



ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



จूरรัตน์ อางหาญ

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้าน

คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6"

ของ จุรีรัตน์ อัจหาญ

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

(ดร.อาทร นกแก้ว)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ผู้วิจัย	จุรีรัตน์ อัจหาญ
ประธานที่ปรึกษา	ดร.อาทร นกแก้ว
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด, ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามกรอบการประเมิน PISA 2022 และ 2) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 24 คน จากโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ใบกิจกรรมและแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและวิเคราะห์แบบแยกประเด็น ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามกรอบการประเมิน PISA 2022 มี 4 แนวทาง ประกอบด้วย การเตรียมความพร้อมก่อนและระหว่างการจัดการเรียนรู้ การใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดและสร้างความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การสร้างและการรักษาการมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 2) นักเรียนร้อยละ 50 สามารถให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีและในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนร้อยละ 58.33 มีการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี นักเรียนร้อยละ 62.50 มีการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับพอใช้และนักเรียนร้อยละ 54.17 มีการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

Title	THE EFFECT OF USING OPEN-APPROACH METHOD ON MATHEMATICAL LITERACY OF THE STUDENTS GRAD 6
Author	JUREERAT ARTHAN
Advisor	Artorn Nokkaew, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Mathematics Education, Naresuan University, 2022
Keywords	Open approach, Mathematical Literacy

ABSTRACT

This research aimed to study 1) the appropriate learning implementation based on open approach to enhance mathematical literacy and 2) the effect of an open approach on grade 6 students' mathematical literacy. The participants were 24 students in grade 6 from a small school. The instruments used in this research include lesson plans, the learning reflection form, the mathematical reasoning observation form, worksheets and the mathematical literacy test. The data were analyzed by using content analysis and analytic scoring. The results revealed four instructional guidelines including, preparation before and during the classroom management, using questions to stimulate students' thinking and understanding of mathematical concepts during the classroom, creating and enhancing students' participation in information exchange and discussion in the classroom, and conclusion by linking mathematical concepts to the activities in the classroom. In addition, after the instruction, 50 percent of students were able to explain the reasoning for representation of a given situation at a good level. and in solving mathematical problems 58.33 percent of students had a good level of thinking about problem situations in mathematics, 62.50 percent of students able to used mathematical principles and processes in problem solving had a fair level, and found that 54.17 percent of students had a fair level of interpretation and evaluation of mathematical results.



ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร.อาทร นกแก้ว ที่ปรึกษาและคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้เสียสละเวลาเพื่อให้คำปรึกษา คำแนะนำตลอดจน ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง จนการค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในตลอดระยะเวลาที่ทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร นางสาวปรียานุช วงษ์แก้ว ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านน้ำมวบ จังหวัดน่านและนางสาวจุรีพร ชุ่มวงศ์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตกิจประชาสรรค์ รัชมิ่ง คลาภิเชก จังหวัดน่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้การค้นคว้าอิสระ จนทำให้การค้นคว้าอิสระครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านน้ำมวบ จังหวัดน่านและนางสาวกุลธิดาศรีวิชัย หัวหน้ากลุ่มงานบริหารวิชาการ โรงเรียนบ้านน้ำมวบ จังหวัดน่านและนางสาวรักชนก กันไชย ครูผู้สอนคณิตศาสตร์โรงเรียนบ้านน้ำมวบ จังหวัดน่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งในการเก็บข้อมูลตลอดจนเป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้และสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้รวมทั้งนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านน้ำมวบ จังหวัดน่าน ที่ให้ความร่วมมือในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้เป็นอย่างดี

กราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติมิตร และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญและคอย ส่งเสริมสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเสมอมา ตลอดจนขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่านและขอใจเพื่อนนิสิตปริญญาโทที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ต่อไป

จุรีรัตน์ อาจหาญ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
ประกาศคุุณูปการ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560).....	9
การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด.....	11
ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	42
ผู้เข้าร่วมวิจัย.....	42

