constructivist learning. *Science and Children*, 36(8), 24-27.
- Martino A. M., & Maher, C. A. (1999). Teacher questioning to promote justification and generalization in mathematics: What research practice has taught

- us. *Journal Mathematical Behavior*, 18(1), 53-78.
- Middleton, J. A., & Jansen, A. (2011). *Motivation matters and interest counts*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2013). *What Does Research Say The Benefits of Discussion in Mathematics Class Are?*. Retrieved September 14, 2023, from, <https://projects.ias.edu/pcmiutreach/southborough/WhatDoesResearchSaytheBenefitsofDiscussioninMathematicsClassArearticleModule2PCMITISCWorkshop.pdf>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to actions*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Research Council. (2002). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. J. Kilpatrick, J. Swafford, J. & B. Findell (Eds.). Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academy Press.
- Saxena, R., Shrivastava, K. and Bhardwajdwaj, R. (2016). Teaching Mathematical Modeling in Mathematics Education. *Journal of Education and Practice*. 7(11), 34-44
- Stigler, J., & Hiebert, J. (1999), *The teaching gap*. New York, NY: The Free Press.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Webel, C. (2010), Shifting mathematical authority from teacher to community. *Mathematics Teacher*, 104(4), 315-318.
- Wichamon, A., Srichompoo, S. & Inprasitha, M. (2017). *Questioning to Enhance Mathematical Thinking of Students Grade 11 in Classroom Using Open Approach*. *KKU Research Journal of Humanities and Social Sciences (Graduate Study)*, 5(3): 1-12

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การค้นคว้าอิสระ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีรายชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ดร. อาทร นกแก้ว ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. นายจุฬา ทองดี ตำแหน่ง ครู วิทย์ฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเตรียมอุดม กรุงเทพมหานคร



ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ผลการประเมิน		
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับมาตรฐาน การเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2. มีความชัดเจนสามารถ นำไปสู่การจัดกิจกรรม การเรียนรู้	4.67	4.67	4.33	4.56	0.20	มากที่สุด
3 มีความชัดเจนสามารถ นำไปสู่การวัดและ ประเมินผลการเรียนรู้ได้	5	4.67	5	4.89	0.19	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย			4.82	0.13	มากที่สุด
ด้านสาระการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับ สาระสำคัญ	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
2. มีความลึกซึ้งเหมาะสม กับระดับชั้นเรียนของ นักเรียน	4.67	4.67	5	4.78	0.19	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย			4.73	0.10	มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์						
1. สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
2. มีความเหมาะสมกับ ระดับชั้นเรียนของนักเรียน	5	4.67	5	4.89	0.19	มากที่สุด

ตาราง 16 ต่อ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ผลการประเมิน		
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	\bar{x}	<i>S.D.</i>	ระดับความเหมาะสม
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์						
3. มีความน่าสนใจ	4.33	4.33	4.67	4.44	0.20	มาก
4. มีความเป็นไปได้นในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จริง	4.33	4.67	4.33	4.44	0.20	มาก
5. เสริมสร้างความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย			4.62	0.12	มากที่สุด
ด้านสื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
2. เสริมสร้างความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	4.33	4.67	4.67	4.56	0.20	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย			4.61	0.10	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล						
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
2. วิธีการและเครื่องมือวัดและประเมินผลเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
3. เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้มีความชัดเจน	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย			4.67	0.00	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ยของทุกด้าน			4.69	0.09	มากที่สุด

ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การวัดความยาวของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การวัดความยาวเป็นกิโลเมตรและเมตร
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด						
1.2 มีความชัดเจนสามารถนำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
1.3 มีความชัดเจนสามารถนำไปสู่การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ได้						
2. ด้านสาระการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ						
2.2 มีความลึกซึ้งเหมาะสมกับระดับชั้นเรียนของนักเรียน						

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์						
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
3.2 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียนของนักเรียน						
3.3 มีความน่าสนใจ						
3.4 มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จริง						
3.5 เสริมสร้างความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน						
4. ด้านสื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
4.2 เสริมสร้างความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน						
5. ด้านการวัดและประเมินผล						
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
5.2 วิธีการและเครื่องมือวัดและประเมินผลเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
5.3 เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้มีความชัดเจน						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาระหว่างข้อคำถามกับความสามารถใน
การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การวัดความยาว ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถใน
การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ที่	ชื่อสถานการณ์	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	วันหยุดของมิโม่ และป๊อปปี	1	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	น้ำตกตาดหมอก	1	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
3	ช่างทำถนน	1	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง

ค่า IOC ≥ 0.6 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การวัดความยาว ของนักเรียนมีความตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่
สามารถนำไปใช้ได้

**ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถใน
การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการอภิปราย
ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ**

คำชี้แจง

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาวของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และใช้เกณฑ์พิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง เห็นด้วยว่าข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่าข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

นิยามศัพท์เฉพาะความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสนทนาที่นักเรียนกล่าวขณะเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสนทนาแสดงวิธีคิดแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันเพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาาร่วมกัน ปรับแก้ความคิด ให้คำแนะนำในจุดที่ผิด โดยอาศัยข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ร่วมกับการให้เหตุผล โดยพิจารณาจากการสื่อสารที่นักเรียนสื่อสารออกมาขณะจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ 4 องค์ประกอบ

1. การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง หมายถึง การเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ได้รับ และให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดนั้นถึงเป็นจริง

2. การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด หมายถึง การให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎีนิยามหรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือ

3. การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด หมายถึง การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดนั้นถึงแตกต่าง

4. การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น หมายถึง การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดนั้นถึงเป็นจริง
ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบจะวัดและประเมินจากใบกิจกรรมระหว่างเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค ๒.๑ เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ค 2.1 ป.3/3 เลือกใช้เครื่องมือวัดความยาวที่เหมาะสมวัดและบอกความยาวของสิ่งต่างๆ เป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตรและเซนติเมตร

ค 2.1 ป.3/5 เปรียบเทียบความยาวระหว่างเซนติเมตรกับมิลลิเมตร เมตรกับเซนติเมตร กิโลเมตรกับเมตร จากสถานการณ์ต่างๆ

ค 2.1 ป.3/6 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวที่มีหน่วยเป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตรและเซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ข้อความ	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
สถานการณ์ที่ 1 : วันหยุดของมีไม่และป๊อปปี มีไม่และป๊อปปีชอบทำกิจกรรมต่างๆ ในวันหยุดโดยมีเหตุการณ์เกิดขึ้นดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> มีไม่เดินทางจากบ้านไปสนามฟุตบอลเพื่อไปเล่นบอลกับเพื่อนๆ เป็นระยะทาง 2 กิโลเมตร 900 เมตร ป๊อปปีเดินทางจากบ้านไปที่สนามบาส เป็นระยะทาง 3,100 เมตร 					

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ข้อความ	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
<p>โดยแผนที่ในการไปทำกิจกรรมต่างๆมีดังนี้</p> 					
<p>1. การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง</p> <p>2. การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด</p> <p>3. การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด</p> <p>4. การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น</p>	<p>1. จากข้อมูลข้างต้น “มิโมใช้ระยะทางเดินทางยาวกว่าป๊อปบี้” นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความข้างต้นหรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบคำตอบ และหลักฐานประกอบเหตุผล</p> <p>คำตอบ เห็นด้วย/ไม่เห็นด้วย</p> <p>.....</p> <p>เหตุผลประกอบคำตอบ</p> <p>.....</p> <p>หลักฐานประกอบเหตุผล</p> <p>.....</p>				

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ข้อความ	ระดับความ			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
<p>สถานการณ์ที่ 2 : น้ำตกตาดหมอก</p> <p>หนึ่งเดินสำรวจเส้นทางในการไปน้ำตกตาดหมอกซึ่งเป็นน้ำตกที่อยู่ใกล้บ้านของหนึ่ง เนื่องจากในวันปีใหม่หนึ่งจะชวนเพื่อน ๆ ไปเล่นน้ำตกด้วยกันโดยจะเส้นทางที่หนึ่งจะไปต้องผ่านจุดพักหนึ่ง สามารถจะเดินไปได้ทั้งหมดก็เส้นทางจงเรียงลำดับระยะทางจากมากไปน้อยให้ตอบเป็นหน่วยความยาวกิโลเมตรและเมตร</p>					
<p>1. การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง</p> <p>2. การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด</p> <p>3. การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด</p> <p>4. การให้เหตุผล</p>	<p>จากข้อมูลข้างต้น “หนึ่งสามารถเดินสำรวจได้น้อยกว่า 3 เส้นทาง” นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความข้างต้นหรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบคำตอบและหลักฐานประกอบเหตุผล</p> <p><u>คำตอบ</u> เห็นด้วย/ไม่เห็นด้วย</p> <p>.....</p> <p><u>เหตุผลประกอบคำตอบ</u></p> <p>.....</p> <p><u>หลักฐานประกอบเหตุผล</u></p> <p>.....</p>				

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
สนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น					
<p>สถานการณ์ที่ 3 : ช่างทำถนน</p> <p>ช่างทำถนนในเมืองเพชรบูรณ์เพื่อซ่อมแซมถนน มีจำนวนรถเทปูนจำนวน 2 คันโดยที่คันจะต้องเทปูนผ่านจุดพักที่ 1 และ คันที่ 2 จะต้องเทปูนผ่านจุดพักที่ 2 ซึ่งรถทั้งสองจะต้องเจอกันที่บริษัท</p> <p>ปูนซีเมนต์หลังเลิกงาน</p> <p>มีแผนผังการเดินทางดังนี้</p> 					

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ข้อความ	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
1. การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง	จากข้อมูลข้างต้น “คันที่ 1 ถึงบริษัทปูนซีเมนต์ก่อนคันที่ 2” นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความข้างต้นหรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบคำตอบ และหลักฐานประกอบเหตุผล				
2. การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด	<u>คำตอบ</u> เห็นด้วย/ไม่เห็นด้วย <u>เหตุผลประกอบคำตอบ</u>				
3. การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด	<u>หลักฐานประกอบเหตุผล</u>				
4. การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวัดความยาว ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
2. ใบกิจกรรม
3. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
4. แบบทดสอบความสามารถการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดความยาว
5. แบบบันทึกการสะท้อนคิด



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชาคณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 การวัดความยาว

เวลาเรียน 9 ชั่วโมง

เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว

เวลาเรียน 4 ชั่วโมง

สอนวันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

ตัวชี้วัด

ค 2.1 ป.3/6 : แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวที่มีหน่วยเป็น เซนติเมตรและมิลลิเมตร เมตรและเซนติเมตร กิโลเมตรและเมตร

สาระสำคัญ

การแก้โจทย์ปัญหาทำได้โดย อ่านทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา หาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ด้านความรู้ (K)

1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวที่มีหน่วยเป็น กิโลเมตรและเมตรได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

2. นักเรียนสามารถเสนอแนวคิด ให้เหตุผลและหลักฐานสนับสนุนแนวคิดของตนเองได้
3. นักเรียนสามารถโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดได้
4. นักเรียนสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

5. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

สาระการเรียนรู้

โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว

กิจกรรมการเรียนรู้ (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์)

(ชั่วโมงที่ 1)

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูและนักเรียนร่วมกัน ทบทวนความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว โดยครูถามว่า

- 1 เซนติเมตร เท่ากับกี่มิลลิเมตร (10 มิลลิเมตร)
- 1 เมตร เท่ากับกี่เซนติเมตร (100 เซนติเมตร)
- 1 กิโลเมตร เท่ากับกี่เมตร (1,000 เมตร)

ให้นักเรียนออกไปเขียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาวสามารถเขียนบนกระดานได้ ดังนี้

- 10 มิลลิเมตร เท่ากับ 1 เซนติเมตร
- 100 เซนติเมตร เท่ากับ 1 เมตร
- 1,000 เมตร เท่ากับ 1 กิโลเมตร

จากสถานการณ์ เดินทางไกล เราสามารถเปรียบเทียบความยาวได้โดยการทำให้เป็นหน่วยความยาวเดียวกันแล้วจึงสามารถเปรียบเทียบได้

2. ครูทบทวนเรื่องการบวกเกี่ยวกับความยาวที่มีหน่วยเดียวกัน โดยให้ตัวแทนนักเรียน 2 คน ออกมาวัดความยาวของปากกา ซึ่งยาว 8 เซนติเมตร และคัตเตอร์ยาว 10 เซนติเมตร จากนั้นให้นักเรียนนำสิ่งของทั้ง 2 อย่างมาต่อกัน แล้วนำไปวัดความยาว ครูให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามว่า “สิ่งของทั้งสองเมื่อนำมาต่อกันจะยาวเท่าไร”

3. ครูถามนักเรียนว่าจากกิจกรรมการวัดความยาวเมื่อสักครู่ สามารถเขียนเป็นโจทย์ปัญหาได้อย่างไรบ้าง

4. ครูอธิบายขั้นตอนวิธีการเขียนแสดงวิธีทำ ต้องเขียนหน่วยไว้ด้านบนก่อนจากนั้นเขียนข้อความและตัวเลขที่เป็นตัวตั้ง และตัวบวก ตามลำดับ แล้วครูอธิบายต่อไปว่า การบวก การลบ การคูณ การหาร เมื่อได้ผลลัพธ์แล้วต้องเปลี่ยนจำนวนในหน่วยย่อยให้เป็นหน่วยใหญ่ด้วยถ้าทำได้

5. ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว ให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์โจทย์และแสดงวิธีทำอีก 3 – 5 ตัวอย่าง

6. นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน ดังนี้ การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวได้นั้น ต้องศึกษาก่อนว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์บอกอะไรให้บ้าง พร้อมทั้งตรวจสอบหน่วยความยาวที่ให้เป็นหน่วยเดียวกันหรือไม่

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

7. ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงเกี่ยวกับการเดินทางไปในสถานที่ต่างๆจากใบกิจกรรมที่ 3 ดังนี้

สถานการณ์ เส้นทางไหนใกล้ที่สุด

ฝันและณดาเป็นนักเรียนโรงเรียนบ้านเขาขาดในวันหยุดช่วงปิดเทอมจึงชวนกันแข่งขันปั่นจักรยานมาที่โรงเรียนบ้านเขาขาด โดยที่ฝันจะต้องผ่านวัดและณดาจะต้องผ่านบ้านใบหม่อน จากสถานการณ์ดังกล่าวนี้ นักเรียนคิดว่าใครจะถึงโรงเรียนและกลับมาบ้านตัวเองโดยใช้เส้นทางเดิมที่ไปโรงเรียนก่อนกันเพราะเหตุใด



8. ครูใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายดังนี้

1) โจทย์ถามอะไร

(แนวการตอบ: จากสถานการณ์ดังกล่าวนี้ นักเรียนคิดว่าใครจะถึงโรงเรียนและกลับมาบ้านตัวเองโดยใช้เส้นทางเดิมที่ไปโรงเรียนก่อนกันเพราะเหตุใด)

2) โจทย์บอกอะไรมาให้บ้าง

(แนวการตอบ: ฝันและณดาเป็นนักเรียนโรงเรียนบ้านเขาขาดในวันหยุดช่วงปิดเทอมจึงชวนกันแข่งขันปั่นจักรยานมาที่โรงเรียนบ้านเขาขาด โดยที่ฝันจะต้องผ่านวัดและณดาจะต้องผ่านบ้านใบหม่อน)

3) นักเรียนคิดว่าสถานการณ์ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อย่างไร

(แนวการตอบ: ใช้คณิตศาสตร์ในการหาระยะทางแล้วเปรียบเทียบว่าเส้นทางไหนใกล้ที่สุดโดยใช้ กิโลเมตร เมตร เป็นหน่วยวัดความยาวที่เป็นหน่วยมาตรฐาน)

ขั้นตอนที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น

9. จากสถานการณ์ข้างต้น ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา(แบบจำลอง)ในรูปแบบต่างๆ อย่างน้อย 2 วิธี เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบคำตอบและหลักฐานประกอบเหตุผล

(แนวการตอบ:

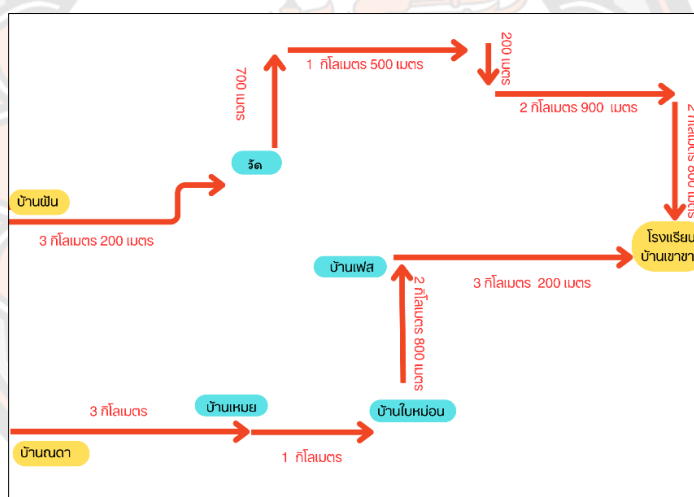
แนวคิดของตนเอง สามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้แผนภาพแสดงแนวคิดหรือรูปแบบตาราง เพื่อจำลองเส้นทางต่างๆ ได้)

