

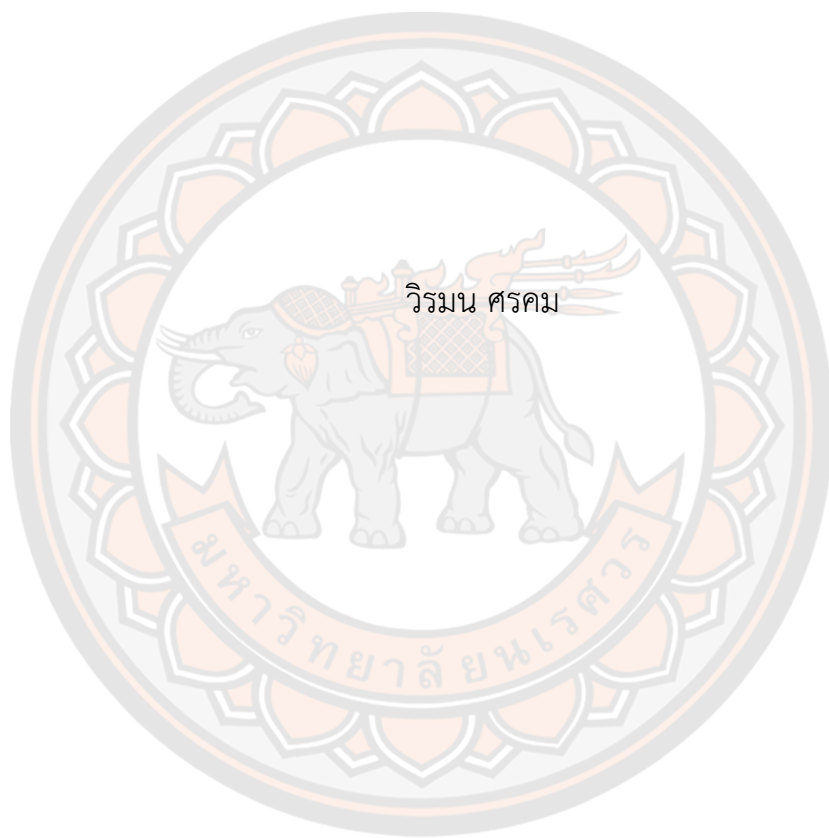


ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มี
ต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มี
ต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทาง
คณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5"
ของ วิรมน ศรคม

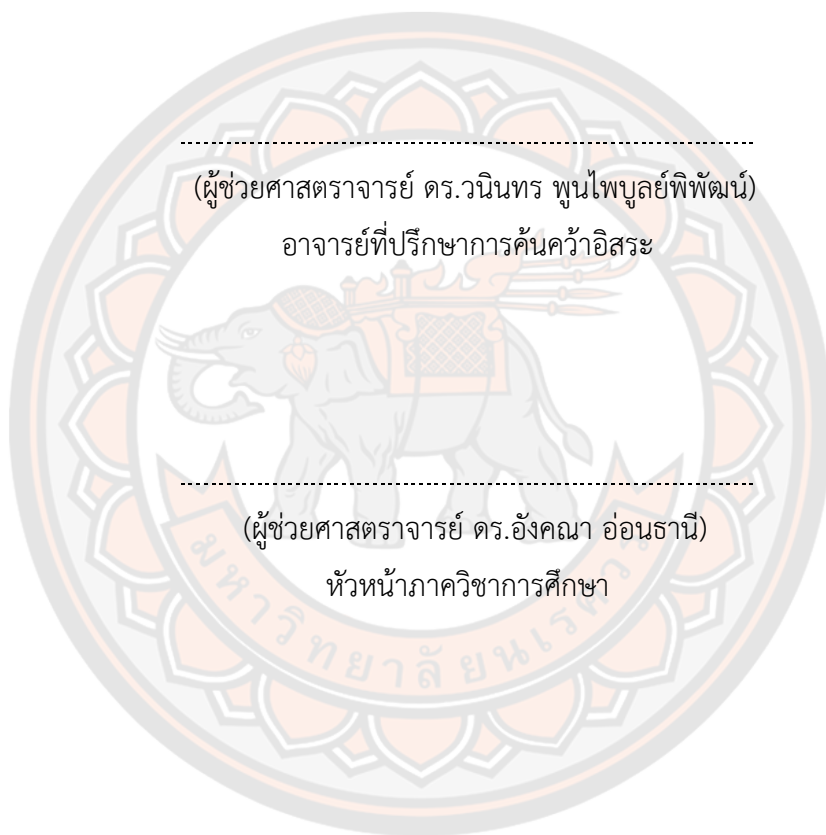
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินนทร พูนโพบูลย์พัฒน์)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	วิรมน ศรคม
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2564
คำสำคัญ	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์, ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมาย เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และ 2) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) ใบกิจกรรม 3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และ 4) แบบสังเกตความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า

ผลการวิจัยพบว่า

1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีประเด็นควรเน้น ได้แก่ การทบทวนความรู้พื้นฐานให้แก่ นักเรียน โดยสามารถใช้วิธีที่หลากหลาย การใช้คำถามกระตุ้นคิดกับนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ การมีส่วนร่วมของ

นักเรียน อีกทั้งสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดต้องมีความท้าทาย และมีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

2) นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก



Title	THE EFFECTS OF MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BASED ON MATHEMATICAL ARGUMENTATION MODEL ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND MATHEMATICAL COMMUNICATION IN VOLUME AND CAPACITY OF A RECTANGULAR SHAPE OF GRADE 5 STUDENTS
Author	WIRAMON SONKOM
Advisor	Assistant Professor Wanintorn Poonpaiboonpipat, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Mathematics Education, Naresuan University, 2021
Keywords	mathematical argument model, mathematical problem solving, mathematical communication

ABSTRACT

This research aims to 1) study learning implementation using a mathematical argumentation model to promote mathematical problem solving abilities and mathematical communication abilities in subject area of the volume and capacity of rectangular shapes, and to 2) study the mathematical problem solving abilities and mathematical communication abilities of students after learning activities using a mathematical argument model in subject area of the volume and capacity of rectangular shapes. This research used a classroom action research model. The participants were 15 students in grade 5. The research instruments were 1) lesson plans, 2) worksheets, 3) test of mathematical problem solving and mathematical communication and 4) observation form. Data were analyzed by content analysis and check for the trustworthiness of the data by methodological triangulation.

The results revealed that

1) Learning implementation using a mathematical argumentation model that promotes mathematical problem solving abilities and mathematical

communication abilities should be highlighted, in preparing of basic knowledge to students in a variety of ways, consistently using provoking questions with students and student participation. In addition, the problem situations should be challenged and various solutions to the problems.

2) Most students had increasingly developed mathematical problem solving abilities and mathematical communication abilities after learning through a mathematical argumentation model in subject area of the volume and capacity of rectangular shapes.



ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ท่านผู้ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางที่ถูกต้องตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจ ใส่เป็นอย่างยิ่ง เพื่อประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าอิสระให้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีอีกทั้ง ยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม อาจารย์ประจำภาคคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ชำรงโสสถิสกุล อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และครูสนอง สอนทุ่ง ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านขุนนาง จังหวัดสุโขทัย ที่กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขและตรวจสอบ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จนทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู และขอขอบคุณนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านขุนนาง ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่าน และขอขอบคุณเพื่อนร่วมชั้นเรียนทุกคน ที่คอยสนับสนุนเป็นกำลังใจสำคัญที่ทำให้ก้าวข้ามผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ด้วยดีเสมอมา

กราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติมิตร และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญ และคอยส่งเสริมสนับสนุนในทุกๆด้านเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่าน และขอขอบคุณเพื่อนร่วมชั้นเรียนทุกคน ที่คอยสนับสนุนเป็นกำลังใจสำคัญที่ทำให้ก้าวข้ามผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์จากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ต่อไป

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุุณูปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
คำถามการวิจัย.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560).....	10
การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์.....	13
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	17
ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	32

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	40
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	43
ผู้เข้าร่วมวิจัย.....	43
รูปแบบการวิจัย.....	43
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	44
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	51
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	57
ตอนที่ 1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทาง คณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.....	57
ตอนที่ 2 ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทาง คณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.....	87
บทที่ 5 บทสรุป.....	112
สรุปผลการวิจัย.....	112
อภิปรายผลการวิจัย.....	116
ข้อเสนอแนะ.....	121
บรรณานุกรม.....	123
ภาคผนวก.....	129
ประวัติผู้วิจัย.....	171

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 แสดงเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	30
ตาราง 2 แสดงเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	31
ตาราง 3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบแบบอัตนัยทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	38
ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	39
ตาราง 5 แสดงจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	44
ตาราง 6 แสดงลำดับวงจรปฏิบัติการ แผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา ข้อบกพร่อง และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้.....	45
ตาราง 7 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ห้องประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	54
ตาราง 8 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ห้องประกอบความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์.....	55
ตาราง 9 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1	65
ตาราง 10 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	73
ตาราง 11 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	79

ตาราง 12 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 4.....	84
ตาราง 13 แสดงการสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทาง คณิตศาสตร์จำแนกตามบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ...	85
ตาราง 14 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมร้านขนมบ้านขุนนางวังเดริเวอร์ี่.....	88
ตาราง 15 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง.....	89
ตาราง 16 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมวุ้นมะพร้าวหน้ากะทิ.....	91
ตาราง 17 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมบ่อเลี้ยงปลาตุ๊ก	92
ตาราง 18 แสดงพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 วงจร ปฏิบัติการ	93
ตาราง 19 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1 ...	95
ตาราง 20 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 2 ...	96
ตาราง 21 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 3 ...	97
ตาราง 22 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมร้านขนมบ้านขุนนางวังเดริเวอร์ี่	100
ตาราง 23 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง	101

ตาราง 24 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมวุ้นมะพร้าวหน้ากะทิ	103
ตาราง 25 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมบ่อเลี้ยงปลาตุ๊ก	104
ตาราง 26 แสดงพัฒนาการความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ 4 วงจรปฏิบัติการ	105
ตาราง 27 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบข้อที่ 1	107
ตาราง 28 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบข้อที่ 2	108
ตาราง 29 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบข้อที่ 3	109
ตาราง 30 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ	131
ตาราง 31 แสดงผลประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของ ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	137
ตาราง 32 แสดงผลประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์	146

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ	44
ภาพ 2 แสดงประเด็นที่ควรเน้นในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทาง คณิตศาสตร์	87
ภาพ 3 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมร้านขนมบ้านขุนนางวังเดริเวอร์ี.....	89
ภาพ 4 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง ด้านการเลือกยุทธวิธีในการ	90
ภาพ 5 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมวันมะพร้าวหน้ากะทิ ด้านเข้าใจปัญหา.....	91
ภาพ 6 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมบ่อเลี้ยงปลาตุ๊ก ด้านการสรุปคำตอบ.....	93
ภาพ 7 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ 3 จากแบบทดสอบวัดความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1	96
ภาพ 8 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ใน ระดับ 3 จากแบบทดสอบวัดความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 2	97
ภาพ 9 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ 3 จากแบบทดสอบวัดความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 3.....	98
ภาพ 10 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมร้านขนมบ้านขุนนางวังเดริเวอร์ีด้านการใช้ภาษา.....	101
ภาพ 11 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง ด้านการแสดงแนวคิดทาง คณิตศาสตร์	102
ภาพ 12 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมวันมะพร้าวหน้ากะทิ ด้านการนำเสนอ	103
ภาพ 13 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมบ่อเลี้ยงปลาตุ๊ก ด้านการนำเสนอ	105
ภาพ 14 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมาย อยู่ในระดับ 3 จากแบบทดสอบข้อที่ 1	107

ภาพ 15 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมาย อยู่ในระดับ 3 จากแบบทดสอบข้อที่ 2.....	108
ภาพ 16 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมาย อยู่ในระดับ 3 จากแบบทดสอบข้อที่ 3.....	110



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 รวมถึงการใช้ชีวิตประจำวัน เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุมีผล คิดอย่างเป็นระบบและมีแบบแผน ช่วยให้มนุษย์สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาได้อย่างรอบคอบ และถี่ถ้วน ช่วยให้เกิดความคิดและการวางแผนตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติ ให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) สิริพร ทิพย์คง (2545) ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์สามารถช่วยพัฒนาให้บุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์เป็นพลเมืองที่ดีมีคุณภาพ เพราะคณิตศาสตร์ช่วยส่งเสริมความมีเหตุผล ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีการวางแผนการทำงาน และมีความสามารถในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนมีลักษณะของความเป็นผู้นำในสังคม จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ดังกล่าว หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ในมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จึงได้กำหนดเป้าหมายในการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นั่นคือ ให้นักเรียนมีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหาการคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

แม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเยาวชนของชาติ แต่การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ยังคงมีนักเรียนจำนวนมากน้อยที่ขาดทักษะและกระบวนการทั้งการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารและนำเสนอแนวคิด การเชื่อมโยงเนื้อหา และความคิดสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปปรับประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) การแก้ปัญหาเป็นทักษะและกระบวนการที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน เนื่องจากมนุษย์ทุกคนต้องเผชิญปัญหาที่ง่ายต่อการแก้ปัญหาตลอดจนปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งต้องอาศัยความคิด

รวบยอด ความรู้ ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาต่างๆ และเทคนิควิธีหลายอย่างเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้มีประสิทธิภาพ และการที่นักเรียนจะแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น การเรียนคณิตศาสตร์จึงมีส่วนช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา ทั้งนี้เนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นหัวใจ จิตวิญญาณและสิ่งที่จำเป็นในวิชาคณิตศาสตร์ (Contreras, 2005) ในปัจจุบันการแก้ปัญหามุ่งเน้นที่การคิดวิเคราะห์ปัญหา การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ และการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือสิ่งที่คิดได้ นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ความสามารถที่มีอยู่ลงมือแก้ปัญหา อันเป็นการเรียนรู้จากกระบวนการทำงานและเกิดเป็นประสบการณ์อย่างหนึ่ง ซึ่งจะกลายเป็นความชำนาญหรือทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในโอกาสต่อไป (อัมพร ม้าคนอง, 2553) นอกจากนี้การแก้ปัญหายังเป็นทักษะที่มีความสำคัญยิ่ง และมีกรรมทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญเข้าไปด้วย เช่น การให้เหตุผล การสื่อสารและการตัดสินใจ ผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาก็มักมีความรู้ ประสบการณ์ ระบบการคิด และการตัดสินใจที่ตีรวมไว้เข้าด้วยกัน (อัมพร ม้าคนอง, 2553) และนอกจากนี้การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ยังเป็นทักษะที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น เกิดความมั่นใจในการแสดงออก อีกทั้งยังช่วยให้ครูเข้าใจระบบความคิดของนักเรียนและสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถ ความต้องการของนักเรียน (ขนิษฐา เรืองนุ่น, 2556) โดยแนวทางในการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น ครูควรจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด (Rowan and Morrow, 1993) โดยกิจกรรมนั้นอาจจะเป็นรูปแบบกิจกรรมที่อยู่ในรูปของเกมการแก้โจทย์ปัญหาหรือรูปแบบอื่นๆ ที่น่าสนใจ ทำทหายและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิดและอธิบายแนวคิดแบบกลุ่มหรือรายบุคคลซึ่งครูจะคอยเป็นผู้ชี้แนะแนวทางหรือให้ความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น (กรมวิชาการ, 2544)

นอกจากนี้สิ่งที่สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการศึกษาของประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร สะท้อนให้เห็นได้จากผลการประเมินต่างๆ เช่น ผลการประเมินในโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2558 (Trends in International Mathematics and Science Study 2015; TIMSS 2015) โดยมีการประเมินถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งประเทศไทยได้เข้าร่วมการประเมินในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีผลการประเมินในวิชาคณิตศาสตร์ ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 431 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่ากลางของการประเมินที่กำหนดไว้ 500 คะแนน เมื่อพิจารณาภาพรวมถูกจัดอยู่ในกลุ่มระดับ 1 หรือระดับต่ำ (Low International Benchmark) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี, 2561) สอดคล้องกับผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ของนักเรียนร่วมกับนานาชาติในโครงการ PISA 2018 (Programme for International Student Assessment) โดยทำการประเมินนักเรียนอายุ 15 ปี ซึ่งเป็นวัยที่สำเร็จการศึกษาภาคบังคับ เป็นการประเมินที่เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน พบว่านักเรียนในประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ที่ 419 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในระดับนานาชาติที่มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 489 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) นอกจากนี้ ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test : O-NET) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2563 พบว่านักเรียนในประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์อยู่ที่ 29.99 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งถือว่ายังคงมีคะแนนเฉลี่ยที่ต่ำมาก ในช่วงระยะหลายปีย้อนหลัง พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีผลการทดสอบคณิตศาสตร์ที่ต่ำลงและผลการทดสอบในแต่ละปีการศึกษาก็มีคะแนนโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่ไม่ผ่านครึ่งของคะแนนเต็ม (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564)

สภาพปัญหาข้างต้นจากการทดสอบ TIMSS PISA และ O-NET เป็นการทดสอบที่วัดการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงและยังให้นักเรียนได้สื่อสารความคิด หรือความรู้ความเข้าใจของตนผ่านการตอบคำถาม แต่พบว่ายังขาดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียน และเมื่อพิจารณาผลในการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในรูปแบบการสอนแบบบรรยาย พบว่า เมื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมในชั้นเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์และไม่สามารถอธิบายถึงขั้นตอน รวมถึงการแสดงวิธีการหาคำตอบนั้นได้ อีกทั้งนักเรียนไม่สามารถใช้ภาษา หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องชัดเจน ในการสื่อสารและแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และสภาพปัญหา ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงศึกษาแนวการจัดการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่าครูควรจัดบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้มีการพูดอภิปรายโต้แย้ง และแสดงเหตุผลของตนเองกับเพื่อนร่วมชั้นและครูอย่างมีอิสระ และฝึกให้นักเรียนหาแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายวิธี รวมถึงในการจัดกิจกรรมการ

เรียนรู้ ครูควรใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ให้นักเรียนเกิดการวิเคราะห์ข้อมูลและให้เหตุผล โดยการเขียนบรรยายพร้อมทั้งใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งเสริมให้นักเรียน เกิดกระบวนการคิดพร้อมตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและเชื่อมโยงสถานการณ์ ปัญหากับเนื้อหาหรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (NCTM, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับ สิริพร ทิพย์ คง (2545) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาไว้ว่า ครู ควรเลือกใช้รูปแบบของการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ และในส่วนของจัดการ เรียนรู้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูควรจัดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน ส่งเสริม บรรยากาศในชั้นเรียน ยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนไปค้นหา สืบค้น ปัญหาด้วยตนเอง ใ้เวลานักเรียนมากพอในการแก้ปัญหา ให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดในการ แก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถและความมั่นใจในการแก้ปัญหาโดยการพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

ผู้วิจัยจึงได้ทำการตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและพบว่าการจัดการเรียนรู้โดย ใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของ Knudsen et al., (2018) ได้กลั่นกรองรูปแบบการโต้แย้ง ของ Harel and Sowder, 1998, 2007; Krummheuer, 1995; Lakatos, 1976 และอีกหลาย ๆ ท่าน เกี่ยวกับการโต้แย้งกันในโครงสร้างที่เหมาะสมสำหรับครูและนักเรียน โดยเริ่มต้นจากการโต้แย้ง และเพิ่มพูนประสบการณ์ที่มากขึ้น ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการ แก้ปัญหา และสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีลักษณะที่สนับสนุนนักเรียนให้มี ส่วนร่วมในการโต้แย้ง มีโอกาสเรียนรู้วิธีการสร้างข้อมูล ใช้สมมติฐาน ความรู้ที่มีก่อนหน้านี้ในการ สร้างข้อโต้แย้ง สร้างการคาดเดาและสร้างข้อสนับสนุนของข้อกล่าวอ้าง เพื่อสำรวจความจริงของการ คาดคะเนของตนเองและวิจารณ์เหตุผลของคนอื่นบนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์ และนำไปสู่ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) การสร้างกรณี โดยครูกำหนด งานและสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันเก็บรวบรวมข้อมูล หาแบบรูป ความสัมพันธ์ เพื่อสร้างกรณีที่อาจเป็นไปได้อย่างหลากหลาย 2) การคาดเดา ครูใช้คำถาม เกม กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคาดเดาเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนคิดว่าเป็นจริง 3) การแสดงผล ให้นักเรียน มองหาสาเหตุ และเหตุผลที่ทำให้การคาดเดานั้นเป็นจริง พร้อมอภิปรายแสดงวิธีที่แตกต่าง 4) การ สรุปรูป อภิปรายสรุป และเขียนรายงานสรุปการโต้แย้ง การคาดเดา และการแสดงผล

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และการ สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้

รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และนำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องอื่นที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หรือวิชาอื่นต่อไป

2. ได้แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

คำถามการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ควรมีลักษณะอย่างไร

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร

ขอบเขตการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย

นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2564 จำนวน 15 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้นำเนื้อหา เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ในรายวิชา ค15101 คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ตามมาตรฐาน

การเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 ปริซึม

เรื่องที่ 2 ปริมาตรและความจุ

เรื่องที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ

เรื่องที่ 4 โจทย์ปัญหา

3. ตัวแปรที่ศึกษา

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการอภิปราย เก็บรวบรวมข้อมูล คาดการณ์ ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบ และแสดงวิธีการแก้ปัญหานำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases) ครูกระตุ้นความสนใจ และทบทวนความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากการอธิบายเนื้อหา เล่นเกม หรือตอบคำถามเพื่อเป็นพื้นฐานในการช่วยให้นักเรียนสร้างกรณีหรือข้อโต้แย้ง ขั้นนี้นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูล หารูปแบบความสัมพันธ์ เพื่อสร้างกรณีที่สามารถเป็นไปได้อย่างหลากหลาย

ขั้นที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing) ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคาดเดา และให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายและหาข้อคาดเดาของกลุ่มที่สามารถแก้ปัญหาได้และเป็นจริงเสมอ ครูย้าให้นักเรียนหลีกเลี่ยงการตัดสินการคาดเดาของคนอื่น และให้นักเรียนเขียนแสดงการคาดเดาของตนเอง

ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying) ครูจัดแสดงลำดับการคาดเดาของนักเรียนทั้งชั้น แล้วเลือกทีละประเด็นให้นักเรียนพิสูจน์ ให้เหตุผล แสดงวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้คำถามผลักดันให้เห็นถึงขั้นตอนและวิธีการหาคำตอบ เมื่อนักเรียนแสดงถึงการคาดเดาแล้วต้องมองหาสาเหตุ และเหตุผลที่ทำให้การคาดเดานั้นเป็นจริง ขั้นนี้นักเรียนสามารถพิสูจน์ วิเคราะห์ผลงานของเพื่อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเหตุผลโดยการโต้แย้ง

ขั้นที่ 4 การสรุป (Concluding) ครูอภิปรายผลการโต้แย้ง สะท้อนผลและให้นักเรียนปรับปรุงการเขียนของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินสิ่งที่เรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไข ขั้นนี้นักเรียนร่วมกันตัดสินใจว่าการคาดเดาเป็นจริงหรือเท็จ บนพื้นฐานของการให้เหตุผลจากการโต้แย้ง

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการหาแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ซึ่งคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

2.1 ความสามารถด้านการเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถของนักเรียนในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและข้อมูลสำคัญที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 ความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา เป็นความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคัดเลือกและเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อระบุความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาและกำหนดแนวทางหรือลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

2.3 ความสามารถด้านการดำเนินการแก้ปัญหา เป็นความสามารถของนักเรียนในการดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้และคำนวณตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์จนนำไปสู่คำตอบของปัญหา

2.4 ความสามารถด้านการสรุปคำตอบ เป็นความสามารถของนักเรียนในการสรุปและตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบตลอดจนความสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในสถานการณ์ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้วัดได้จากใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

3. ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการพูดหรือการเขียนเพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ รูปภาพ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและชัดเจน มีองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ดังนี้

3.1 ความสามารถด้านการใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้การใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการเขียนหรือพูดอธิบายแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3.2 ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้รูปภาพ แบบจำลอง สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบการอธิบายเหตุผล หรือแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

3.3 ความสามารถด้านการนำเสนอ เป็นความสามารถของนักเรียนในการนำเสนอแนวคิดโดยการพูดหรือเขียนได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และมีลำดับขั้นตอน

ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้วัดได้จากใบกิจกรรม แบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551

(ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

- 1.1 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- 1.4 คำอธิบายรายวิชา มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและหน่วยการเรียนรู้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ลักษณะของการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
- 2.3 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.2 ประเภทของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.4 ทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์
- 3.5 กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.7 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

- 4.1 ความหมายของการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
- 4.2 ความสำคัญการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

4.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

4.4 การประเมินความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้แยกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ออกจากสาระการเรียนรู้และได้กำหนดสาระพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับนักเรียนได้ 3 สาระดังนี้

จำนวนและพีชคณิต ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วนร้อยละการประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริงแบบรูปความสัมพันธ์ฟังก์ชันเซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน เมทริกซ์ จำนวนเชิงซ้อน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

การวัดและเรขาคณิต ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยามแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิตการแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุนเรขาคณิต วิเคราะห์เวกเตอร์ในสามมิติและการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

สถิติและความน่าจะเป็น การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูลการคำนวณค่าสถิติการนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆและช่วยในการตัดสินใจ

2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูปความสัมพันธ์ ฟังก์ชันลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.3 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.4 เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้

สาระที่3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

3. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่จะนำ ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ได้แก่ ความสามารถต่อไปนี้

3.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาคิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผล ของคำตอบพร้อม ทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

3.2 การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถ ในการใช้ รูปภาพและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอ ได้อย่าง ถูกต้อง ชัดเจน

3.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็น เครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

3.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผล สนับสนุนหรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

3.5 การคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้

4. คำอธิบายรายวิชา มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดและหน่วยการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน ค 15101 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เวลาเรียน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ 160 ชั่วโมง จำนวน 4 หน่วยกิต

ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณและฝึกแก้ปัญหาในเรื่องเขียนเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นตัวประกอบของ 10 หรือ 100 หรือ 1,000 ในรูปทศนิยม แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้บัญญัติไตรยางศ์ หาผลบวก ผลลบ ผลคูณ ผลหารของเศษส่วนและจำนวนคละ แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน 2 ขั้นตอน หาผลคูณของทศนิยม ที่ผลคูณเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง หาผลหารที่ตัวตั้งเป็นจำนวนนับหรือทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง และตัวหารเป็นจำนวนนับ ผลหารเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม 2 ขั้นตอน และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละไม่เกิน 2 ขั้นตอน แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว น้ำหนัก ที่มีการเปลี่ยนหน่วย และเขียนในรูปทศนิยม แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน สร้างเส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรงให้ขนานกับเส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ จำแนกรูปสี่เหลี่ยมโดยพิจารณาจากสมบัติของรูป สร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ เมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุมหรือ เมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม และบอกลักษณะของปริซึม

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดคำนวณ กระบวนการคิด พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผล เพื่อให้เกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ มีเหตุผล มีความซื่อสัตย์ มีระเบียบวินัย มีคุณธรรมและจิตอาสา สามารถพัฒนาการใช้เทคโนโลยี สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพได้

ตัวชี้วัด

ค 1.1 ป.5/1 เขียนเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นตัวประกอบของ 10 หรือ 100 หรือ 1,000 ในรูปทศนิยม

ค 1.1 ป.5/2 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้บัญญัติไตรยางศ์

ค 1.1 ป.5/3 หาผลบวก ผลลบของเศษส่วนและจำนวนคละ

ค 1.1 ป.5/4 หาผลคูณ ผลหารของเศษส่วนและจำนวนคละ

ค 1.1 ป.5/5 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา การบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน 2 ขั้นตอน

ค 1.1 ป.5/6 หาผลคูณของทศนิยมที่ผลคูณเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง

ค 1.1 ป.5/7 หาผลหารที่ตัวตั้งเป็นจำนวนนับหรือทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง และตัวหารเป็นจำนวนนับ ผลหารเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง

ค 1.1 ป.5/8 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม 2 ขั้นตอน

ค 1.1 ป.5/9 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละไม่เกิน 2 ขั้นตอน

ค 2.1 ป.5/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวที่มีการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม

ค 2.1 ป.5/2 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนักที่มีการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม

ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยม

มุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ค 2.1 ป.5/4 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ค 2.2 ป.5/1 สร้างเส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรงให้ขนานกับเส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้

ค 2.2 ป.5/2 จำแนกรูปสี่เหลี่ยมโดยพิจารณาจากสมบัติของรูป

ค 2.2 ป.5/3 สร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ เมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุมหรือเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม

ค 2.2 ป.5/4 บอกลักษณะของปริซึม

ค 3.1 ป.5/1 ใช้ข้อมูลจากกราฟเส้นในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ค 3.1 ป.5/2 เขียนแผนภูมิแท่งจากข้อมูลที่เป็นจำนวนนับ

รวมทั้งหมด 19 ตัวชี้วัด

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

Kuhn (1991) กล่าวว่า การโต้แย้ง คือ การยืนยันข้อมูลและการเสริมข้อมูลโดยการแสดงเหตุผล

Means and Voss (1996) กล่าวว่า การโต้แย้ง คือ การสนับสนุนข้อสรุปด้วยเหตุผลอย่างน้อยหนึ่งข้อ

Driver et al., (2000) กล่าวว่า การโต้แย้งเป็นทักษะที่เกิดจากการศึกษาวิธีการสร้างและ

อ้างเหตุผล เพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนำไปสู่ข้อสรุป

Van et al., (1997) กล่าวว่า การโต้แย้ง หมายถึง การสอบสวนต่อความสงสัย ความคิดเห็นที่ตรงข้าม วัตถุประสงค์หรือการแย้งสิทธิ ซึ่งมีการให้เหตุผลหรือการคัดค้าน เพื่อปรับใช้ในการแก้ปัญหาความคิดที่แตกต่างกัน

Besnard and Hunter (2008) กล่าวว่า การโต้แย้งว่า เป็นความสามารถในการแสดงทรรศนะที่แตกต่างกันระหว่างบุคคล 2 ฝ่าย โดยแต่ละฝ่ายพยายามใช้ข้อมูลสถิติหลักการ เหตุผลการอ้างถึงทรรศนะของผู้รู้ เพื่อสนับสนุนทรรศนะของตนและใช้เป็นขั้นตอนของการนิรนัย เหตุผลตั้งแต่ 1 ข้อหรือมากกว่าสำหรับข้อมูลที่ใช้นั้น เรียกว่าหลักฐานสนับสนุนการโต้แย้งส่วน ข้อสรุปเรียกว่าข้อกล่าวอ้างของการโต้แย้ง และหลักฐานสนับสนุนการโต้แย้งจะเป็นการให้เหตุผล สำหรับข้อกล่าวอ้างในการโต้แย้ง

Sampson and Clark (2009) กล่าวว่า การโต้แย้ง หมายถึง กระบวนการในการสร้าง คำอธิบาย สร้างข้อโต้แย้ง วิจัยเนื้อหาและผลผลิตของกระบวนการสืบเสาะ

จากความหมายของการโต้แย้งที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลพยายามสร้างข้อมูลสนับสนุนหรือคัดค้าน ข้อกล่าวอ้างทางคณิตศาสตร์เพื่อ นำไปสู่ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ โดยอ้างถึงหลักฐานและเหตุผล

2. ลักษณะของการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

Ruben and Stewart (1998) ได้แบ่งลักษณะของการโต้แย้งเป็น 5 ประเภทดังนี้

1. แบบแข่งขัน (Competitive Style) คือการขัดแย้งที่ผู้โต้แย้งทั้งสองฝ่ายมุ่งที่จะเอาชนะกัน การขัดแย้งประเภทนี้มีความร่วมมือกันน้อย เช่น การโต้แย้งเพื่อหาฝ่ายผิด-ฝ่ายถูก

2. แบบแบ่งรับแบ่งสู้ (Accommodative Style) คือการขัดแย้งที่ผู้โต้แย้งต่างก็ไม่ต้องการให้อีกฝ่ายหนึ่งไม่พอใจ การโต้แย้งจึงไม่ยืนยันความแน่นอนลงไปซึ่งการโต้แย้งประเภทนี้อาจเกิดในกลุ่มที่มีความร่วมมือกันสูงผู้โต้แย้งต่างไม่ต้องการแสดงการโต้แย้งที่เด่นชัด

3. แบบหลีกเลี่ยง (Avoiding Style) คือการขัดแย้งที่ผู้โต้แย้งทั้งสองฝ่ายต่างไม่มีส่วนได้ส่วนเสียในผลของการขัดแย้งเมื่อเกิดการขัดแย้งผู้โต้แย้งทั้ง 2 ฝ่ายจึงพยายามใช้การหลีกเลี่ยง

4. แบบร่วมมือ (Collaborative Style) คือการขัดแย้งที่มีความร่วมมือและความต้องการเอาชนะสูง เช่น การโต้แย้งในการอภิปรายเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา

5. แบบประนีประนอม (Compromising Style) คือความขัดแย้งที่มีความร่วมมือ และต้องการเอาชนะกันในระดับปานกลาง เช่น การพบกันครึ่งทางและการยอมเสียบางอย่าง เพื่อรักษาบางอย่างเอาไว้

เทพี จรัสจรุงเกียรติ และพนมพร นิรัญทวิ (2537) ได้แบ่งลักษณะการโต้แย้งมี 4 ประเภท ดังนี้

1. การโต้แย้งเพื่อหาข้อเท็จจริง เป็นการโต้แย้งที่มีได้มุ่งเอาแพชชนะกัน เพื่อค้นหาข้อเท็จจริงความถูกต้องและวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ

2. การโต้แย้งเพื่อมุ่งเอาชนะกัน เป็นการโต้แย้งที่แต่ละฝ่ายมีความมุ่งหมายเอาชนะกันเพียงเท่านั้น บางครั้งอาจจะใช้การอ้างเหตุผลที่ถูกต้องแต่จะเป็นการใช้คารมมาหักล้างกันมากกว่า

3. การโต้แย้งเพื่อแสดงว่าความคิดของฝ่ายตนถูก เป็นการโต้แย้งที่ไม่มุ่งหาข้อเท็จจริง เพราะต่างฝ่ายต่างถือว่าความคิดของฝ่ายตนถูกต้องเหมาะสมกว่าฝ่ายตรงข้าม การโต้แย้งแบบนี้จึงมักจะเป็นไปอย่างรุนแรง ได้แก่ การโต้แย้งในประเด็นของลัทธิต่าง ๆ ซึ่งเป็นความเชื่อของคนเช่นลัทธิทางการเมืองศาสนาและประเพณี เป็นต้น

4. การโต้แย้งเพื่อให้เข้าใจประโยชน์ เป็นการโต้แย้งที่มุ่งหมายให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้น เมื่อมีฝ่ายหนึ่งแสดงข้อสงสัยหรือคัดค้านว่าอาจไม่เป็นเช่นนั้น อีกฝ่ายหนึ่งก็ต้องแย้งให้เห็นข้อเท็จจริงอย่างตรงประเด็นและเข้าใจแจ่มแจ้ง