รูปแบบการวิจัย.....	42
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	43
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	50
การเก็บและรวบรวมข้อมูล.....	51
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	60
ตอนที่ 1 ผลศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	60
ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	98
บทที่ 5 บทสรุป.....	115
สรุปผลการวิจัย.....	115
อภิปรายผลการวิจัย.....	119
ข้อเสนอแนะ.....	123
บรรณานุกรม.....	125
ภาคผนวก.....	169
ประวัติผู้วิจัย.....	196

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 สิ่งที่คาดหวังจากนักเรียนในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และในแต่ละกระบวนการแก้ปัญหา.....	20
ตาราง 2 แสดงระดับความสามารถการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน.....	30
ตาราง 3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์.....	33
ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา.....	33
ตาราง 5 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการตีความและประเมินผลลัพธ์.....	34
ตาราง 6 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่เน้นการหาคำตอบในแต่ละสถานการณ์.....	35
ตาราง 7 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์.....	36
ตาราง 8 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา.....	36
ตาราง 9 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการตีความและประเมินผลลัพธ์.....	37
ตาราง 10 แสดงจุดมุ่งหมายของงานวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	44
ตาราง 11 แสดงความสัมพันธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม.....	45
ตาราง 12 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	52
ตาราง 13 เกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	53
ตาราง 14 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์.....	55

ตาราง 15 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา.....	56
ตาราง 16 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์.....	57
ตาราง 17 แสดงรหัสการวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
ตาราง 18 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	66
ตาราง 19 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	75
ตาราง 20 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	83
ตาราง 21 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 4.....	90
ตาราง 22 สรุปผลการสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน วงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง วงจรปฏิบัติการที่ 4.....	91
ตาราง 23 แสดงความถี่ในการแสดงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งชั้นเรียน.....	99
ตาราง 24 แสดงจำนวนกลุ่มของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับในการดำเนินการตามกระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ.....	102
ตาราง 25 แสดงจำนวนกลุ่มของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับในการดำเนินการตามกระบวนการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ.....	106

ตาราง 26 แสดงจำนวนกลุ่มของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับในการดำเนินการตาม
กระบวนการ 109

ตาราง 27 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ 111

ตาราง 28 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการ
แบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 171



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 แผนภาพขั้นตอนการสอนของวิธีการแบบเปิด.....	14
ภาพ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา เนื้อหาคณิตศาสตร์ บริบทและทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามกรอบการประเมิน คณิตศาสตร์ PISA 2022.....	19
ภาพ 3 แสดงตัวอย่างข้อสอบ PISA 2022 เรื่อง การใช้สมาร์ตโฟน.....	39
ภาพ 4 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	43
ภาพ 5 แสดงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	50
ภาพ 6 แสดงการใช้อุปกรณ์ฉายภาพ (Projector) เพื่อนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน.....	62
ภาพ 7 แสดงตัวอย่างการเขียนวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนเกิดขึ้นในชั้นเรียนส่วนใหญ่.....	64
ภาพ 8 แสดงการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่นำไปสู่การอภิปราย ร่วมกันทั้งชั้นเรียน.....	65
ภาพ 9 แสดงการใช้แถบกระดาษในการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งกิจกรรมบน กระดาน.....	72
ภาพ 10 แสดงการใช้สื่อแถบกระดาษที่แสดงแทนเก้าอี้เป็นตัวช่วยในการแสดงความคิด.....	72
ภาพ 11 แสดงร่องรอยในการแสดงแนวคิดหรือวิธีการหาคำตอบของนักเรียน.....	73
ภาพ 12 แสดงนำเสนอผลการแก้ปัญหาและอภิปรายความสมเหตุสมผลของวิธีการ แก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาน้ำชั้นเรียน.....	73
ภาพ 13 แสดงการใช้กระดานเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดและข้อสรุปรวมถึงการอธิบายเพิ่มเติม เกี่ยวกับเขียนอัตราส่วน.....	75