เหตุผลประกอบคำตอบ จากสถานการณ์ เส้นทางไหนใกล้ที่สุด แผนที่ในหมู่บ้านเขาขาดสามารถไปได้หลายเส้นทางเพราะฉะนั้นสามารถหาเส้นทางไปถึงโรงเรียนบ้านเขาขาดได้ 2 วิธีได้

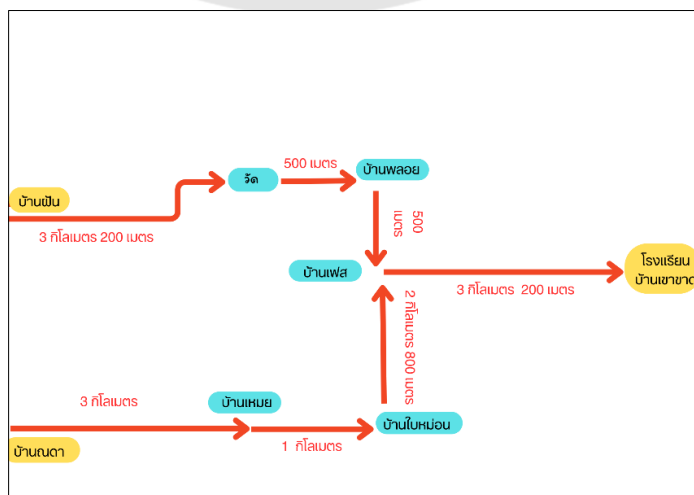
หลักฐานประกอบเหตุผล

รูปแบบการวาดแผนภาพแสดงแนวคิด

วิธีที่ 1



วิธีที่ 2



รูปแบบการเขียนตารางแสดงแนวคิด

(วิธีที่ 1)		(วิธีที่ 2)	
ฝืน		ฝืน	
เส้นทาง	ระยะทาง	เส้นทาง	ระยะทาง
1. จากบ้านฝืนไปวัด	3 กิโลเมตร 200 เมตร	1. จากบ้านฝืนไปวัด	3 กิโลเมตร 200 เมตร
2. เลี้ยวซ้าย	700 เมตร	2. ตรงไปบ้านพลอย	500 เมตร
3. เลี้ยวขวา	1 กิโลเมตร 500 เมตร	3. เลี้ยวขวาไปบ้าน เฟส	500 เมตร
4. เลี้ยวขวา	200 เมตร	4. ตรงไปโรงเรียน บ้านเขาขาด	3 กิโลเมตร 200 เมตร
5. เลี้ยวซ้าย	2 กิโลเมตร 900 เมตร		
6. เลี้ยวขวาไป โรงเรียนบ้านเขาขาด	2 กิโลเมตร 800 เมตร		
ณดา		ณดา	
1. จากบ้านณดาไป บ้านเหมย	3 กิโลเมตร	1. จากบ้านณดาไป บ้านเหมย	3 กิโลเมตร
2. ตรงไปบ้านใบ หม่อน	1 กิโลเมตร	2. ตรงไปบ้านใบ หม่อน	1 กิโลเมตร
3. บ้านใบหม่อนไป บ้านเฟส	2 กิโลเมตร 800 เมตร	3. เลี้ยวซ้ายไปบ้าน เฟส	2 กิโลเมตร 800 เมตร
4. เลี้ยวขวาไป โรงเรียนบ้านเขาขาด	3 กิโลเมตร 200 เมตร	4. ตรงไปโรงเรียน บ้านเขาขาด	3 กิโลเมตร 200 เมตร

คำตอบของเพื่อน

เหตุผลประกอบคำตอบ

หลักฐานประกอบเหตุผล.....

5. ครูให้นักเรียนนำคำตอบหรือข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน
(การพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทำให้เกิดโต้แย้งจะเกิดขึ้นภายในกลุ่ม)

ขั้นตอนที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ชั่วโมงที่ 2

10. ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิดให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและมองปัญหาเชื่อมโยงกับความรู้อันคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) นักเรียนมีแนวคิดในการแก้สถานการณ์ปัญหานี้อย่างไร

(แนวคำตอบ: นำระยะทางของแต่ละเส้นทางมารวมกันแล้วเปรียบเทียบว่าเส้นทางไหนใกล้ที่สุด)

2) ครูให้นักเรียนช่วยกันแสดงวิธีคิดของสถานการณ์สามารถหาคำตอบได้อย่างไร

(แนวคำตอบ)

วิธีที่ 1

ระยะทางการปั่นจักรยานของฝิ่นจากบ้านไปยังโรงเรียนบ้านเขาขาดและกลับไปบ้านตัวเอง

กิโลเมตร

เมตร

③

3

200

500

1

500

200 +

2

900

2

800

11

300

ระยะทางการปั่นจักรยานของฝิ่น คือ 11 กิโลเมตร 300 เมตร

นำมาคูณ 2 เพราะระยะทางทั้งไปและกลับ จะได้ 22 กิโลเมตร 600 เมตร

ระยะทางการปั่นจักรยานของณดาจากบ้านไปยังโรงเรียนบ้านเขาขาดและกลับไปบ้านตัวเอง

กิโลเมตร

เมตร

①

3

000

1

000

2

900 +

2

900

9

800

ระยะทางการปั่นจักรยานของณดา คือ 9 กิโลเมตร 800 เมตร

นำมาคูณ 2 เพราะระยะทางทั้งไปและกลับ จะได้ 19 กิโลเมตร 600 เมตร

วิธีที่ 2

ระยะทางการปั่นจักรยานของฝันจากบ้านไปยังโรงเรียนบ้านเขาขาดและกลับไปบ้านตัวเอง

กิโลเมตร เมตร

$$\begin{array}{r} \textcircled{1} \\ 3 \qquad 200 \\ \qquad 500 \\ \qquad 500 \\ 3 \qquad 200 + \\ \hline 7 \qquad 400 \end{array}$$