Van et al., (1997) ได้แบ่งลักษณะการโต้แย้งมี 3 ประเภท ดังนี้

1. การโต้แย้งมีการกล่าวอ้างการให้เหตุผลรองรับและการปฏิเสธต่อข้อกล่าวอ้างนั้น
2. การโต้แย้งแบ่งเป็นสองฝ่าย ฝ่ายแรก ได้แก่ ฝ่ายสนับสนุนซึ่งเป็นฝ่ายที่เสนอความคิดและการกล่าวอ้าง ฝ่ายที่สอง ได้แก่ ฝ่ายคัดค้านที่ไม่เชื่อในการกล่าวอ้างนั้น จึงทำให้เกิดการโต้แย้งขัดขวางการกล่าวอ้างนั้น
3. การโต้แย้งแฝงอยู่ในการกระทำและกิจกรรมต่าง ๆ เช่น บทความในหนังสือพิมพ์ การสนทนาในชีวิตประจำวัน เป็นต้น

Schiffirin (1985) ได้แบ่งลักษณะการโต้แย้งไว้ 2 ประเภท ดังนี้

1. การโต้แย้งเชิงวาทิลป์ (Rhetorical) การโต้แย้งประเภทนี้มีผู้สนทนาเพียงคนเดียว ครอบครองการสนทนา เช่น การเขียนบทความเพื่อโต้แย้งในวารสารการโต้แย้งที่เป็นต้น
2. การโต้แย้งแบบเผชิญหน้า (Oppositional) การโต้แย้งประเภทนี้ผู้สนทนาต่างมีส่วนในการครอบครองการสนทนาเท่าๆกัน เช่น การพูดอภิปรายการพูดโต้แย้งในกลุ่มสนทนาย่อย เป็นต้น

สรุปได้ว่า ลักษณะของการโต้แย้งมีความหลากหลาย เช่น การโต้แย้งเพื่อหาข้อเท็จจริง การโต้แย้งที่เกิดจากการทำกิจกรรม การโต้แย้งที่มุ่งเอาชนะซึ่งการโต้แย้งลักษณะนี้อาจไม่ได้ใช้เหตุผลที่แท้จริงแต่เป็นการใช้คารมเพื่อโน้มน้าวใจมากกว่า แต่สำหรับการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นการโต้แย้งเพื่อหาข้อสรุป ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างข้อมูล หาเหตุผลมาแสดงเพื่อช่วยสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง แนวความคิดของตนให้น่าเชื่อถือ ไม่ใช่การคาดเดาหรือการกล่าวอ้างลอย ๆ เพื่อต้องการให้อีกฝ่ายหนึ่งเห็นด้วย

3. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

3.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

รูปแบบการโต้แย้งของเรานั้นขึ้นอยู่กับสิ่งที่นักคณิตศาสตร์ทำ และนักปรัชญา และนักการศึกษาได้เข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการโต้แย้ง Knudsen et al., (2018) ได้กลั่นกรองรูปแบบการโต้แย้งของ Harel and Sowder, 1998, 2007; Krummheuer, 1995; Lakatos, 1976 เกี่ยวกับการโต้แย้งกันในโครงสร้างที่เหมาะสมสำหรับครูและนักเรียนโดยเริ่มต้นจากการโต้แย้ง และเพิ่มพูนประสบการณ์ที่มากขึ้น โดยมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases) ขั้นแรกเป็นขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจ และทบทวนความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์จากการอธิบายเนื้อหา เล่นเกม หรือตอบคำถามที่ครูตั้งขึ้นเพื่อเป็นพื้นฐานในการช่วยให้นักเรียนสร้างกรณีหรือข้อโต้แย้ง โดยครูเป็นผู้กำหนดเนื้อหา กำหนดงาน และ สถานการณ์ปัญหา ในบางครั้งครูอาจเป็นผู้สร้างกรณี ขั้นนี้นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูล หาแบบรูป ความสัมพันธ์เพื่อสร้างกรณีที่สามารถเป็นไปได้อย่างหลากหลายโดยลองใช้ตัวเลข สัญลักษณ์หรือรูปร่าง แล้วคัดเลือกกรณี

ขั้นที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing) ครูจะแสดงกรณีทั้งหมดที่ครูและนักเรียนสร้างขึ้น แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคาดเดา และแสดงการคาดเดาทั้งหมดของนักเรียนไว้บนกระดานดำ เพื่อให้นักเรียนได้สังเกตและสร้างสมมุติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่ป็นจริงเสมอ ครูควรย้าให้นักเรียน หลีกเลี่ยงการตัดสินการคาดเดาของคนอื่น และให้นักเรียนเขียนแสดงการคาดเดาของตนเอง จับคู่สนทนาทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดศึกษากรณีอย่างละเอียด แล้วคาดเดาเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนคิดว่าเป็นจริงอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying) ครูจัดแสดงลำดับการคาดเดาของนักเรียนทั้งชั้น แล้วเลือกทีละประเด็นให้นักเรียนให้นักเรียนพิสูจน์ให้เหตุผล โดยใช้คำถามผลักดันให้เห็นถึงขั้นตอนและวิธีการ หากคำตอบและมุ่งเน้นไปที่การให้เหตุผล เมื่อนักเรียนแสดงถึงการคาดเดาแล้วจะต้องมองหาสาเหตุ และเหตุผลที่ทำให้การคาดเดานั้นเป็นจริง พร้อมอภิปรายแสดงวิธีที่แตกต่าง เช่นวาดรูป ขั้นนี้นักเรียนสามารถพิสูจน์วิจารณ์เหตุผลของเพื่อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ของเหตุผลโดยการโต้แย้ง

ขั้นที่ 4 การสรุป (Concluding) ครูอภิปรายผลการโต้แย้ง สะท้อนผลการปรับปรุง การเขียนของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินสิ่งที่เรียนรู้และปรับปรุงแก้ไข ขั้นนี้นักเรียนร่วมกัน ตัดสินใจว่าการคาดเดาเป็นจริงหรือเท็จ บนพื้นฐานของการให้เหตุผลจากการโต้แย้ง และเขียนสรุป การโต้แย้ง การคาดเดา และการแสดงเหตุผลของตนเองจากกิจกรรม

3.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

การเริ่มต้นการสอนด้วยการโต้แย้ง อาจจะเริ่มการสอนด้วยรูปแบบการโต้แย้งได้

ไม่ครบทั้ง 4 ขั้นตอนในหนึ่งครั้ง แต่ทุกบทเรียนสามารถใช้บางขั้นตอนของรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้รวมถึงการให้เหตุผลของนักเรียนด้วยซึ่งมีแนวทางการสอน 3 รูปแบบทำให้ง่ายต่อการสอนรายละเอียดดังนี้

รูปแบบที่ 1 เริ่มต้นด้วยการเพิ่มการให้เหตุผลที่เหมาะสมกับบทเรียนที่ครูมีอยู่ใช้คำถามเล็กน้อย ๆ พยายามใช้ให้บ่อยที่สุดและนักเรียนจะตระหนักได้ว่า พวกเขาสามารถอธิบายและให้เหตุผลได้ ตัวอย่างเช่น ครูสามารถถามว่า “คุณรู้ได้อย่างไรว่าเป็น จริง” ไม่ว่าจะสอนบทเรียนอะไร นักเรียนจะสร้างข้อความทางคณิตศาสตร์ขึ้นได้แม้ว่าสิ่งที่พวกเขา ได้จะเป็นเพียงผลลัพธ์ก็ตาม การคำนวณ ครูสามารถเริ่มให้นักเรียนแสดงเหตุผลของพวกเขาเพียง แค่ถามว่า “เราจะรู้ได้อย่างไรว่ามันเป็นจริง” ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลที่ดีที่สุดโดยยึดตามการ แสดงออกทางคณิตศาสตร์ที่พวกเขาพัฒนาขึ้นมา

รูปแบบที่ 2 สอนบทเรียนตามการคาดเดาเพียงอย่างเดียว ครูสามารถเริ่มต้นบทเรียนด้วยการคาดเดาที่ "ขัดแย้ง" สมมติฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอาจมีมุมมองที่แตกต่างกันในตอนเริ่มต้น หากครูทราบว่าต้องการให้ชั้นเรียนมุ่งหน้าไปที่ใด ครูสามารถเริ่มด้วยการคาดเดาที่ได้ออกแบบมาเพื่อเน้นแนวคิดหรือความเข้าใจใหม่ ครูบางคนพบว่าการเริ่มชั้นเรียนด้วยการคาดเดาผิดๆ นั้นมีประโยชน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งที่แสดงถึงความคิดเริ่มแรกที่นักเรียนมักมี บ่อยครั้งที่การเริ่มต้นด้วยการคาดเดาผิดๆ เป็นวิธีที่ดีที่จะนำผู้เริ่มต้นเข้าสู่การสนทนาได้ ขณะที่ครูสอนคำพูดของนักเรียนที่เกี่ยวกับการคาดเดาจะนำมาซึ่งเหตุผลที่พวกเขายึดถือตามแนวคิด ในขณะที่นักเรียนคนอื่นไม่เห็นด้วยและพูดว่าทำไม นักเรียนจะค่อยๆ เปลี่ยนความคิดของตนเอง

รูปแบบที่ 3 สอนบทเรียนที่กำหนดให้นักเรียนสร้างการคาดเดาของตนเอง เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนที่ 3 ครูจะต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในรูปแบบการโต้แย้งทั้ง 4 ขั้นตอน ยกตัวอย่างเช่น คุณอาจให้นักเรียนสร้างกรณีและทำการคาดเดาในวันหนึ่ง และเลือกการคาดเดาเพื่อให้เหตุผลในวันต่อไป

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการอภิปราย เก็บรวบรวมข้อมูล คาดการณ์คำตอบ สร้างสมมติฐาน และแสดงเหตุผลนำไปสู่ข้อสรุปและความสมเหตุสมผลของข้อสรุป ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและส่งผลถึงขั้นตอนต่อไปทั้ง 4 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ โดยมี 4 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างกรณี ขั้นที่ 2 การคาดเดา ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล ขั้นที่ 4 การสรุป

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Polya (1980) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ หมายถึง การหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา โดยในการแก้ปัญหา ผู้ที่จะแก้ ต้องใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์เดิมมาช่วยในการแก้ปัญหาที่พบ

NCTM (2000) ได้ให้กระบวนการของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการทำงาน ที่ยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบของนักเรียนต้องนำความรู้ที่มีอยู่ เข้าสู่ กระบวนการแก้ปัญหา ทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงแค่การหาคำตอบ แต่อยู่ที่วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนควรได้รับการฝึกฝน ได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อน และได้มีการ สะท้อนความคิดในการแก้ปัญหามาออกมามีด้วย

สมเดช บุญประจักษ์ (2544) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การหาวิธีการเพื่อได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดย ที่ผู้แก้ปัญหามองจะต้องนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วยในการเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ที่ ปรากฏในปัญหาที่พบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ให้ความหมายของการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนหรือ กระบวนการแก้ปัญหาทฤษฎีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบ ของปัญหา ทางคณิตศาสตร์

สายพิณ ล้าเลิศ (2558) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการหาแนวทางหรือวิธีการเพื่อช่วย ในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้ ทักษะ หลักการและประสบการณ์เดิมมา ประยุกต์เชื่อมโยงเพื่อหาคำตอบของปัญหาที่พบ

นิชาพร เจริญวานิชกุล (2560) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การ หาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ โดยใช้ความรู้ กระบวนการหรือขั้นตอนแก้ปัญหา ยุทธวิธีการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์เดิมและทักษะต่าง ๆ ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้กับ สถานการณ์ใหม่

จากการศึกษาความหมายของการแก้ปัญหามาข้างต้น ในการ วิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการหาแนวทางหรือวิธีการในการ แก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ประเภทของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Polya (1980) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามจุดประสงค์ของปัญหา เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) อาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือในเชิงปฏิบัติ เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์ให้ค้นหาคำตอบที่ต้องการ อาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน เป็นปัญหาให้หาวิธีการหรือหาเหตุผลก็ได้ ปัญหาให้ค้นหาที่สำคัญแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ

1.1 สิ่งที่ต้องการหา

1.2 สิ่งที่กำหนดให้

1.3 เงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับสิ่งที่กำหนดให้

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) ปัญหาประเภทนี้มีจุดประสงค์ให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ การพิสูจน์ที่สำคัญแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

2.1 สิ่งที่กำหนดให้ หรือ สมมติฐาน

2.2 สิ่งที่ต้องการพิสูจน์ หรือ ผลสรุป

Bitter, Hatfield and Edwards (1993) ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นได้หลายคำตอบ ลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

2. ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นตอนสุดท้ายของการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีวิธีการแก้ได้หลากหลายวิธี

3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided discovery) เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหา มีคำชี้แนะและคำชี้แจงในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนอาจไม่ต้องค้นหาหรือไม่ต้องกังวลในการหาคำตอบ

Kutz (1991 อ้างถึงใน สิริพร ทิพย์คง, 2544) ได้แบ่งประเภทปัญหาออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่พบเห็นทั่วไปหรือโจทย์ปัญหา (routine or word problem solving) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับลักษณะของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน (non-routine problem solving) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามิได้ประมวลความรู้ ความคิดรวบยอด และหลักการต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 ปัญหากระบวนการ (process problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการคิดอย่างมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาในรูปปริศนา (puzzle problem) เป็นปัญหาที่ทำทนายและมีความสนุกสนาน

จากการศึกษาประเภทของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปประเภทของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญได้ 2 คือ 1) ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไปที่เคยพบเห็นมาก่อน ซึ่งเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน 2) ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน ซึ่งเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน

3. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Polya (1973 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2553) ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจปัญหา มีการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องเป็นเหตุเป็นผลจากการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understands the problem) เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา โดยอาจหาว่าสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง เงื่อนไขคืออะไร และจะแก้ปัญหามาตามเงื่อนไขได้หรือไม่ เงื่อนไขที่นำมาเพียงพอกับที่ต้องการหาสิ่งที่ต้องการหรือไม่ ในขั้นนี้ การวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ การแบ่งเงื่อนไขออกเป็นส่วนย่อย ๆ อาจช่วยให้เข้าใจปัญหาดีขึ้น

2. ขั้นวางแผนงาน (Devises a plan) เป็นขั้นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในปัญหากับสิ่งที่ต้องการทราบ หากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ทันทีอาจจะต้องใช้ปัญหาอื่นช่วยเพื่อให้ได้แผนงานแก้ปัญหาในที่สุด ผู้แก้ปัญหาอาจจะเริ่มต้นด้วยการคิดว่าตนเคยเห็นปัญหาลักษณะนี้จากที่ไหนมาก่อนหรือไม่ เคยเห็นปัญหาในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันนี้หรือไม่ จะใช้ความรู้หรือวิธีการใดแก้ปัญหา จะแก้ปัญหาลำดับใดก่อน แปลงข้อมูลที่มีอยู่ใหม่เพื่อให้สิ่งที่ต้องการทราบกับข้อมูลที่มีอยู่สัมพันธ์กันมากขึ้นหรือไม่ ได้ใช้ข้อมูลและเงื่อนไขที่มีอยู่อย่างเหมาะสมแล้วหรือยัง

3. ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นการลงมือทำงานตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นย่อย ๆ ของงานที่ทำว่าถูกต้องหรือไม่ จะแน่ใจได้อย่างไรเป็นการกำกับการทำงานตามแผน

4. ขั้นตรวจย้อนกลับ (Looking back) เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการขยายความคิดจากผลหรือคำตอบที่ได้ และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา

Guilford (1971) ได้กำหนดลำดับการแก้ปัญหาว่าควรประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ เป็นการกำหนดปัญหาหรือค้นหาปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นการพิจารณาว่ามีสิ่งใดที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดไม่ใช่สาเหตุของปัญหานั้น

3. ชั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นการหาวิธีการแก้ปัญหา คือ การหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งตรงกับสาเหตุของปัญหาและแสดงออกมาในรูปแบบของวิธีการแก้ปัญหาและได้ผลลัพธ์ในขั้นสุดท้าย

4. ชั้นตรวจสอบผล เป็นการเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่มาจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ถูกต้อง ต้องเสนอวิธีการแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

5. ชั้นประยุกต์ เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสอื่นเมื่อพบกับสถานการณ์ปัญหาคล้ายกับปัญหาเดิม

Krulik and Reys (1980) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการพิจารณาข้อมูลในปัญหาหรือเงื่อนไขในส่วนที่กำหนดว่ากำหนดมีอะไรบ้าง ข้อมูลมากน้อยเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหาหรือไม่ และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร

2. ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหา โดยการมีคันทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนแก้ปัญหา

3. ชั้นดำเนินการตามแผน เป็นการดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่ได้วางไว้

4. ชั้นตรวจสอบ เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการดำเนินการแก้ปัญหาทั้งหมด และความครบถ้วนของคำตอบที่ได้

รสุบล ธรรมพานิชวงศ์ (2545) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยการแปลความหมาย การวิเคราะห์ ข้อมูล ว่าปัญหามีอะไรบ้าง กำหนดอะไรมาบ้าง จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แยกออกจากกัน

2. ชั้นวางแผนแก้ปัญหา หาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ทั้งเป็นสิ่งที่กำหนดให้ และข้อมูลที่เป็นผลตามมาจากสิ่งที่กำหนดให้ หาวิธีการแก้ปัญหาโดยนำกฎเกณฑ์หลักการ ความคิดรวบยอด มาประกอบกับข้อมูลแล้วเสนอออกมาในรูปวิธีการ

3. ชั้นคำนวณคำตอบที่ถูกต้องตามแผนที่วางไว้ ต้องรู้จักวิธีคำนวณที่เหมาะสมตลอดจนตรวจสอบวิธีการและคำตอบที่ได้ ถ้าไม่พบคำตอบตามเงื่อนไขของปัญหาต้องกลับไปวางแผนแก้ปัญหาใหม่

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2547) ได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการพิจารณาปัญหาโดยอาจมีการใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ มาช่วย
2. ขั้นแสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาเหตุและแนวทางในการแก้ปัญหา
3. ขั้นการวางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการวางโครง การหากลวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหตามแผน เป็นการนำกลวิธีที่วางแผนไว้มาดำเนินการแก้ปัญหา
5. ขั้นตรวจสอบผล เป็นการตรวจสอบความเหมาะสม ความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของคำตอบ

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ 2. ขั้นวางแผน เป็นขั้นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในปัญหากับสิ่งที่ต้องการทราบเพื่อวางแผนการแก้ปัญหา 3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นการดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ 4. ขั้นตรวจสอบ เป็นการตรวจสอบคำตอบหรือเฉลยที่ได้ว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่

4. กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกลยุทธ์หรือยุทธวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Greenes (1972 อ้างถึงใน ยูพิน พิพิธกุล, 2530) ได้กล่าวถึงกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. วิธีการคาดคะเนหรือเดา เป็นการเสี่ยงคาดคะเน เพื่อจะได้หาสิ่งที่ต้องการอ้างอิงต่อไป
2. การทำให้เป็นอย่างง่าย เป็นการทำให้โจทย์ให้เป็นกรณีง่าย ๆ เท่าที่จะทำได้ แล้วค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ เพื่อขยายไปเรื่องที่ซับซ้อนต่อไป
3. การทดลองเพื่อแก้ปัญหา เช่น การโยนลูกเต๋า การสร้างรูป การวัด คำนวณ การสังเกตว่าผลการเปลี่ยนแปลงอย่างไร หรือการทดลองเพื่อเก็บข้อมูล
4. การสร้างแผนภาพ เช่น การสอนเรื่องสมการโดยการเขียนภาพประกอบ ซึ่งทำให้โจทย์ปัญหาเป็นรูปธรรมที่เห็นได้ชัด มองเห็นแนวทางในการคิด
5. การทำตาราง เป็นการช่วยให้มองเห็นข้อที่เหมือนกัน หรือต่างกัน อันจะนำไปสู่การสรุป และการแก้ปัญหาได้

6. การเขียนกราฟ ซึ่งช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล เห็นแนวทางถึงสิ่งที่น่าจะเป็นไปได้

Reys et al., (2004) ได้เสนอกลวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 10 ประการ

1. ปฏิบัติเพื่อออกไปจากปัญหา (Act it out) กลวิธีนี้เป็นกลวิธีที่นักเรียนได้สัมผัสกับสถานการณ์ของโจทย์ปัญหา และนักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์นั้นๆ
2. ใช้ภาพหรือแผนภาพ (Make a drawing or diagram) นักเรียนจะได้เขียนภาพหรือแผนภาพของข้อมูลตามที่โจทย์กำหนดให้
3. ค้นหาแบบรูป (Look for a pattern) เป็นการใช้แบบรูปของจำนวนหรือรูปภาพที่โจทย์กำหนดให้ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา
4. สร้างตาราง (Construct a table) เป็นการจัดระเบียบของข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของตาราง ช่วยให้ผู้แก้โจทย์ปัญหามองเห็นแนวทางและวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา
5. จำแนกทุกกรณีที่เป็นไปได้ (Identify all possibilities) กลวิธีนี้มักใช้ร่วมกับกลวิธีสร้างตาราง และค้นหาแบบรูป ทำให้นักเรียนรู้ว่าคำตอบของโจทย์ปัญหาเป็นอะไรได้บ้าง
6. เดาและตรวจสอบ (Guess and check) เป็นการคาดเดาคำตอบและตรวจสอบคำตอบที่ได้ ผู้แก้ปัญหามั่นใจว่าคำตอบที่ได้จากการเดาถูกต้องหรือไม่ จะต้องตรวจสอบคำตอบว่าเป็นไปตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดหรือไม่
7. ทำย้อนกลับ (Work backward) เป็นการหาคำตอบโดยพิจารณาจากข้อมูลสุดท้ายที่โจทย์กำหนดมาให้ ช่วยในการหาคำตอบที่โจทย์ถาม
8. เขียนประโยคเปิด (Write an open sentence) เป็นการฝึกหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในประโยคคำถาม ซึ่งมีลักษณะเหมือนคำทาย เพื่อใช้ในการหาคำตอบ
9. แก้ปัญหาที่ง่ายกว่าหรือปัญหาที่คล้ายกัน (Solve a simpler or similar problem) เป็นการกำหนดปัญหาขึ้นมาใหม่ที่มีลักษณะง่ายกว่า หรือคล้ายกัน โดยมีโครงสร้างของปัญหาเหมือนเดิม
10. เปลี่ยนจุดมุ่งหมายของปัญหา (Change your point of view) เป็นการแก้ปัญหาละตอนทำให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538) ได้กล่าวถึงกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. กลยุทธ์เดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดแล้วคาดเดาคำตอบของปัญหา หลังจากนั้นตรวจสอบความถูกต้อง ถ้าไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่ โดยอาศัยพื้นฐานของเหตุผล จากการคาดเดาครั้งแรก

2. กลยุทธ์การวาดภาพ เป็นการแสดงสถานการณ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ออกมาเป็นภาพ เพื่อช่วยให้ผู้แก้ปัญหาที่มีความเข้าใจปัญหาแจ่มชัดขึ้น ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ และสามารถกำหนดแนวในการแก้ปัญหาได้รวดเร็ว

3. กลยุทธ์สร้างตาราง เป็นการแจกแจงกรณีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของสถานการณ์ที่ปัญหากำหนดโดยนำมาเขียนในรูปตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลชัดเจน ซึ่งนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหา

4. กลยุทธ์ใช้ตัวแปร แทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า ซึ่งจะเป็นโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจำนวนหรือปริมาณ โดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีตัวแปรปรากฏอยู่ แล้วศึกษาหาคำตอบของปัญหาจากความสัมพันธ์นั้น

5. กลยุทธ์ค้นหารูปแบบ เป็นการศึกษาข้อมูลที่มีอยู่ แล้ววิเคราะห์ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้นแล้ว คาดเดาคำตอบ และสรุปเป็นรูปแบบหรือกฎเกณฑ์ของข้อมูลเหล่านั้น ทำให้ได้คำตอบที่โจทย์ต้องการ

6. กลยุทธ์แบ่งกรณี เป็นการแบ่งปัญหาเป็นกรณีมากกว่า 1 กรณี ทำให้แต่ละกรณีมีความชัดเจนมากขึ้น เมื่อหาคำตอบของทุกกรณีได้แล้วนำมาพิจารณาหาคำตอบของทุกกรณีรวมกัน จะได้ภาพรวมซึ่งเป็นคำตอบของปัญหา

7. กลยุทธ์การใช้เหตุผล เป็นการใช้ข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้ เป็นเหตุบังคับให้เกิดผล ซึ่งต้องผสมผสานกับความรู้ และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ

8. กลยุทธ์สร้างปัญหาขึ้นใหม่ เป็นการสร้างปัญหาที่มีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาเดิมแต่มีความยุ่งยากน้อยกว่า ตลอดจนแบ่งเป็นปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่สัมพันธ์กับปัญหาเดิม จะทำให้ผู้แก้ปัญหามองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาเดิม

9. กลยุทธ์สร้างแบบจำลอง เป็นการทำให้ปัญหามีความชัดเจนมากขึ้น เป็นการสื่อที่เป็นรูปธรรมมาแสดงสถานการณ์ของปัญหา และรวมไปถึงการใช้สื่อในการแก้ปัญหา

10. กลยุทธ์ทำย้อนกลับ ปัญหาบางชนิดสามารถแก้ไขง่ายกว่าถ้าเริ่มต้นแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากผลลัพธ์สุดท้าย แล้วมองย้อนกลับมาสู่ตัวปัญหาอย่างมีขั้นตอน กลยุทธ์มองย้อนกลับใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์โดยพิจารณาจากผลย้อนกลับไปหาเหตุ ซึ่งจะต้องหาเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการกับสิ่งที่กำหนด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544) ได้กล่าวถึงยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ
2. ยุทธวิธีเขียนภาพ เขียนแผนภูมิและสร้างแบบจำลอง
3. ยุทธวิธีสร้างตาราง

4. ยุทธวิธีใช้ตัวแปร
5. ยุทธวิธีค้นหารูปแบบ
6. ยุทธวิธีใช้การให้เหตุผลทางตรง
7. ยุทธวิธีย้อนกลับ
8. ยุทธวิธีสร้างปัญหาใหม่ สามารถแยกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ
 - 8.1 ยุทธวิธีนี้ถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องกัน
 - 8.2 ยุทธวิธีแก้ปัญหายากกว่า
 - 8.3 ยุทธวิธีกำหนดเป้าหมายตรง

สมเด็จพระสังฆราช (2550) ได้รวบรวมยุทธวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การหารูปแบบเป็นยุทธวิธีการแก้ปัญหาย่างหนึ่ง ซึ่งผู้แก้ปัญหาคงต้องวิเคราะห์และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาเหล่านั้น แล้วคาดเดาคำตอบ โดยใช้หลักการการให้เหตุผลแบบอุปนัย คำตอบที่ได้จะยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ต้องผ่านการตรวจสอบและยืนยันโดยใช้การพิสูจน์หรือการใช้เหตุผลแบบนิรนัย การแก้ปัญหาคงใช้ยุทธวิธีการหารูปแบบ นิยมเขียนคำตอบของปัญหาในรูปแบบทั่วไป ซึ่งอาจจะเป็นแบบรูปของจำนวนหรือแบบรูปของรูปเรขาคณิต
2. การเขียนแผนผังหรือภาพประกอบ เป็นการเขียนผังหรือภาพต่าง ๆ ของสถานการณ์ปัญหา เพื่อช่วยให้เห็นถึงความสัมพันธ์และแนวทางในการหาคำตอบ
3. การสร้างรูปแบบหรือแบบจำลอง เป็นกลวิธีการแก้ปัญหาคงคล้ายกับการเขียนแผนภาพ แต่มีประโยชน์ที่ดีกว่าตรงที่นักเรียนสามารถสัมผัสกับสิ่งที่นำมาจัดรูปแบบได้
4. การสร้างตารางหรือกราฟ เป็นการจัดกระทำกับข้อมูลเพื่อให้ดูง่าย สะดวกต่อการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์อันจะนำไปสู่การพบรูปแบบหรือข้อชี้แนะอื่น ๆ ตารางอาจช่วยแสดงกรณีที่เป็นไปได้ของการแก้ปัญหานั้น ๆ
5. การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา ใช้ได้กรณีที่มีจำนวนกรณีที่แน่นอน มักจะใช้ตารางช่วยในการแจกแจงกรณี
6. การเขียนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ การเขียนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงสถานการณ์ทางปัญหา มีเป้าหมาย 2 ประการ คือ เป็นการแสดงความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและเป็นการแสดงให้รู้ว่าต้องคิดคำนวณอย่างไรในการแก้ปัญหาคง นักเรียนที่เขียนประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แสดงว่าเข้าใจปัญหานั้นและนำไปสู่การดำเนินการหาคำตอบได้ถูกต้อง
7. การดำเนินการแบบย้อนกลับ ยุทธวิธีนี้เริ่มจากข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนสุดท้ายแล้วทำย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อความที่กำหนดเริ่มต้น เป็นการใช้กระบวนการเรื่องของการวิเคราะห์ที่

พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยพิจารณาจากเงื่อนไขระหว่างสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนด การดำเนินการย้อนกลับใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ เช่น การพิสูจน์ทางเรขาคณิต

8. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย ๆ หรือเปลี่ยนมุมมองของปัญหา บางปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือมีหลายขั้นตอน เพื่อความสะดวกอาจแบ่งปัญหาเป็นปัญหาย่อย ๆ เพื่อง่ายต่อการหาคำตอบแล้วนำผลการแก้ปัญหาย่อย ๆ นี้ไปตอบปัญหาที่กำหนด หรือบางปัญหาอาจต้องใช้การคิดและเปลี่ยนมุมมองที่ต่างไปจากที่คุ้นเคยที่ต้องทำตามขั้นตอนทีละขั้น

จากการศึกษา กลยุทธ์หรือยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นมีหลากหลาย เช่น การใช้ภาพหรือแผนภาพ การค้นหาแบบรูป การสร้างตารางหรือกราฟ การเขียนแสดงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็จะต้องเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับลักษณะของแต่ละปัญหา ซึ่งจะทำได้สำเร็จและมีประสิทธิภาพ

5. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538) ได้เสนอวิธีสอนของครู เพื่อช่วยในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากขั้นตอนของการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของ Polya และนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยสรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา
 - ควรพัฒนาทักษะการอ่าน โดยให้นักเรียนฝึกอ่านและทำความเข้าใจข้อความในปัญหาที่ครูยกมาเป็นตัวอย่างในการสอนก่อนที่จะมุ่งหาคำตอบ อาจฝึกได้ทั้งเป็นรายบุคคลหรือฝึกเป็นกลุ่ม
 - ควรใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ หรือสร้างแบบจำลอง ทำให้ปัญหามีความเป็นรูปธรรม สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น
 - ควรใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมาให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจ
2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา
 - ต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้คิดด้วยตนเอง เช่น การใช้คำถามนำ
 - ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมามาก ๆ คือ สามารถบอกให้คนอื่น ๆ ทราบว่าตนคิดอะไร อาจอยู่ในรูปของการบอก หรือเขียนแผนภาพ และแบบแผนแสดงลำดับ

ขั้นตอน การคิดออกมาให้ผู้อื่นทราบ ทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

- ควรสร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้รู้จักคิดวางแผนก่อนลงมือทำสิ่งใดเสมอ เพราะจะทำให้สามารถประเมิน

ความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา นั้น ๆ ควรเน้นว่าวิธีแก้ปัญหานั้นสำคัญกว่าคำตอบที่ได้ เพราะวิธีการสามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางมากกว่า

- ควรจัดหาปัญหาให้นักเรียนฝึกบ่อย ๆ ซึ่งต้องเป็นปัญหาที่ท้าทายและน่าสนใจ

- ควรส่งเสริมให้รู้จักใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา แต่ละข้อให้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในความคิด และจะมีโอกาสได้ฝึกการวางแผนมากขึ้น

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน

- ควรให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนที่ตั้งไว้ และให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบการวางแผน ก่อนที่จะลงมือทำตามแผน โดยให้นักเรียนพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผลหรือคำตอบ

- ควรกระตุ้นให้เห็นความสำคัญของการตรวจสอบวิธีทำและคำตอบให้เคยชิน โดยครูอาจสร้างกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการตรวจสอบความถูกต้อง หาข้อบกพร่องจากการแสดงการแก้ปัญหาที่ครูยกตัวอย่างมาให้

- ควรกระตุ้นให้รู้จักตีความหมายของคำตอบที่ได้ ว่ามีความหมายสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่

- ควรสนับสนุนให้ทำแบบฝึกหัด โดยใช้วิธีการหาคำตอบได้

มากกว่า 1 วิธี เพื่อเป็นการตรวจสอบวิธีการที่ใช้นั้นกับวิธีการอื่นที่สามารถใช้หาคำตอบในปัญหานั้นได้อีก

- ควรฝึกให้นักเรียนหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อช่วยให้มีความเข้าใจในโครงสร้างของปัญหา ทำให้สามารถมองเห็นแนวทางในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีอื่น ๆ ได้

ศักดา บุญโต (2544) ได้กล่าวว่า สิ่งที่จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น ได้แก่

1. ครูควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ เป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆ

2. ควรเลือกใช้อุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรม เช่น การวาดภาพ การเขียนแผนผัง จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหาและสามารถหาคำตอบหรือพิสูจน์ได้ชัดเจน

3. การสร้างบทบาทสมมติ เช่น การแสดงประกอบบทเรียน จะช่วยให้นักเรียนสานสัมพันธ์ต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหานั้นได้ดีขึ้น

4. การให้โจทย์ปัญหาที่มีความยากง่ายหลาย ๆ ระดับ เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถแตกต่างกัน การให้แบบฝึกหัดที่ตนเองประสบความสำเร็จ จะช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีขึ้น เป็นการท้าทายความสามารถที่จะแก้ปัญหาในระดับที่ยากขึ้น

5. ครูควรหาวิธีการที่จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นข้อมูลที่สัมพันธ์กันได้ชัดเจนและรวดเร็ว รวมทั้งการรู้จักตัดทอนข้อมูลที่ไม่จำเป็นทิ้ง

6. การฝึกเขียนประโยคข้อความเพื่อนำไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ ก็เป็นสิ่งจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาซับซ้อน อาจจะไม่จำเป็นสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถน้อย เพราะจะก่อให้เกิดความสับสนเพิ่ม

7. ครูไม่ควรตีกรอบให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีที่ครูอธิบายเพียงอย่างเดียว แต่ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนหาแนวทางแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี และนำเอาวิธีที่นักเรียนคิดได้ มาอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนได้เลือกวิธีที่ตัวเองสนใจ และช่วยให้นักเรียนยอมรับในวิธีการแก้ปัญหาของบุคคลอื่นด้วย

8. การฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบโดยการประมาณ ควรเริ่มฝึกตั้งแต่นักเรียนเริ่มเรียนการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อให้เกิดความคุ้นเคย