ภาพ 14 แสดงการใช้แถบกระดาษในการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและผลของการ ติดแถบกระดาษแสดงแทนโต๊ะ เก้าอี้ และรูปคนเพื่อแสดงจำนวนนักเรียนที่นั่งในเก้าอี้แต่ ละตัวตามสถานการณ์ที่กำหนดให้บนกระดาน.....	80
ภาพ 15 แสดงการใช้สื่อแถบกระดาษที่แสดงแทนโต๊ะและเก้าอี้ตามสถานการณ์ที่ กำหนดให้เพื่อเป็นตัวช่วยในการแสดงความคิด.....	81
ภาพ 16 แสดงการเขียนแสดงแนวคิดหรือวิธีการหาคำตอบของนักเรียนลงในใบกิจกรรม	82
ภาพ 17 แสดงนำเสนอผลการแก้ปัญหาและอภิปรายความสมเหตุสมผลของวิธีการ แก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน.....	82
ภาพ 18 แสดงการใช้กระดานในการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา คำสั่งกิจกรรมและแนวคิด ของนักเรียน.....	86
ภาพ 19 แสดงการใช้กระดานเพื่อสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่ เกิดขึ้นในชั้นเรียน.....	87
ภาพ 20 แสดงการเขียนแสดงแนวคิดหรือวิธีการหาคำตอบของนักเรียนลงในใบกิจกรรม	88
ภาพ 21 แสดงนำเสนอผลการแก้ปัญหาและอภิปรายความสมเหตุสมผลของวิธีการ แก้ปัญหา.....	89
ภาพ 22 ใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่แสดงถึงการระบุประเด็นทาง คณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงและระบุตัวแปรที่สำคัญ ในระดับ 2.....	103
ภาพ 23 ใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่แสดงถึงการแปลงปัญหาให้อยู่ ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ในระดับ 2.....	104
ภาพ 24 ใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงถึงจัดรูปอย่างง่ายหรือ แยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ ในระดับ 2	104
ภาพ 25 ใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ที่แสดงถึงจัดรูปอย่างง่ายหรือแยก ย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ ในระดับ 2.....	105

ภาพ 26 ใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่แสดงถึงสามารถใช้หลักการทาง คณิตศาสตร์และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอน ในระดับ 1 107	
ภาพ 27 ใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงถึงการเลือกและใช้กลยุทธ์ ทางคณิตศาสตร์รวมถึงใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ใน ระดับ 2 108	108
ภาพ 28 ข้อคำถามส่วนที่ 2 ของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์..... 112	112
ภาพ 29 แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดง แทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในระดับดี..... 112	112
ภาพ 30 แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงเหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการ และขั้นตอนใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในระดับดี..... 113	113
ภาพ 31 แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงการให้เหตุผลเกี่ยวกับผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในระดับพอใช้ 113	113

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิด ทำให้มนุษย์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผนตลอดจนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผน แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ การที่เด็กมีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ไม่เพียงส่งผลให้เด็กประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่จะส่งผลต่อการเรียนรู้ในศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญทั้งในการเรียนรู้และมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) โดยในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ โดยการเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้นจะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษาหรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ,2560)

คณิตศาสตร์ในปัจจุบันมีความหมายและขอบเขตของเนื้อหามากกว่าเรื่องของตัวเลขและการคำนวณ โดยมุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาประกอบการคิดเพื่อแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพและสมเหตุสมผล เป็นการทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบแบบแผนและมีขั้นตอนการคิดหรือการทำงานที่เป็นไปตามหลักวิชา ความสำเร็จของการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงอยู่ที่ความสามารถในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาได้จริง (อัมพร ม้าคะนอง,2552) ดังนั้นการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันจึงต้องมองผู้เรียนในฐานะของผู้แก้ปัญหา แนวคิดของคนที่รู้คณิตศาสตร์จึงเปลี่ยนแปลงไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญตัวเลขและการทำงานทางคณิตศาสตร์ แต่ต้องสามารถใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในบริบทของชีวิตจริง ต้องสามารถนำปัญหาในบริบทไปคิดวิธีการทำให้เป็นปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถใช้ ติความ แปลความเข้าใจถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลกจริงและสามารถตัดสินใจที่เหมาะสมต่อ