ระยะทางการปั่นจักรยานของฝัน คือ 7 กิโลเมตร 400 เมตร

นำมาคูณ 2 เพราะระยะทางทั้งไปและกลับ จะได้ 14 กิโลเมตร 800 เมตร

ระยะทางการปั่นจักรยานของณดาจากบ้านไปยังโรงเรียนบ้านเขาขาดและกลับไปบ้านตัวเอง

กิโลเมตร เมตร

$$\begin{array}{r} \textcircled{1} \\ 3 \qquad 000 \\ 1 \qquad 000 \\ 2 \qquad 800 + \\ 3 \qquad 200 \\ \hline 10 \qquad 000 \end{array}$$

ระยะทางการปั่นจักรยานของฝัน คือ 10 กิโลเมตร

นำมาคูณ 2 เพราะระยะทางทั้งไปและกลับ จะได้ 20 กิโลเมตร

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

11. ครูให้นักเรียนแก้ปัญหาของสถานการณ์ สถานการณ์ เดินทางไกลโดยใช้ความรู้ในเรื่อง การวัดความยาวเป็นเมตรและกิโลเมตรมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเอง และเลือกวิธีการหรือแนวคิดที่เหมาะสมที่สุด

(แนวคำตอบ : เลือกวิธีที่ 2 ณดาจะปั่นจักรยานถึงโรงเรียนก่อนฝันเพราะใช้ระยะทางใกล้กว่าฝันดังนี้

<u>วิธีทำ</u>	กิโลเมตร	เมตร
	①	
ฝืนปั่นจักรยานผ่านวัด	3	200
ตรงไปบ้านพลอย		500
เลี้ยวขวาไปบ้านเฟส		500 +
ตรงไปโรงเรียนบ้านเขาขาด	<u>3</u>	<u>200</u>
ระยะทางการปั่นจักรยานของฝืนทั้งหมด	<u>7</u>	<u>400</u> (1,000 เมตร เท่ากับ

1 กิโลเมตร)

ดังนั้น ระยะทางการปั่นจักรยานของฝืนทั้งหมด คือ 7 กิโลเมตร 400 เมตร
และนำมาคูณ 2 เพราะระยะทางทั้งไปและกลับ จะได้ 14 กิโลเมตร 800 เมตร

<u>วิธีทำ</u>	กิโลเมตร	เมตร
	①	
ณดาปั่นจักรยานผ่านบ้านเหมย	3	000
ตรงไปบ้านใบหม่อน	1	000
เลี้ยวซ้ายไปบ้านเฟส	2	800 +
ตรงไปโรงเรียนบ้านเขาขาด	3	200
ระยะทางการปั่นจักรยานของณดาทั้งหมด	<u>10</u>	<u>000</u> (1,000 เมตร เท่ากับ

1 กิโลเมตร)

ดังนั้น ระยะทางการปั่นจักรยานของณดา คือ 10 กิโลเมตร
และนำมาคูณ 2 เพราะระยะทางทั้งไปและกลับ จะได้ 20 กิโลเมตร

ตอบ สรุปได้ว่า ฝืนจะปั่นจักรยานไปถึงโรงเรียนบ้านเขาขาดก่อนณดา เพราะโดยใช้ระยะทางในการปั่นจักรยานทั้งหมด 14 กิโลเมตร 800 เมตร ซึ่งใกล้กว่าณดาที่ใช้ระยะทางในการปั่นจักรยานทั้งหมด 20 กิโลเมตร

ชั่วโมงที่ 4

ขั้นตอนที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

12. ครูให้นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของวิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนคิด จากนั้นให้นักเรียนอธิบายแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย

คำตอบของสถานการณ์นี้คืออะไร

(แนวคำตอบ : ฝั้นจะปั่นจักรยานไปถึงโรงเรียนบ้านเขาขาดก่อนฝนตก เพราะโดยใช้ระยะทางในการปั่นจักรยานทั้งหมด 14 กิโลเมตร 800 เมตร ซึ่งใกล้กว่าฝนตกที่ใช้ระยะทางในการปั่นจักรยานทั้งหมด 20 กิโลเมตร)

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์

13. นักเรียนออกมานำเสนอวิธีการออกแบบที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหา และร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ออกมานำเสนอ จากนั้นนักเรียนนำเสนอแนะที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขงานของนักเรียนให้สมบูรณ์ที่สุด

สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ป.3 เล่ม 2 สสวท.
2. ใบกิจกรรมที่ 3 เส้นทางไหนใกล้ที่สุด
3. แบบบันทึกการเรียนรู้จากกิจกรรมที่ 3



การวัดประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้			
1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาค่าตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวที่มีหน่วยเป็นกิโลเมตรและเมตรได้	การตอบคำถามตรง “หลักฐานประกอบ การให้เหตุผล”ใน ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง เส้นทางไหนใกล้ที่สุด	ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง เรื่อง เส้นทางไหน ใกล้ที่สุด	ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด
ด้านกระบวนการ			
2. นักเรียนสามารถเสนอแนวคิด ให้เหตุผลและหลักฐานสนับสนุนแนวคิดของตนเองได้ 3. นักเรียนสามารถโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดได้ 4.นักเรียนสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นได้	ตรวจแบบสังเกต พฤติกรรมในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	แบบสังเกต พฤติกรรมในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ความสามารถในการอภิปรายระดับดีขึ้น
ด้านคุณลักษณะ			
5. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	แบบสังเกต พฤติกรรมของนักเรียน	นักเรียนได้คะแนนรวม 9 คะแนนขึ้นไป

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. โจทย์ถามอะไรและโจทย์บอกอะไรมาให้บ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