9. ครูควรฝึกให้นักเรียนมีความสามารถเฉพาะบางประการ เช่น

- การสรุปความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และการนำหลักเกณฑ์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้
- การแปลงภาษาทางคณิตศาสตร์เป็นประโยคสัญลักษณ์
- การมองหาลักษณะที่เหมือนกันหรือต่างกัน
- การหาสภาพหรือเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา
- การวางหลักเกณฑ์ทั่วไปซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนการสังเกต

อัมพร ม้าคอง (2553) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียน สรุปเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการสอนความรู้หรือพัฒนาทักษะใด ๆ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การให้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การสอนให้แก้โจทย์ปัญหา เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาแก้ปัญหาที่หลากหลายนอกจากนี้และมีโครงสร้างแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหา มากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

3. การสอนกระบวนการแก้ปัญหา เป็นการสอนให้นักเรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิค และกลวิธีแก้ปัญหา

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูควรที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการสอนผ่านกระบวนการการแก้ปัญหา สอนให้แก้ปัญหา หรือสอนกระบวนการแก้ปัญหา โดยเลือกปัญหาที่น่าสนใจ ทำท่ายแก่นักเรียน และฝึกให้นักเรียนหาแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายวิธีการ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูควรใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนในขั้นตอนต่างๆ ของการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด

6. การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Charles and Lester (1982) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ โดยพิจารณาถึงความสามารถ 3 ประการ ดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถในการแปลความหมายของโจทย์ มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

0 หมายถึง แปลความหมายผิดอย่างสิ้นเชิง

1 หมายถึง แปลความหมายผิดเพียงบางส่วน

2 หมายถึง แปลความหมายโจทย์ได้ถูกต้อง

2. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหาโจทย์ มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

0 หมายถึง ไม่ลงมือทำหรือทำผิดโดยสิ้นเชิง

1 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องเป็นบางส่วน

2 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้อง (ไม่พิจารณาการคำนวณ)

3. การตอบปัญหา เป็นการศึกษากระบวนการแก้ปัญหากับทักษะการคำนวณ มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

0 หมายถึง ตอบผิดและกระบวนการแก้ปัญหามีผิด

1 หมายถึง ตอบเพียงบางส่วน (ในกรณีที่มีหลายคำตอบ)

2 หมายถึง การคำนวณถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ตาราง 1 แสดงเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจ ปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธีการ แก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่แสดงการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ธีรพล พากเพียรกิจ (2558) ได้สร้างเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ตาราง 2 แสดงเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา	คะแนน
- ระบุสิ่งสำคัญที่สรุปได้จากสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด และระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง	3
- ระบุสิ่งสำคัญที่สรุปได้จากสถานการณ์ปัญหาได้บ้าง แต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด และระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง หรือ	2
- ระบุสิ่งสำคัญที่สรุปได้จากสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด แต่ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้อง	1
- ระบุสิ่งสำคัญที่สรุปได้จากสถานการณ์ปัญหาได้บ้าง แต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด และระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ไม่ถูกต้อง หรือ	1
- ระบุสิ่งสำคัญที่สรุปได้จากสถานการณ์ปัญหาได้ไม่ถูกต้องเลย แต่ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง	1
ความสามารถในการแปลงข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา	คะแนน
- กำหนดตัวแปรแทนข้อมูล หาความสัมพันธ์ของข้อมูล และสร้างสมการทางพีชคณิตได้ถูกต้อง	3
- กำหนดตัวแปรแทนข้อมูลและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ถูกต้อง แต่สร้างสมการทางพีชคณิตไม่ถูกต้อง หรือสร้างสมการทางพีชคณิตได้ถูกต้อง แต่กำหนดตัวแปรแทนข้อมูลหรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูลไม่ถูกต้อง	2
กำหนดตัวแปรแทนข้อมูลหรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูลอย่างใดอย่างหนึ่งได้ถูกต้อง	1
-กำหนดตัวแปรแทนข้อมูล หาความสัมพันธ์ของข้อมูล และสร้างสมการทางพีชคณิตได้ไม่ถูกต้องเลย หรือ ไม่มีร่องรอยในการทำ	0
ความสามารถในการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา	คะแนน
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้องทั้งหมด และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง	3
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้บ้าง แต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง หรือ	2
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้องทั้งหมด และสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง	1
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้บ้าง แต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด และสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ	1
- ไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ แต่สรุปคำตอบได้ถูกต้อง	1
ไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ และสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง	0

ตาราง 2 ต่อ

ความสามารถในการตรวจสอบการแก้สถานการณ์ปัญหา	คะแนน
ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเพื่อดูความสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่จำเป็นได้อย่างครบถ้วน	3
ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเพื่อดูความสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่จำเป็นไม่ครบถ้วน	2
มีร่องรอยแสดงความพยายามในการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเพื่อดูความสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่จำเป็น แต่ไม่ถูกต้อง	1
ไม่มีร่องรอยในการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ	0

จากการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณา ลักษณะพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับจากกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555)

กล่าวโดยสรุปได้ว่า สำหรับงานวิจัยนี้ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการหาแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ซึ่งคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้ ความสามารถด้านการเข้าใจปัญหา ความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา ความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และความสามารถด้านการสรุปคำตอบ

ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

NCTM (1989) เสนอว่าการสื่อสาร เป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงและทำความเข้าใจแนวคิด เป็นการผสมผสานความรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายความเข้าใจของตนเอง โดยจะทำให้นักเรียนเข้าใจความคิดของตนเองอย่างลึกซึ้ง เมื่อนักเรียนได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเองได้พิสูจน์ความมีเหตุผลของตนเองต่อคนอื่นหรือเมื่อนักเรียนได้ตั้งโจทย์หรือคำถามด้วยวิธีการสื่อสารหลากหลาย เช่น การเขียนการฟังและการพูด

Kennedy and Tipps (1994) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้ที่อยู่รูปของนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

Reys et al., (2004) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูดและการเขียน เพื่ออธิบายและแสดงแนวคิดโดยเฉพาะการสื่อสารสองทางช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบาย รวบรวมและขยายแนวคิดพร้อมทั้งแลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น โดยใช้การสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพการแสดงท่าทาง การเขียนตาราง การเขียนแผนภูมิและการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้ทั้งการพูดและการเขียน

อลิสรา ชมชื่น (2550, หน้า 50) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้ภาษาคำศัพท์สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อสาร นำเสนอ อภิปราย อธิบายแนวคิดหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ ให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยวิธีการที่หลากหลายโดยการพูดการฟังการอ่านและการเขียนได้อย่างถูกต้องและกระชับเหมาะสม

พรณทิพา พรหมรักษ์ (2552, หน้า 52) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นการใช้การพูดและการเขียน การใช้คำศัพท์สัญลักษณ์ โครงสร้างและรูปภาพทางคณิตศาสตร์นำมาแสดงแนวคิดและอธิบายแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ของตน ให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิดได้อย่างถูกต้องชัดเจน

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 56) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการอธิบายชี้แจง แสดงถึงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเอง ให้ผู้อื่นได้รับรู้ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร มีลำดับขั้นตอนในการแสดงผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุป โดยการใช้ตาราง กราฟหรือค่าสถิติในการอธิบายหรือนำเสนอข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 62) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เป็นกระบวนการสื่อสารที่นอกจากนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสารการฟังการพูด การอ่าน การเขียน การดูและการแสดงท่าทางตามปกติ แล้วยังเป็นการสื่อสารที่มีลักษณะพิเศษโดยมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ อสมการ ฟังก์ชันหรือแบบจำลอง เป็นต้นมาช่วยในการสื่อความหมายด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 79) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึงความสามารถในการพูดและเขียน การใช้คำศัพท์สัญลักษณ์ กราฟ ตาราง ตัวแปร รูปภาพและแบบจำลอง เพื่อแสดงหรืออธิบายแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องมีความกระชับชัดเจนและเหมาะสม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, หน้า 90) กล่าวว่า การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้น

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนการใช้การพูดหรือการเขียนเพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ รูปภาพ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและชัดเจน

2. ความสำคัญการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

NCTM (2001) กล่าวว่า การสื่อสารและการนำเสนอถึงเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งนำเสนอแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอนและการนำเสนอในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ที่เชื่อว่าอาจจะทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลให้นักการศึกษาทั่วโลกหันมาให้ความสนใจศึกษาการสื่อสารและการนำเสนอคณิตศาสตร์ ในทุกระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ในบางการศึกษาเท่านั้นนักการศึกษาที่สำคัญหลายคนได้นำเสนอแนวคิดต่างๆ เกี่ยวกับความหมายของการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ อีกทั้งยังได้นำเสนอกิจกรรมที่ส่งเสริมการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ก, หน้า 59)

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างสื่อสารกับผู้รับสาร (Bicknel, 1999 อ้างใน อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 57) โดยกระบวนการสื่อสารผู้สื่อสารจะต้องจัดระบบความคิดและสื่อเป็นภาษาพูดหรือเขียนให้ผู้รับสารเข้าใจตรงกันในขณะเดียวกัน ผู้รับสารก็จะต้องทำความเข้าใจและติดตามในสิ่งที่ผู้สื่อสารพูดหรือเขียนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญในการทำให้เกิดสิ่งต่อไปนี้

- 1) ก่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างนักเรียนทำให้เข้าใจงานที่ทำตรงกัน
- 2) ส่งเสริมบริบทของการเรียนรู้ที่เหมาะสมเนื่องจากเป็นบริบทของการพูดจากัน
- 3) เพิ่มการเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับทั้งผู้สื่อสารและรับสาร
- 4) ช่วยให้ครูมองเห็นความเข้าใจของนักเรียนซึ่งจะทำให้วางแผนจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

อย่างเหมาะสม

Kennedy and Tipps (1994, p. 161 อ้างใน ศศิธร แม้นสงวน, 2556, หน้า 186) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จัดเป็นเป้าหมายสำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่าง ข้อมูล ความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรมนำไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

จากการกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าความสำคัญของความสามารถในการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ นักเรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีเข้าใจอย่างลึกซึ้ง สร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและเป็นเชื่อมโยงข้อมูลกับความรู้ ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้อื่นได้เพื่อเป็นการสื่อสารแนวคิดของให้ผู้อื่นเข้าใจ และการเขียนก็เป็นส่วนสำคัญในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการเขียนจะเป็นตัวช่วยในการพัฒนาการรับรู้ทางคณิตศาสตร์และช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิด

3. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ปัญหา สามารถเขียนปัญหาในรูปตาราง กราฟ หรือข้อความ เพื่อสื่อสารความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึง แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

NCTM (1989, หน้า 26) ได้เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. กิจกรรมที่จัดขึ้นควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ ในลักษณะของการสืบเสาะสืบค้นและการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์
2. ส่งเสริมการอ่านการพูด การเขียนและการแสดงแนวคิดโดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน อีกทั้งเปิดโอกาสในการชี้แจงแนวคิดอธิบายเหตุผลเพื่อให้ผู้อื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตนทั้งการพูดและฟัง

Rowan and Morrow (1993 อ้างถึงใน สมเดช บุญประจักษ์, 2540, หน้า 46) ได้เสนอแนวทางการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นำเสนอสื่อรูปธรรมแล้วให้นักเรียนอธิบายถึงสิ่งที่พบ
2. ใช้เนื้อหาเรื่องราวหรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียนเช่นโครงการที่มีกิจกรรมสืบค้นเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรงกิจกรรมเช่นนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิตและเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียนทำให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์

3. การใช้คำถามโดยเฉพาะคำถามปลายเปิดจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนองออกมาคำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายและคิดสร้างสรรค์

4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิดเพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบายนั่นคือเป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจน

5. ในการเรียนแบบร่วมมือและช่วยเหลือกันเป็นการเกิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิดอธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารโดยตรง

6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะโดยอ้อม (overt and covert clues) การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียนการบริหารและจัดระบบชั้นเรียนเป็นการชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานการเรียนรู้เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล Bushman (1995) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการสื่อสารไว้ดังนี้

1. เสนอปัญหาและคำตอบและให้นักเรียนเขียนข้อความที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับคำตอบ

2. เสนอปัญหาที่แก้แบบผิด ๆ ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อผิดพลาดนั้น

3. เสนอปัญหาที่ประกอบด้วยข้อมูลและเงื่อนไขหนึ่งของปัญหาให้นักเรียนเขียนปัญหาใหม่และมีข้อมูลและเงื่อนไขไม่แตกต่างจากปัญหาเดิมแล้วให้นักเรียนแก้ปัญหานั้น 2 ข้อ

4. เสนอปัญหาและวิธีแก้ปัญหบางส่วนแล้วให้นักเรียนหาทางแก้ปัญหาคือให้สำเร็จและให้นักเรียนคิดหาวิธีแก้ปัญหาแบบใหม่และอธิบายวิธีแก้ปัญหานั้น

5. เสนอปัญหาและข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวกับคำตอบให้นักเรียนระบุข้อเท็จจริงเหล่านั้นและเขียนปัญหานั้นใหม่โดยตัดข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป

6. เสนอปัญหาให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนอธิบายวิธีแก้ปัญหาคือใช้เพียงคำสั้น ๆ

7. หลังจากเรียนแก้ปัญหาเสร็จแล้วให้นักเรียนเขียนปัญหาใหม่ที่มีบริบทแตกต่างกันไป แต่ยังคงมีโครงสร้างปัญหาเหมือนเดิม

8. เสนอปัญหาในชีวิตจริงที่ไม่มีตัวเลขแก่นักเรียนให้นักเรียนประมาณคำตอบและตัวเลขที่หายไป

9. เสนอกราฟหรือตารางให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนเขียนเรื่องที่น่าเสนอข้อมูลในกราฟหรือตารางนั้น

10. เสนอปัญหาปลายเปิดให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนค้นหาข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญห

11. ให้นักเรียนเขียนเรื่องราวใหม่โดยมีข้อมูลที่เป็นตัวเลขอยู่ด้วยเพื่อใช้เป็นแหล่งในการสร้างโจทย์ปัญหา

กรมวิชาการ (2546, หน้า 201) กล่าวว่า การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอเป็นการให้คิดวิเคราะห์สังเคราะห์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา นักเรียนต้องฝึกทักษะในการสังเกตการนำเสนอรูปภาพต่างๆ เพื่อสื่อความหมายแล้วนำความรู้ทางเรขาคณิตไปอธิบายปรากฏการณ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอในวิชาพีชคณิตเป็นการฝึกทักษะให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ปัญหาสามารถเขียนปัญหาในรูปแบบของตาราง กราฟหรือข้อความ เพื่อสื่อสารความสัมพันธ์ของจำนวนเหล่านั้น การทำให้เกิดทักษะการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ มีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
2. ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเองโดยผู้สอนช่วยชี้แนวทางในการสื่อสารสื่อความหมายและการนำเสนอ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่สามารถพัฒนาได้โดย มีแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการสื่อสารนั้น ควรให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแสดงแนวคิดอธิบายแสดงเหตุผลของตนเองด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การตั้งคำถาม การพูดแลกเปลี่ยนกับเพื่อนและครูอย่างสม่ำเสมอ ทั้งในรูปของการใช้ภาษาพูดและภาษาเขียน นอกจากนี้ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น มีวิธีแก้ปัญหาอย่างไรเขียนแบบรูปความสัมพันธ์ของตัวแปรและควรใช้ภาพตารางหรือแผนภาพได้ประกอบการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

4. การประเมินความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาการวัดและการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการหลายท่านได้เสนอแนวทางการประเมินการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Kennedy and Tipps (1994, p. 112) กล่าวถึงเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)
 - ไม่ใช่หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
 - ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
 - ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
 - ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมถูกต้องสละสลวย

2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Representation)

- ไม่ใช่แนวคิดทางคณิตศาสตร์-มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
- ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
- ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เข้าใจชัดเจน

3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)

- การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสนไม่สมบูรณ์ขาดรายละเอียด)
- การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
- การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
- การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบสมบูรณ์มีรายละเอียดครบ)

การประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีผู้กำหนดเกณฑ์ไว้ ดังนี้

กรมวิชาการ (2546, หน้า 121- 124) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนผลการทำงานข้อสอบแบบอัตนัยทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนผลการทำงานข้อสอบแบบอัตนัยทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน/ความหมาย	ผลการทำงานข้อสอบแบบอัตนัย	ความสามารถการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4 / ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจนสมบูรณ์ คำตอบถูกต้องครบถ้วน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน ได้เป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
3 / ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้องครบถ้วน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน ได้ถูกต้อง ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์

ตาราง 3 ต่อ

ระดับคะแนน/ความหมาย	ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย	ความสามารถการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2 / พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีทำ คำตอบ ถูกต้อง ครบถ้วน หรือการ แสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์แต่ คำตอบผิดถูกต้อง ขาดการ ตรวจสอบ	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอ โดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือ ตารางแสดงข้อมูลประกอบ ชัดเจนบางส่วน
1 / ต้องปรับปรุง	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน แต่ อยู่ใน แนว ทาง ที่ ถูก ต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดง วิธีทำ และคำตอบไม่ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ ไม่ได้ ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตาราง และการนำเสนอข้อมูลไม่ ชัดเจน
0 / ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ไม่นำเสนอ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 94) ได้เสนอเกณฑ์การให้ คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

คะแนน(ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การให้คะแนน
3(ดี)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอข้อมูลตามลำดับขั้นตอนชัดเจน และมี รายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์
2(พอใช้)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอข้อมูลได้ชัดเจนบางประเด็น และยังขาด รายละเอียดในบางประเด็น
1(ต้องปรับปรุง)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ ถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน

จากการประเมินความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากลักษณะพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรับจาก Kennedy and Tipps (1994, p. 112) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 94) ซึ่งสังเกตและพิจารณาจากลักษณะพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ซึ่งวัดความสามารถใน 3 ด้าน คือ 1. ความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 2. ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 3. ความสามารถด้านการนำเสนอ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

นฤพันธุ์ เฟ่งพิศ (2561) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับคำถามปลายเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 48 คน การสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับคำถามปลายเปิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนจะได้รับการสนับสนุน ชี้แนะแนวทาง และกระตุ้นความคิดให้เกิดการวิเคราะห์ข้อมูล ตั้งปัญหา สำรวจและสังเกตความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อนำไปสร้างเป็นข้อความคาดการณ์ ผ่านการใช้คำถามปลายเปิดของครูในระหว่างชั้นจัดกิจกรรม ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับคำถามปลายเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับคำถามปลายเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับคำถามปลายเปิดมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับคำถามปลายเปิดมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธชนี ไสยรส (2562) ได้วิเคราะห์การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 15 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์จังหวัดขอนแก่น จัดการเรียนการสอน ด้วยวิธีการแบบเปิดภายใต้กระบวนการศึกษาชั้นเรียนตามแนวคิดของ Inprasitha (2011) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องรูปสามเหลี่ยม จำนวน 5 แผน ใบ

กิจกรรม กล้องวิดีโอทัศน์และเครื่องบันทึกเสียง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ โพรโตคอลการแก้ปัญหาของนักเรียนและการสะท้อนผลของทีมวิจัย โดยใช้กรอบการอภิปรายโต้แย้งของ CCSS (2010) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสร้างการอภิปรายโต้แย้งและวิจารณ์เหตุผลของผู้อื่นได้ ใช้สมมติฐาน/ความรู้ที่มีก่อนหน้านี้ในการสร้างข้อโต้แย้ง สามารถสร้างการคาดเดาและสร้างข้อสนับสนุนของข้อกล่าวอ้าง เพื่อสำรวจความจริงของการคาดคะเนของตนเอง ชี้แจง ข้อสรุปของตนเองสื่อสารกับคนอื่น ๆ และตอบข้อโต้แย้งของผู้อื่นได้

กฤตยาณี พ่วงเสื่อ (2562) ได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 9 คน ของโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ 4 วงจร ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน ใบกิจกรรม แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์ โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและใช้สถิติพื้นฐาน คือการแจกแจงความถี่และร้อยละ และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล ซึ่งผลการวิจัยจากใบกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลด้านการหาข้อสรุปของปัญหา สูงกว่าความสามารถในการให้เหตุผลด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการหาข้อสรุปของปัญหาสูงกว่าด้านการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป

2.งานวิจัยในต่างประเทศ

Fielding-Wells (2013) ทำการศึกษาเชิงสำรวจนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (อายุ 8-9) ในโรงเรียนของรัฐในเขตชานเมืองในรัฐควีนส์แลนด์ เกี่ยวกับข้อโต้แย้งที่อิงกับการสอบสวน โดยมุ่งเน้นที่บทบาทของหลักฐานในการสื่อสาร โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการบันทึกวิดีโอ และผลงานของนักเรียน และนำบันทึกวิดีโอนั้นมาถอดความพร้อมทั้งนำมาวิเคราะห์เนื้อหาเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมักจะมีส่วนร่วมในการกระตุ้นความรู้สึกรู้สึก ความเข้าใจ และการประกอบคำอธิบายเกี่ยวกับการพัฒนาความรู้ โน้มน้าวผู้อื่น ผ่านการเปิดโอกาสให้คำวิจารณ์ ให้ข้อเสนอแนะ คำถามและท้าทายความเข้าใจพร้อมด้วยคำแถลงเหตุผลการอ้างเหตุผล

Kirkpatrick (2016) ได้ศึกษาผลของการใช้การโต้แย้งในชั้นเรียนคณิตศาสตร์มีต่อแรงจูงใจของนักเรียน ตัวอย่างในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 25 คน ในโรงเรียนท้องถิ่นแห่งหนึ่ง ในเมืองมิดเวสต์ ซึ่งได้เข้าไปสังเกตการณ์การสอนร่วมกับครูที่สอนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งจัดบันทึกภาคสนาม เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง และนำผลการ

จดบันทึกมาวิเคราะห์ข้อมูลผลการวิจัยพบว่า การใช้การโต้แย้งในชั้นเรียนที่นักเรียนได้การสร้างข้อโต้แย้งที่เป็นไปได้และวิเคราะห์เหตุผลของคนอื่นนั้นมีผลต่อแรงจูงใจในการทำงานของนักเรียนในห้องเรียนนี้ในระดับที่มากขึ้น

Schwarz and Prusak (2016) ได้ศึกษาผลของการผสมผสานการแก้ปัญหาในกลุ่มใหญ่หรือกลุ่มย่อยการโต้แย้งกันระหว่างเพื่อน และการอภิปรายที่นำโดยครู การออกแบบกิจกรรมได้รับการพัฒนาโดยเฉพาะสำหรับหลักสูตรนี้ อาศัยหลักการออกแบบ 5 ประการ: 1) การสร้างปัญหาด้วยวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย 2) การสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ร่วมกัน 3) การกระตุ้นความขัดแย้งทางสังคม 4) การจัดเตรียมเครื่องมือสำหรับตรวจสอบสมมติฐาน และ 5)โอกาสในการไตร่ตรองและประเมินผลการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คนเข้าร่วมในโปรแกรมพิเศษในวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนในแต่ละกลุ่มเข้าร่วมประชุม 28 ครั้ง ตลอดระยะเวลาหนึ่งปี การศึกษา ผลปรากฏว่าสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และการใช้เหตุผลในบริบทของการแก้ปัญหา และการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้



บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ โดยมีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

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

ผู้เข้าร่วมวิจัย

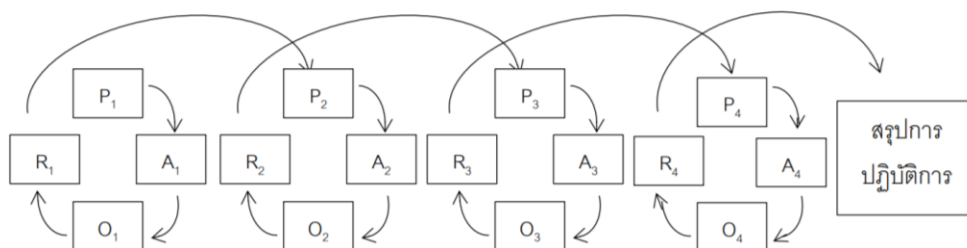
ผู้เข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุโขทัยเขต 1 จำนวน 15 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแบบของ Kemmis and McTaggart (2000) ซึ่งดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการที่ต่อเนื่องกัน แต่ละวงจรประกอบด้วยขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ตามลำดับโดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยทั้งหมด 4 วงจรปฏิบัติการ เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้มาถึงขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากขั้นนี้ มาสรุปเป็นแนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นวางแผนของวงจรปฏิบัติการถัดไปจนครบทั้งหมด 4 วงจร แบ่งได้ดังนี้

- วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม
- วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปริมาตรและความจุ
- วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร หรือหน่วยความจุ
- วงจรที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหา

โดยลักษณะของวงจรทั้ง 4 แสดงดังภาพ 1



ภาพ 1 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัยในแต่ละข้อ ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือวิจัย
1. เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	ใบกิจกรรม แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

1. การพัฒนาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูป ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนโดยศึกษาคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และผลการเรียนรู้ในเรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1.1.2 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยมีลำดับวงจรปฏิบัติการ แผนการจัดการเรียนรู้ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ดังนี้

ตาราง 6 แสดงลำดับวงจรปฏิบัติการ แผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา ชื่อใบกิจกรรม และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วงจรปฏิบัติการ ที่	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	เนื้อหา	ใบกิจกรรม	จำนวน (ชั่วโมง)
1	1	ปริซึม	ร้านขนมขุนนางวังเดริเวอร์	2
2	2	ปริมาตรและความจุ	แจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง	4
3	3	ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร หรือหน่วย ความจุ	วันมะพร้าวหน้ากะทิ	2
4	4	โจทย์ปัญหา	บ่อเลี้ยงปลาตุ๊ก	4
รวม				12

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แต่ละแผนจะต้องสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ได้ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. สาระสำคัญ
4. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ

การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

ขั้นที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases)

ขั้นที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing)

ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying)

ขั้นที่ 4 การสรุป (Concluding)

5. สื่อการเรียนรู้

6. แหล่งการเรียนรู้

7. การวัดและประเมินผล

1.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ศึกษาจำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ ด้านสาระสำคัญ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของ Likert

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นในแบบประเมินมีเกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

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

เหมาะสมน้อยที่สุด ให้คะแนน 1 คะแนน

หลังจากนั้นนำผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มา คำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละด้านที่ประเมินแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การ แปลความหมาย (รัตนะ บัวสนธ์, 2556) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุดเกณฑ์การ ตัดสินการประเมินคือใช้เกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก พบว่า มี ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.59 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.28 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ ดังกล่าวมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้ โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการ จัดการเรียนรู้แสดงในภาคผนวก ข

1.1.5 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ตามประเด็น ต่อไปนี้

1) ควรระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ชัดเจน ได้แก่ ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

2) ปรับภาพที่ใช้ประกอบสถานการณ์ปัญหา ให้ชัดเจนและสอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหามากยิ่งขึ้น

1.2 แบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บ รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยขณะที่ดำเนินกิจกรรมโดยให้ผู้ร่วมสังเกตการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ (Participant as observer) ซึ่ง ได้แก่ ครูประจำการผู้รับผิดชอบรายวิชา คณิตศาสตร์ และผู้วิจัยจดบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ในแต่ละวงจรรวบรวมข้อมูล มีความ เหมาะสมหรือไม่และสามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมาย คณิตศาสตร์ได้หรือไม่อย่างไร และควรแก้ไขหรือปรับปรุงอย่างไรเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปซึ่ง มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้

1.2.2 กำหนดขอบเขตของการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.3 สร้างแบบสังเกตการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีลักษณะเป็นแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases)

ขั้นที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing)

ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying)

ขั้นที่ 4 การสรุป (Concluding)

1.2.4 นำแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ศึกษาจำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของประเด็นการสังเกตตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

1.2.5 ปรับปรุงแบบสังเกตการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.2.6 สร้างแบบสังเกตการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการบันทึกข้อมูลการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. การศึกษาจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยโดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้อย่างไร โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

2.1 ใบบันทึกกิจกรรม

ใบบันทึกกิจกรรมของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนเขียนบันทึกทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งแต่ละใบบันทึกกิจกรรมมีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างใบบันทึกกิจกรรม

2.1.2 ศึกษากรอบโครงสร้างการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2.1.3 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

2.1.4 ศึกษาเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

2.1.5 กำหนดขอบข่ายของการบันทึกข้อมูลของนักเรียน

2.1.6 สร้างใบกิจกรรมของนักเรียนที่สอดคล้องกับการสอนโดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2.1.7 นำใบกิจกรรมของนักเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรม ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ศึกษาจำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจำนวน 1 ท่าน

2.1.8 ปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมของนักเรียนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ตามประเด็นต่อไปนี้

1) ปรับภาพประกอบให้ชัดเจน และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหามากยิ่งขึ้น

2) ปรับการใช้คำถามในใบกิจกรรม ให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2.1.9 จัดทำใบกิจกรรมของนักเรียนฉบับสมบูรณ์

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.2.1 ศึกษาตัวชี้วัดและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

2.2.2 ศึกษากรอบโครงสร้างการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญท่านเดิมทั้ง 3 ท่านตรวจสอบ ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ศึกษาจำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อโดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

คะแนน +1 ถ้าเห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน - 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน - 1 ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

พิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไปมาสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ โดยผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ พบว่า มีค่า IOC เท่ากับ +1 ทุกข้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ และไม่มีข้อปรับแก้ของแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ค

2.2.5 จัดทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์

2.2.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ไปใช้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล

2.3 แบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

แบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสังเกตถึงโครงสร้างจากทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.3.2 ศึกษาตัวชี้วัดและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

2.3.3 ศึกษากรอบโครงสร้างการประเมินความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ด้านการนำเสนอ

2.3.4 สร้างแบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

2.3.4 นำแบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญท่านเดิมทั้ง 3 ท่านตรวจสอบ ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ศึกษาจำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อโดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

คะแนน +1 ถ้าเห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน - 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน - 1 ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

พิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไปมาสร้างแบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีค่า IOC เท่ากับ +1 ทุกข้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ และไม่มีข้อปรับแก้ของแบบสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสังเกตแสดงในภาคผนวก ง

2.3.5 จัดทำแบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ฉบับสมบูรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ประชุมทีมพร้อมทั้งชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามชั่วโมงปกติของโรงเรียนโดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง
3. ในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันศึกษาและเขียนคำตอบหรือแสดงวิธีคิดลงในใบกิจกรรม พร้อมทั้งมีการนำเสนอ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะสังเกตและจดบันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอของนักเรียน
4. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดให้อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ ทำการสะท้อนผลเพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป
5. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้หรือ 4 วงจรปฏิบัติการผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 2 ชั่วโมง
6. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ มาวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์นั้นตามจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ และเป็นข้อมูลที่ได้จากผู้วิจัย ผู้ร่วมสังเกตการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการและวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดอีกครั้ง เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสังเกตการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ผู้วิจัยจัดระเบียบเนื้อหาของข้อมูลเพื่อนำผลการวิเคราะห์และตีความไปปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป ในประเด็นต่อไปนี้

1.2.1 การจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ อย่างไร

1.2.2 ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบจากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้มีอะไรบ้าง

1.2.3 แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาสำหรับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรทำอย่างไร

1.3 ผู้วิจัยวิเคราะห์เชิงเนื้อหาโดยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จากผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตมาจัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกันเพื่อให้สะดวกต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล

1.4 การรายงานผลการวิจัยใน 4 ขั้นตอน ได้แก่

1.4.1 ชั้นวางแผนเป็นการรายงานรายละเอียดที่ผู้วิจัยได้วางแผนและเตรียมการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

1.4.2 ชั้นปฏิบัติการเป็นการรายงานขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 การสร้างกรณี ชั้นที่ 2 การคาดเดา ชั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล ชั้นที่ 4 การสรุป

1.4.3 ชั้นสังเกตการณ์เป็นการรายงานผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากการจัดระเบียบข้อมูลโดยเขียนรายงานแยกเป็นประเด็น

1.4.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติเป็นการรายงานแนวทางการปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้ดียิ่งขึ้น

1.5 ผู้วิจัยนำแบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากตัวผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเป็นครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ในทุกคาบเรียนมาดำเนินการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพโดยวิธีการสามเส้า (Triangulation) ซึ่งใช้แหล่งข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง (Resource Triangulation) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และพิจารณาผลการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่อย่างไร

2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ในการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ใบกิจกรรม แบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากกลุ่มเป้าหมายโดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามชนิดของเครื่องมือในการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

2.1 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม แบบสังเกตความสามารถด้านการนำเสนอ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2.2 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยผู้วิจัยนำข้อมูลจากใบกิจกรรม แบบสังเกตความสามารถด้านการนำเสนอ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2.3 นำผลมาจัดระเบียบข้อมูล

2.4 กำหนดรหัสข้อมูล (Coding) เป็นการจัดระเบียบคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 7-8

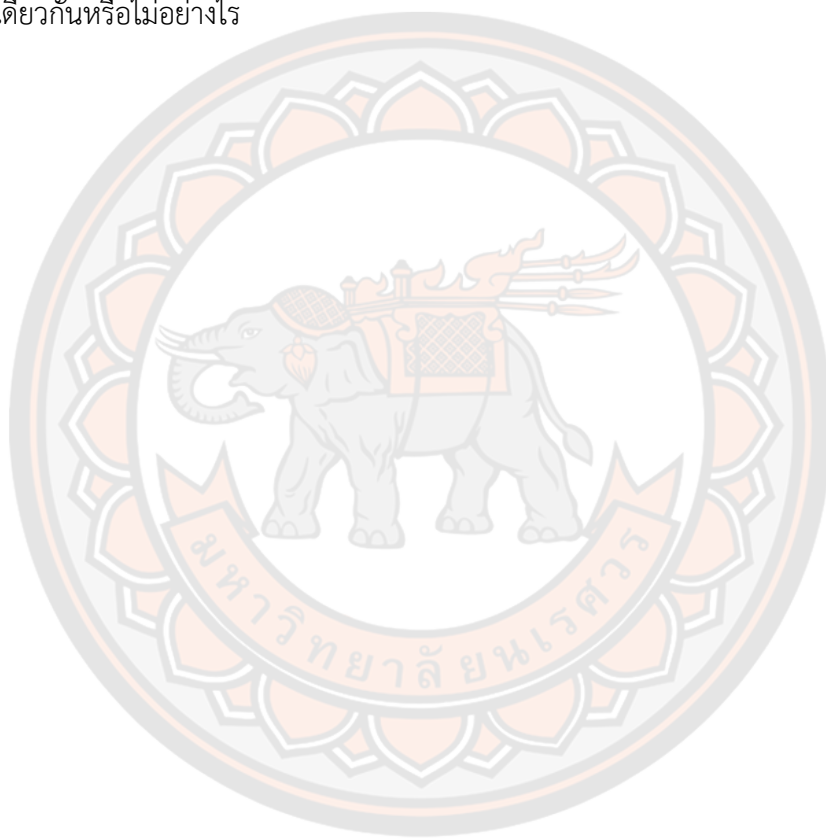
ตาราง 7 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	รหัส (Code)	คำนิยาม/ระดับ
ความสามารถด้านเข้าใจ ปัญหา	PU1	เขียนระบุข้อมูล เงื่อนไข และสิ่งที่สถานการณ์ ปัญหาต้องการทราบได้น้อยมาก หรือไม่ได้เลย
	PU2	เขียนระบุข้อมูล เงื่อนไข และสิ่งที่สถานการณ์ ปัญหาต้องการทราบได้บางส่วน
	PU3	เขียนระบุข้อมูล เงื่อนไข และสิ่งที่สถานการณ์ ปัญหาต้องการทราบได้อย่างถูกต้องครบถ้วน
ความสามารถด้านการเลือก ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	PS1	เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
	PS2	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่าง ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุม ประเด็น ของปัญหา
	PS3	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
ความสามารถด้านการใช้ ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	PP1	แสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ได้
	PP2	แสดงวิธีการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ บางส่วน ไม่สมบูรณ์
	PP3	แสดงวิธีการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ อย่างชัดเจนและสมบูรณ์
ความสามารถด้านการสรุป คำตอบ	PF1	สรุปคำตอบไม่ได้ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง
	PF2	สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุป คำตอบ ไม่ครบถ้วน
	PF3	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์