สถานการณ์อย่างพลเมืองที่มีความรับผิดชอบ รวมถึงการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (กฤตณุ วิเศษ ประสิทธิ์, 2562) ซึ่งสอดคล้องกับนิยามของบุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดย PISA ซึ่งเป็นโครงการวิจัยนานาชาติ ได้อธิบายไว้ว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) เป็นความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจ โดยการประเมินความรู้และทักษะคณิตศาสตร์ของ PISA นั้นเน้นการนำคณิตศาสตร์ที่เรียนมาใช้ในการสถานการณ์ของชีวิตจริง โดยนักเรียนจะต้องขยายความรู้จากที่เรียนมาประยุกต์กับสถานการณ์จริงในบริบทต่าง ๆ ที่หลากหลาย

การศึกษาในปัจจุบัน มีการเลือกใช้เทคนิคการสอนมากมายเพื่อนำมาสร้างความรู้ที่มีประสิทธิภาพให้กับผู้เรียนรวมถึงการสอนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งครูผู้สอนได้พยายามหาเทคนิคการสอนที่หลากหลาย เข้ามาช่วยในการสร้างความรู้ ทักษะ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน แต่การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก็ยังไม่สำเร็จเท่าที่ควร ดังเห็นจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 และ ปีการศึกษา 2563 ในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งมีสาเหตุมาจากข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ O-NET มีความซับซ้อนหรือต้องทำหลายขั้นตอนกว่าจะได้คำตอบหรือต้องวัดหลายตัวชี้วัดด้วยข้อสอบเพียงข้อเดียว ซึ่งทำให้เด็กยังไม่คุ้นเคยและทำไม่ได้ ซึ่งรูปแบบของข้อสอบดังกล่าวยังไม่ค่อยมีมาใช้ในการวัดและประเมินผลในชั้นเรียนอีกทั้งการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นเนื้อหาวิชามากกว่ามาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตร (วิชญ์, 2562) ประกอบกับ ผลการประเมินด้านความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ใน PISA 2018 ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD เมื่อเปรียบเทียบกับผลการประเมิน PISA 2015 กับ PISA 2018 พบว่าผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของไทยไม่เปลี่ยนแปลง นั่นอาจแสดงถึงคุณภาพของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังไม่เกิดการพัฒนาให้ดีขึ้นซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลทำให้การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จ ดังที่ สสวท.(2562) ได้กล่าวถึงนักเรียนไทยจำนวนมากยังมีความเชื่อว่าสติปัญญาเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการเรียนรู้ต่อไปในอนาคต หากมีการส่งเสริมเรื่องการสร้างกรอบแนวคิดแบบเติบโตให้กับนักเรียนก็จะช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ของนักเรียนไทยได้มากขึ้น อีกทั้งบทบาทของครูในชั้นเรียนยังคงเป็นแบบเดิมคือ การสอนโดยการแสดงขั้นตอน ดำเนินการทีละขั้นอย่างชัดเจน ทบทวนขั้นตอนที่นักเรียนสงสัยให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติตามขั้นตอนดำเนินการและแก้ไขให้ถูกต้อง (Smith, 1996) ถึงแม้ครูส่วนใหญ่มีความพยายามจะปรับปรุงการปฏิบัติการสอนของตนเองแต่ครูเหล่านี้ขาดนวัตกรรมที่สามารถปรับปรุง

การสอนของตนเอง จึงยังคงใช้แนวทางการสอนแบบเดิมที่เน้นการสอนให้ครบเนื้อหา โดยไม่เน้นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน (Inprasitha, 2007) ดังนั้น การเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงควรเปลี่ยนจากชั้นเรียนที่เป็นของครูไปสู่ชั้นเรียนที่เป็นของนักเรียน โดยการเรียนรู้ในแต่ละสาระวิชา ควรเป็นการเรียนรู้จากการค้นคว้าด้วยตนเองของนักเรียน โดยครูเป็นเพียงผู้แนะนำและช่วยออกแบบกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้ (วิจารณ์ พานิช, 2555)

จากการปฏิบัติการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ในการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบนักเรียนมักจะเกิดปัญหาว่า สถานการณ์ปัญหาหรือโจทย์ปัญหานั้น จะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกว่านักเรียนขาดการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังพบว่านักเรียนนักเรียนขาดความมั่นใจในการทำงานและต้องการให้ครูยกตัวอย่างในการทำงานนั้น ๆ ก่อนที่จะลงมือหาคำตอบด้วยตนเองและไม่สามารถนำสูตร กฎ นิยามหรือทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์ไปใช้ในแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ ได้และเมื่อได้คำตอบหรือผลลัพธ์มาแล้วนักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่า เพราะเหตุใดถึงเลือกใช้วิธีการแบบนั้นหรือผลลัพธ์ที่ได้มีความเหมาะสมกับบริบทหรือไม่ จากปัญหาที่พบวิธีการสอนของครูเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนของครู ที่เน้นเนื้อหาตามหนังสือเรียนและสอนโดยการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ อีกทั้งสถานการณ์ปัญหาที่ครูใช้ในการสอนยังไม่สอดคล้องกับประสบการณ์และบริบทของผู้เรียนจึงทำให้นักเรียนมีโอกาสในฝึกทักษะการคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองน้อย ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน ควรเน้นให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์และสอดคล้องกับชีวิตจริง ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้การคิดเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้การให้เหตุผลร่วมกับหลักการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ผ่านสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งกระบวนการเรียนรู้เช่นนี้จะช่วยเสริมสร้างกรอบแนวคิดด้านจำนวนและตัวเลขพร้อมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านกิจกรรมและแบบฝึกที่สนับสนุนทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งจะเป็นการฝึกคิดฝึกแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจนกลายเป็นทักษะความรู้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้รวมถึงการสอนนักเรียนให้กล้าที่จะแสดงข้อคิดเห็นในการสนับสนุนหรือโต้แย้ง ด้วยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสมโดยมีพื้นฐานอยู่บนหลักการที่ถูกต้อง (โครงการ PISA ประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ,2564)

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดเป็นชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยตนเองของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถคิดได้

ด้วยตนเอง โดยอาศัยการออกแบบกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ปัญหาปลายเปิดสร้างสถานการณ์ ปัญหาที่รองรับแนวคิดของนักเรียน ดังที่ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์(2547) ได้กล่าวว่า นักเรียนแต่ละคนมีอิสระในการพัฒนาความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาตามความสามารถและความสนใจของตน ปล่อยให้ นักเรียนได้พัฒนาความฉลาดทางคณิตศาสตร์ ครูจึงต้องสร้างกิจกรรมในห้องเรียนที่ส่งเสริมวิถีคิดทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ขณะที่นักเรียนที่มีความสามารถสูงกว่าก็สามารถที่จะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย และนักเรียนที่มีความสามารถต่อยกว่าก็ยังคงสนุกสนานกับกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามความสามารถของตน การทำเช่นนี้เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเปิดโอกาสการสืบเสาะด้วยวิธีการที่ตนเองเชื่อมั่น และนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนสูงขึ้น โดยวิธีการแบบเปิด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน และ 4) การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Inprasitha, 2010) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jami(2020) พบว่า การใช้ใบงานทางคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นและเกิดความคิดที่จะพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ ซึ่งผลจากการใบงานการที่มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิดนี้สามารถสนับสนุนความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน อีกทั้งกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความท้าทายกับการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นปัญหาที่ชวนให้คิดแก้ปัญหาและสามารถพัฒนาเป็นปัญหาใหม่ได้ และการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านการให้เหตุผลโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนคิดอย่างหลากหลายเพื่อตีความและประเมินปัญหาในชีวิตจริงได้(นภาพร,2563)

จากความสำคัญและแนวคิดดังกล่าวข้างต้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด นักเรียนจะได้เรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับบริบทชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมายและเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนเมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตเนื้อหาที่สนใจเป็นเนื้อหาตามหนังสือเรียนรายวิชา คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ รวม 12 คาบ ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ดังนี้

- 1) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ จำนวน 4 คาบ
- 2) ความหมายของอัตราส่วน จำนวน 2 คาบ
- 2) อัตราส่วนที่เท่ากัน จำนวน 2 คาบ
- 3) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วน จำนวน 4 คาบ

2. ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน ประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดน่าน จำนวน 24 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

- 3.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
- 3.2 ตัวแปรตาม คือ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

4. ระยะเวลาในการทำวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด คือ การจัดการเรียนรู้ที่ครูใช้สถานการณ์ ปัญหาปลายเปิดในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนแต่ละคนเป็นผู้นำเสนอ วิธีการแก้ปัญหาของตน เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อเรียนรู้วิธีการคิดและวิธีการ ทำความเข้าใจทั้งของตนเองและของผู้อื่นร่วมกัน มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด ในขั้นนี้ครูนำนักเรียนเข้าสู่สถานการณ์ ปัญหาปลายเปิดที่สอดคล้องกับบริบทชีวิตจริง จากการพูดคุย ชักถาม ใช้สื่อ อุปกรณ์เพื่อให้นักเรียน เข้าถึงสถานการณ์ได้อย่างเต็มที่ โดยจุดเน้นของปัญหาคือการทำให้เป็นปัญหาของนักเรียนแต่ละคน ถือเป็นเตรียมความพร้อมของนักเรียนก่อนนำเข้าสู่บทเรียน

1.2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเรียนรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ผ่านการทำงานรายบุคคล คู่ หรือเป็นกลุ่มย่อย ครูเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้สังเกตและค้นหาแนวคิดของนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยไม่เข้าไปแทรกแซงแนวคิดของนักเรียน

1.3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้นำเสนอแนวคิดของตนเองหรือกลุ่มตนเองกับเพื่อนในชั้นเรียน ครูและเพื่อน ๆ จะร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดต่าง ๆ จากที่เพื่อนนำเสนอในชั้นเรียน

1.4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เป็นการร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้ระหว่างครูกับนักเรียนทั้งชั้นเรียน

2. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถ ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาของสถานการณ์ในบริบทของโลก ชีวิตจริงที่หลากหลายได้ รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อ อธิบายและคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยผู้วิจัยจะประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามกรอบการประเมินของ PISA 2022 ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ด้าน ดังนี้

2.1 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ตีความผลลัพธ์ในเชิงคณิตศาสตร์ที่อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริงเพื่อที่จะอธิบายความหมายของผลลัพธ์นั้น รวมทั้งวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างระหว่างปัญหาทางคณิตศาสตร์กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหานั้นได้ แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ ดังนี้

2.1.1 การให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้สมเหตุสมผล

2.1.2 การให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการอธิบายเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งกระบวนการรวมถึงขั้นตอนที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สมเหตุสมผล

2.1.3 การให้เหตุผลเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่คำนวณได้หรือจากการรับฟังผู้อื่น

2.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ ดังนี้

2.2.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการรู้และบอกโอกาสในการใช้คณิตศาสตร์แล้วกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ให้กับปัญหาที่พบในสถานการณ์ได้หรือการแปลงสถานการณ์ของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้

คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้พร้อมทั้งให้เหตุผลว่าการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ในบริบทโลกชีวิตจริงนั้นสมเหตุสมผล ซึ่งมีกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้

- 1) การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงและระบุตัวแปรที่สำคัญ
- 2) การจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้
- 3) การแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์

2.2.2 การใช้หลักการและกระบวนการในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ใช้แนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้

- 1) การเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2) การใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์(บทนิยาม กฎและระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน)รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหา
- 3) การบอกวิธีการแก้ปัญหา การแสดงหรือสรุปและนำเสนอผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอน

2.2.3 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริงซึ่งรวมถึงการแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับไปบริบทของปัญหาและตัดสินใจว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นเหตุเป็นผลและเข้ากันได้กับบริบทของปัญหาหรือไม่ ซึ่งมีกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้

- 1) การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง
- 2) การระบุความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้กับบริบทของปัญหา
- 3) การประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำเสนอรายละเอียดตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ระดับชั้นประถมศึกษา
 - 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 1.3 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 - 1.4 มาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
 - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
 - 2.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
 - 2.3 ปัญหาปลายเปิด
 - 2.4 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
3. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy)
 - 3.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
 - 3.2 กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ PISA 2022
 - 3.3 ระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
 - 3.4 เกณฑ์การวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
 - 3.5 ตัวอย่างข้อสอบคณิตศาสตร์ของ PISA 2022
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดออกเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น โดยมีรายละเอียดดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับ จำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่า ของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการ ของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัด และเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่าง รูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็นและนำไปใช้

2. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง
2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน
3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง
4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ
5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

3. คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง อัตราส่วน และร้อยละ มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณ ผลลัพธ์ และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
2. อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปเรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
3. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิแท่ง ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปร่างกลม ตารางสองทางและกราฟเส้น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และตัดสินใจ
4. มาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
ในการจัดการเรียนรู้ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสอดคล้องกับมาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ต่อไปนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน

การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.1 ป.6/2 เขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณ 2 ปริมาณ จากข้อความหรือสถานการณ์ โดยที่ปริมาณแต่ละปริมาณเป็นจำนวนนับ

มาตรฐาน ค 1.1 ป.6/3 หาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้

มาตรฐาน ค 1.1 ป.6/11 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วน

มาตรฐาน ค 1.1 ป.6/11 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ 2 - 3
ขั้นตอน

การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

1. ความหมายของวิธีการแบบเปิด

Nohda (1984 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547) กล่าวถึงคณิตศาสตร์ โดยทั่วไปว่า ครูได้รับการคาดหวังให้มีหน้าที่คอยช่วยเหลือให้นักเรียนเข้าใจ รวมทั้งมีหน้าที่ขยายความเพิ่มเติมรายละเอียดเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหวังให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์และรวมทั้งเรื่องอื่น ๆ ด้วย แต่ การสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าวซึ่งดำเนินไปตามแนวทางแบบเดิมของครูไม่สามารถที่จะเปิดใจของ นักเรียนได้ แม้ว่ากระบวนการและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์นั้นจะน่าสนใจสำหรับครูอย่างยิ่งในเชิง คณิตศาสตร์ แต่ในทางตรงกันข้าม การสอนที่ขึ้นชมกับแนวคิดของนักเรียนมากเกินไปก็สามารถนำไปสู่การสิ้นสุดกิจกรรมที่มีคุณภาพทางคณิตศาสตร์ต่ำและในที่สุดก็ไม่สามารถเปิดใจนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ได้

Tejima (1997 อ้างถึงใน กชพร ตุ่นสุวรรณ, 2562) วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) ซึ่งเป็นปัญหาชนิดที่มีคำตอบหรือมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย การพิจารณาคำตอบของปัญหาปลายเปิดไม่ใช่ตัดสินเฉพาะความถูกต้องของคำตอบ หรือ ตัดสินโดยคนส่วนมากกว่าถูกหรือผิด แต่จะมีการพิจารณาถึงเหตุผลว่ามีความสมเหตุสมผลมากน้อยเพียงใด การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการใช้ปัญหาปลายเปิดจึงเป็นกิจกรรมหนึ่งที่สามารถตอบสนองต่อความคิดที่หลากหลายของนักเรียนได้ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการใช้ปัญหาปลายเปิดสามารถจัดการกิจกรรมที่เป็นการบูรณาการเนื้อหาหลายๆ เรื่องเข้าไว้ในกิจกรรมเดียวกันได้ ซึ่งเป็นการจัดสรรเนื้อหาโดยการเน้นกิจกรรมให้สอดคล้องกับเวลาที่มีอยู่นอกจากนี้สื่อการสอนที่ใช้จะเป็นลักษณะของการดึงเอากระบวนการคิดของนักเรียนออกมาทำให้สามารถศึกษากระบวนการคิดของนักเรียนแต่ละคนและส่งเสริมให้มีการพัฒนาด้านการให้เหตุผลของนักเรียนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, หน้า 4) กล่าวว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้

วิธีการแบบเปิด เป็นการสอนเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของพวกเขาควบคู่ไปกับระดับการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้และสามารถขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้

จากความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่กล่าวมาผู้วิจัยได้สรุปว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาหนึ่งพร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ตามความสามารถของนักเรียน มีการนำเสนอและเปรียบเทียบแนวคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนในชั้นเรียนเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคน

2. หลักการและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

นักการศึกษาได้กล่าวถึงหลักการและขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ดังนี้