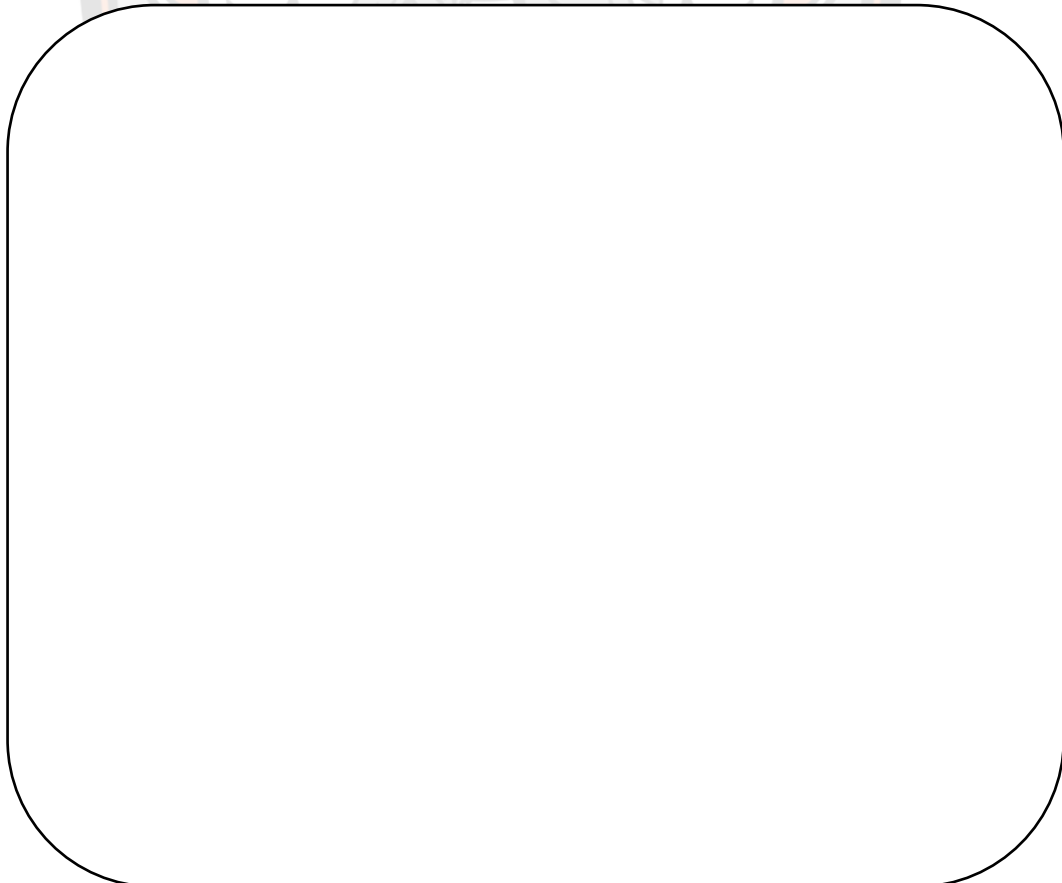
.....

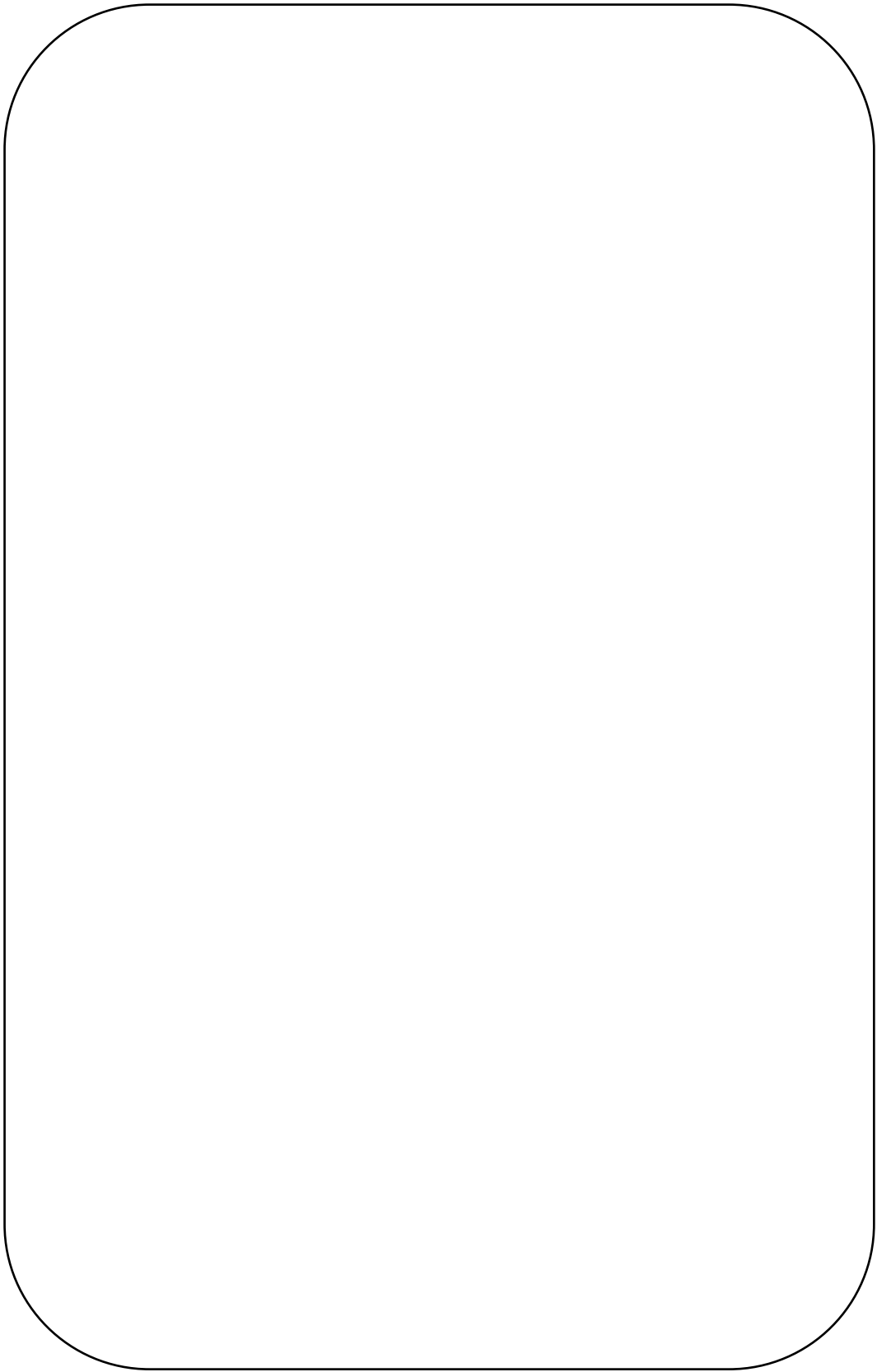
.....