ตาราง 8 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์	รหัส (Code)	คำนิยาม/ระดับ
ความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	LU1	ใช้คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้องบางส่วน แต่ไม่ถึงครึ่งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้
	LU2	ใช้คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้องอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้
	LU3	ใช้คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	LS1	ใช้รูปภาพ แบบจำลอง หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายแสดงแนวคิดได้อย่างถูกต้องเล็กน้อย
	LS2	ใช้รูปภาพ แบบจำลอง หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายแสดงแนวคิดได้อย่างถูกต้องเกือบทั้งหมด
	LS3	ใช้รูปภาพ แบบจำลอง หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายแสดงแนวคิดได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
ความสามารถด้านการนำเสนอ	LP1	แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง นำเสนอได้ชัดเจนบางประเด็น และยังมีรายละเอียดในบางประเด็น
	LP2	แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง นำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจน และมีรายละเอียดครบถ้วนเกือบทั้งหมด
	LP3	แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง นำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจน และมีรายละเอียดครบถ้วน

เมื่อดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม แบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการสามเส้า (Triangulation) โดยใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่าหนึ่งชนิด (Methodological Triangulation) มาวิเคราะห์ความสอดคล้องพร้อมทั้งสรุปผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่อย่างไร



บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลวิจัยปฏิบัติการ เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งเป็นวิจัยเชิงคุณภาพและดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละหนึ่งวงจรปฏิบัติการ รวมจำนวน 4 วงจรปฏิบัติการ แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง สำหรับแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ประชิด

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1. การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย พุทธศักราช 2564 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) รายวิชา ค15101 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ในหน่วย

การเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ประกอบด้วย 4 เรื่องย่อยได้แก่ ปริซึม ปริมาตรและความจุ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรหรือหน่วยความจุ และโจทย์ปัญหา โดยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปริซึม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปริมาตรและความจุ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรหรือหน่วยความจุ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โจทย์ปัญหา ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases)

ขั้นที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing)

ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying)

ขั้นที่ 4 การสรุป (Concluding)

โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนร่วมกันสังเกตลักษณะของปริซึม ในใบกิจกรรม จากนั้นนักเรียนได้ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มเพื่อจำแนกและคาดเดาชนิดของปริซึม พร้อมทั้งเขียนแสดงเหตุผลประกอบในใบกิจกรรมบ้านขุนนางเวโรรี โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอการคาดเดา ของกลุ่มตนเองให้เพื่อนฟัง จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจและศึกษางานของเพื่อนกลุ่มอื่น พร้อมทั้งสามารถวิจารณ์ผลงานและตรวจสอบงานของเพื่อน โดยให้นักเรียนสลับเปลี่ยนกันวิจารณ์ทีละกลุ่ม และกลุ่มที่โดนตรวจสอบหรือวิจารณ์สามารถใช้เหตุผลของตนเองโต้แย้งกลับได้เช่นกัน หลังจากนั้นนักเรียนได้โต้แย้งเรียบร้อย นักเรียนทุกคนร่วมกันสรุป ตัดสินใจว่ากลุ่มใดถูกต้องที่สุด จากนั้นครูสะท้อนผลที่ได้จากโต้แย้งพร้อมทั้งสรุปการจำแนกชนิดของรูปปริซึม

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปริมาตรและความจุ เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนศึกษาเรื่องหน่วยของปริมาตร โดยเริ่มจากลูกบาศก์ขนาด 1 ลูกบาศก์หน่วย พร้อมทั้งให้นักเรียนลงมือประดิษฐ์ลูกบาศก์ขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร และหาปริมาตรโดยการนับ ในใบกิจกรรมมีเยอะเท่าไรกันนะ และในใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำยามักยั้งนักเรียนจะได้ทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ต้องประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรและความจุโดยผ่านกระบวนการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดและขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เพื่อนกลุ่มอื่นฟัง จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจและศึกษางานของเพื่อนกลุ่มอื่น พร้อมทั้งสามารถวิจารณ์ผลงานและตรวจสอบงานของเพื่อน โดยให้นักเรียนสลับ

เปลี่ยนกันวิจารณ์ทีละกลุ่ม และกลุ่มที่โดนตรวจสอบหรือวิจารณ์สามารถใช้เหตุผลของตนเองโต้แย้งกลับได้เช่นกัน หลังจากที่นักเรียนได้โต้แย้งเรียบร้อยแล้ว นักเรียนทุกคนร่วมกันสรุป ตัดสินใจว่ากลุ่มใดถูกต้องที่สุด จากนั้นครูสะท้อนผลที่ได้จากโต้แย้งพร้อมทั้งสรุปวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจโดยทำใบกิจกรรมกินจุเท่าไรกันนะ

1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้หาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ โดยเริ่มจากครูทบทวนความรู้เรื่องหน่วยของการวัดความยาวและความสัมพันธ์ของหน่วยวัดความยาวในแต่ละหน่วยโดยเล่นเกมหัวท้ายตายก่อน จากนั้นนักเรียนศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือความจุจากคลิปวิดีโอ พร้อมทั้งทำใบกิจกรรมวันมะพร้าวหน้ากะทิ ซึ่งนักเรียนจะได้ทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ต้องประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ โดยผ่านกระบวนการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดและขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เพื่อนกลุ่มอื่นฟัง จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจและศึกษางานของเพื่อนกลุ่มอื่น พร้อมทั้งสามารถวิจารณ์ผลงานและตรวจสอบงานของเพื่อน โดยให้นักเรียนสลับเปลี่ยนกันวิจารณ์ทีละกลุ่ม และกลุ่มที่โดนตรวจสอบหรือวิจารณ์สามารถใช้เหตุผลของตนเองโต้แย้งกลับได้เช่นกัน หลังจากที่นักเรียนได้โต้แย้งเรียบร้อยแล้ว นักเรียนทุกคนร่วมกันสรุป ตัดสินใจว่ากลุ่มใดถูกต้องที่สุด จากนั้นครูสะท้อนผลที่ได้จากโต้แย้งพร้อมทั้งสรุปความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ และให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจโดยทำใบกิจกรรมเอามาแลกกัน

1.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหา เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยเริ่มจากครูทบทวนความรู้เรื่องการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากผ่านใบกิจกรรมโจทย์ปัญหา ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาที่ง่ายไม่มีความซับซ้อน จากนั้นนักเรียนจะได้ทำงานเป็นกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ต้องประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยผ่านกระบวนการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมบ่อเลี้ยงปลาตุ๊ก ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดและขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เพื่อนกลุ่มอื่นฟัง จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจและศึกษางานของเพื่อนกลุ่มอื่น พร้อมทั้งสามารถวิจารณ์ผลงานและตรวจสอบงานของเพื่อน โดยให้นักเรียนสลับเปลี่ยนกันวิจารณ์ทีละกลุ่ม และกลุ่มที่โดนตรวจสอบหรือวิจารณ์สามารถใช้เหตุผลของตนเองโต้แย้งกลับได้เช่นกัน หลังจากที่นักเรียนได้โต้แย้งเรียบร้อยแล้ว นักเรียนทุกคนร่วมกันสรุป ตัดสินใจว่า

กลุ่มใดถูกต้องที่สุด จากนั้นครูสะท้อนผลที่ได้จากโต้แย้งพร้อมทั้งสรุปการหาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

2. การเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยจัดเตรียมเอกสารโดยจำแนกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เอกสารสำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินใบกิจกรรม และเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่ 2 เอกสารสำหรับ ผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และส่วนที่ 3 เอกสาร สำหรับผู้เข้าร่วมวิจัยหรือนักเรียน ประกอบด้วย ใบสถานการณ์ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

3. การเตรียมสถานที่หรือห้องเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ จะเป็นลักษณะกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ซึ่งจะจัดโต๊ะเรียนแบบกลุ่ม เพื่อสะดวกต่อการเข้ากลุ่ม และการดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ขั้นปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริซึม ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างกรณี (Generating Cases)

นักเรียนทุกคนได้ร่วมกันสังเกตหาลักษณะของรูปสามมิติ และได้รู้จักปริซึมว่าเป็นรูปทรงที่มีลักษณะอย่างไร และนักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มในการฝึกจำแนก แบ่งกลุ่มชนิดของปริซึม โดยผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นคิดกับนักเรียนว่า ปริซึมมีด้านไหนที่เหมือนกันบ้าง และมีด้านไหนไม่เหมือนกันและด้านเหล่านี้อยู่ในตำแหน่งไหน เพื่อช่วยในการจำแนกของนักเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผล และลักษณะชนิดของปริซึมที่นักเรียนจำแนกได้ลงในกิจกรรมพร้อมทั้งวาดภาพประกอบ ให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดของของกลุ่มตนเอง และผู้วิจัยสรุปผลการจำแนกชนิดปริซึมร่วมกับนักเรียน ผู้วิจัยแจกใบกิจกรรม ร้านขนมขุนนางวังเดริเวอรี ให้นักเรียนทุกคน จากนั้นให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ในใบกิจกรรมพร้อมกัน และเขียนข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้นในคำถามข้อที่ 1

2. การคาดเดา (Conjecturing)

เมื่อนักเรียนทราบข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักเรียนจะคาดเดาวิธีการหรือแนวคิด และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนทุกคนจะเขียนการคาดเดานี้ลงในใบกิจกรรมในคำถามข้อที่ 2 เมื่อนักเรียนเขียนตอบคำถามการคาดเดานี้เสร็จแล้วให้นักเรียนสนทนากับเพื่อนในกลุ่มเกี่ยวกับการคาดเดาของแต่ละคน และร่วมกันสรุปและปรับปรุงแนวคิด ทำให้เกิดการคาดเดาวิธีการหรือแนวคิด และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง

3. การแสดงเหตุผล (Justifying)

นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สรุปผลการคาดเดาของกลุ่มตนเองแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงวิธีทำ หรือกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ลงในใบกิจกรรมคำถามข้อที่ 3 จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดและวิธีทำหน้าชั้นเรียน และกลุ่มอื่น ๆ ศึกษางานของเพื่อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องว่าสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จและมีความถูกต้องสมเหตุสมผลหรือไม่ อีกทั้งผู้วิจัยให้นักเรียนวิจารณ์ผลงานของเพื่อนที่ละกลุ่มโดยการเลือกให้วิจารณ์สลับกันไป กลุ่มที่นำเสนอและวิจารณ์นั้นสามารถโต้แย้งได้อีกว่ากลุ่มของตนเองถูกต้องพร้อมให้เหตุผลประกอบ

4. การสรุป (Concluding)

ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมที่ 1 ของแต่ละกลุ่มมาแปะไว้บนกระดาน และถามนักเรียนทุกคนว่านักเรียนแต่ละคนสรุปอย่างไร และเห็นด้วยกับกลุ่มใดมากที่สุด เพราะอะไรนักเรียนถึงเห็นด้วยกับกลุ่มนั้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้คิดพิจารณาและสรุปผลได้ถูกต้องที่สุด พร้อมทั้งผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะให้แต่ละกลุ่มไปปรับปรุงแก้ไข จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลถึงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องปริซึมในการแก้ปัญหาครั้งนี้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์(Observe)

ขั้นสังเกตการณ์เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริซึม โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ครูประจำการ) แบบสังเกตการณ์สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และเก็บรวบรวมข้อมูลการทำใบกิจกรรมของนักเรียน

จากการสังเกตขณะทำการจัดการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียนรวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่ พบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

1. การสร้างกรณี (Generating Cases)

จากการสังเกตนักเรียนในการศึกษาลักษณะของรูป 3 มิติ พบว่านักเรียนสามารถตอบได้อย่างชัดเจน ถึงความแตกต่างระหว่างรูป 2 มิติ กับ 3 มิติ และรู้จักลักษณะของปริซึม นักเรียนแต่ละกลุ่มขณะฝึกการจำแนกชนิดของปริซึม นักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการหาข้อสังเกตหรือลักษณะร่วมกันของปริซึม แต่ยังไม่กล้าและมีความลังเลในแสดงความคิดหรือเขียนสิ่งที่ตนเองคิดลงในใบกิจกรรม เพราะเป็นการเรียนในลักษณะนี้เป็นครั้งแรก ผู้วิจัยจึงยกตัวอย่างการจำแนกชนิดของรูปสี่เหลี่ยมและใช้คำถามกระตุ้นช่วย ให้นักเรียนมั่นใจแสดงความคิดเห็น ดังนี้

ผู้วิจัย : ปริซึมมีด้านไหนที่เหมือนกันทุกชิ้นบ้างคะ

นักเรียน : ด้านข้างๆ ครับ

ผู้วิจัย : แล้วด้านข้างที่หันตอบ มีลักษณะเป็นรูปอะไรคะ

นักเรียน : เป็นสี่เหลี่ยมครับ

ผู้วิจัย : เมื่อเปรียบเทียบแต่ละชิ้นแล้วมีด้านไหนที่แตกต่างกัน

นักเรียน : มีด้านหัวกับท้ายครับ

ผู้วิจัย : ถูกต้องครับ เขาเรียกว่าฐานของปริซึม แล้วมันมีลักษณะเป็นรูปอะไรคะ

นักเรียน : อันนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยม อันนี้เป็นรูปห้าเหลี่ยม อันนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมค่ะ

ผู้วิจัย : ถูกต้องค่ะ ไหนนักเรียนลองช่วยกันคิดสิว่าเราจะแบ่งหรือจำแนกชนิดปริซึมอย่างไรดี

(นักเรียนกลุ่มที่ 1 , เทปบันทึกการจัดการเรียนรู้, 15 กุมภาพันธ์ 2565)

จากการสังเกตเมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรมร้านขนมบ้านขุนนางวังเดริเวอรี่ พบว่านักเรียนแต่ละคนจะอ่านสถานการณ์ด้วยการออกเสียง และให้ความสนใจกับชื่อสถานการณ์และรูปภาพที่ใช้ประกอบใบกิจกรรม และเมื่อนักเรียนตอบคำถามในข้อที่ 1 นักเรียนจะยังไม่สามารถเขียนคำตอบลงไปได้ เพราะไม่มั่นใจในคำตอบ ครูจึงใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เช่น จากสถานการณ์ที่อ่านเขาต้องการแก้ปัญหาอะไร สถานการณ์ระบุหรือบอกอะไรกับเรามาบ้าง และผู้วิจัยเขียนผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลบนกระดานเพื่อเป็นตัวอย่างกับให้นักเรียน

2. การคาดเดา (Conjecturing)

นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันคาดเดาวิธีการหรือแนวคิด และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งพบว่า ในครั้งแรก นักเรียนยังขาดความมั่นใจในการคาดเดา เพราะกลัวว่าจะผิด ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายทำความเข้าใจร่วมกันกับนักเรียนว่าการคาดเดาเป็นการนำเสนอแนวคิด วิธีการในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้ความรู้ ข้อมูล ที่นักเรียนรู้อยู่ก่อนหน้า นำมาสร้างการคาดเดา และการคาดเดาสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นว่า จากสถานการณ์ที่ได้อ่านมาเราจะต้องแก้ปัญหาจากตรงไหน ประเด็นไหนที่สำคัญ ให้นักเรียนย้อนกลับไปดูจากการที่เราได้สร้างกรณี รวบรวมข้อมูลไว้ ว่าเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เรื่องใด และเราจะมีขั้นตอนวิธีการในการแก้ปัญหายังไง และยังพบว่ามึนักเรียนบางส่วนนักเรียนบางส่วนคัดลอกการคาดเดาของเพื่อน ผู้วิจัยจึงกระตุ้นโดยการให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มพูดการคาดเดาของตนทีละคน แล้วจึงเขียนเป็นข้อสรุปการคาดเดาของกลุ่ม

3. การแสดงเหตุผล (Justifying)

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงแนวคิดและให้เหตุผลเพื่อพิสูจน์ว่าการคาดเดาของตนนั้นสามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันและช่วยกันคิด เมื่อทุกกลุ่มเขียนแสดงแนวคิดและให้เหตุผลเรียบร้อยแล้ว จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาแนะนำผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มออกมามีคำถามของเพื่อนกลุ่มอื่นเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และการให้เหตุผลของเพื่อน ว่าจากการคาดเดาสามารถแก้ปัญหาลงจริงหรือไม่ และมีวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือไม่ จากนั้นนักเรียนร่วมกันวิจารณ์ผลงาน ของแต่ละกลุ่มตามลำดับ ซึ่งนักเรียนจะเกิดการโต้แย้งในชั้นตอนนี้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการแสดงเหตุผลที่คล้ายกันและมีนักเรียนบางส่วนที่ดูการแสดงผลของเพื่อน แล้วนำมาเขียนเป็นของตนเองโดยนักเรียนไม่กล้าเขียนแสดงผลของตนเองลงในใบกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับนักเรียนคนดังกล่าว ดังนี้

ผู้วิจัย : ทำไมนักเรียนถึงเลือกกล่องทรงปริซึมคะ

นักเรียน : เพราะมีด้านเรียบ ๆ เป็นสี่เหลี่ยมเหมือนกันครับ

ผู้วิจัย : แล้วในใบกิจกรรมหนูได้เขียนแสดงผลแบบนี้ลงไปไหมคะ

นักเรียน : ไม่ได้เขียนแบบนี้ครับ

ผู้วิจัย : อ้าวทำไมไม่เขียน ตามความคิดของหนูละคะ

นักเรียน : ผมกลัวผิดครับ

ผู้วิจัย : ไม่ต้องกลัวผิดคะ ถ้าผิดยังไงครูสามารถให้หนูแก้ไขใหม่ได้ค่ะ

นักเรียน : ครับเดี๋ยวผมเขียนใหม่ดีกว่า

(นักเรียนกลุ่มที่ 2 , เทปบันทึกการจัดการเรียนรู้, 15 กุมภาพันธ์ 2565)

ในการออกมานำเสนอพบว่า นักเรียนยังขาดความมั่นใจในการนำเสนอเพราะกลัวว่างานของตนเองนั้นจะผิด ไม่กล้านำเสนอ ผู้วิจัยจึงใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนอธิบายแนวคิดและกระบวนการการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เช่น นักเรียนมีแนวคิดหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้นอย่างไร เมื่อนักเรียนตอบคำถามและอธิบายขั้นตอนแนวคิดจากการคำถามของผู้วิจัยเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนนำเสนอใหม่อีกครั้ง ทำให้นักเรียนได้แนวทางและมีความมั่นใจในการนำเสนอมากยิ่งขึ้น

4. การสรุป (Concluding)

ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมร้านขนมขุนนางวังเดริเวอรี ของแต่ละกลุ่มมาแปะไว้บนกระดานและถามนักเรียนทุกคนว่านักเรียนแต่ละคนสรุปอย่างไร และเห็นด้วยกับกลุ่มใดมากที่สุด เพราะอะไร นักเรียนถึงเห็นด้วยกับกลุ่มนั้น นักเรียนสังเกตจากตรงไหน เพื่อให้นักเรียนได้พิจารณาและสรุปผลได้ถูกต้องที่สุด จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนร่วมกันสรุปและเขียนผลสรุปลงในใบกิจกรรม

จากการสังเกตพบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะศึกษางานของเพื่อน แต่ นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความมั่นใจในการสรุป ผู้วิจัยจึงแนะนำแนวทางในการสรุปให้กับนักเรียน โดยใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับผลของการโต้แย้งก่อนหน้า เช่น จากที่นักเรียนได้ฟังการนำเสนอของเพื่อนและร่วมกันวิจารณ์ผลงานของเพื่อน เราได้ผลการโต้แย้งอย่างไร วิธีการแก้ปัญหาใดที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และให้นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหานั้นลงในใบกิจกรรม และเขียนตัวอย่างการสรุปบนกระดานเพื่อเป็นตัวอย่างให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ(Reflect)

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริซึม ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้พบปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนและได้เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 สรุปได้ดังนี้

ตาราง 9 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางในการปรับปรุง
การสร้างกรณี (Generating Cases)	นักเรียนไม่เข้าใจการจำแนกชนิดของปริซึมและไม่กล้าเขียนผลการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้ลงในใบกิจกรรม	ผู้วิจัยยกตัวอย่างการจำแนกชนิดของรูปสี่เหลี่ยมว่าแต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างไร และใช้คำถามกระตุ้น เช่น ปริซึมมีด้านไหนที่เหมือนกันทุกชิ้นบ้างคะ เมื่อเปรียบเทียบแต่ละชิ้นแล้วมีด้านไหนที่แตกต่างกัน พร้อมทั้งเขียนแสดงผลการเก็บรวบรวมข้อมูลให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง
การคาดเดา (Conjecturing)	นักเรียนไม่กล้าและขาดความมั่นใจในการคาดเดา	ผู้วิจัยอธิบายทำความเข้าใจร่วมกันกับนักเรียนว่าการคาดเดาเป็นการนำเสนอแนวคิดวิธีการในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้ความรู้ ข้อมูลที่นักเรียนรู้มาก่อนหน้านำมาสร้างการคาดเดา และการคาดเดาสามารถปรับปรุงแก้ไขได้
	นักเรียนบางส่วนคัดลอกการคาดเดาของเพื่อน	ผู้วิจัยกระตุ้นโดยการให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มพูดการคาดเดาของตนทีละคน แล้วจึงเขียนเป็นข้อสรุปการคาดเดาของกลุ่ม

ตาราง 9 ต่อ

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางในการปรับปรุง
การคาดเดา (Conjecturing)	นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการคาดเดา ที่คล้ายกัน ไม่มีแนวคิดที่หลากหลาย	ผู้วิจัยควรเลือกสถานการณ์ ปัญหาที่สามารถแก้ปัญหาได้ หลายวิธี และใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้เกิดข้อสังเกตที่แตกต่าง เช่น ถ้าครูคลี่ปริซึมออกมา ปริซึมแต่ละชิ้นจะมีลักษณะ เหมือนกันหรือไม่
การแสดงผล (Justifying)	นักเรียนขาดความมั่นใจในการ นำเสนอข้อคาดการณ์และแนวคิด	ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนอธิบายแนวคิดและ กระบวนการการแก้ปัญหาอย่าง เป็นระบบ เช่น นักเรียนมี แนวคิดหรือขั้นตอนในการ แก้ปัญหาจากสถานการณ์ ข้างต้นอย่างไร เมื่อนักเรียน ตอบคำถามและอธิบายขั้นตอน แนวคิดจากการคำถามของ ผู้วิจัยเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัย จึงให้นักเรียนนำเสนอใหม่อีก ครั้ง
	นักเรียนไม่แสดงความคิดเห็นและ ไม่วิจารณ์ผลงานของเพื่อน	ผู้วิจัยควรวิจารณ์ แสดงความ คิดเห็นกับผลงานของนักเรียน ในครั้งแรกเพื่อเป็นการตัวอย่าง ให้กับนักเรียน และใช้คำถาม กระตุ้นนักเรียน เช่น นักเรียน เห็นด้วยกับสิ่งที่เพื่อนนำเสนอ หรือไม่เพราะอะไร มีตรงไหนที่ นักเรียนยังไม่เข้าใจ หรือคิด แตกต่างจากเพื่อนหรือเปล่า

ตาราง 9 ต่อ

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางในการปรับปรุง
การสรุป (Concluding)	นักเรียนยังขาดความมั่นใจในการสรุป	ผู้วิจัยแนะนำแนวทางในการสรุปให้กับนักเรียน โดยใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับผลของการโต้แย้งก่อนหน้า เช่น จากที่นักเรียนได้ฟังการนำเสนอของเพื่อน และร่วมกันวิจารณ์ผลงานของเพื่อน เราได้ผลการโต้แย้งอย่างไร วิธีการแก้ปัญหาใดที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ให้นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหานั้นลงในใบกิจกรรม และเขียนสรุปผลบนกระดาน เพื่อเป็นตัวอย่างให้แก่นักเรียน

จากตาราง 9 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบในแต่ละขั้นตอน สำหรับพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ปริมาตรและความจุ

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยเห็นแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงแผนการ

จัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ปริมาตรและความจุ เพื่อให้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บรรลุตาม จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

1. การสร้างกรณี (Generating Cases)

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงการตั้งคำถามโดยเพิ่มจำนวนคำถามให้มากขึ้น และจัดทำใบกิจกรรมให้กับนักเรียนทุกคน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามและกล้าแสดงความคิดเห็นเหตุผล ในแผนที่ 2 เรื่อง ปริมาตรและความจุ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ผ่านมา มีนักเรียนบางคนไม่ค่อยได้แสดงความคิดหรือเหตุผลของตนเอง มักเชื่อความคิดของเพื่อนในกลุ่ม

2. การคาดเดา (Conjecturing)

จากการที่ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ผ่านมา พบว่านักเรียนไม่บางกลุ่มไม่ได้นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการสร้างกรณีมาใช้เท่าที่ควร และนักเรียนยังไม่กล้าที่จะคาดเดาจากสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนด ผู้วิจัยจึงปรับปรุงการตั้งคำถามโดยถามนักเรียนทุกคนให้แสดง ความคิดอย่างทั่วถึง และเน้นย้ำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตข้อมูลที่ได้รวบรวมจากการสร้างกรณีในขั้นแรกที่ผ่านมา และนำข้อมูลเหล่านั้นมาร่วมพิจารณาสร้างการคาดเดาของตนเอง

3. การแสดงเหตุผล (Justifying)

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงการตั้งคำถามที่ใช้กระตุ้นนักเรียนโดยจะใช้คำถามที่ขึ้นต้นว่า “ทำไม” และคำถามที่ลงท้ายว่า “อย่างไร” กับนักเรียนทุกคนเพิ่มมากยิ่งขึ้น เนื่องจากในวงจรปฏิบัติการที่ผ่านมาพบว่านักเรียนไม่กล้าเสนอ นำแสดงเหตุผลแนวคิดของกลุ่มของตนเองออกมา

4. การสรุป (Concluding)

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงการตั้งคำถามโดยใช้คำถามที่ขึ้นต้นว่า “เพราะอะไร” เพิ่มมากยิ่งขึ้น เพื่อกระตุ้นการตัดสินใจและสรุปว่ากลุ่มใด คาดเดา ให้เหตุผล และสรุปผลได้ถูกต้องที่สุด เนื่องจากในวงจรปฏิบัติการที่ผ่านมาพบว่านักเรียนไม่กล้าและไม่มั่นใจในการสรุปผลของการโต้แย้งที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

จากการวางแผนโดยนำผลการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุง และพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพขึ้น โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างกรณี (Generating Cases)

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เรื่องปริซึมและลูกบาศก์ โดยใช้คำถาม กระตุ้นคิดกับนักเรียน ดังนี้ ลักษณะสำคัญของปริซึมเป็นอย่างไร ขวดน้ำใ้ปริซึมหรือไม่ ถ้าด้านทุก ด้านของปริซึมสี่เหลี่ยมมีความยาวเท่ากันเราจะเรียกปริซึมนี้ว่าอย่างไร พร้อมทั้งร่วมกันสนทนา เกี่ยวกับหน่วยของปริมาตร จากนั้นผู้วิจัยได้ให้นักเรียนสร้างลูกบาศก์ขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยใช้วิธีตัดจากยางลบ ขึ้นมาจำนวน 4 ลูกบาศก์ เมื่อนักเรียนแต่ละคนสร้างลูกบาศก์เสร็จ ผู้วิจัยให้ นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน พร้อมทั้งนำลูกบาศก์ของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มมา รวมกัน ผู้วิจัยแจกใบกิจกรรมต่อตัวต่อให้กับนักเรียนทุกคน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางเรียง ลูกบาศก์ที่มีอยู่จำนวน 20 ลูกบาศก์ เป็นรูปทรงต่างๆหลากหลายรูปแบบอย่างน้อย 3 แบบ และให้ นักเรียนวาดภาพรูปทรงที่ได้ พร้อมทั้งหาปริมาตรของรูปทรงนั้นโดยการนับจำนวนของลูกบาศก์ลงใน ใบกิจกรรม จากนั้น ผู้วิจัยแจกใบกิจกรรม แจกจ่ายน้ำยามภัยแล้งให้นักเรียนทุกคน โดยให้นักเรียน อ่านสถานการณ์ในใบกิจกรรมพร้อมกัน และเขียนข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้นในคำถาม ข้อที่ 1

2. การคาดเดา (Conjecturing)

เมื่อนักเรียนเขียนข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์แจกจ่ายน้ำยามภัยแล้งครบถ้วนแล้ว ผู้วิจัยถามนักเรียนต่อว่า จากภาพในใบกิจกรรมถ้านักเรียนต้องการทราบปริมาตรน้ำที่ต้องใช้ทั้งหมด หรือต้องการทราบว่าถังที่มีสามารถบรรจุน้ำได้ทั้งหมดเท่าไร นักเรียนมีวิธีการปริมาตรทั้งหมดได้ อย่างไร ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนวิธีการคิด การคาดเดาของตนลงในใบกิจกรรม และลองใช้ข้อมูล วิธีการหาปริมาตรจากขั้นสร้างกรณีมาพิจารณาประกอบการคาดเดาของนักเรียน เมื่อนักเรียนทุกคน ในกลุ่มเขียนการคาดเดาของตนเองเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนภายในกลุ่มเดียวกันได้สนทนา แลกเปลี่ยนการคาดเดาการหาปริมาตรและหาข้อสรุปการคาดเดาของกลุ่ม

3. การแสดงเหตุผล (Justifying)

นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สรุปผลการคาดเดาของกลุ่มตนเองแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงวิธีคิดโดยละเอียด พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบวิธีคิดนั้นลงในใบกิจกรรมคำถามข้อที่ 3 จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดและวิธีทำหน้าชั้นเรียน โดยผู้วิจัยใช้คำถาม กระตุ้นนักเรียนเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิด ดังนี้ นักเรียนมีวิธีการคิดหาปริมาตรตรงส่วนนี้มาได้ อย่างไร ทำไมถึงใช้ชุดตัวเลขนี้ในการหาคำตอบ พร้อมทั้งให้กลุ่มอื่นๆศึกษางานของเพื่อนเพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องว่าสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จและมีความถูกต้องสมเหตุสมผลหรือไม่ อีกทั้ง

ผู้วิจัยให้นักเรียนวิจารณ์ผลงานของเพื่อนที่ละกลุ่มโดยการเลือกให้วิจารณ์สลับกันไป กลุ่มที่นำเสนอ และวิจารณ์นั้นสามารถโต้แย้งได้อีกว่ากลุ่มของตนเองถูกต้องพร้อมให้เหตุผลประกอบ

4. การสรุป (Concluding)

ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมแจกจ่ายนํ้ายามภัยแล้ง ของแต่ละกลุ่มมาแปะไว้บนกระดาน และตั้งคำถามถามกับนักเรียนทุกคนว่า นักเรียนเห็นด้วยกับแนวคิดและวิธีการใดมากที่สุดเพราะเหตุใด เพราะอะไรนักเรียนถึงเห็นด้วยกับกลุ่มนั้น เพื่อให้นักเรียนได้คิดพิจารณาและสรุปผลได้ถูกต้องที่สุด พร้อมทั้งผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะให้แต่ละกลุ่มไปปรับปรุงแก้ไข จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลถึงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องปริมาตรและความจุในการแก้ปัญหาครั้งนี้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์(Observe)

ขั้นสังเกตการณ์เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ครูประจำการ) แบบสังเกตการณ์สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และเก็บรวบรวมข้อมูลการทำใบกิจกรรมของนักเรียน

จากการสังเกตขณะทำการจัดการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่ พบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

1. การสร้างกรณี (Generating Cases)

จากการสังเกตนักเรียนมีความตั้งใจ กระตือรือร้นและพยายามในการทำกิจกรรมตัดยางลบให้เป็นลูกบาศก์ขนาด1ลูกบาศก์เซนติเมตร และเมื่อทำกิจกรรมกลุ่ม ต่อตัวต่อพบว่า นักเรียนในกลุ่มช่วยกันทำงานและช่วยกันแสดงความคิดของตนเองออกมา แต่ในขั้นตอนของการวาดรูปทรง 3 มิติลงในใบกิจกรรมพบว่า มีนักเรียนบางส่วนวาดภาพ 3 มิติ ไม่ได้ ผู้วิจัยจึงได้ฝึกให้นักเรียนวาดภาพ 3 มิติพร้อมกันก่อนจะทำกิจกรรมในขั้นต่อไป และในการกิจกรรมนี้ขั้นตอนของการหาปริมาตรนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจและสามารถหาปริมาตรของรูปทรงที่กลุ่มของตนเองต่อมาได้โดยใช้วิธีการนับ

จากการสังเกตการทำใบกิจกรรมแจกจ่ายนํ้ายามภัยแล้ง พบว่านักเรียนมีความตั้งใจและให้ความสนใจเป็นอย่างมาก โดยนักเรียนร่วมกันอ่านสถานการณ์อย่างพร้อมเพียงกัน และ

ตั้งใจศึกษาภาพประกอบในใบกิจกรรมเป็นอย่างมาก จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อถามถึงแนวคิดของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามได้สอดคล้องกับสถานการณ์ และมีความมั่นใจในการเขียนคำตอบลงในคำถามข้อที่ 1 มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัย : จากสถานการณ์ที่นักเรียนได้อ่าน คิดว่าปัญหาที่เราต้องการแก้คืออะไรคะ

นักเรียน : เราต้องการรู้ว่าน้ำหนักมีอยู่เพียงพอหรือไม่ครับ

ผู้วิจัย : แล้วเราจะรู้ได้อย่างไรคะ ว่าเพียงพอหรือไม่

นักเรียน : ก็นับจากถั่งที่มีอยู่ในรูปครับ

ผู้วิจัย : ถูกต้องค่ะ

(นักเรียนกลุ่มที่ 3 , เทปบันทึกการจัดการเรียนรู้, 16 กุมภาพันธ์ 2565)