.....

.....

2. จากสถานการณ์ข้างต้น ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา(แบบจำลอง)ในรูปแบบต่างๆอย่างน้อย 2 วิธี เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบคำตอบและหลักฐานประกอบเหตุผล





บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

- () เป็นไปตามผลการจัดการเรียนรู้
- () ไม่เป็นไปตามผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

- () ไม่มีปัญหา
- () มีปัญหา (ระบุ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหาเพื่อปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้สอน

(นางสาวอรอุมา ชินมาลา)

ตำแหน่ง ครู

แบบสังเกตพฤติกรรมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

วัน-เดือน-ปี ที่ทำแบบสังเกต

วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง

รายชื่อ

ชื่อ-สกุล..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้สังเกตสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ และเขียน ✓ ในช่อง
พฤติกรรมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนตามสิ่งที่สังเกตพบ

รายงานประเมิน	พฤติกรรมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน			
	4	3	2	1
1. การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง				
2. การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด				
3. การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด				
4. การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

เกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
(ใบกิจกรรมและแบบสังเกตพฤติกรรมในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์)

ความสามารถใน การอภิปราย ทางคณิตศาสตร์	ระดับ คะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
การเสนอแนวคิด และการให้เหตุผล สนับสนุนแนวคิด	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างถูกต้องอย่างชัดเจน 2 วิธี
	3 (ดี)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิดได้อย่างถูกต้องอย่างชัดเจน 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ แต่ยังไม่ให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายแนวคิดไม่ได้
	1 (ปรับปรุง)	เสนอแนวคิดไม่ตรงกับที่ปัญหาที่ได้รับหรือเสนอแนวคิดไม่ได้
การให้หลักฐาน สนับสนุนแนวคิด	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้ 2 วิธี
	3 (ดี)	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้ 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดได้แต่ไม่มีความถูกต้อง
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความถูกต้องได้

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน	ความสามารถที่แสดงออก
เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้อย่างถูกต้อง 2 วิธี และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
	3 (ดี)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้อย่างถูกต้อง 1 วิธี และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
	2 (พอใช้)	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น	4 (ดีเยี่ยม)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ได้ถูกต้อง 2 วิธี
	3 (ดี)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ได้ถูกต้อง 1 วิธี
	2 (พอใช้)	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่นได้แต่ไม่ตรงประเด็น
	1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ได้ถูกต้อง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ตัวชี้วัดและพฤติกรรมบ่งชี้

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้
นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1. มีความสนใจในการทำกิจกรรม 2. การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น 3. มีการยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น 4. ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างน้อย 3 ครั้ง	ให้ 4 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม 2 ครั้ง	ให้ 3 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม 1 ครั้ง	ให้ 2 คะแนน
ไม่ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-16	ดีมาก
9-12	ดี
5-8	พอใช้
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง การวัดความยาว เรื่องย่อย.....

ผู้ประเมิน.....วันที่.....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรมบ่งชี้				คะแนน รวม (16)	สรุปผล การประเมิน
		1	2	3	4		
1							
2							
3							
4							
5							
6							

หมายเหตุ เกณฑ์การประเมิน นักเรียนได้คะแนนรวม 9 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

สังเกตครั้งที่..... วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... เรื่อง,
 จำนวน.....ชั่วโมง ชั้นประถมศึกษาปีที่.....ภาคเรียนที่..... ปีการศึกษา.....
 ครูผู้สอน นางสาวอรอุมา ชินมาลา

คำชี้แจง

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ใช้สำหรับสังเกตพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่มีความใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียนหรือเป็นที่น่าสนใจ โดยการอ่าน ตีความ และสรุปใจความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาให้เข้าใจง่ายด้วยรูปแบบต่าง ๆ เช่นการเขียนบรรยายสรุปความ การวาด หรือการสร้างแบบจำลองอื่นๆ

ขั้นตอนที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น โดยการวิเคราะห์เพื่อกำหนดตัวแปร สมมติฐาน ขอบเขตและ หรือ ข้อมูลที่สำคัญต่อการดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์โดยการพิจารณา วิเคราะห์ความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถเป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์โดยการใช้ความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณ การแก้สมการ กระบวนการแสดงวิธีหาผลลัพธ์ หรือการวาดภาพ

ขั้นตอนที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์โดยการอธิบายผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดแล้วพิจารณาความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของผลลัพธ์ และดำเนินการตรวจสอบทบทวนกระบวนการทั้งหมดอีกครั้ง เพื่อยืนยันเป็นข้อสรุป ซึ่งหากตรวจสอบแล้วพบข้อผิดพลาดระหว่างผลลัพธ์ที่ได้กับสถานการณ์ปัญหาให้ดำเนินการแก้ไข และดำเนินการตามกระบวนการอีกครั้งให้ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์โดยการสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบผลลัพธ์ การทำซ้ำเพื่อยืนยันข้อสรุปและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว

2. ให้ครูผู้สังเกตพิจารณาการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน พร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดของการสังเกต ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะในแต่ละชั้นของการจัดการเรียนรู้



การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

1.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา โดยการอ่าน ตีความ สรุปใจความสำคัญ ระบุข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

1.2 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 4 องค์ประกอบได้หรือไม่ ถ้าได้นักเรียนเกิดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบใดบ้าง

- การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง
- การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด
- การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด
- การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น