2. การคาดเดา (Conjecturing)

นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันคาดเดาวิธีการหรือแนวคิด และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งพบว่า นักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน มีแนวคิดในการแก้ปัญหามากมายวิธีแต่ยังคงใช้พื้นฐานความรู้จากการสร้างกรณี โดยใช้วิธีการนับเพื่อหาปริมาตร แต่ก็ยังพบว่ามึนักเรียนบางคนเชื่อการคาดเดาของเพื่อนโดยที่ยังไม่นำเสนอการคาดเดาของตนเองให้เพื่อนฟัง ผู้วิจัยจึงใช้การถามตอบกับนักเรียนเพิ่มเติม และให้นักเรียนทุกคนเขียนการคาดเดาของตนเองลงในใบกิจกรรมก่อนที่จะนำมาแลกเปลี่ยน และสรุปเป็นข้อคาดเดาของกลุ่ม

ผู้วิจัย : นักเรียนหาปริมาตรของถั่งทั้งหมดได้อย่างไรคะ

นักเรียน : ผมนับเอาครับ นับทีละแถว

ผู้วิจัย : แล้วด้านข้างนักเรียนได้นับมั้ยคะ

นักเรียน : นับครับ แล้วก็ยังมีข้างในอีกครับครู

ผู้วิจัย : แล้วข้างในเราจะนับอย่างไรคะ

นักเรียน : ข้างในก็เหมือนข้างนอกครับ แต่มีหลายชั้นเรียงทับกันอยู่

(นักเรียนกลุ่มที่ 1 , เทปบันทึกการจัดการเรียนรู้, 16 กุมภาพันธ์ 2565)

3. การแสดงเหตุผล (Justifying)

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงแนวคิดของกลุ่มและให้เหตุผลเพื่อพิสูจน์ว่าการคาดเดาของตนนั้นสามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันและช่วยกันคิด เมื่อทุกกลุ่มทำการแสดงแนวคิดและให้เหตุผลเรียบร้อยแล้ว จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนองาน

ของตนเองหน้าชั้นเรียน ในการนำเสนองานหน้าชั้นเรียนพบว่านักเรียน หลายคนยังขาดความรู้พื้นฐานเรื่องลักษณะของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทำให้นักเรียนไม่สามารถหาปริมาตรได้ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงใช้สื่อการสอน คือ รูปรีด เพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมากยิ่งขึ้น ต่อมาให้แต่ละกลุ่มออกมาศึกษางานของเพื่อนกลุ่มอื่นเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและวิจารณ์ผลงานของเพื่อน พบว่ามีนักเรียนบางคนได้มีการสอบถามเพื่อนเพิ่มเติม แต่ในชั้นนี้ นักเรียนใช้เวลาในการเขียนแสดงเหตุผล พร้อมทั้งแสดงวิธีการคิดแก้ปัญหาานเกินกว่าเวลาที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้

4. การสรุป (Concluding)

ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง ของแต่ละกลุ่มมาแปะไว้บนกระดาน และถามนักเรียนทุกคนว่านักเรียนแต่ละคนว่าเห็นด้วยกับกลุ่มใดมากที่สุด เพราะอะไรนักเรียนถึงเห็นด้วยกับกลุ่มนั้น นักเรียนมีวิธีคิดเหมือนกันเพื่อนกลุ่มไหนมากที่สุด เพื่อให้นักเรียนได้พิจารณาและสรุปผลได้ถูกต้องที่สุด

จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ความกระตือรือร้นที่จะศึกษางานของเพื่อนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและสรุป แต่ก็มีนักเรียนบางส่วนไม่มีส่วนร่วมในการสรุป ผู้วิจัยจึงใช้คำถามกับนักเรียนรายบุคคลหรือใช้วิธีสุ่มเรียกชื่อ เพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน และให้นักเรียนทุกคนเขียนสรุปผลลงในใบกิจกรรมของตนเอง นักเรียนส่วนใหญ่ใช้การนับในการหาปริมาตร ผู้วิจัยจึงใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการหาปริมาตรเพิ่มมากขึ้น โดยใช้คำถามว่า ถ้าครูต้องการคิดแบบรวดเร็วหาปริมาตรได้อย่างรวดเร็ว นักเรียนคิดว่ามีวิธีการหาแบบอื่นอีกไหม ที่จะช่วยให้ครูหาได้เร็วขึ้นโดยไม่ใช้การนับ พบว่ามีนักเรียนบางคนสามารถแสดงแนวคิดได้ โดยใช้หลักการคูณเข้ามาช่วย อีกทั้งนักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นมากขึ้นเพราะเมื่อได้นำเสนอแนวคิดและรับฟังแนวคิดของเพื่อนจึงทำให้มั่นใจในการแสดงแนวคิดมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ(Reflect)

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้พบปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนและได้เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 สรุปได้ดังนี้

ตาราง 10 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางในการปรับปรุง
การสร้างกรณี (Generating Cases)	นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานเรื่องรูป 3 มิติ และไม่สามารถวาดภาพของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก 3 มิติได้	ผู้วิจัยทบทวนความรู้เรื่องรูป 3 มิติ และฝึกการวาดภาพ 3 มิติ ให้แก่นักเรียนก่อนดำเนินกิจกรรมขั้นต่อไป
การคาดเดา (Conjecturing)	นักเรียนเชื่อการคาดเดาของเพื่อนโดยที่ยังไม่นำเสนอการคาดเดาของตนเองให้เพื่อนฟัง	ผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนเขียนการคาดเดาของตนเอง ลงในใบกิจกรรม พร้อมทั้งนำเสนอและอธิบายการคาดเดาของตนให้เพื่อนภายในกลุ่มฟัง
การแสดงผล (Justifying)	นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานเรื่องรูปทรง 3 มิติของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทำให้การคำนวณคลาดเคลื่อนไป	ผู้วิจัยทบทวนความรู้เรื่องรูปทรง 3 มิติของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากให้กับนักเรียน
	นักเรียนใช้เวลาในการเขียนแสดงผล พร้อมทั้งแสดงวิธีการคิดแก้ปัญหา	ผู้วิจัยกระตุ้นด้วยการกำหนดระยะเวลาในการทำงาน โดยให้เวลาในการทำ 10 นาที
การสรุป (Concluding)	นักเรียนบางคนไม่มีส่วนร่วมในการสรุป	ผู้วิจัยควรใช้คำถามกับนักเรียนรายบุคคลหรือใช้วิธีสุ่มเรียกชื่อเพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน และให้นักเรียนทุกคนเขียนสรุปผลลงในใบกิจกรรมของตนเอง

จากตาราง 10 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบในแต่ละขั้นตอน สำหรับพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยเห็นแนวทางการ ปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้ บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

1. การสร้างกรณี (Generating Cases)

ผู้วิจัยได้เพิ่มการทบทวนความรู้พื้นฐานเรื่องหน่วยการวัดให้นักเรียนเพื่อเป็นการทบทวนความรู้ ทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจ และเก็บรวบรวมข้อมูลได้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ผ่านมา มีนักเรียนบางคนยังขาดความรู้พื้นฐานทำให้ไม่เข้าใจและไม่สามารถใช้ข้อมูลที่ได้นำมาแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

2. การคาดเดา (Conjecturing)

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงการตั้งคำถามที่ใช้กระตุ้นการคาดเดาของนักเรียนโดยใช้คำถามจำนวนมากยิ่งขึ้น เพื่อช่วยส่งเสริมการคิดให้นักเรียนได้มีแนวคิดที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

3. การแสดงเหตุผล (Justifying)

ผู้วิจัยได้กำหนดระยะเวลาในการเขียนแสดงเหตุผล แนวคิดให้กระชับมากยิ่งขึ้น โดยให้เวลา 10 นาที เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ผ่านมา นักเรียนใช้เวลานานเกินเวลาที่กำหนดและได้เพิ่มกติกาในการฟังการนำเสนอ โดยเมื่อฟังเพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอเสร็จ ผู้วิจัยจะใช้คำถามแจกรางวัลเพื่อเป็นแรงจูงใจในการฟังการนำเสนอของเพื่อน

4. การสรุป (Concluding)

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงการตั้งคำถามโดยใช้คำถาม “นักเรียนเหตุด้วยกับกลุ่มใดมากที่สุด เพราะอะไร” ถามนักเรียนทุกคน เพื่อกระตุ้นการตัดสินใจและสรุปว่ากลุ่มใด คาดเดา ให้เหตุผล และ

สรุปผลได้ถูกต้องที่สุด และเพื่อให้นักเรียนทุกคนสนใจและมีส่วนร่วมในการสรุปมากที่สุด เนื่องจากใน
 วงจรปฏิบัติการที่ผ่านมามีนักเรียนบางส่วนไม่กล้าและไม่ตั้งใจสรุปผลของการโต้แย้งที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

จากการวางแผนโดยนำผลการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่
 2 มาปรับปรุง และพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการ
 เรียนรู้ที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพขึ้น โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทาง
 คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง
 ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างกรณี (Generating Cases)

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เรื่องหน่วยการวัดความยาว และ
 ความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาว โดยใช้การเล่นเกมหัวท้ายตายก่อน และผู้วิจัยได้ให้นักเรียน
 ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาตร 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากคลิปวิดีโอ อีกทั้ง
 ผู้วิจัยได้ใช้คำถาม ถามนักเรียนถึงหน่วยวัดปริมาตรหน่วย “ลิตร” ว่า นักเรียนเคยเห็นการใช้คำว่าลิตร
 ในชีวิตประจำวันหรือไม่ นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า เคยเห็นข้างขวดน้ำอัดลม จากนั้นให้นักเรียนทำ
 ใบกิจกรรมเอามาแลกกัน เพื่อเป็นการตรวจสอบและทบทวนความเข้าใจเรื่องความสัมพันธ์ของปริมาตร
 เมื่อนักเรียนทำใบกิจกรรมเอามาแลกกันเสร็จ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน พร้อมทั้ง
 แจกใบกิจกรรมวุ้นมะพร้าวหน้ากะทิให้นักเรียนทุกคน โดยให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ในใบกิจกรรม
 ร่วมกัน โดยผู้วิจัยถามนักเรียนต่อว่า จากสถานการณ์ปัญหาวุ้นมะพร้าวหน้ากะทิ นักเรียนเคยทาน
 วุ้นมะพร้าวหน้ากะทิหรือไม่ หรือมีนักเรียนคนไหนเคยทำวุ้นมะพร้าวหน้ากะทิมาก่อนหรือไม่ โดยมี
 นักเรียนที่เคยทำวุ้นมะพร้าวหน้ากะทิ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนออกมาเล่าถึงขั้นตอนการทำวุ้นมะพร้าวให้
 เพื่อนฟัง และเขียนข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้นในคำถามข้อที่ 1

2. การคาดเดา (Conjecturing)

เมื่อนักเรียนเขียนข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์วุ้นมะพร้าวหน้ากะทิครบถ้วนแล้ว
 จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนในการแก้ปัญหาต่อว่า ถ้านักเรียนจะทำวุ้นมะพร้าวหน้ากะทิ
 นักเรียนคิดว่ากะทิที่นักเรียนมีอยู่ตามสถานการณ์ที่อ่านมาข้างต้น จะเพียงพอต่อการทำวุ้นมะพร้าว
 หน้ากะทิครั้งนี้หรือไม่ เราจะมีวิธีการหาได้อย่างไร ให้นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มลองเสนอวิธีการคิด
 ให้เพื่อนฟัง แล้วนำแนวคิดที่ได้จากทุกคนนำมาสรุปเป็นการคาดเดาของกลุ่ม และเน้นย้ำถึงหน่วยการ
 วัดปริมาตรที่ใช้ในสถานการณ์

3. การแสดงเหตุผล (Justifying)

นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สรุปผลการคาดเดาของกลุ่มตนเองแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงวิธีคิดโดยละเอียด พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบวิธีคิดนั้นลงในใบกิจกรรมคำถามข้อที่ 3 จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดและวิธีทำหน้าชั้นเรียน และเพิ่มได้บอกกติกาเพิ่มเติมให้แก่กลุ่มที่กำลังรับเพื่อนที่นำเสนอว่า เมื่อเพื่อนำเสนอเสร็จครูจะมีเกมตอบคำถามชิงรางวัลในช่วงท้ายให้นักเรียนตั้งใจฟังเพื่อนกลุ่มที่นำเสนอ อีกทั้งผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนที่กำลังนำเสนอเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิด ดังนี้ นักเรียนมีวิธีการคิดหาปริมาตรตรงส่วนนี้มาได้อย่างไร นักเรียนต้องหาปริมาตรส่วนไหนก่อน เมื่อเราทราบปริมาตรน้ำกะทิที่ต้องใช้แล้วนักเรียนคิดว่าน้ำกะทิที่มีเพียงพอหรือไม่ เป็นต้น พร้อมทั้งให้กลุ่มอื่นๆศึกษางานของเพื่อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องว่าสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จและมีความถูกต้องสมเหตุสมผลหรือไม่ อีกทั้งผู้วิจัยให้นักเรียนวิจารณ์ผลงานของเพื่อนทีละกลุ่มโดยการเลือกให้วิจารณ์สลับกันไป กลุ่มที่นำเสนอและวิจารณ์นั้นสามารถโต้แย้งได้อีกว่ากลุ่มของตนเองถูกต้องพร้อมให้เหตุผลประกอบ

4. การสรุป (Concluding)

ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมวันมะพร้าวหน้ากะทิ ของแต่ละกลุ่มมาแปะไว้บนกระดาน และตั้งคำถามถามกับนักเรียนรายบุคคลว่า นักเรียนเห็นด้วยกับแนวคิดและวิธีการใดมากที่สุดเพราะเหตุใด เพราะอะไรนักเรียนถึงเห็นด้วยกับกลุ่มนั้น เพื่อให้นักเรียนได้คิดพิจารณาและสรุปผลได้ถูกต้องที่สุด พร้อมทั้งผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะให้แต่ละกลุ่มไปปรับปรุงแก้ไข จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลถึงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุในการแก้ปัญหาครั้งนี้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์(Observe)

ขั้นสังเกตการณ์เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ครูประจำการ) แบบสังเกตการณ์สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และเก็บรวบรวมข้อมูลการทำใบกิจกรรมของนักเรียน

จากการสังเกตขณะทำการจัดการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่ พบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

1. การสร้างกรณี (Generating Cases)

จากการสังเกตนักเรียนมีความตั้งใจและสนุกกับการทำกิจกรรมทบทวนความรู้เรื่องหน่วยการวัด โดยการเล่นเกมหักท้ายตายก่อน โดยสังเกตได้จาก นักเรียนขอเล่นใหม่อีกครั้ง และเมื่อนักเรียนได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ พบว่านักเรียนตั้งใจฟังและตื่นเต้นเมื่อได้เห็นความสัมพันธ์ของปริมาตร 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรจากคลิปวิดีโอ ซึ่งสังเกตได้จาก มีนักเรียนพูดว่า “ครูคะ หนูอยากลองทำแบบนี้บ้าง ค่ะ”

จากการสังเกตการทำใบกิจกรรมวันมะพร้าวหน้ากะทิ พบว่านักเรียนมีความตั้งใจและให้ความสนใจเป็นอย่างมาก โดยนักเรียนร่วมกันอ่านสถานการณ์อย่างพร้อมเพรียงกัน แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหา ทำให้ไม่สามารถระบุสิ่งที่ป็นเงื่อนไข และสิ่งที่ต้องแก้ปัญหาไม่ได้ ผู้วิจัยจึงใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ดังนี้

ผู้วิจัย : จากสถานการณ์ที่นักเรียนได้อ่าน เป็นสถานการณ์เกี่ยวกับอะไรคะ

นักเรียน : เกี่ยวกับขนมวันมะพร้าวหน้ากะทิคะ

ผู้วิจัย : แล้วนักเรียนเคยเห็นหรือรู้จักขนมวันมะพร้าวหน้ากะทิไหมคะ

นักเรียน : รู้จักคะ เหมือนในรูปใบกิจกรรมเลยคะ หนูเคยกิน

ผู้วิจัย : มีใครเคยทำขนมวันมะพร้าวหน้ากะทิไหมคะ

นักเรียน : เคยครับ

ผู้วิจัย : ไหนนักเรียนลองเล่าให้เพื่อนฟังหน่อยว่า มีวิธีทำอย่างไร

นักเรียน : ได้ครับเราก็ใส่น้ำมะพร้าวกับผงวันคน ๆ แล้วเทใส่ถาด เอาไปแช่

ตู้เย็นพอมันแห้งแข็ง ๆ เราก็เอากะทิมาเทราดข้างบนครับ

ผู้วิจัย : นักเรียนปรบมือให้เพื่อนหน่อย เก่งมากคะ เราต้องทดสอบที่เป็นวันน้ำมะพร้าวก่อน แล้วค่อยเทวันส่วนที่เป็นกะทิทีหลังทำให้เกิดเป็น 2 ชั้น เหมือนภาพใบกิจกรรมของเราเลย

ผู้วิจัย : เมื่อนักเรียนรู้จักการทำวันมะพร้าวหน้ากะทิแล้ว เรามาดูสถานการณ์ของเรากันใหม่อีกรอบนะคะ สิ่งที่เราต้องการแก้ปัญหาคืออะไรคะ

นักเรียน : ต้องการหาว่าป้ามีกะทิเพียงพอต่อการทำวันในครั้งนี้หรือไม่ ค่ะ

ผู้วิจัย : ถูกต้องค่ะ แล้วเราต้องทำอะไรต่อดีเพื่อจะได้รู้ว่าเพียงพอ
รีปาว

นักเรียน : เราต้องหาปริมาตรน้ำกะทิที่ต้องใช้ก่อนค่ะ
แล้วเอามาคูณว่าพอไหม

ผู้วิจัย : ถูกต้องค่ะ

(นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 , เทปบันทึกการจัดการเรียนรู้, 21 กุมภาพันธ์ 2565)

2. การคาดเดา (Conjecturing)

นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันคาดเดาวิธีการหรือแนวคิด และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งพบว่า นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันหาแนวคิดและวิธีหาคำตอบเป็นอย่างดี ซึ่งนักเรียนบางคนจะคอยอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟังว่า ต้องทำอะไรก่อน และใช้ข้อมูลใดในการคำนวณ และให้สมาชิกภายในกลุ่มหนึ่งคนเป็นคนจดบันทึกแนวคิดนั้น เมื่อเขียนการคาดเดาของกลุ่มเสร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยจึงให้สมาชิกภายในกลุ่มเขียนการคาดเดาของกลุ่มลงในใบกิจกรรมของตนเอง พบว่านักเรียนบางกลุ่มเขียนแสดงแนวคิด การคาดเดาโดยใช้ประโยคสั้นๆ ไม่แสดงรายละเอียดขั้นตอนอย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงสอบถามนักเรียนเพิ่มเติม ถึงขั้นตอนและกระบวนการในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนรายละเอียดเพิ่มเติมลงในใบกิจกรรม

ผู้วิจัย : ในขั้นตอนการแก้ปัญหา ในข้อที่ 1 นักเรียนเขียนว่า
หาปริมาตร นักเรียนต้องการหาปริมาตรของอะไรคะ

นักเรียน : หาปริมาตรของกะทิที่จะต้องใช้ค่ะ

ผู้วิจัย : อ้า นักเรียนเพิ่มรายละเอียดลงไปหน่อยนะคะ แล้วข้อ 2 ที่
เขียนว่าเปรียบเทียบ นักเรียนเปรียบเทียบอะไรกับอะไรคะ

นักเรียน : เปรียบเทียบน้ำกะทิที่จะต้องใช้ กับที่มีอยู่ค่ะ

ผู้วิจัย : โอเค เต็มนักเรียนเขียนเพิ่มเติมลงไปด้วยนะคะ
ให้ชัดเจนกว่านี้

นักเรียน : ได้ค่ะ

(นักเรียนกลุ่มที่ 2 , เทปบันทึกการจัดการเรียนรู้, 21 กุมภาพันธ์ 2565)

3. การแสดงเหตุผล (Justifying)

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงแนวคิดของกลุ่มและให้เหตุผลเพื่อพิสูจน์ว่าการคาดเดาของตนนั้นสามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันและช่วยกันคิด เมื่อทุกกลุ่มทำ

การแสดงแนวคิดและให้เหตุผลเรียบร้อยแล้ว จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนองานของตนเองหน้าชั้นเรียน ในการนำเสนองานหน้าชั้นเรียน พบว่านักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น เมื่อผู้วิจัยได้เพิ่มกติกาในการฟังการนำเสนอ ทำให้นักเรียนที่กลุ่มอื่นที่ฟังการนำเสนอตั้งใจมากยิ่งขึ้น สังเกตได้จาก นักเรียนสามารถตอบคำถามของผู้วิจัยได้หลังจากฟังการนำเสนอเสร็จ ต่อมาให้แต่ละกลุ่มออกมาศึกษางานของเพื่อนกลุ่มอื่นเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและวิจารณ์ผลงานของเพื่อน พบว่า นักเรียนไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นและวิจารณ์ผลงานของเพื่อนต่างกลุ่ม ผู้วิจัยจึงเปลี่ยนวิธีการให้แสดงความคิดเห็นและวิจารณ์ผลงานของเพื่อน จากเดิมที่ให้วิจารณ์เป็นกลุ่มมาเป็นสุ่มเลขที่ให้นักเรียนออกมานำเสนอความคิดเห็นและวิจารณ์ผลงานของเพื่อน

4. การสรุป (Concluding)

ผู้วิจัยนำไปกิจกรรมวันมะพร้าวหน้ากะทิ ของแต่ละกลุ่มมาแปะไว้บนกระดาน และถามนักเรียนทุกคนว่านักเรียนแต่ละคนว่าเห็นด้วยกับกลุ่มใดมากที่สุด เพราะอะไรนักเรียนถึงเห็นด้วยกับกลุ่มนั้น นักเรียนมีวิธีคิดเหมือนกันเพื่อนกลุ่มไหนมากที่สุด เพื่อให้นักเรียนได้พิจารณาและสรุปผลได้ถูกต้องที่สุด และให้นักเรียนทุกคนร่วมกันสรุปและพิจารณาคำตอบของตนเองว่าถูกสมบูรณ์หรือไม่ พร้อมทั้งให้นักเรียนมารีบปรับแก้ไขจากการโต้แย้งก่อนหน้า จากการสังเกตพบว่านักเรียนมีความตั้งใจในการร่วมกันแสดงความคิดเห็นและสรุป นักเรียนมีความมั่นใจในการสรุปผลมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ(Reflect)

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้พบปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนและได้เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 สรุปได้ดังนี้

ตาราง 11 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางในการปรับปรุง
การสร้างกรณี (Generating Cases)	-	-
การคาดเดา (Conjecturing)	นักเรียนเขียนแสดงแนวคิด การคาดเดาโดยใช้ประโยคสั้นๆ ไม่	ผู้วิจัยสอบถามนักเรียนเพิ่มเติม ถึงขั้นตอนและกระบวนการในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนรายละเอียดเพิ่มลงในใบกิจกรรม

ตาราง 11 ต่อ

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางในการปรับปรุง
การคาดเดา (Conjecturing)	แสดงรายละเอียด ขั้นตอนอย่างชัดเจน	
การแสดงผล (Justifying)	นักเรียนไม่ค่อยแสดง ความคิดเห็น และ วิจารณ์ผลงานของ เพื่อนต่างกลุ่ม	ผู้วิจัยเปลี่ยนวิธีการให้แสดงความคิดเห็นและ วิจารณ์ผลงานของเพื่อน จากเดิมที่ให้วิจารณ์ เป็นกลุ่มมาเป็นสุ่มเลขที่ให้นักเรียนออกมา นำเสนอความคิดเห็นและวิจารณ์ผลงานของ เพื่อน
การสรุป (Concluding)	-	-

จากตาราง 11 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบในแต่ละขั้นตอน สำหรับพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 4 โจทย์ปัญหา

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ทำให้ผู้วิจัยเห็นแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหา เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้ บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

1. การสร้างกรณี (Generating Cases)

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงการตั้งคำถามไม่ชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหามากเกินไป และใช้วิธีการทบทวนเนื้อหาเรื่องปริซึม ปริมาตรและความจุ ที่หลากหลาย ได้แก่ การถามตอบแบบสั้น ทำใบกิจกรรม และเล่นเกมที่มีการแข่งขัน เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ผ่านมา มีนักเรียนสามารถทำกิจกรรมในขั้นสร้างกรณีได้ดี

2. การคาดเดา (Conjecturing)

ผู้วิจัยได้ปรับกิจกรรม ในการเสนอการคาดเดาของนักเรียนภายในกลุ่ม ให้นักเรียนภายในกลุ่มได้เสนอการคาดเดาที่ละคน จากนั้นถึงนำการคาดเดาที่ได้ทั้งหมดมาสรุปเป็นการคาดเดาของกลุ่ม

3. การแสดงเหตุผล (Justifying)

ผู้วิจัยได้เพิ่มข้อกำหนดในการแสดงความคิดเห็นและสร้างข้อโต้แย้ง กับกลุ่มที่วิจารณ์เพิ่มมากยิ่งขึ้น โดยมีการเก็บคะแนนในการวิจารณ์ ซึ่งจะให้คะแนนกลุ่มที่วิจารณ์ผลงานของกลุ่มอื่น ถ้าเกิดข้อโต้แย้งจะให้ประเด็นละ 1 คะแนน เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ผ่านมา มีนักเรียนบางส่วนไม่วิจารณ์หรือแสดงความคิดเห็นกับผลงานของเพื่อนกลุ่มอื่น

4. การสรุป (Concluding)

จากวงจรที่ผ่านมา นักเรียนสามารถร่วมกันสรุปพร้อมแสดงเหตุผลได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงปรับปรุงแผนที่ 4 โดยเพิ่มการเก็บคะแนนกับกลุ่มที่สามารถสรุปได้ถูกต้อง โดยให้คะแนนข้อสรุปที่ถูกต้อง ข้อละ 1 คะแนน

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

จากการวางแผนโดยนำผลการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาปรับปรุง และพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพขึ้น โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหา ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างกรณี (Generating Cases)

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เรื่องการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยการตอบคำถามสั้นๆ เช่น การหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เราสามารถหาได้อย่างไร จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมโจทย์ปัญหา โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นกับนักเรียนขณะทำกิจกรรมดังนี้ 1) สิ่งที่โจทย์ถาม 2) สิ่งที่โจทย์บอก 3) เราสามารถหาคำตอบได้อย่างไร พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรมเป็นรายบุคคล ต่อมาผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ชื่อกิจกรรมว่าเติมน้ำใส่ตู้ปลา โดยเป็นการแข่งขันให้นักเรียนเติมน้ำผสมสีในตู้ปลา ให้ได้ปริมาตรตามที่ผู้วิจัยกำหนด กลุ่มใดทำได้ใกล้เคียงหรือพอดีมากที่สุดเป็นผู้ชนะ จากนั้นผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน พร้อมทั้งแจกใบกิจกรรมบ่อเลี้ยงปลาให้นักเรียนทุกคน โดยให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ในใบกิจกรรมพร้อมกัน และเขียนข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้นใน

คำถามข้อที่ 1 ในการเก็บข้อมูลในสถานการณ์บ่อเลี้ยงปลาตุ๊ก นักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติไปวัดขนาดของบ่อเลี้ยงปลาตุ๊กของโรงเรียน

2. การคาดเดา (Conjecturing)

เมื่อนักเรียนเขียนข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์บ่อเลี้ยงปลาตุ๊กครบถ้วนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแนวคิดในการแก้ปัญหา อย่างเป็นขั้นตอนลงใบกิจกรรม เมื่อนักเรียนทุกคนเขียนเสร็จแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มนำเสนอแนวคิดการคาดเดาของตนเองให้เพื่อนฟัง พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนแนวคิดการคาดเดาและสรุป เป็นการคาดเดาของกลุ่ม จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนเขียนสรุปการคาดเดาของกลุ่มลงในใบกิจกรรม

3. การแสดงเหตุผล (Justifying)

นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สรุปผลการคาดเดาของกลุ่มตนเองแล้ว จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงวิธีคิดโดยละเอียด พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบวิธีคิดนั้นลงในใบกิจกรรมคำถามข้อที่ 3 ผู้วิจัยชี้แจงการให้คะแนนสำหรับการฟังและการวิพากษ์ผลงานของเพื่อนว่า ถ้ากลุ่มไหนสามารถหาประเด็นในการวิพากษ์หาข้อโต้แย้งกับงานกลุ่มเพื่อนได้ ผู้วิจัยจะมีคะแนนสะสมให้ประเด็นละ 1 คะแนน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดและวิธีทำหน้าชั้นเรียน เมื่อแต่ละกลุ่มได้นำเสนอแนวคิดและแสดงเหตุผลเสร็จผู้วิจัยให้กลุ่มอื่นๆศึกษางานของเพื่อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องว่าสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จและมีความถูกต้องสมเหตุสมผลหรือไม่ อีกทั้งผู้วิจัยให้นักเรียนวิจารณ์ผลงานของเพื่อนทีละกลุ่มโดยการเลือกให้วิจารณ์สลับกันไป กลุ่มที่นำเสนอและวิจารณ์นั้นสามารถโต้แย้งได้อีกว่ากลุ่มของตนเองถูกต้องพร้อมให้เหตุผลประกอบ

4. การสรุป (Concluding)

ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมบ่อเลี้ยงปลาตุ๊ก ของแต่ละกลุ่มมาแปะไว้บนกระดาน พร้อมทั้งชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนนพิเศษกับนักเรียนว่า ในขั้นตอนการสรุปถ้านักเรียนกลุ่มใดสรุปได้ถูกต้อง ผู้วิจัยจะมีคะแนนพิเศษให้ ข้อสรุปละ 1 คะแนน เมื่อแต่ละกลุ่มสรุปผลการทำกิจกรรมเสร็จ ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลถึงวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ขั้นสังเกตการณ์เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหา โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ครูประจำการ) แบบสังเกตการณ์สื่อสาร

สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และเก็บรวบรวมข้อมูลการทำใบกิจกรรมของนักเรียน

จากการสังเกตขณะทำการจัดการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่ พบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

1. การสร้างกรณี (Generating Cases)

จากการสังเกตนักเรียนมีความตั้งใจและสนุกกับการทำกิจกรรมทบทวนความรู้ เรื่องการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยการตอบคำถามแบบสั้น การทำใบกิจกรรมโจทย์ ปัญหาที่ง่ายไม่มีความซับซ้อน และการทำกิจกรรมเติมน้ำใส่ตู้ปลา โดยสังเกตได้จากนักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม และทำกิจกรรมเติมน้ำใส่ตู้ปลาได้ปริมาตรใกล้เคียงกับผู้วิจัยกำหนดทุกกลุ่ม

จากการสังเกตการทำใบกิจกรรมบ่อเลี้ยงปลาตุ๊ก นักเรียนมีความตั้งใจและให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากนักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติวัดขนาดของบ่อเลี้ยงปลาของโรงเรียนด้วยตนเอง

2. การคาดเดา (Conjecturing)

นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันคาดเดาวิธีการหรือแนวคิด และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งพบว่า นักเรียนมีความตั้งใจร่วมกันในการสร้างการคาดเดาของกลุ่ม และผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนเขียนการคาดเดาของตนเองลงในใบกิจกรรม พร้อมทั้งนำเสนอการคาดเดาของตนเองให้เพื่อนในกลุ่มฟังและแลกเปลี่ยนเรียนรู้สรุปเป็นการคาดเดาของกลุ่ม

3. การแสดงเหตุผล (Justifying)

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงแนวคิดของกลุ่มและให้เหตุผลเพื่อพิสูจน์ว่าการคาดเดาของตนนั้นสามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันและช่วยกันคิด เมื่อทุกกลุ่มทำการแสดงแนวคิดและให้เหตุผลเรียบร้อยแล้ว จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนองานของตนเองหน้าชั้นเรียน ในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน พบว่านักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจน และเมื่อผู้วิจัยได้เพิ่มการให้คะแนนการหาประเด็นในการวิจรรณหาข้อโต้แย้งกับงานกลุ่มเพื่อน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความตั้งใจในการศึกษาผลงานของกลุ่มเพื่อน และสนุกกับหาข้อโต้แย้ง แต่ยังมีนักเรียนบางคนไม่ฟังการนำเสนอการแสดงผลและกระบวนการแก้ปัญหาของเพื่อน เนื่องจากยังทำงานกลุ่มของตนเองไม่เสร็จ จึงทำให้กังวลกับผลงานของกลุ่มตนเอง ผู้วิจัยจึงให้เวลาการแสดงเหตุผลและกระบวนการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้นอีก 5 นาที

4. การสรุป (Concluding)

ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมบ่อเลี้ยงปลาตุ๊ก ของแต่ละกลุ่มมาแปะไว้บนกระดาน และถามนักเรียนทุกคนว่านักเรียนแต่ละคนว่าเห็นด้วยกับกลุ่มใดมากที่สุด เพราะอะไรนักเรียนถึงเห็นด้วยกับกลุ่มนั้น นักเรียนมีวิธีคิดเหมือนกันเพื่อนกลุ่มไหนมากที่สุด เพื่อให้ให้นักเรียนได้ พิจารณาและสรุปผลได้ถูกต้องที่สุด และให้นักเรียนทุกคนร่วมกันสรุปและพิจารณาคำตอบของตนเองว่าถูกสมบูรณ์หรือไม่ พร้อมทั้งให้นักเรียนมารถปรับแก้ไขจากผลการโต้แย้งก่อนหน้า จากการสังเกตพบว่านักเรียนมีความตั้งใจในการร่วมกันแสดงความคิดเห็นและสรุปผล

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ(Reflect)

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหา ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้พบปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนและได้เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 4 สรุปได้ดังนี้

ตาราง 12 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 4

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางในการปรับปรุง
การสร้างกรณี (Generating Cases)	-	-
การคาดเดา (Conjecturing)	-	-
การแสดงผล (Justifying)	นักเรียนบางคนไม่ฟังการนำเสนอการแสดงผลและกระบวนการแก้ปัญหาของเพื่อน เนื่องจากยังทำงานกลุ่มของตนเองไม่เสร็จ จึงทำให้กังวลกับผลงานของกลุ่มตนเอง	ผู้วิจัยให้เวลาการแสดงผลและกระบวนการแก้ปัญหา เพิ่มมากขึ้นอีก 5 นาที
การสรุป (Concluding)	-	-

จากตาราง 12 ปัญหาที่พบในชั้นเรียนนำมาสู่แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้ง ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งทั้ง 4 วงจร ปฏิบัติการ พบว่ามีประเด็นที่ครูผู้สอนควรเน้นเมื่อนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยจำแนกตามบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อประโยชน์

ต่อผู้ที่ สนใจนำรูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในห้องเรียนคณิตศาสตร์ ดังแสดงใน ตาราง 13

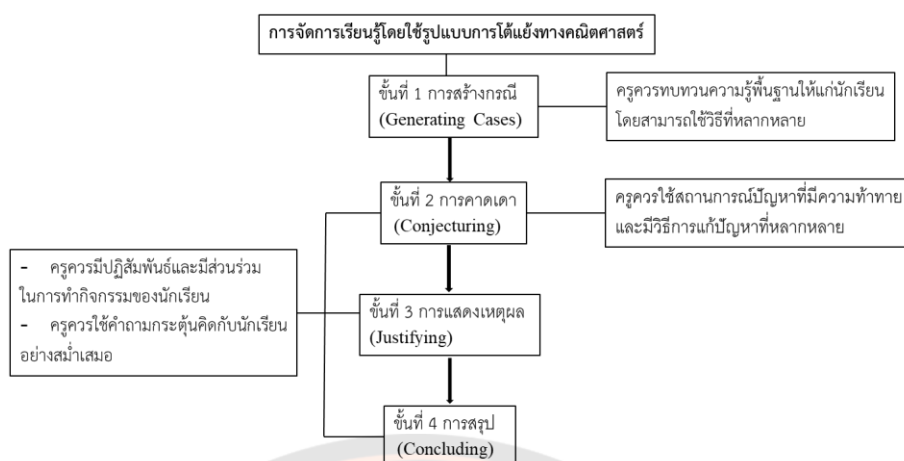
ตาราง 13 แสดงการสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทาง คณิตศาสตร์ จำแนกตามบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่1 การสร้างกรณี (Generating Cases)	
บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ครูกำหนดเนื้อหา กำหนดงาน สถานการณ์ ปัญหา กระตุ้นความสนใจ และทบทวนความรู้พื้นฐานที่สำคัญ ได้แก่เรื่อง รูปเรขาคณิต 3 มิติ การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก หน่วยการวัดความยาว ความสัมพันธ์ของหน่วยวัดความยาว ให้แก่นักเรียน โดยใช้วิธีที่หลากหลาย เช่น การอธิบาย ยกตัวอย่าง เล่นเกม หรือตอบคำถามแบบสั้น เพื่อเป็นพื้นฐานที่ช่วยให้นักเรียนได้สร้างกรณี รวบรวมข้อมูลที่สำคัญ	นักเรียน เก็บรวบรวม ข้อมูล หาแบบรูป ความสัมพันธ์ ที่ได้จากการสังเกตและการทบทวนความรู้เพื่อสร้างกรณีที่อาจเป็นไปได้ อย่างหลากหลายโดยลองใช้ตัวเลข สัญลักษณ์ หรือ รูปร่าง
ขั้นที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing)	
บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ครูให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เขียนแสดงการคาดเดาวิธีการในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนด อย่างเป็นขั้นตอนอย่างละเอียด ครูควรอธิบายและทำความเข้าใจ กระบวนการของการคาดเดาว่าเป็นการนำเสนอแนวคิด วิธีการในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้ความรู้ ข้อมูล ที่นักเรียนรู้มาก่อนหน้า นำมาสร้างการคาดเดา และการคาดเดาสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ และครูควรย้าให้นักเรียนหลีกเลี่ยงการตัดสินการคาดเดาของคนอื่น	นักเรียนจะรวบรวมข้อมูลและแสดงการคาดเดาของตนเอง และแลกเปลี่ยนการคาดเดากัน ภายในกลุ่ม ร่วมพิจารณาการคาดเดาของเพื่อน อย่างละเอียดรอบคอบ เพื่อสรุปหาการคาดเดาของกลุ่ม

ตาราง 13 ต่อ

ขั้นที่3 การแสดงเหตุผล (Justifying)	
บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ครูให้นักเรียนเขียนการพิสูจน์ ให้เหตุผลและวิธีการหาคำตอบจากการคาดเดาของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีการคิดหาคำตอบให้เพื่อนฟัง โดยครูต้องกระตุ้นการนำเสนอของนักเรียน อาจใช้คำถามเป็นการถามเพื่อนให้นักเรียนได้อธิบายอย่างละเอียด อีกทั้งให้นักเรียนวิจารณ์ผลงานของเพื่อนต่างกลุ่ม	นักเรียนแสดงถึงการคาดเดาแล้วจะต้องนำมาเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีทำอย่างละเอียดเพื่อพิสูจน์ว่าการคาดเดาของกลุ่มตนเองนั้นสามารถแก้ปัญหาได้จริงและน่าใจว่ากลุ่มของตนทำถูกต้อง พร้อมทั้งวิจารณ์ผลงานของเพื่อนต่างกลุ่ม
ขั้นที่4 การสรุป (Concluding)	
บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ครูกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนได้ร่วม กันสรุป อภิปรายผลการโต้แย้ง สะท้อนผลการเขียนของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินสิ่งที่เรียนรู้ ปรับปรุงแก้ไขรายงานให้ถูกต้อง และสรุปสาระสำคัญให้นักเรียนได้ทราบ	นักเรียนตัดสินใจว่าการคาดเดาเป็นจริงหรือเท็จบนพื้นฐานของผลการโต้แย้ง สรุปผลและเขียนปรับปรุงแก้ไขรายงานของตนให้ถูกต้อง

สรุปได้ว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีประเด็นที่ควรเน้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1) ครูควรทบทวนความรู้พื้นฐานให้แก่ นักเรียนโดยสามารถใช้วิธีที่หลากหลาย 2) ครูควรใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีความท้าทาย และมีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย 3) ครูควรมีปฏิสัมพันธ์และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมของนักเรียน และ 4) ครูควรใช้คำถามกระตุ้นคิดกับนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ ดังภาพ 2



ภาพ 2 แสดงประเด็นที่ควรเน้นในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เมื่อผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จนเสร็จสิ้นทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลจากใบกิจกรรม แบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการเรียนรู้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้ใบกิจกรรมและแบบประเมินใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยพิจารณาพัฒนาการจากใบกิจกรรมในแต่ละ องค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียดตามวงจรปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

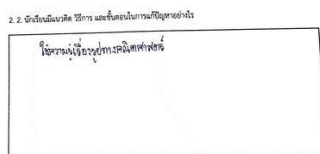
วงจรถับปฏิบัติกรที่ 1

ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมและแบบประเมินใบกิจกรรม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้วงจรถับปฏิบัติกรที่ 1 เป็นดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมร้านขนมบ้านขุนนางวังเดริเวอรี

องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
1. ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา	2 (66.67)	1 (33.33)	0 (0.00)
2. ความสามารถด้านการเลือก ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	1 (33.33)	2 (66.67)	0 (0.00)
3. ความสามารถด้านการใช้ ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	1 (33.33)	2 (66.67)	0 (0.00)
4. ความสามารถด้านการสรุป คำตอบ	1 (33.33)	2 (66.67)	0 (0.00)

จากข้อมูลในตาราง 14 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมาจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม พบว่า ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 2 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 ความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 ความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 2 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 และความสามารถด้านการสรุปคำตอบ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 2 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของ นักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังภาพ 3



ภาพ 3 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมร้านขนมบ้านขุนนางวังเดริเวอรี
ด้านการเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

จากภาพ เป็นการเลือกยุทธวิธีในการแก้ไขปัญหาในใบกิจกรรมร้านขนมบ้านขุนนางวังเดริเวอรี จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเลือกใช้ยุทธวิธี และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่ยังไม่ระบุเนื้อหาที่ความชัดเจน จึงมีความสามารถในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหายู่ในระดับ 2

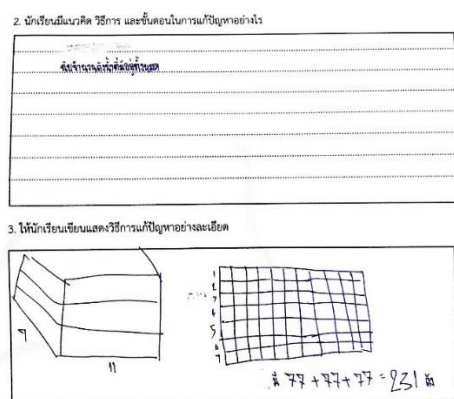
วงจรรปฏิบัติการที่ 2

ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมและแบบประเมินใบกิจกรรม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้วงจรรปฏิบัติการที่ 2 เป็นดังตาราง 15

ตาราง 15 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง

องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
1. ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา	0 (0.00)	2 (66.67)	1 (33.33)
2. ความสามารถด้านการเลือก ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	1 (33.33)	2 (66.67)	0 (0.00)
3. ความสามารถด้านการใช้ ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	1 (33.33)	2 (66.67)	0 (0.00)
4. ความสามารถด้านการสรุป คำตอบ	1 (33.33)	2 (66.67)	0 (0.00)

จากข้อมูลในตาราง 15 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมาจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม พบว่า ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 2 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 ความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 ความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 2 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 แลความสามารถด้านการสรุปคำตอบ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 2 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของ นักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับ 2 ดังภาพ 4



ภาพ 4 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง ด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาและใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพ 4 เป็นการเลือกและใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเขียนระบุขั้นตอน วิธีการในการแก้ปัญหาได้ แต่ยังมีรายละเอียดไม่ครบถ้วน และในการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาคือเป็นลำดับขั้นตอน แต่ยังไม่ชัดเจน จึงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาและใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ 2

วงจรรปฏิบัติการที่ 3

ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมและแบบประเมินใบกิจกรรม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้วงจรรปฏิบัติการที่ 3 เป็นดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมหุ่นมะพร้าวหน้ากะทิ

องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
1. ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (100.00)
2. ความสามารถด้านการเลือก ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	0 (0.00)	2 (66.67)	1 (33.33)
3. ความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (100.00)
4. ความสามารถด้านการสรุป คำตอบ	0 (0.00)	2 (66.67)	1 (33.33)

จากข้อมูลในตาราง 16 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมาจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม พบว่า ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 3 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 100 ความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 ความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 3 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 100 และความสามารถด้านการสรุปคำตอบ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 2 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของ นักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังภาพ 5

1. จากสถานการณ์ซึ่งนักเรียนควรศึกษาข้อมูลก่อนการแก้ปัญหา

ลิ้นจี่ชามแก้วขนาด 1 ลิ้นจี่ 10 บาท

1. ลิ้นจี่ 10 บาท

2. ลิ้นจี่ 5 บาท

3. ลิ้นจี่ 3 บาท

4. ลิ้นจี่ 2 บาท

2. นักเรียนมีแนวคิด วิธีการ และขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างไร

ให้ลิ้นจี่ 10 บาท

1. นำลิ้นจี่มาชั่งน้ำหนักแล้วดูว่า น้ำหนักเท่าไหร่

2. นำลิ้นจี่มาชั่งน้ำหนักแล้วดูว่า น้ำหนักเท่าไหร่

3. นำลิ้นจี่มาชั่งน้ำหนักแล้วดูว่า น้ำหนักเท่าไหร่

ภาพ 5 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมหุ่นมะพร้าวหน้ากะทิ ด้านเข้าใจปัญหา
และด้านการเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

จากภาพ 5 เป็นความสามารถด้านเข้าใจปัญหา จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเขียนข้อมูล เงื่อนไข จากสถานการณ์ปัญหาได้อย่างครบถ้วน การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา จะเห็นได้ว่า

นักเรียนเขียนขั้นตอน และวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และครอบคลุมทุกประเด็นของปัญหา จึงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเข้าใจปัญหาและด้านเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ 3

วงจรถูกปฏิบัติที่ 4

ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมและแบบประเมินใบกิจกรรม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้วงจรถูกปฏิบัติที่ 4 เป็นดังตาราง 17

ตาราง 17 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมบ่อเลี้ยงปลาตุ๊ก

องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
1. ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (100.00)
2. ความสามารถด้านการเลือก ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	0 (0.00)	1 (33.33)	2 (66.67)
3. ความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	0 (0.00)	1 (33.33)	2 (66.67)
4. ความสามารถด้านการสรุป คำตอบ	0 (0.00)	1 (33.33)	2 (66.67)

จากข้อมูลในตาราง 17 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมาจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม พบว่า ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 3 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 100 ความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 ความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 และความสามารถด้านการสรุปคำตอบ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังภาพ 6

4. นักเรียนตรวจสอบความเหมาะสมของวิธีการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้

ความสูงน้ำที่ควรตั้งบ่อเก็บน้ำ 5 ไร่ ให้มีเพียง 1 เดือน บ่อเก็บน้ำ 300 ไร่
 ยาว 600 ไร่ ให้มีน้ำใช้ 1 ปี ใช้น้ำ 300-100 = 1,500,000 ลิตร
 1,500,000 ลิตร = 1,500 ตัน
 ดังนั้น ควรตั้งบ่อเก็บน้ำ 1,500 ลิตร หรือ 1.5 ตัน

ภาพ 6 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมบ่อเลี้ยงปลา ด้านการสรุปคำตอบ

จากภาพ 6 เป็นความสามารถด้านการสรุปคำตอบจะเห็นว่า นักเรียนสามารถเขียนสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ จึงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ความสามารถด้านการสรุปคำตอบอยู่ในระดับ 3

ผลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทั้ง 4 วงจร ปฏิบัติการ มีพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละด้านสูงขึ้นตามลำดับ ดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 วงจรปฏิบัติการ

วงจร ปฏิบัติการ ที่	องค์ประกอบรายด้าน	จำนวนกลุ่มนักเรียน จำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
		ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
		ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
1	1. ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา	2 (66.67)	1 (33.33)	0 (0.00)
	2. ความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	1 (33.33)	2 (66.67)	0 (0.00)
	3. ความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธีการ แก้ปัญหา	1 (33.33)	2 (66.67)	0 (0.00)
	4. ความสามารถด้านการสรุปคำตอบ	1 (33.33)	2 (66.67)	0 (0.00)
2	1. ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา	0 (0.00)	2 (66.67)	1 (33.33)
	2. ความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	1 (33.33)	2 (66.67)	0 (0.00)
	3. ความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธีการ แก้ปัญหา	1 (33.33)	2 (66.67)	0 (0.00)
	4. ความสามารถด้านการสรุปคำตอบ	1 (33.33)	2 (66.67)	0 (0.00)

ตาราง 18 ต่อ

วงจร ปฏิบัติการ ที่	องค์ประกอบรายด้าน	จำนวนกลุ่มนักเรียน จำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
		ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
		3	1. ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา	0 (0.00)
	2. ความสามารถด้านการเลือก ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	0 (0.00)	2 (66.67)	1 (33.33)
	3. ความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (100.00)
	4. ความสามารถด้านการสรุปคำตอบ	0 (0.00)	2 (66.67)	1 (33.33)
4	1. ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา	0 (0.00)	0 (0.00)	3 (100.00)
	2. ความสามารถด้านการเลือก ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	0 (0.00)	1 (33.33)	2 (66.67)
	3. ความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	0 (0.00)	1 (33.33)	2 (66.67)
	4. ความสามารถด้านการสรุปคำตอบ	0 (0.00)	1 (33.33)	2 (66.67)

1.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุ ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล จำนวน 15 คน โดยใช้เวลาทั้งหมด 2 ชั่วโมง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดในการจำแนกตามรายชื่อ ดังนี้

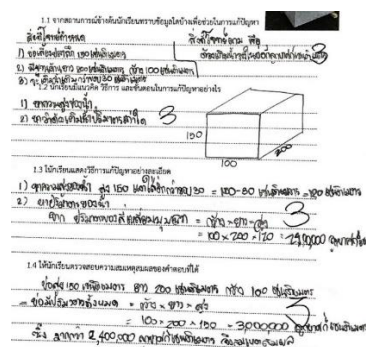
1.แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1 ดังตาราง 19

ตาราง 19 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1

องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
1. ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา	2 (13.33)	2 (13.33)	11 (73.33)
2. ความสามารถด้านการเลือก ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	2 (13.33)	4 (26.67)	9 (60.00)
3. ความสามารถด้านการใช้ ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	2 (13.33)	5 (33.33)	8 (53.33)
4. ความสามารถด้านการสรุป คำตอบ	2 (13.33)	5 (33.33)	8 (53.33)

จากตาราง 19 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบข้อที่ 1 พบว่า ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 ความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 ความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 และความสามารถด้านการสรุปคำตอบ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33



ภาพ 7 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 2

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 2 ดังตาราง 20

ตาราง 20 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 2

องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
1. ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา	2 (13.33)	3 (20.00)	10 (66.67)
2. ความสามารถด้านการเลือก ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	2 (13.33)	5 (33.33)	8 (53.33)
3. ความสามารถด้านการใช้ ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	2 (13.33)	6 (40.00)	7 (46.67)
4. ความสามารถด้านการสรุป คำตอบ	2 (13.33)	6 (40.00)	7 (46.67)

จากตาราง 20 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบข้อที่ 2 พบว่า ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 ความสามารถด้านการ

เลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.67 และความสามารถด้านการสรุปคำตอบ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.67

2. ผู้ชายคนหนึ่งขายผลไม้ 30 ผลต่อวัน เป็นเวลา 30 วัน ผลรวมผลไม้
ทั้งหมดคือ 12 กิโลกรัม 500 กรัม ผลไม้ที่เหลือคือผลไม้ชนิดใดบ้าง
2.1 จงหาผลรวมของผลไม้ชนิดที่เหลือ
2.2 จงหาผลรวมของผลไม้ชนิดที่เหลือ
2.3 จงหาผลรวมของผลไม้ชนิดที่เหลือ

ภาพ 8 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 2

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 3

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 3 ดังตาราง 21

ตาราง 21 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 3


องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
1. ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา	2 (13.33)	2 (13.33)	11 (73.33)
2. ความสามารถด้านการเลือก ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	2 (13.33)	5 (33.33)	8 (53.33)

ตาราง 21 ต่อ

องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
3. ความสามารถด้านการใช้ ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	4 (26.67)	5 (33.33)	6 (40.00)
4. ความสามารถด้านการสรุป คำตอบ	4 (26.67)	5 (33.33)	6 (40.00)

จากตาราง 21 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบข้อที่ 3 พบว่า ความสามารถด้านเข้าใจปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 ความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 และความสามารถด้านการสรุปคำตอบ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00

3. คุณต้องการยืมบ้านไม้ใช้สอยตามแบบฉบับในการก่อสร้าง คุณจึงเขียนแบบอาคาร
สำหรับบ้านที่ใช้เป็นแบบก่อสร้างสำหรับบ้านสองชั้น ซึ่งแบบอาคารมีพื้นที่รวม 15 ตารางวา
ละ 15 เซนติเมตรที่ด้าน และมีความสูง 2 เมตร ถ้าคุณต้องการใช้จำนวน 40 คน คุณต้องการใช้พื้นที่
สำหรับอาคารดังกล่าวดังนี้



3.1 จงหาขนาดของบ้านไม้ใช้สอยตามแบบฉบับในการก่อสร้าง
ดังต่อไปนี้

1. พื้นหน้าบ้าน มีพื้นที่รวม 15 ตารางวา ละ 15 เซนติเมตร 2. 2 เมตร


3. 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน

ดังต่อไปนี้ 15 ตารางวา ละ 15 เซนติเมตร 2 เมตร

3.2 นักเรียนมีแนวคิด วิธีการ และเขียนในการแก้ปัญหาอย่างไร

1. 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน

2. 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน



3.3 ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

1. 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน และ 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน 15 ตารางวา ละ 15 เซนติเมตร 2 เมตร

2. 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน 15 ตารางวา ละ 15 เซนติเมตร 2 เมตร

3. 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน 15 ตารางวา ละ 15 เซนติเมตร 2 เมตร

3.4 ให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้

1. 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน 15 ตารางวา ละ 15 เซนติเมตร 2 เมตร

2. 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน 15 ตารางวา ละ 15 เซนติเมตร 2 เมตร

3. 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน 2 เมตร 15 เซนติเมตร 40 คน 15 ตารางวา ละ 15 เซนติเมตร 2 เมตร

ภาพ 9 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จากแบบทดสอบวัดความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 3

ผู้วิจัยได้พิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อคำถามที่ 1-3 นักเรียนมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านเข้าใจปัญหา ด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา ด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และด้านการสรุปคำตอบ อยู่ในระดับที่ 3 ทั้ง 3 ข้อคำถาม

เมื่อพิจารณาใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการร่วมกับแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น ด้านเข้าใจปัญหาจากใบกิจกรรมในวงปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ 1 และเมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านเข้าใจปัญหาอยู่ในระดับ 3 ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนระบุข้อมูล เงื่อนไข และสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาจากใบกิจกรรมในวงปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ 1 และเมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ 3 ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา ด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาจากใบกิจกรรมในวงปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ 1 และเมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ 3 ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ อย่างชัดเจนและสมบูรณ์ และด้านการสรุปคำตอบจากใบกิจกรรมในวงปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ 1 และเมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการสรุปคำตอบอยู่ในระดับ 3 ซึ่งนักเรียนสามารถสรุปคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์

2. ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2.1 ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบรายด้านดังนี้ ความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยวิเคราะห์จากใบกิจกรรม และความสามารถด้านการนำเสนอผู้วิจัยวิเคราะห์จากใบกิจกรรม และแบบสังเกตการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดตามวงจรปฏิบัติการดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

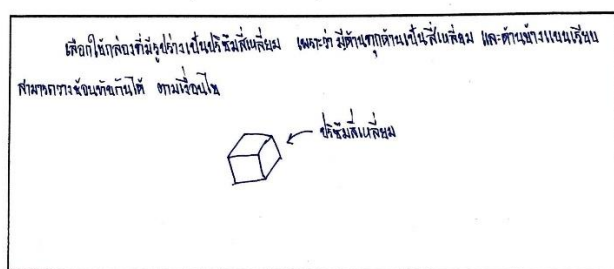
ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรม แบบประเมินใบกิจกรรม และแบบสังเกตการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1 เป็นดังตาราง 22 ตาราง 22 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมร้านขนมบ้านขุนนางวังเดริเวอร์

องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
1. ความสามารถด้านการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	5 (33.33)	8 (53.33)	2 (13.33)
2. ความสามารถด้านการแสดง แนวคิดทางคณิตศาสตร์	11 (73.33)	4 (26.67)	0 (0.00)
3. ความสามารถด้านการนำเสนอ	13 (86.67)	2 (13.33)	0 (0.00)

จากข้อมูลในตาราง 22 เมื่อพิจารณาความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมาจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม พบว่า ความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อ

ความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 2 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 1 จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 และความสามารถความสามารถด้านการนำเสนอ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 1 จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 86.67 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ดังภาพ 10

4. นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้



ภาพ 10 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมร้านขนมบ้านขุนนางเวรีด้านการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

จากภาพ 10 เป็นความสามารถด้านใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมร้านขนมบ้านขุนนางเวรี จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถใช้คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้องจึงมีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3

วงจรรูปปฏิบัติการที่ 2

ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรม แบบประเมินใบกิจกรรม และแบบสังเกตการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้วงจรรูปปฏิบัติการที่ 2 เป็นดังตาราง 23 ตาราง 23 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง

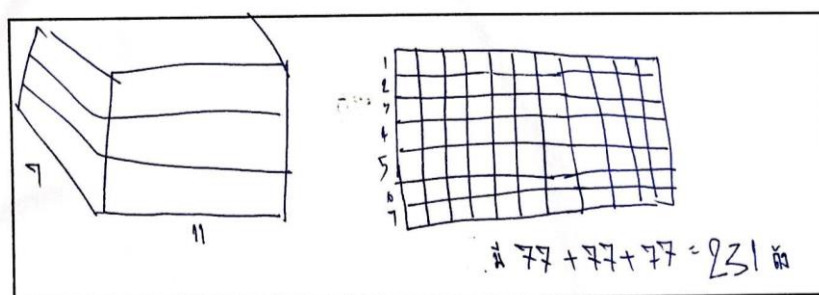
องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับ ความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
1. ความสามารถด้านการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	4 (26.67)	7 (46.67)	4 (26.67)

ตาราง 23 ต่อ

องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับ ความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
2. ความสามารถด้านการแสดง แนวคิดทางคณิตศาสตร์	9 (60.00)	3 (20.00)	3 (20.00)
3. ความสามารถด้านการนำเสนอ	7 (46.67)	5 (33.33)	3 (20.00)

จากข้อมูลในตาราง 23 เมื่อพิจารณาความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมาจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม พบว่า ความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 2 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.67 ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 1 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 และความสามารถด้านการนำเสนอ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 1 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.67 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ดังภาพ 11

3. ให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด



ภาพ 11 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

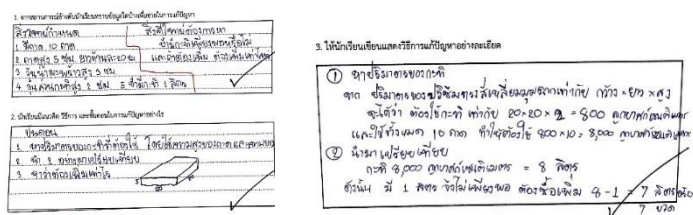
จากภาพ 11 เป็นความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถใช้รูปภาพ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ประกอบการอธิบายแสดงแนวคิดได้อย่างถูกต้องจึงมีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3

วงจรถูกปฏิบัติที่ 3

ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรม แบบประเมินใบกิจกรรม และแบบสังเกตการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้วงจรถูกปฏิบัติที่ 3 เป็นดังตาราง 24 ตาราง 24 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมวันมะพร้าวหน้ากะทิ

องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับ ความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
1. ความสามารถด้านการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	2 (13.33)	8 (53.33)	5 (33.33)
2. ความสามารถด้านการแสดง แนวคิดทางคณิตศาสตร์	5 (33.33)	6 (40.00)	4 (26.67)
3. ความสามารถด้านการนำเสนอ	5 (33.33)	6 (40.00)	4 (26.67)

จากข้อมูลในตาราง 24 เมื่อพิจารณาความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมาจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม พบว่า ความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 2 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 2 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 และความสามารถความสามารถด้านการนำเสนอ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 2 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ดังภาพ 12



ภาพ 12 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมวันมะพร้าวหน้ากะทิ ด้านการนำเสนอ

จากภาพ 12 เป็นความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรม วุ่นมะพร้าวหน้ากะทิ จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเขียนแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและมีรายละเอียดครบถ้วนจึงมีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3

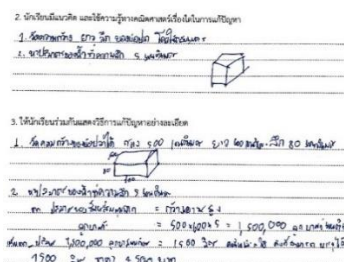
วงจรถูกปฏิบัติที่ 4

ผลการวิเคราะห์จำนวนกลุ่มตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรม แบบประเมินใบกิจกรรม และแบบสังเกตการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้วงจรถูกปฏิบัติที่ 4 เป็นดังตาราง 25

ตาราง 25 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมบ่อเลี้ยงปลาตุ๊ก

องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับ ความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
1. ความสามารถด้านการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	2 (13.33)	5 (33.33)	8 (53.33)
2. ความสามารถด้านการแสดง แนวคิดทางคณิตศาสตร์	4 (26.6)	3 (20.00)	8 (53.33)
3. ความสามารถด้านการนำเสนอ	3 (20.00)	3 (20.00)	9 (60.00)

จากข้อมูลในตาราง 25 เมื่อพิจารณาความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมาจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม พบว่า ความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 และความสามารถด้านการนำเสนอ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ดังภาพ 13



ภาพ 13 แสดงตัวอย่างใบกิจกรรมบ่อเลี้ยงปลาตก ด้านการนำเสนอ

จากภาพ 13 เป็นความสามารถด้านการนำเสนอในใบกิจกรรมบ่อเลี้ยงปลาตกจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเขียนแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและมีรายละเอียดครบถ้วนจึงมีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3

ผลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทั้ง 4 วงจร ปฏิบัติการ มีพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละด้านสูงขึ้นตามลำดับ ดังตาราง 26

ตาราง 26 แสดงพัฒนาการความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ 4 วงจร ปฏิบัติการ

วงจร ปฏิบัติการ ที่	องค์ประกอบรายด้าน	จำนวนนักเรียน จำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
		ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
		1	1. ความสามารถด้านการใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	5 (33.33)
	2. ความสามารถด้านการแสดงแนวคิด ทางคณิตศาสตร์	11 (73.33)	4 (26.67)	0 (0.00)
	3. ความสามารถด้านการนำเสนอ	13 (86.67)	2 (13.33)	0 (0.00)
2	1. ความสามารถด้านการใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	4 (26.67)	7 (46.67)	4 (26.67)
	2. ความสามารถด้านการแสดงแนวคิด ทางคณิตศาสตร์	9 (60.00)	3 (20.00)	3 (20.00)
	3. ความสามารถด้านการนำเสนอ	7 (46.67)	5 (33.33)	3 (20.00)

ตาราง 26 ต่อ

วงจร ปฏิบัติการ ที่	องค์ประกอบรายด้าน	จำนวนนักเรียน		
		จำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
		ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
3	1. ความสามารถด้านการใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	2 (13.33)	8 (53.33)	(33.33)
	2. ความสามารถด้านการแสดงแนวคิด ทางคณิตศาสตร์	5 (33.33)	6 (40.00)	4 (26.67)
	3. ความสามารถด้านการนำเสนอ	5 (33.33)	6 (40.00)	4 (26.67)
4	1. ความสามารถด้านการใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	2 (13.33)	5 (33.33)	8 (53.33)
	2. ความสามารถด้านการแสดงแนวคิด ทางคณิตศาสตร์	4 (26.6)	3 (20.00)	8 (53.33)
	3. ความสามารถด้านการนำเสนอ	3 (20.00)	3 (20.00)	9 (60.00)

**2.2 ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตร
และความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก**

หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและ
ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร สื่อ
ความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล จำนวน 15 คน โดยใช้เวลาทั้งหมด 2 ชั่วโมง
ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียน โดยมีรายละเอียดในการจำแนกตามรายชื่อ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์ข้อที่ 1

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถใน
การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร สื่อ
ความหมายทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1 ดังตาราง 27

ตาราง 27 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบข้อที่ 1

องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
1. ความสามารถด้านการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	2 (13.33)	4 (26.67)	9 (60.00)
2. ความสามารถด้านการแสดง แนวคิดทางคณิตศาสตร์	2 (13.33)	6 (40.00)	7 (46.67)
3. ความสามารถด้านการนำเสนอ	2 (13.33)	5 (33.33)	8 (53.33)

จากตาราง 27 เมื่อพิจารณาความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบข้อที่ 1 พบว่า ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.67 ด้านการนำเสนอ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33

1.1 จงหาการวัดพื้นที่ของรูปทรงตันต่อไปนี้

รูปทรงตันที่แสดงคือ ปริซึมทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1) หาพื้นที่ผิวทั้งหมด (รวม 6 ด้าน) $SA = 2(lw + lh + wh) = 2(100 \times 100 + 100 \times 200 + 100 \times 200) = 2(10000 + 20000 + 20000) = 2(50000) = 100000$

2) หาปริมาตรของรูปทรงตัน $V = lwh = 100 \times 100 \times 200 = 2000000$

1.2 จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของรูปทรงตันต่อไปนี้

รูปทรงตันที่แสดงคือ ปริซึมทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1) หาพื้นที่ผิวทั้งหมด $SA = 2(lw + lh + wh) = 2(100 \times 100 + 100 \times 200 + 100 \times 200) = 2(10000 + 20000 + 20000) = 2(50000) = 100000$

2) หาปริมาตรของรูปทรงตัน $V = lwh = 100 \times 100 \times 200 = 2000000$

ภาพ 14 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายอยู่ในระดับ 3 จากแบบทดสอบข้อที่ 1

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทาง

คณิตศาสตร์ข้อที่ 2

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 2 ดังตาราง 28

ตาราง 28 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบข้อที่ 2

องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
1. ความสามารถด้านการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	2 (13.33)	4 (26.67)	9 (60.00)
2. ความสามารถด้านการแสดง แนวคิดทางคณิตศาสตร์	2 (13.33)	6 (40.00)	7 (46.67)
3. ความสามารถด้านการนำเสนอ	2 (13.33)	6 (40.00)	7 (46.67)

จากตาราง 28 เมื่อพิจารณาความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบข้อที่ 1 พบว่า ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.67 ด้านการนำเสนอ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.67

2. ผู้ชายคนหนึ่งมีเงิน 20 บาท ซื้อผลไม้ 10 ผลแล้ว เหลือเงิน 10 บาท เขาซื้อผลไม้ชนิดใด
จำนวน 10 ผล คิดเงิน 10 บาท

21. เขียนประโยคบอกเล่าหรือประโยคปฏิเสธ
ให้ชัดเจน

22. เขียนประโยคบอกเล่า และประโยคปฏิเสธ
ให้ชัดเจน

23. เขียนประโยคบอกเล่าหรือปฏิเสธ
ให้ชัดเจน

24. เขียนประโยคบอกเล่าหรือปฏิเสธ
ให้ชัดเจน

ภาพ 15 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายอยู่ในระดับ 3 จากแบบทดสอบข้อที่ 2

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทาง

คณิตศาสตร์ข้อที่ 3

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 3 ดังตาราง 29

ตาราง 29 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบข้อที่ 3

องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับ ความสามารถ (ร้อยละ)		
	ระดับ1	ระดับ2	ระดับ3
1. ความสามารถด้านการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	2 (13.33)	4 (26.67)	9 (60.00)
2. ความสามารถด้านการแสดง แนวคิดทางคณิตศาสตร์	4 (26.67)	5 (33.33)	6 (40.00)
3. ความสามารถด้านการนำเสนอ	5 (33.33)	4 (26.67)	6 (40.00)

จากตาราง 29 เมื่อพิจารณาความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบข้อที่ 1 พบว่า ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 ด้านการนำเสนอ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 40.0

3. คุณต้องการซื้อไม้ฉากใช้ในงานทาสีและสีปูนในการเขียน คุณจึงซื้อแบบทาสีชนิด สำหรับงานสีไม้ เป็นแบบทาสีสำหรับทาสีของไม้ ซึ่งแบบทาสีชนิดสำหรับทาสีไม้ มีความกว้างด้าน ยาว 15 เซนติเมตร มีสีด้าน และสีด้านอยู่ 2 ด้าน ถ้าคุณต้องการใช้จำนวน 40 อัน คุณจะต้องใช้เงินจำนวนกี่ บาทสำหรับการทำงานทาสีนี้



3.1 จากสถานการณ์ข้างต้นนักเรียนสามารถได้อ้างอิงชื่อในการแก้ปัญหา
คือ ไม้ฉาก

1. ไม้ฉากชนิดทาสีด้านเดียว ด้านยาว: 15 เซนติเมตร กว. 5 เซนติเมตร
2. ไม้ฉาก 40 อัน
3. ไม้ฉาก 2 ด้าน คือ ไม้ฉากทาสี 2 ด้าน

3.2 นักเรียนเขียนคิด วิจัยการ และเขียนผลในการแก้ปัญหาอย่างไร

1. ไม้ฉากทาสี 2 ด้าน 1 อัน
2. ไม้ฉากทาสี 2 ด้าน 40 อัน

3.3 นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

1. ไม้ฉากทาสี 2 ด้าน และอีกด้านหนึ่งไปทาสีของไม้ฉากทาสีด้านเดียวจำนวน 15 อันเท่ากับ 0.15 บาท
= ไม้ฉากทาสี 2 ด้านทั้งหมด = 15 + 40 x 2 = 0.15 + 0.15 x 2 = 0.45 บาท