1.3 จุดเด่น

1.4 จุดด้อย

1.5 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น

2.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนระบุปัญหา ระบุตัวแปรที่สำคัญต่อการดำเนินการแก้ปัญหา สามารถสร้างแผนภาพแนวคิด (แบบจำลอง) เพื่อช่วยให้ปัญหาชัดเจนขึ้นได้หรือไม่ อย่างไร

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

3.3 จุดเด่น

3.4 จุดด้อย

3.5 แนวทางการแก้ไขปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์

4.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเลือกใช้ความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เรื่องการวัดความยาว ไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน ได้หรือไม่ อย่างไร

 ได้

 ไม่ได้

 ไม่แน่ใจ

4.2 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 4 องค์ประกอบได้หรือไม่ ถ้าได้นักเรียนเกิดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบใดบ้าง

 การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง

 การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด

 การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด

 การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น

4.3 จุดเด่น

4.4 จุดด้อย

4.5 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

.....

.....

ขั้นตอนที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

5.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถอธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดและตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดได้หรือไม่ อย่างไร

 ได้

 ไม่ได้

 ไม่แน่ใจ

.....

.....

5.2 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 4 องค์ประกอบได้หรือไม่ ถ้าได้นักเรียนเกิดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบใดบ้าง

- การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง
- การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด
- การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด
- การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น

5.3 จุดเด่น

5.4 จุดด้อย

5.5 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอผลลัพธ์

6.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนนำเสนอคำตอบ สรุปผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงความรู้ที่ได้ไปสู่สถานการณ์หรือบริบทในชีวิตจริงได้หรือไม่

 ได้

 ไม่ได้

 ไม่แน่ใจ

6.2 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบได้หรือไม่ ถ้าได้นักเรียนเกิดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์องค์ประกอบใดบ้าง

- การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง
- การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด
- การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด
- การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น

6.3 จุดเด่น

6.4 จุดด้อย

6.5 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

ลงชื่อผู้สะท้อนผล
(.....)

แบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

เรื่องการวัดความยาว ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ชื่อ-สกุล.....ชั้นประถมศึกษาปีที่...3...เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 3 สถานการณ์ รวม 9 ข้อ เป็นข้อสอบอัตนัย ให้ตอบคำถามและแสดงวิธีคิดได้อย่างอิสระ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาทำข้อสอบ 120 นาที
3. ไม่อนุญาตให้นักเรียนนำแบบทดสอบออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด
4. ไม่อนุญาตให้นักเรียนออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ
5. หากพบปัญหาใดๆ โปรดสอบถามครูผู้คุมสอบ



สถานการณ์ วันหยุดของมีโมและป๊อปปี

มีโมและป๊อปปีชอบทำกิจกรรมต่างๆ ในวันหยุดโดยมีเหตุการณ์เกิดขึ้นดังนี้

1. มีโมเดินทางจากบ้านไปสนามฟุตบอลเพื่อไปเล่นบอลกับเพื่อนๆ เป็นระยะทาง 2 กิโลเมตร 900 เมตร
2. ป๊อปปีเดินทางจากบ้านไปที่สนามบาส เป็นระยะทาง 3,100 เมตร โดยแผนที่ในการไปทำกิจกรรมต่างๆ มีดังนี้



จากข้อมูลข้างต้น “มีโมใช้ระยะทางเดินทางยาวกว่าป๊อปปี” นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความข้างต้นหรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบคำตอบและหลักฐานประกอบเหตุผล (องค์ประกอบที่ 1.1 1.2 1.3 1.4)

คำตอบ (เห็นด้วย/ไม่เห็นด้วย)

.....

.....

เหตุผลประกอบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ น้ำตกตาดหมอก

หนึ่งเดินสำรวจเส้นทางในการไปน้ำตกตาดหมอกซึ่งเป็นน้ำตกที่อยู่ใกล้บ้านของหนึ่ง เนื่องจากในวันปีใหม่หนึ่งจะชวนเพื่อนๆ ไปเล่นน้ำตกด้วยกันโดยจะเส้นทางที่หนึ่งจะไปต้องผ่านจุดพักหนึ่งสามารถจะเดินไปได้ทั้งหมดก็เส้นทางจรงเรียงลำดับระยะทางจากมากไปน้อยให้ตอบเป็นหน่วยความยาวกิโลเมตรและเมตร



จากข้อมูลข้างต้น “หนึ่งสามารถเดินสำรวจได้น้อยกว่า 3 เส้นทาง” นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความข้างต้นหรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบคำตอบ และหลักฐานประกอบเหตุผล (องค์ประกอบที่ 1.1 1.2 1.3 1.4)

คำตอบ (เห็นด้วย/ไม่เห็นด้วย)

.....

.....

เหตุผลประกอบคำตอบ

.....

.....

.....

สถานการณ์ ช่างทำถนน

ช่างทำถนนในเมืองเพชรบูรณ์เพื่อซ่อมแซมถนน มีจำนวนรถเทปูนจำนวน 2 คัน โดยที่คันจะต้องเทปูนผ่านจุดพักที่ 1 และ คันที่ 2 จะต้องเทปูนผ่านจุดพักที่ 2 ซึ่งรถทั้งสองจะต้องเจอกันที่บริษัทปูนซีเมนต์หลังเลิกงานและสถานที่สุดท้ายที่ต้องไปคือจะต้องนำรถกลับไปจอดที่เดิมตนเริ่มทำงาน

มีแผนผังการเดินทางดังนี้



จากข้อมูลข้างต้น “คันที่ 1 ถึงบริษัทปูนซีเมนต์ก่อนคันที่ 2” นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความข้างต้นหรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบคำตอบ และหลักฐานประกอบเหตุผล

(องค์ประกอบที่ 1.1 1.2 1.3 1.4)

คำตอบ (เห็นด้วย/ไม่เห็นด้วย)

.....

.....

.....

.....