2. ไม้ฉากทาสี 2 ด้าน 40 อัน
= 0.20 x 40 = 8 บาท

3.4 นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้

เมื่อซื้อ ไม้ฉาก 1 อัน = 1 บาท = 100 บาท x 2 = 0.20 บาท = 0.20 x 15 x 2 = 0.60 บาท
ซื้อได้ ไม้ฉาก 0.25 บาท x 40 อัน
ได้เงิน 40 บาท x 100 บาท = 0.25 x 40 x 100 บาท
ดังนั้น ค่าตอบ 1.9 บาท

ภาพ 16 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายอยู่ในระดับ 3 จากแบบทดสอบข้อที่ 3

ผู้วิจัยได้พิจารณาความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ พบว่า ระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากข้อคำถามที่ 1-3 นักเรียนมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และด้านการนำเสนออยู่ในระดับที่ 3 ทั้ง 3 ข้อคำถาม

เมื่อพิจารณาใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการร่วมกับแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ 2 และเมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 ซึ่งนักเรียนโดยใช้คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ 1 และเมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์โดย

นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 ซึ่งนักเรียนสามารถใช้รูปภาพ แบบจำลอง หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบการอธิบายแสดงแนวคิดได้อย่างถูกต้อง ด้านการนำเสนอจากใบกิจกรรมในวงปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ 1 และเมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการนำเสนออยู่ในระดับ 3 ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง นำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจน และมีรายละเอียดครบถ้วน



บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และเพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 15 คน ของโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผน ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 ปริมาตรและความจุ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรหรือหน่วยความจุ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 โจทย์ปัญหา ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบสังเกตการณ์สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความทางคณิตศาสตร์ โดยมีผลการวิจัยดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases) ขั้นที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing) ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying) ขั้นที่ 4 การสรุป (Concluding) โดยมีรายละเอียดแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases)

ในขั้นการสร้างกรณีซึ่งเป็นขั้นแรกในการจัดกิจกรรมครูควรทบทวนความรู้เดิมหรือความรู้พื้นฐานที่เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ เช่น รูปเรขาคณิต 3 มิติ การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก หน่วยการวัดความยาว ความสัมพันธ์ของหน่วยวัดความยาว โดยใช้วิธีที่หลากหลาย เช่น การอธิบาย ยกตัวอย่าง เล่นเกม หรือตอบคำถามแบบสั้น เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสังเกต รวบรวมข้อมูลที่สำคัญ ซึ่งในช่วงแรกนักเรียนอาจจะยังไม่เข้าใจ และไม่กล้าเขียนผลของการรวบรวมข้อมูล ครูควรยกตัวอย่างการสังเกต การรวบรวมข้อมูลให้นักเรียนเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียน พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการสังเกต สำรวจ และรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing)

ขั้นการคาดเดาเป็นขั้นที่ให้นักเรียนคาดเดาวิธีการแก้ปัญหา หาคำตอบ โดยผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนการคาดเดากันภายในกลุ่มและร่วมกันสรุปการคาดเดาของกลุ่มเพื่อให้ได้การคาดเดาที่สามารถแก้ปัญหาที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งครั้งแรกครูควรอธิบายทำความเข้าใจร่วมกันกับนักเรียนก่อนว่าการคาดเดาเป็นการนำเสนอแนวคิดวิธีการในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้ความรู้ ข้อมูล ที่นักเรียนรู้มาก่อนหน้านำมาสร้างการคาดเดา และการคาดเดาสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและมีความมั่นใจในการแสดงความคิดโดยไม่กังวลว่าจะผิด อีกทั้งผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนได้แสดงความคิด การคาดเดาของนักเรียนออกมาก่อน แล้วจึงสรุปเป็นการคาดเดาของกลุ่ม โดยอาจจะให้นักเรียนพูดเสนอแนวคิดรายบุคคลหรือให้นักเรียนเขียนแนวคิดลงในใบกิจกรรมเป็นรายบุคคล อีกทั้งครูควรเข้าไปมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนการคาดเดาภายในกลุ่ม เช่น เข้าไปสอบถามเพิ่มเติม ถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาย่อยๆ

ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying)

ขั้นการแสดงเหตุผลเป็นขั้นที่นักเรียนเขียนการพิสูจน์ ให้เหตุผลและวิธีการแก้ปัญหา วิธีการหาคำตอบเพื่อยืนยันการคาดเดาและสรุปคำตอบของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีการคิดหาคำตอบให้เพื่อนต่างกลุ่มฟัง และวิจารณ์ผลงานของเพื่อน ซึ่งพบว่าในครั้งแรกนักเรียนยังขาดความมั่นใจในการนำเสนอ ครูควรใช้คำถามกระตุ้น แนะนำแนวทางในการนำเสนอให้นักเรียน เช่น นักเรียนมีแนวคิดหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้นอย่างไร เริ่มจากกระบวนการใดก่อน เมื่อนักเรียนตอบคำถามและอธิบายขั้นตอนแนวคิดจากการคำถามของครู

เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูจึงให้นักเรียนนำเสนอใหม่อีกครั้ง และในกระบวนการของการวิจารณ์และแสดงความคิดเห็นผลงานของเพื่อน พบว่าครั้งแรกนักเรียนไม่กล้าวิจารณ์และแสดงความคิดเห็นกับผลงานของเพื่อน ครูควรวิจารณ์ผลงานของนักเรียนเพื่อเป็นตัวอย่างและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เสนอความคิดและวิจารณ์งานของเพื่อน อีกทั้งควรคำนึงระยะเวลาในการทำกิจกรรมควรกำหนดเวลาให้ชัดเจนทำให้นักเรียนกระตือรือร้นในการปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นที่ 4 การสรุป (Concluding)

ขั้นการสรุปขั้นนี้นักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการคาดเดาและแสดงเหตุผล แสดงวิธีการแก้ปัญหาและผลจากการโต้แย้งที่ผ่านมา ครูควรใช้คำถามกระตุ้นคิดเพื่อให้นักเรียนเกิดข้อสรุป เช่น จากที่นักเรียนได้ฟังการนำเสนอของเพื่อนและร่วมกันวิจารณ์ผลงานของเพื่อนเราได้ผลการโต้แย้งอย่างไร นักเรียนเห็นด้วยกับวิธีการแก้ปัญหาใดมากที่สุด วิธีการแก้ปัญหาใดที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

2. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยสรุปจำนวนกลุ่มนักเรียนและจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้และจากแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

2.1.1 ด้านเข้าใจปัญหา พบว่าในวงปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ 1 และเมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านเข้าใจปัญหาอยู่ในระดับ 3 ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนระบุข้อมูล เงื่อนไข และสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบได้อย่างถูกต้องครบถ้วน

2.1.2 ด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา พบว่าในวงปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ 1 และเมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดย

นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ 3 ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา

2.1.3 ด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา พบว่าในวงปฏิบัติการที่1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ 1 และเมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ 3 ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ อย่างชัดเจนและสมบูรณ์

2.1.4 ด้านการสรุปคำตอบ พบว่าในวงปฏิบัติการที่1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ 1 และเมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการสรุปคำตอบอยู่ในระดับ 3 ซึ่งนักเรียนสามารถสรุปคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์

2.2 ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยสรุปจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และจากแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ดังนี้

2.2.1 ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พบว่าในวงปฏิบัติการที่1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ 2 และเมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 ซึ่งนักเรียนโดยใช้คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

2.2.2 ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ พบว่าในวงปฏิบัติการที่1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ 1 และเมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3

ซึ่งนักเรียนสามารถใช้รูปภาพ แบบจำลอง หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบการอธิบายแสดงแนวคิดได้อย่างถูกต้อง

2.2.3 ด้านการนำเสนอ พบว่าในวงปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ 1 และเมื่อจบวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการนำเสนออยู่ในระดับ 3 ซึ่งนักเรียนสามารถแสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง นำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจน และมีรายละเอียดครบถ้วน

อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ที่พัฒนาความสามารถในแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้สำรวจและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ทำให้เข้าใจถึงสภาพปัญหาในชั้นเรียน

ขั้นที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases) ครูควรใช้คำถาม ยกตัวอย่าง เล่นเกม การถามตอบแบบสั้น เพื่อทบทวนความรู้เดิมหรือความรู้พื้นฐานสำคัญที่เชื่อมโยงกับเรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยม และกำหนดงานหรือสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้สำรวจ สังเกต รวบรวมข้อมูล ในระหว่างที่นักเรียนรวบรวมข้อมูลครูควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และรวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์ให้ได้มากที่สุด เช่น จากสถานการณ์ที่นักเรียนได้อ่านปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร สถานการณ์ให้ข้อมูลอะไรกับเรามาบ้าง เพื่อที่จะนำไปคาดเดา ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา และคำตอบในขั้นต่อไป สอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2553) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามของครูผู้สอนมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและการมีส่วนร่วมของนักเรียนในชั้นเรียน บางครั้งเมื่อนักเรียนตอบคำถามหรือคิดไม่ได้ แต่ครูช่วยเหลือด้วยการแนะ หรือตั้งคำถามใหม่ที่ง่ายกว่าหรือเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถคิดได้ นักเรียนจะค่อยๆ ตอบได้ และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาสุดท้ายที่ต้องการได้

ขั้นที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing) ครูควรกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายและมีวิธีแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวม ในขั้นการสร้างกรณี มาร่วมกันวิเคราะห์และคาดเดาขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา คำตอบที่สามารถเป็นไปได้ และนำไปสู่การอภิปรายภายในกลุ่ม เนื่องจากการให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาจะสามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้พยายาม ไตร่ตรอง ค้นหาวิธีการแก้ปัญหา คำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับบพเรศวร์ ธรรมศรีณกุล (2553) กล่าวว่า ควรพัฒนาการใช้วิธีการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพ ให้โอกาสในการอภิปราย การฝึกฝนและการไตร่ตรองอย่างเพียงพอและส่งเสริมความพยายามในการแก้ปัญหาของนักเรียน ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายและให้ตรวจสอบสมมติฐานการแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นด้วยอีกทั้งครูควรเน้นให้นักเรียนหลีกเลี่ยงการตัดสินการคาดเดาของคนอื่น

ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying) นักเรียนจะต้องแสดงเหตุผล และแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียดเพื่อสนับสนุนและยืนยันคำตอบที่นักเรียนได้คาดเดาไว้จากปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาให้ครบถ้วนพร้อมนำเสนอโดยการเขียนและการพูดให้เพื่อนฟัง ครูคอยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนให้แสดงเหตุผล ด้วยคำถามที่ถามถึงเหตุผล เช่น คำถามที่ถามว่าทำไม เพราะอะไร อย่างไร จากนั้นนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ และร่วมกันวิจารณ์โต้แย้งเพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ วนิดา มาระนัดและประสาธน์ เนิ่งเฉลิม (2561) ที่พบว่าการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลจะช่วยพัฒนาให้นักเรียนเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์รู้จักคิดและเข้าใจประเด็นปัญหาและแก้ปัญหาโดยใช้วิจารณญาณได้

ขั้นที่ 4 การสรุป (Concluding) ครูควรให้นักเรียนแต่ละคนได้สรุปตัดสินใจว่าการคาดเดาของกลุ่มใดเป็นจริงและสามารถแก้ปัญหาได้พร้อมให้เหตุผลประกอบ จากนั้นครูและนักเรียนทุกคนร่วมกันหาข้อสรุปที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุดอีกครั้งหนึ่ง พร้อมทั้งเขียนสรุปของนักเรียนจากการโต้แย้ง เพื่อให้นักเรียนได้ ประเมินสิ่งที่เรียนรู้ปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง และสรุปสาระสำคัญให้นักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Sampson and Clark (2009) กล่าวว่า การปรับปรุงรายงานเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการเขียนบนพื้นฐานของข้อมูลเพื่อสร้างผลงานสุดท้ายให้ได้คุณภาพสูงสุด

2. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เมื่อพิจารณาระดับความก้าวหน้าของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รายด้านจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน ดังนี้

2.1.1 ด้านเข้าใจปัญหา

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถด้านเข้าใจปัญหาเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการซึ่งในวงจรปฏิบัติการสุดท้ายนักเรียนทุกกลุ่มเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและสามารถเขียนระบุข้อมูล เงื่อนไขและสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบได้อย่างถูกต้องครบถ้วน โดยมีความสามารถอยู่ในระดับ 3 และจากแบบทดสอบส่วนใหญ่นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับ 3 เนื่องจากในขั้นที่ 1 การสร้างกรณีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทบทวนความรู้เดิมและความรู้พื้นฐานที่เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ให้นักเรียน อีกทั้งผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนทำความเข้าใจและเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาได้อย่างละเอียดครบถ้วน

2.1.2 ด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา เพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการซึ่งในวงจรปฏิบัติการสุดท้ายนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาโดยมีความสามารถอยู่ในระดับ 3 และจากแบบทดสอบส่วนใหญ่นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับ 3 เนื่องจากในขั้นที่ 2 การคาดเดาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยให้นักเรียนคาดเดาขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลและร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มเพื่อรวบรวมวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดเพื่อหาข้อคาดเดาของกลุ่มที่สามารถนำมาแก้ปัญหาได้เหมาะสมที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Lloyd (1999) ที่ได้กล่าวว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ครูต้องเปิดโอกาส

ให้นักเรียนได้แสดงแนวคิด ขั้นตอนวิธีการในการแก้ปัญหาร่วมกัน รวมทั้งการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับ ยุทธวิธีแก้ปัญหานักเรียนแต่ละคน

2.1.3 ด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา เพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการซึ่ง ในวงจรปฏิบัติการสุดท้ายนักเรียนส่วนใหญ่ นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องและแสดงขั้นตอน อย่างชัดเจน โดยมีความสามารถอยู่ในระดับ 3 และจากแบบทดสอบส่วนใหญ่ นักเรียนมีความสามารถ อยู่ในระดับ 3 เนื่องจากในขั้นที่ 3 การแสดงผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทาง คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้ข้อาคัดเดาเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหากลุ่มเรียบร้อยแล้ว ในขั้นนี้ นักเรียนต้องเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาหรือวิธีคิดในแต่ละขั้นตอน พร้อมทั้งนำเสนอและร่วมกัน ตรวจสอบความถูกต้อง วิเคราะห์ หาข้อโต้แย้งกับผลงานของเพื่อน เพื่อให้ได้วิธีการแก้ปัญหที่ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Stigler, Gallimore and Hiebert (1999) ที่ได้กล่าวว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์นักเรียนควรได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนแนวคิด การอธิบายแสดงแนวคิด และร่วมกันวิเคราะห์ เกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา จะทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1.4 ด้านการสรุปคำตอบ

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถด้านการสรุปคำตอบ เพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการซึ่งในวงจร ปฏิบัติการสุดท้ายนักเรียนทุกกลุ่มสามารถสรุปคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยผ่านกระบวนการ โต้แย้งโดยมีความสามารถอยู่ในระดับ 3 และจากแบบทดสอบส่วนใหญ่ นักเรียนมีความสามารถอยู่ใน ระดับ 3 เนื่องจากในขั้นที่ 4 การสรุปนักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการโต้แย้ง นำมาสรุปผลเพื่อให้ได้ ขั้นตอน วิธีการและคำตอบของการแก้ปัญหาที่ถูกต้องมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Sampson et al., (2009) กล่าวว่า การปรับปรุงรายงานเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดการพัฒนารายงานบนพื้นฐานของข้อมูลเพื่อสร้างผลงานสุดท้ายให้ได้คุณภาพสูงสุด

2.2 ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

เมื่อพิจารณาระดับความก้าวหน้าของความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์รายด้านจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมาย

ทางคณิตศาสตร์ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน ดังนี้

2.2.1 ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการซึ่งในวงจรปฏิบัติการสุดท้ายนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนและใช้คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้องโดยมีความสามารถอยู่ในระดับ 3 และจากแบบทดสอบส่วนใหญ่นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับ 3 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์นั้นส่งเสริมให้นักเรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ขั้นที่ 1 การสร้างกรณีนักเรียนจะได้เขียนระบุข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา ขั้นที่ 2 การคาดเดา นักเรียนได้เขียนแนวทางขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยมีการใช้ภาพ สัญลักษณ์และแบบจำลองประกอบการเขียนอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผลนักเรียนได้เขียนแสดงแนวคิดวิธีคิดที่ได้จากข้อคาดเดาของกลุ่มตนเอง พร้อมนำเสนอให้เพื่อนต่างกลุ่มฟังอีกทั้งนักเรียนได้วิจารณ์สร้างข้อโต้แย้งกับผลงานของเพื่อน และขั้นที่ 4 การสรุปนักเรียนได้เขียนสรุปผลจากการโต้แย้ง ซึ่งสอดคล้องกับ NCTM (1989) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าควรเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ในลักษณะของการสืบค้นการสืบเสาะการพรรณนาและการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์และควรเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยการอ่านการพูดและการแสดงแนวคิดจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์ต่อกันมีโอกาสชี้แจงแนวคิดอธิบายเหตุผลและชวนเชื่อให้บุคคลอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตนทั้งการพูดและการฟังซึ่งกิจกรรมดังกล่าวจะช่วยส่งเสริมและสนับสนุนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.2.2 ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความสามารถด้านแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการซึ่งในวงจรปฏิบัติการสุดท้ายนักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้แบบจำลอง และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายแสดงแนวคิดได้อย่างถูกต้องโดยมีความสามารถอยู่ในระดับ 3 และจากแบบทดสอบส่วนใหญ่นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับ 3 เนื่องจากขั้นที่ 2 การคาดเดาและขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ นักเรียนได้

เขียนแนวคิด ขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยมีการใช้ภาพ สัญลักษณ์และแบบจำลองประกอบการเขียน อธิบายและแสดงแนวคิดอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับ พลฐวัตร ฉิมทอง (2563) กล่าวว่า แนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการสื่อสารนั้น ควรเน้นให้นักเรียนมีโอกาสมีปฏิสัมพันธ์ มีโอกาสในการอธิบายแนวคิด แสดงความคิดเห็นและเหตุผล ของตนเองอย่างต่อเนื่อง ทั้งที่อยู่ในรูปของภาษาพูดและภาษาเขียน

2.2.3 ด้านการนำเสนอ

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถด้านการนำเสนอ เพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการซึ่งในวงจรปฏิบัติการสุดท้ายนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งนำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจนและมีรายละเอียดครบถ้วน โดยมีความสามารถอยู่ในระดับ 3 และจากแบบทดสอบส่วนใหญ่ นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับ 3 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ในขั้นที่ 2 การคาดเดานักเรียนได้เขียนแนวคิด ขั้นตอนการแก้ปัญหาของตนพร้อมทั้งนำเสนอให้เพื่อนในกลุ่มฟัง และขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล นักเรียนเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอนโดยละเอียด ชัดเจน อีกทั้งนักเรียนยังได้นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนและร่วมกันวิจารณ์ผลงานของเพื่อน นอกจากนี้ในระหว่างที่นักเรียนนำเสนอ นั้นครูมีส่วนช่วยในการเรียบเรียงคำพูด และภาษาในการนำเสนอของนักเรียนให้เป็นขั้นตอนและเป็นระบบมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้อง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ที่กล่าวว่า ครูควรพยายามช่วยให้นักเรียนใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องในการสื่อสารการสื่อความหมายและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องตรงกันระหว่างนักเรียนและสามารถตรวจสอบความเข้าใจที่ถูกต้องตรงกันด้วยและครูต้องเป็นทั้งผู้รับสารและผู้ส่งสารที่ดีให้การสนับสนุนนักเรียนในการนำเสนอพูดฟังเขียนและอ่านอย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้

- 1.1 ครูควรทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรมทุกครั้ง
- 1.2 ครูควรเข้าไปมีปฏิสัมพันธ์และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมของนักเรียน เพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการทำกิจกรรม
- 1.3 ครูควรใช้คำถามกระตุ้นความคิดกับนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ

1.4 ครูควรมีรางวัลหรือให้กำลังใจกับนักเรียนในระหว่างทำกิจกรรม

1.5 ครูควรใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีวิธีแก้ไขปัญหาหรือสามารถตอบได้อย่างหลากหลาย ไม่ยากและไม่ง่ายเกินไป

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์ร่วมกับรูปแบบการสอนผสมผสาน(Blended Learning) เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เน้นการสืบค้นข้อมูล อภิปราย แสดงความคิดเห็น และนำเสนอประกอบกับรูปแบบการสอนผสมผสาน (Blended Learning) เป็นจัดการเรียนการสอนทั้งแบบในชั้นเรียนปกติ ผสมผสานกับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมมากยิ่งขึ้น



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กรมวิชาการ. (2546). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กฤตยาณี พ่วงเสื่อ. (2562). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่5. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. Retrieved from <http://www.pwj.ac.th/main/flash-pdf/matat-2560.pdf>
- ชนิสรา เรืองนุ่น (2556). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยบูรณาการ กลยุทธ์พุทธิปัญญาและอภิปัญญาที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณิชพร เจริญวานิชกุล. (2560). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นแบบและกลวิธีตามแนวคิดของเมย์เนสและจูเลียน-ซูลต์ซที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทพี จรัสจรุงเกียรติ และพนมพร นิรัญทวิ. (2537) "การโต้ว่าที." ใน *การใช้ภาษาไทย 2*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ธชนี ไสยรส. (2562). *การอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น: การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 20

- ธีรพล พากเพียรกิจ. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดและการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพเรศวร์ ธรรมศรีณกุล (2553). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยประยุกต์รูปแบบ 4 ขั้นตอนของสเตอร์นเบิร์กเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- นฤพันธุ์ เฟ่งพิศ. (2561). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสำรวจเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับคำถามปลายเปิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2538). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์. (2545). ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วนิดา ผาระนัด และประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2561). การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล: ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 37(2), 174-181.
- ศักดา บุญโต. (2544). เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: 3-คิ้ว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/0Bza8voFmdFsrRGL>

YbmdPa0pkXzg/view

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*.

Retrieved from [https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zScU](https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zScUJOOV9ldUNfTlk/view)

JOOV9ldUNfTlk/view

สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2547). *ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (กับการสอน)*. วารสาร

คณิตศาสตร์ (ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา), 14-25.

สมเดช บุญประจักษ์. (2544). *แนวคิดในการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์*. วารสารคณิตศาสตร์,

44, 33-38.

สมเดช บุญประจักษ์. (2550). *การแก้ปัญหา (Problem Solving)*. วารสารคณิตศาสตร์, 5, 71-79.

สายพิน ล้ำเลิศ. (2558). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการ RMT*

ร่วมกับ แนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการ

แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญา

มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพทางวิชาการ.

อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*.

กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย.

Besnard, P. and Hunter, A. (2008). *Elements of Argument*. England: Massachusetts

Institute of Technology.

Bushman, B.J. (1995) Moderating role of trait aggressiveness in the effects of violent

media on aggression. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69,

950-960.

Charles, R., Lester, F., and P. (1997). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*.

Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.

Contreras, J. (2005) . *Posing and Solving Problem: The Essence and Legacy of*

Mathematics. Teaching Children Mathematics (October 2005): Wm. C.Brown

Company Publisher.

Driver, R., Newton, P. and Osborne, J. (2000). *Establishing the norms of scientific*

argumentation in classrooms. Science Education, 84(3), 287–312.

doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:33.0.CO;2-A

Guilford, J. P. (1971). *The analysis of intelligence* (Vol. 1971). New York: McGraw-Hill.

Knudsen, J., Stevens, H., Lara-Meloy, T., Kim, H. J., and Shechtman, N. (2018).

Mathematical argumentation in middle school: The what, why, and how.

Thousand Oaks, CA: Corwin.

Kirkpatrick, J. (2016). *The effects of argumentation on student motivation*

in mathematics. University of Northern Iowa.

Kennedy, L., and Tipps, s. (1994). *Guiding children's learning of mathematics*.

Belmont, Ca:Wadsworth Pub. Co.

Kuhn, D. (1991). *The Skills of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

Krulik, S., and Reys, R. E. (1980). *Problem Solving in School Mathematics: National*

Council of Teachers of Mathematics 1980 Year Book. Reston, Virginia:

National Council of Teachers of Mathematics.

Means, M. and Voss, J. (1996). *Who reasons well? Two studies of informed*

reasoning among children of different grade, ability, and knowledge

levels. Cognition and Instruction, 14(2), 139–178. doi:10.1207/s1532690xc1

402_1.

National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation*

standards for school mathematics: National Council of Teachers of

Mathematics.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000b). *Principles and Standards for*

School Mathematics (Vol. 1): National Council of Teachers of

Mathematics.

Polya, G. (1980). *On Solving Mathematics: 1980 Year book*. Virginia: National Council

of Teachers of Mathematics.

- Reys, R. E., and Lindquist, M. M., and Lambodin, D. V., Smith, N.L., and Suydam, M. N. (2004). *Helping Children Learn Mathematics*. Seventh Edition. New York: Wiley and Sons, Inc.
- Rowan, T., and Morrow. (1993). *Implementing K-8 Curriculum and Evaluation Standards from the Arithmetic Teacher*. MA: Ally and Bacon.
- Ruben, B. D. and Stewart, L. P. (1998). *Communication and Human Behavior*. 4th ed. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Sampson, V., and Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93(3), 448–484. *Science Education*, 93(3), 448–484.
- Schiffrin, D. (1985). *The Organization of Diversity in Talk*. In *Handbook of Discourse Analysis*, (V.3. pp. 35-46). London: Academic Press.
- Van Eemeren, F.H., Grootendorst, R., Jackson, S. and Jacobs, S. (1997). *Argumentation*. In *Discourse as Structure and Process*. London: Sage.
- Wells, J. (2014). *Developing argumentation in mathematics: The role of evidence and context*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Queensland.



ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการค้นคว้าอิสระ เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม

อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษาศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อารังโสติสกุล

อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

นางสาวสนอง สอนทุ่ง

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนบ้านขุนनावัง

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ
การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมาย
ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
ตาราง 30 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ
การโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมาย
ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

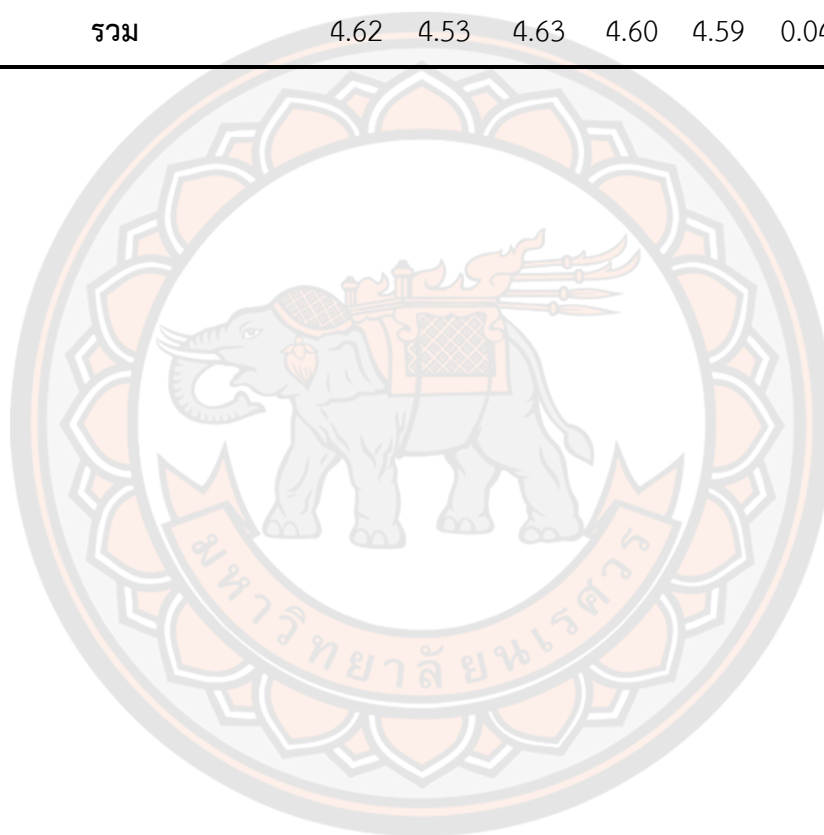
รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ				ผลการประเมิน		
	ผู้เชี่ยวชาญ				\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	แผน ที่1	แผน ที่2	แผน ที่3	แผน ที่4			
สาระสำคัญ							
1. สอดคล้องกับเรื่องที่สอน	5	5	5	5	5	0.0	มากที่สุด
2. เขียนสาระสำคัญในลักษณะ ของความคิดรวบยอดหรือแก่น ของความรู้ที่สำคัญ	5	5	5	5	5	0.0	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้							
1. สอดคล้องกับตัวชี้วัดของกลุ่ม สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	0.0	มากที่สุด
2. ชัดเจน นำไปสู่การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ได้	5	5	5	5	5	0.0	มากที่สุด
3. ชัดเจน นำไปสู่การวัดผลและ ประเมินผลการเรียนรู้ได้	5	5	5	5	5	0.0	มากที่สุด
สาระการเรียนรู้							
1. สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5	4.67	5	5	4.92	0.17	มากที่สุด
2. เขียนสาระการเรียนรู้ใน ลักษณะของการขยายรายละเอียด ของสาระสำคัญ	5	4.33	5	4.67	4.75	0.32	มากที่สุด
3. มีปริมาณและความลึกซึ้ง เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.33	4.33	4.67	4.33	4.42	0.17	มาก

ตาราง 31 ต่อ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ				ผลการประเมิน		
	แผน ที่1	แผน ที่2	แผน ที่3	แผน ที่4	\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	กิจกรรมการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0.00	มาก
2. เหมาะสมกับระดับชั้นของ นักเรียน	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0.00	มาก
3. มีความน่าสนใจ	4.33	4.67	4.33	4.33	4.42	0.17	มาก
4. มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ สอนจริง	4.33	4.33	4.67	4.67	4.5	0.20	มากที่สุด
5. เสริมสร้างความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.33	4.33	4.33	4.67	4.42	0.17	มาก
6. เสริมสร้างการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0.00	มาก
สื่อ							
1. สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้	4.67	4.33	4.67	4.67	4.59	0.17	มากที่สุด
2. เสริมสร้างความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.67	4.33	4.33	4.33	4.42	0.17	มาก
3. เสริมสร้างการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0.00	มาก
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้							
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4.67	4.33	4.67	4.33	4.5	0.20	มากที่สุด
2. วิธีการและเครื่องมือวัดผล เหมาะสมกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0.00	มาก

ตาราง 31 ต่อ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ				ผลการประเมิน		
	แผน ที่1	แผน ที่2	แผน ที่3	แผน ที่4	\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	3. เกณฑ์การประเมินผลการ เรียนรู้มีความชัดเจน	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0.00
รวม	4.62	4.53	4.63	4.60	4.59	0.04	มากที่สุด



ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร
สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค15101

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

ปฏิบัติการที่...1...

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

เวลา ...12... ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่1 ปริซึม

เวลา ...2... ชั่วโมง

คำชี้แจง

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและ
ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ฉบับนี้ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
ประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใส่เครื่องหมาย

✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นมี 5
ระดับ ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก

3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
สาระสำคัญ						
1. สอดคล้องกับเรื่องที่สอน						
2. เขียนสาระสำคัญในลักษณะของ ความคิดรวบยอดหรือแก่นของความรู้ที่ สำคัญ						
จุดประสงค์การเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับตัวชี้วัดของกลุ่มสาระ การเรียนรู้						
2. ชัดเจน นำไปสู่การจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ได้						
3. ชัดเจน นำไปสู่การวัดผลและ ประเมินผลการเรียนรู้ได้						
สาระการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับสาระสำคัญ						
2. เขียนสาระการเรียนรู้ในลักษณะของ การขยายรายละเอียดของสาระสำคัญ						
3. มีปริมาณและความลึกซึ้งเหมาะสม กับระดับชั้นของนักเรียน						
กิจกรรมการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2. เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน						
3. มีความน่าสนใจ						
4. มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้สอน จริง						
5. เสริมสร้างความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์						
6. เสริมสร้างการสื่อสาร สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
สื่อ						
1. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้						
5. เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์						
6. เสริมสร้างการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์						
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2. วิธีการและเครื่องมือวัดผลเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
3. เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้มีความชัดเจน						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ค ประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ตาราง 31 แสดงผลประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			
1	+1	+1	+1	3	+1	เหมาะสม
2	+1	+1	+1	3	+1	เหมาะสม
3	+1	+1	+1	3	+1	เหมาะสม

ค่า IOC ≥ 0.6 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบวัดสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนมีความตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ตัวอย่างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมาย
ทางคณิตศาสตร์

ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง โปรดพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมาย

ทางคณิตศาสตร์ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์พิจารณาต่อไปนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามข่มั่นสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมาย
ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามข่มั่นสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมาย
ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามข่มั่นไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมาย
ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการหาแนว
ทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ซึ่งคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยประเมินจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตร
และความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

โดยมีองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1. ความสามารถด้านการเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถของนักเรียนในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่จำเป็นต้องการทราบและข้อมูลสำคัญที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 2. ความสามารถด้านการเลือกวิธีการแก้ปัญหา เป็นความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคัดเลือกและเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อสร้างตัวแทนแนวคิดของปัญหาหรือความรู้ที่เข้าใจปัญหาและกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาคำขึ้นตอนในการแก้ปัญหา
 3. ความสามารถด้านการดำเนินการแก้ปัญหา เป็นความสามารถของนักเรียนในการดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้และคำนวณตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์จนนำไปสู่คำตอบของปัญหา
 4. ความสามารถด้านการสรุปคำตอบ เป็นความสามารถของนักเรียนในการสรุปและตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบจากความสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้ในสถานการณ์ปัญหา
- 2. ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการพูดหรือการเขียนเพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ รูปภาพ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและชัดเจน โดยประเมินจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและมุมของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยมีองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ดังนี้
1. ความสามารถด้านการใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการเขียนหรือพูดอธิบายแสดงข้อมูลสำคัญได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
 2. ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้รูปภาพ แบบจำลอง สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบการอธิบายเหตุผล หรือแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้
 3. ความสามารถด้านการนำเสนอ เป็นความสามารถของนักเรียนในการนำเสนอแนวคิด โดยการพูดหรือเขียนได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และมีลำดับขั้นตอน

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้
ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีการหาค่าตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาณของทรงสี่เหลี่ยม มุมฉากและความจุของ ภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุม

ฉาก

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้

ข้อ 1. บอเล็ยงปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ลึก 150 เซนติเมตร และมีฐานยาวด้านละ

20 เซนติเมตร ต้องการเติมน้ำให้ระดับน้ำ ต่ำ กว่าขอบบ่อ 30 เซนติเมตร

จะต้องเติมน้ำ ลงในบ่อกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร



ข้อคำถาม	องค์ประกอบรายด้าน ของความสามารถใน การแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	ความคิดเห็น	ข้อเสนอ	องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์	ความคิดเห็น	ข้อเสนอ
1.จากสถานการณ์ ข้างต้นนักเรียนทราบ ข้อมูลได้บ้างเพื่อช่วยใน การแก้ปัญหา	ความสามารถด้านการ เข้าใจปัญหา	+1 0 -1	แนะนำ	ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์	+1 0 -1	แนะนำ
	ความสามารถด้านการ ใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์					

ข้อคำถาม	องค์ประกอบรายด้าน ของความสามารถใน	ความคิดเห็น	ข้อเสนอ	องค์ประกอบรายด้านของ	ความคิดเห็น	ข้อเสนอ
	ของความสามารถใน			ความสามารถในการสื่อสาร		
	การแก้ปัญหาทาง	+1 0 -1		สื่อความหมายทาง	+1 0 -1	
	คณิตศาสตร์			คณิตศาสตร์		
2. นักเรียนมีแนวคิด	ความสามารถด้านการ			ความสามารถด้านการแสดง		
วิธีการ และขั้นตอนในการ	เลือกยุทธวิธีการ			แนวคิดทางคณิตศาสตร์		
แก้ปัญหาอย่างไร	แก้ปัญหา					
3. นักเรียนแสดง	ความสามารถด้านการ			ความสามารถด้านการนำเสนอ		
วิธีการแก้ปัญหาอย่าง	ดำเนินการแก้ปัญหา					
ละเอียด						
4. ให้นักเรียน	ความสามารถด้านการ					
ตรวจสอบความ	สรุปคำตอบ					
สมเหตุสมผลของคำตอบที่						
ได้						

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาค่าตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยม มุมฉากและความจุของ ภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้

ข้อ 2. ตู้ปลาของมินตรามีด้านยาว 60 เซนติเมตร กว้าง 30 เซนติเมตร และสูง 30 เซนติเมตร ในครึ่งแรกมินตราเติมน้ำ 12 ลิตร ใส่ในตู้ปลา ถ้ามินตราต้องเติมน้ำเพิ่มอีกให้เต็มพอดี มินตราต้องเติมน้ำเพิ่มอีกเท่าใด

ข้อคำถาม	องค์ประกอบรายด้านของ ของความสามารถใน การแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	ข้อเสนอ +1 0 -1 และ	องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์	ข้อเสนอ +1 0 -1 และ
1. จากสถานการณ์ ข้างต้นนักเรียนทราบ ข้อมูลได้บ้างเพื่อช่วยใน การแก้ปัญหา	ความสามารถด้านการ เข้าใจปัญหา		ความสามารถด้านการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์	

ข้อคำถาม	องค์ประกอบรายด้าน ของความสามารถใน การแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	ความคิดเห็น	ข้อเสนอ แนะ	องค์ประกอบรายด้านของ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์	ความคิดเห็น	ข้อเสนอ แนะ
		+1 0 -1			+1 0 -1	
2. นักเรียนมีแนวคิด วิธีการ และขั้นตอนในการ แก้ปัญหาอย่างไร	ความสามารถด้านการ เลือกยุทธวิธีการ แก้ปัญหา			ความสามารถด้านการแสดง แนวคิดทางคณิตศาสตร์		
3. นักเรียนแสดง วิธีการแก้ปัญหาอย่าง ละเอียด	ความสามารถด้านการ ดำเนินการแก้ปัญหา			ความสามารถด้านการ นำเสนอ		
4. ให้นักเรียน ตรวจสอบความ สมเหตุสมผลของคำตอบที่ ได้	ความสามารถด้านการ สรุปคำตอบ					

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีการค่าตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยม มุมฉากและความจุของ ภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้

ข้อ 3. ผู้สมารถต้องการล้อมรั้วบ้านโดยใช้เส้นลวดหนามและเส้นปูนในการล้อม ผู้สมารถจึงซื้อแบบเสาคอนกรีตสำเร็จรูปมาเพื่อไว้ เป็นแบบหล่อปูน สำหรับทำเสาของรั้ว ซึ่งแบบเสาคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น มีความกว้างด้านละ 15 เซนติเมตรทั้งสี่ด้าน และมีความสูง 2 เมตร ถ้าผู้สมารถต้องใช้เสา จำนวน 40 ต้น ผู้สมารถต้องใช้งบประมาณค่าเมตสำหรับบริการหล่อเสาในครั้งนี

ข้อคำถาม	องค์ประกอบรายด้าน		ข้อเสนอ		ข้อเสนอ	
	องค์ประกอบรายด้านของความสามารณในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ความคิดเห็น	ความคิดเห็น	องค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการสื่อสาร	ความคิดเห็น	ข้อเสนอ
1.จาก สถานการณ์ข้างต้น นักเรียนทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา	ความสามารณด้านการเข้าใจปัญหา	+1	0	ความสามารณในการสื่อสาร	+1	0
	คณิตศาสตร์	-1	แนะ	สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์	-1	แนะ
	ความสามารณด้านการเข้าใจปัญหา			ความสามารณด้านการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์		

ข้อคำถาม	องค์ประกอบรายด้าน ของความสามารถใน	ความคิดเห็น	ข้อเสนอ	องค์ประกอบรายด้านของ	ความคิดเห็น	ข้อเสนอแนะ
	การแก้ปัญหาทาง	+1 0 -1	แนะ	สื่อความหมายทาง	+1 0 -1	
	คณิตศาสตร์			คณิตศาสตร์		
2. นักเรียนมีแนวคิด วิธีการ และขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างไร	ความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา			ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์		
3. นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร	ความสามารถด้านการดำเนินการแก้ปัญหา			ความสามารถด้านการนำเสนอ		
4. ให้นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้	ความสามารถด้านการสรุปคำตอบ					

ภาคผนวก ง ประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อ
ความหมายทางคณิตศาสตร์

ตาราง 32 แสดงผลประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อ
ความหมายทางคณิตศาสตร์

รายการ ในการสังเกต	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			
1	+1	+1	+1	3	+1	เหมาะสม
2	+1	+1	+1	3	+1	เหมาะสม
3	+1	+1	+1	3	+1	เหมาะสม

ค่า IOC ≥ 0.6 ขึ้นไป ถือว่าแบบสังเกตความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทาง
คณิตศาสตร์มีความตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทาง
คณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ได้

ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
2. ใบกิจกรรม
3. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รหัสวิชา ค 15101

วิชาคณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2564

เรื่อง ปริมาตรและความจุ

เวลา 4 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้ **ตัวชี้วัด**

ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของ ภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถเขียนหน่วยการหาปริมาตรและความจุได้
2. นักเรียนสามารถหาปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยการนับลูกบาศก์ได้
3. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้
4. นักเรียนสามารถหาความจุทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยใช้สูตรได้

ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. นักเรียนสามารถใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ สองมิติ และปริซึมทางคณิตศาสตร์ในการเขียนและพูดแสดงเหตุผลได้
2. นักเรียนสามารถใช้รูปเรขาคณิตสามมิติ และสองมิติ ประกอบการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้
3. นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิด โดยการพูดหรือเขียนได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และมีลำดับขั้นตอน
4. นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาและข้อมูลสำคัญที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาได้
5. นักเรียนสามารถใช้ความรู้เรื่องปริซึมในการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้
6. นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1. ลูกบาศก์ที่เป็นทรงตัน ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง ด้านละ 1 หน่วย มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์หน่วย
2. ลูกบาศก์ที่เป็นทรงตัน ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง ด้านละ 1 เซนติเมตร มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ลูกบาศก์ที่เป็นทรงตัน ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง ด้านละ 1 เมตร มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร
4. ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว × ความสูง
หรือ ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = พื้นที่ฐาน × ความสูง
5. การหาความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากเป็นการหาปริมาตรภายในของภาชนะนั้น

4. สารการเรียนรู้แกนกลาง

ปริมาตรและความจุทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและลูกบาศก์

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 การสร้างกรณี

- 1.1 ครูกล่าวทักทายนักเรียนและบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
- 1.2 ครูทบทวนความรู้เรื่องปริซึมและลูกบาศก์ โดยใช้คำถามกระตุ้นคิดกับนักเรียน เช่น ลักษณะสำคัญของปริซึมเป็นอย่างไร ถ้าด้านทุกด้านของปริซึมสี่เหลี่ยมมีความด้านเท่ากัน เราจะเรียกปริซึมนั้นว่าอะไร (ลูกบาศก์)
- 1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับหน่วยของปริมาตร ดังนี้
 - ลูกบาศก์ที่เป็นทรงตัน ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง ด้านละ 1 หน่วย มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์หน่วย
 - ลูกบาศก์ที่เป็นทรงตัน ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง ด้านละ 1 เซนติเมตร มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ลูกบาศก์ที่เป็นทรงตัน ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง ด้านละ 1 เมตร มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร
- 1.4 ครูแจกยางลบให้กับนักเรียนคนละ 4 ก้อน เพื่อให้นักเรียนตัดยางลบเป็นรูปทรงลูกบาศก์ให้มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 4 ลูกบาศก์
- 1.5 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 คน จำนวน 3 กลุ่ม

1.6 ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำลูกบาศก์ที่ตัดได้ นำมารวมกัน ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะมีลูกบาศก์ขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 20 ลูกบาศก์ พร้อมทั้งให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อดั้วต่อ โดยให้นักเรียนวางเรียงลูกบาศก์ที่มีอยู่ เป็นรูปทรงต่างๆ หลากหลายรูปแบบอย่างน้อย 3 แบบ พร้อมทั้งให้นักเรียนวาดภาพรูปทรงนั้นลงในใบกิจกรรม และหาปริมาตรของรูปทรงนั้นโดยการนับจำนวนของลูกบาศก์

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 1 การสร้างกรณี

1.7 ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาในหัวข้อหน่วยของปริมาตร และการหาปริมาตรโดยการนับจำนวนลูกบาศก์เพื่อเป็นการทบทวน พร้อมทั้งให้นักเรียนทำใบกิจกรรมมีเยอะเท่าไรกันนะ

1.8 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 คน จำนวน 3 กลุ่ม

1.9 ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา แจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง ให้แก่นักเรียน ดังนี้

แจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง

ในช่วงฤดูร้อน ภาคอีสานของประเทศไทยเจอมีปัญหาภัยแล้งเป็นประจำทุกปี ทำให้ประชาชน

มีน้ำไม่เพียงพอสำหรับอุปโภคและบริโภค อำเภอครบุรี เป็นหนึ่งตำบลที่ประสบภัยแล้งเช่นกัน จึงได้จัดเตรียมน้ำและถังน้ำสำหรับใส่น้ำไว้เพื่อแจกจ่ายให้กับประชาชน

อำเภอครบุรี ได้สั่งซื้อ ถังเก็บน้ำขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งถังมีขนาดความกว้าง ยาว และสูงด้านละ 1 เมตร มาจำนวนหนึ่ง โดยการจัดเรียงถังเก็บน้ำนั้น ทางเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบได้จัดเรียงซ้อนกันเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งวางเรียงซ้อนกันทั้งหมด 3 ชั้น เพื่อความเป็นระเบียบและประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ ดังภาพ

ถ้าในปีนี้อำเภอครบุรี ได้เตรียมน้ำไว้สำหรับแจกจ่ายประชาชน จำนวน 300 ลูกบาศก์เมตร จะเพียงพอต่อการบรรจุลงในถังเก็บน้ำที่มีอยู่หรือไม่

1.10 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน รวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา และเงื่อนไขในการทำกิจกรรม

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นที่ 2 การคาดเดา

2.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนเขียนแสดงการคาดเดาแนวทาง ขั้นตอนวิธีการในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวาดภาพประกอบการอธิบายลงในใบกิจกรรม

2.2 ครูให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนข้อคาดเดาของตนเอง และร่วมกันสรุปเป็นข้อคาดเดาของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล

3.1 ครูให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีที่คิด และเขียนแสดงการดำเนินการการหาคำตอบ ตามข้อคาคตาของกลุ่มอย่างละเอียดเป็นขั้นตอนพร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาของกลุ่มตน

3.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจและศึกษางานของเพื่อนกลุ่มอื่นเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง พร้อมทั้งให้นักเรียนผลัดเปลี่ยนกันวิจารณ์ผลงานของเพื่อน โดยสามารถวิจารณ์ของเพื่อนกลุ่มอื่นๆได้และกลุ่มที่โดนวิจารณ์หรือตรวจสอบ สามารถใช้เหตุผลเพื่อนำใจเพื่อนกลุ่มอื่นให้คล้อยตามด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 การสรุป

4.1 ครูและนักเรียนทุกคนร่วมกันสรุปและตัดสินใจว่ากลุ่มใดถูกต้อง จากการที่ได้ให้เหตุผลตรวจสอบและโต้แย้งที่ผ่านมา

4.2 ครูสะท้อนผลการคาคตา การนำเสนอแนวคิด การดำเนินการแก้ปัญหา และสรุปผลจากที่โต้แย้งของแต่ละกลุ่มว่ามีข้อผิดพลาดตรงไหน และให้ข้อเสนอแนะในแต่ละกลุ่มปรับปรุงแก้ไข

ชั่วโมงที่ 4

ขั้นที่ 4 การสรุป

4.3 ครูทบทวนวิธีการหาปริมาตร จากกิจกรรมแจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง พร้อมทั้งร่วมอภิปรายกับนักเรียนในประเด็น วิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่เป็นจริงและใช้ได้ทุกกรณี (ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง x ความยาว x ความสูง หรือ ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = พื้นที่ฐาน x ความสูง)

4.4 ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมกินจุเท่าไรกันนะ

4.5 ครูอภิปรายสรุปการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ ดังนี้

ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง x ความยาว x ความสูง หรือ
 ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = พื้นที่ฐาน x ความสูง อธิบายเสริมเพิ่มเติมเกี่ยวกับการหาความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากดังนี้ การหาความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากเป็นการหาปริมาตรภายในของภาชนะนั้น

6. สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมต่อตัวต่อ
2. ใบกิจกรรมมีเยอะเท่าไรกันนะ
3. ใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง
4. ใบกิจกรรมกินจุเท่าไรกันนะ

7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ผ่าน
ด้านความรู้			
1. นักเรียนสามารถเขียนหน่วยการหาปริมาตรและความจุได้	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมต่อตัวต่อ	ผลการตรวจ ความถูกต้อง ร้อยละ 60 ขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถหาปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยการนับลูกบาศก์ได้	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมมีเยอะเท่าไร กันนะ	ผลการตรวจ ความถูกต้อง ร้อยละ 60 ขึ้นไป
3. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำ ยามภัยแล้ง	ผลการตรวจ ความถูกต้อง ร้อยละ 60 ขึ้นไป
4. นักเรียนสามารถหาความจุทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยใช้สูตรได้	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมกินจุเท่าไร กันนะ	ผลการตรวจ ความถูกต้อง ร้อยละ 60 ขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์			
1. นักเรียนสามารถใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการเขียนและพูดแสดงเหตุผลได้	- ตรวจใบกิจกรรม - สังเกตพฤติกรรม	- ใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำ ยามภัยแล้ง - แบบสังเกต ความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์	ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถใช้รูปภาพ ประกอบการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้	- ตรวจใบกิจกรรม - สังเกตพฤติกรรม	- ใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำ ยามภัยแล้ง - แบบสังเกต ความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์	ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ผ่าน
3. นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิด โดยการพูดหรือเขียนได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และมีลำดับขั้นตอน	- ตรวจใบกิจกรรม - สังเกตพฤติกรรม	- ใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำ ยามภัยแล้ง - แบบสังเกต ความสามารถการสื่อสาร การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์	ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ขึ้นไป
4. นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาและข้อมูลสำคัญที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาได้	ตรวจใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำ ยามภัยแล้ง	ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ขึ้นไป
5. นักเรียนสามารถใช้ความรู้เรื่องปริซึมในการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้	ตรวจใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำ ยามภัยแล้ง	ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ขึ้นไป
6. นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ได้	ตรวจใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรมแจกจ่ายน้ำ ยามภัยแล้ง	ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์			
1. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม ความมุ่งมั่นในการทำงาน	ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ขึ้นไป

แบบสังเกตพฤติกรรมความมุ่งมั่นในการทำงาน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

คำชี้แจง

ให้ครูสังเกตพฤติกรรมนักเรียนเกี่ยวกับความมุ่งมั่นในการทำงาน โดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่กำหนด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องคะแนน แล้วสรุปผล

ที่	ชื่อ - นามสกุล	ผลการประเมินความมุ่งมั่นในการทำงาน			สรุปผล (ระดับคุณภาพ)	หมายเหตุ
		1	2	3		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ “มุ่งมั่นในการทำงาน”

คะแนน	ระดับคุณภาพ	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3	ดีมาก	- ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลานัดหมาย - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติตนเองจนเป็นนิสัย เป็นตัวอย่างแก่ผู้อื่น และแนะนำชักชวนให้ผู้อื่นปฏิบัติตามได้
2	ดี	- ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงผู้สอน - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติตนเองจนเป็นนิสัย
1	พอใช้	- ส่งงานช้ากว่ากำหนด - ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำตักเตือนหรือให้กำลังใจ

บันทึกผลหลังการสอน

1. สรุปผลการเรียนการสอน

1. นักเรียนจำนวน.....คน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ไม่ผ่านจุดประสงค์.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

2. ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

... 4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

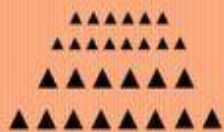
.....

.....

ลงชื่อ

.....ผู้สอน

(นางสาววิรมน ศรคม)



ใบกิจกรรมต่อตัวต่อ

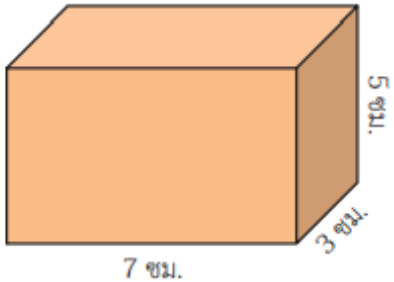
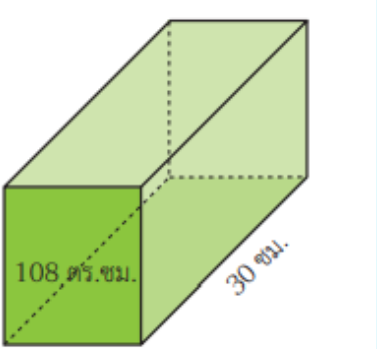
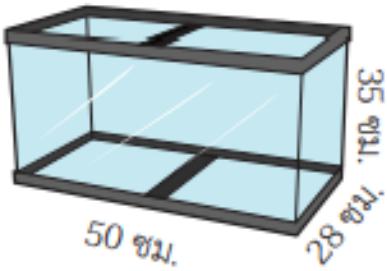
คำชี้แจง ให้นักเรียนวางเรียงลูกบาศก์ที่มีอยู่ เป็นรูปทรงต่างๆ หลากหลายรูปแบบอย่างน้อย 3 แบบ พร้อมทั้งให้นักเรียนวาดภาพรูปทรงนั้นลงในใบกิจกรรม และหาปริมาตรของรูปทรงนั้น โดยการนับจำนวนของลูกบาศก์

แบบรูป	ปริมาตร

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบกิจกรรมกินจุเท่าไรกันนะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้

ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ปริมาตร
1. 	
2. 	
3. 	

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

สถานการณ์ปัญหา แจกจ่ายน้ำยามภัยแล้ง

ในช่วงฤดูร้อน ภาคอีสานของประเทศไทยเจอมีปัญหาภัยแล้งเป็นประจำทุกปี ทำให้ประชาชนมีน้ำไม่เพียงพอสำหรับอุปโภคและบริโภค อำเภอบรบือ เป็นหนึ่งตำบลที่ประสบภัยแล้งเช่นกัน จึงได้จัดเตรียมน้ำและถังน้ำสำหรับใส่น้ำไว้เพื่อแจกจ่ายให้กับประชาชน อำเภอบรบือ ได้สั่งซื้อ ถังเก็บน้ำขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งถังมีขนาดความกว้าง ยาว และสูงด้านละ 1 เมตร มาจำนวนหนึ่ง โดยการจัดเรียงถังเก็บน้ำนั้น ทางเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบ ได้จัดเรียงซ้อนกันเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งวางเรียงซ้อนกันทั้งหมด 3 ชั้น เพื่อความเป็นระเบียบและประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ ดังภาพ

ถ้าในปีนี้อำเภอบรบือ ได้เตรียมน้ำไว้สำหรับแจกจ่ายประชาชน จำนวน 300 ลูกบาศก์เมตร จะเพียงพอต่อการบรรจุลงในถังเก็บน้ำที่มีอยู่หรือไม่



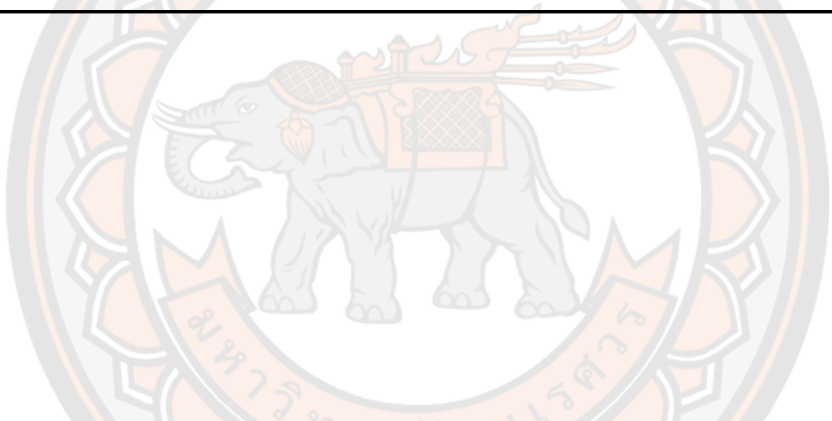
จากสถานการณ์ปัญหาแจกจ่ายน้ำยามภัยแล้งให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสถานการณ์ข้างต้นนักเรียนทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา

<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--

2. นักเรียนมีแนวคิด วิธีการ และขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างไร

3. ให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด



4. นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้

--

ชื่อ.....เลขที่.....

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

สะท้อนครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

ครูผู้สอน นางสาววิรมน ศรคม สอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ชื่อผู้สังเกต.....

ตำแหน่ง ผู้วิจัย

ครูผู้มีประสบการณ์สอน

ช่วงเวลาสังเกตตั้งแต่เวลา.....น. ถึงเวลา.....น.

คำชี้แจง

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ใช้สำหรับการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases) ครูกระตุ้นความสนใจ และ ทบทวนความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากการอธิบายเนื้อหา เล่นเกม หรือตอบคำถามเพื่อเป็น พื้นฐานในการช่วยให้นักเรียนสร้างกรณีหรือข้อโต้แย้ง โดยครูเป็นผู้กำหนดเนื้อหา กำหนดงาน และ สถานการณ์ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เก็บรวบรวมข้อมูล หารูปแบบความสัมพันธ์ เพื่อ สร้างกรณีที่อาจเป็นไปได้อย่างหลากหลายโดยลองใช้ตัวเลข สัญลักษณ์ หรือรูปร่าง แล้วคัดเลือกกรณี

ขั้นที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing) ครูแสดงกรณีทั้งหมดที่ครูและนักเรียน สร้างขึ้น แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคาดเดา และแสดงการคาดเดาทั้งหมดของนักเรียน ไว้บนกระดานดำ เพื่อให้นักเรียนได้สังเกตและสร้างสมมุติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นจริงเสมอ ครูย้าให้ นักเรียนหลีกเลี่ยงการตัดสินการคาดเดาของคนอื่น และให้นักเรียนเขียนรายงานแสดงการคาดเดา ของตนเอง

ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying) ครูจัดแสดงลำดับการคาดเดาของ นักเรียนทั้งชั้น แล้วเลือกทีละประเด็นให้นักเรียนพิสูจน์ ให้เหตุผล โดยใช้คำถามผลักดันให้เห็นถึง ขั้นตอนและวิธีการหาคำตอบ เมื่อนักเรียนแสดงถึงการคาดเดาแล้วต้องมองหาสาเหตุ และเหตุผลที่ทำให้

ให้การคาดเดานั้นเป็นจริง พร้อมอภิปรายแสดงวิธีที่แตกต่าง เช่นวาดรูป สร้างตาราง หรือกราฟ ชั้นนี้ นักเรียนสามารถพิสูจน์ วิเคราะห์เหตุผลของเพื่อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเหตุผลโดยการโต้แย้ง

ขั้นที่ 4 การสรุป (Concluding) ครูอภิปรายผลการโต้แย้ง สะท้อนผลการปรับปรุงการเขียนของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินสิ่งที่เรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขรายงาน ชั้นนี้ นักเรียนร่วมกันตัดสินใจว่าการคาดเดาเป็นจริงหรือเท็จ บนพื้นฐานของการให้เหตุผลจากการโต้แย้ง และเขียนรายงานสรุปการโต้แย้ง การคาดเดา และการแสดงเหตุผลของตนเองจากกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนได้รู้ว่าตนเองได้เรียนรู้อะไร และปรับปรุงแก้ไขรายงานจากการอภิปรายผลตามคำแนะนำ

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการหาแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ซึ่งคำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยประเมินจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยมีองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1. **ความสามารถด้านการเข้าใจปัญหา** เป็นความสามารถของนักเรียนในการทำ ความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและข้อมูลสำคัญที่ได้จาก สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. **ความสามารถด้านการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา** เป็นความสามารถของ นักเรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคัดเลือกและเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อสร้างตัวแทน แนวคิดของปัญหาระบุความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาและกำหนดแนวทางหรือลำดับขั้นตอนในการ แก้ปัญหา

3. **ความสามารถด้านการดำเนินการแก้ปัญหา** เป็นความสามารถของนักเรียน ในการดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้และคำนวณตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์จนนำไปสู่ คำตอบของปัญหา

4. **ความสามารถด้านการสรุปคำตอบ** เป็นความสามารถของนักเรียนในการ สรุปและตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบตลอดจนความสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้ ในสถานการณ์ปัญหา

ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

หมายถึง ความสามารถของนักเรียนการใช้การพูดหรือการเขียนเพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ รูปภาพ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและชัดเจน โดยประเมินจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยมีองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ดังนี้

1. ความสามารถด้านการใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

เป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้การใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการเขียนหรือพูดอธิบายแสดงข้อมูลสำคัญได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

2. ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถ

ของนักเรียนในการใช้รูปภาพ แบบจำลอง สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบการอธิบายเหตุผลหรือแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

3. ความสามารถด้านการนำเสนอ เป็นความสามารถของนักเรียนในการ

นำเสนอแนวคิด โดยการพูดหรือเขียนได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และมีลำดับขั้นตอน

2. ขอให้ผู้สะท้อนโปรดสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนภายในชั้นเรียน และบันทึกรายละเอียด ข้อดี ข้อที่ควรปรับปรุง สภาพปัญหา ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

.....

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชั้นสอดคล้องกับนิยามของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา
และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หรือไม่

ขั้นที่ 1 การสร้างกรณี (Generating Cases)

1.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียน สังเกต รวบรวมหารูปแบบความสัมพันธ์ เพื่อสร้าง
กรณีที่น่าจะเป็นไปได้อย่างหลากหลายโดยลองใช้ตัวเลข สัญลักษณ์ หรือรูปร่าง แล้วคัดเลือกกรณีได้
หรือไม่ อย่างไร

ส่งเสริม

ไม่ส่งเสริม

ไม่แน่ใจ

.....

.....

.....

1.2 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์
ปัญหา และ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- ความสามารถด้านการใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
- ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์
- ความสามารถในการนำเสนอ

หรือไม่ อย่างไร

ส่งเสริม

ไม่ส่งเสริม

ไม่แน่ใจ

.....

.....

.....

1.3 จุดเด่น

.....

.....

1.4 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

1.5 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 2 การคาดเดา (Conjecturing)

2.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมการคาดเดาคำตอบ และแนวคิดวิธีการในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้หรือไม่ อย่างไร

ส่งเสริม

ไม่ส่งเสริม

ไม่แน่ใจ

.....

.....

2.2 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- ความสามารถด้านการใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
- ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์
- ความสามารถในการนำเสนอ

หรือไม่ อย่างไร

ส่งเสริม

ไม่ส่งเสริม

ไม่แน่ใจ

.....

.....

2.3 จุดเด่น

.....

.....

2.4 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

2.5 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 การแสดงเหตุผล (Justifying)

3.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมการให้เหตุผล หรือการแสดงวิธีการหาคำตอบที่ทำให้การคาดเดาเป็นจริงได้หรือไม่ อย่างไร

ส่งเสริม

ไม่ส่งเสริม

ไม่แน่ใจ

.....

.....

3.2 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถด้านการดำเนินการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- ความสามารถด้านการใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
- ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์
- ความสามารถในการนำเสนอ

หรือไม่ อย่างไร

ส่งเสริม

ไม่ส่งเสริม

ไม่แน่ใจ

.....

.....

3.3 จุดเด่น

.....

.....

3.4 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

3.5 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 4 การสรุป (Concluding)

4.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมการตัดสินใจว่าการคาดเดาเป็นจริงหรือเท็จ บนพื้นฐานของการให้เหตุผลจากการโต้แย้งได้หรือไม่ อย่างไร

ส่งเสริม

ไม่ส่งเสริม

ไม่แน่ใจ

.....

.....

4.2 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถของนักเรียนในการสรุปและตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ และ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- ความสามารถด้านการใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
- ความสามารถด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์
- ความสามารถในการนำเสนอ

หรือไม่ อย่างไร

ส่งเสริม

ไม่ส่งเสริม

ไม่แน่ใจ

.....

.....

4.3 จุดเด่น

.....

.....

4.4 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

4.5 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

2. สรุปภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 จุดเด่นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

2.2 จุดที่ควรปรับปรุง (พร้อมทั้งแนวทางการปรับปรุงแก้ไข)

.....

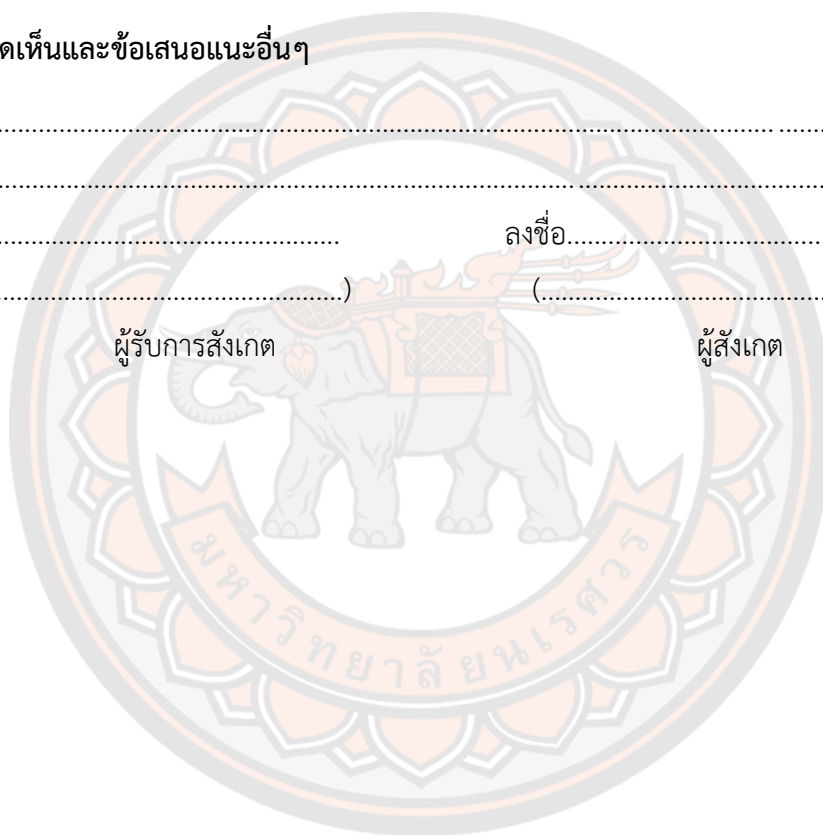
.....

3. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

ลงชื่อ..... ลงชื่อ.....
 (.....) (.....)
 ผู้รับการสังเกต ผู้สังเกต



แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนอธิบายแสดงแนวคิดให้ครบถ้วน

1. บ่อเลี้ยงปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ลึก 150 เซนติเมตร และมีฐานยาวด้านละ 20 เซนติเมตร ต้องการเติมน้ำให้ระดับน้ำ ต่ำ กว่าขอบบ่อ 30 เซนติเมตร จะต้องเติมน้ำ ลงในบ่อกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร



- 1.1 จากสถานการณ์ข้างต้นนักเรียนทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

- 1.2 นักเรียนมีแนวคิด วิธีการ และขั้นตอนในการแก้ปัญหายังไร

.....

.....

.....

.....

- 1.3 นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหายังไร

.....

.....

.....

.....

- 1.4 ให้นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

.....

.....

.....

.....

2. ตู้ปลาของมินตรามีด้านยาว 60 เซนติเมตร กว้าง 30 เซนติเมตร และสูง 30 เซนติเมตร ในครั้งแรกมินตราเติมน้ำ 12 ลิตร ใสในตู้ปลา ถ้ามินตราต้องเติมน้ำเพิ่มอีกให้เต็มพอดี มินตราต้องเติมน้ำเพิ่มอีกเท่าใด

2.1 จากสถานการณ์ข้างต้นนักเรียนทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 นักเรียนมีแนวคิด วิธีการ และขั้นตอนในการแก้ปัญหอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2.3 ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 ให้นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

.....

.....

.....

.....

3. สุ่มต้องการล้อมรั้วบ้านโดยใช้เส้นลวดหนามและเส้นปูนในการล้อม สุ่มจึงซื้อแบบเสา
คอนกรีตสำเร็จรูปมาเพื่อไว้ เป็นแบบหล่อปูนสำหรับทำเสาของรั้ว ซึ่งแบบเสาคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น
มีความกว้างด้านละ 15 เซนติเมตรทั้งสี่ด้าน และมีความสูง 2 เมตร ถ้าสุ่มต้องใช้เสาจำนวน 40
ต้น สุ่มต้องใช้ปูนกี่ลูกบาศก์เมตรสำหรับการหล่อเสาในครั้งนี้



3.1 จากสถานการณ์ข้างต้นนักเรียนทราบข้อมูลใดบ้างเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3.2 นักเรียนมีแนวคิด วิธีการ และขั้นตอนในการแก้ปัญหายังไร

.....

.....

.....

.....

3.3 ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหายังไร

.....

.....

.....

.....

3.4 ให้นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาววิรมน ศรคม
วัน เดือน ปี เกิด	6 กรกฎาคม พ.ศ.2537
ที่อยู่ปัจจุบัน	23 ม.2 ต.เกาะตาเลีย อ. ศรีสำโรง จ.สุโขทัย
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านขุนนางวัง ม.4 ต.นาเชิงคีรี อ.ศรีมาศ จ.สุโขทัย
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2560 กศ.บ (คณิตศาสตร์ศึกษา), มหาวิทยาลัยนเรศวร