โนดะ (Nohda, 1983 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547, หน้า 4-5) กล่าวว่า การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูเป็นผู้นำสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มานำเสนอให้กับนักเรียน
2. การสืบเสาะเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องพยายามค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ของตนเอง ครูมีหน้าที่ชี้แนะให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางคำตอบที่หลากหลายที่ได้มาเพื่อที่จะสามารถบูรณาการคำตอบให้สามารถนำมารวมกันเป็นความรู้ในระดับสูงขึ้นในระยะต่อมา
3. การสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ เป็นการสร้างปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาเดิมนักเรียนจะต้องพยายามสร้างปัญหาที่มีความเป็นกรณีทั่วไปมากขึ้น โดยอาศัยพื้นฐานจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการสืบเสาะหาแนวทางการแก้ปัญหาและจากการที่ได้แก้ปัญหาเหล่านั้น นักเรียนจะได้รับการคาดหวังว่าจะสามารถค้นพบแนวทางคำตอบที่มีลักษณะเป็นกรณีทั่วไปมากขึ้น

Inprasitha (2011) ได้เสนอขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด เพื่อให้ทีมครูที่ทำงานร่วมกันมีแนวทางในการทำแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ดังนี้

- 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด เมื่อปัญหาปลายเปิดถูกนำเสนอในชั้นเรียนจะเกิดคำถามต่าง ๆ ตามมามากมาย เนื่องจากว่านักเรียนแต่ละคนไม่ได้เข้าใจความหมายเหมือนกัน ไม่เข้าใจว่ามันคืออะไรและทำไมจึงต้องทำเช่นนั้น ดังนั้นวิธีต่อไปนี้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหามากขึ้น

- กระตุ้นให้นักเรียนสนใจอยู่ที่ประเด็นเดียวกัน โดยการใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะนำเสนอปัญหาบนจอภาพ

- ให้ข้อมูลที่มากขึ้น เช่น การนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายหรือยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม

- ตัวอย่างที่ใช้ต้องไม่จำกัดความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา

- นำเสนอสิ่งที่เป็นรูปธรรมประกอบ

2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหา วิธีการแบบเปิดเน้นในเรื่องของการคิดของนักเรียนแต่ละคน ดังนั้นครูจะต้องระมัดระวังไม่กำหนดทิศทางให้กับนักเรียนทุกคน รูปแบบการสอนนี้คล้ายกับการสอนปกติ ประกอบด้วย

- การทำงานรายบุคคล

- การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน

อย่างไรก็ตาม ตั้งแต่ที่ครูไม่ได้สนใจคำตอบเพียงคำตอบเดียว เราสามารถคาดการณ์ได้ว่า จะมีสิ่งที่ไม่เคยเกิดขึ้นกับนักเรียนปรากฏขึ้นในระหว่างที่บทเรียนดำเนินไปจากการเรียนรู้ของแต่ละคนไปสู่การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน การทำให้การเรียนรู้ของแต่ละบุคคลกลายมาเป็นการเรียนรู้ร่วมกันของกลุ่มเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมากสำหรับวิธีการนี้

3) การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน เป็นการบันทึกการตอบสนองของนักเรียนต่อปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหาส่วนบุคคลและกลุ่มเป็นสิ่งที่สำคัญ ดังนั้นการใช้สมุดบันทึกหรือใบงานก็เป็นวิธีที่สะดวกสำหรับนักเรียนในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ นอกจากนี้ครูยังสามารถนำใบงานที่เก็บรวบรวมไว้มาใช้ประเมินการเรียนรู้ส่วนบุคคลและการเรียนรู้ของกลุ่มได้อีกด้วย กิจกรรมของนักเรียนในชั้นตอนนี้มีความสำคัญในการพัฒนาบทเรียนในโอกาสต่อ ๆ ไป ดังนั้น ครูควรพยายามค้นหานักเรียนที่ไม่เข้าใจปัญหาและให้ตัวอย่างหรือให้คำแนะนำเพิ่มเติม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาวิธีการที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ครูสามารถทำได้ขณะที่เดินไปรอบ ๆ เพื่อสำรวจงานของนักเรียนและควรจะให้เด็กมีเวลาเพียงพอในการทำงานให้เสร็จ

4) การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้น ครูหรือนักเรียน ควรจะเขียนงานของตนเองหรืองานของกลุ่มลงบนกระดานดำเพื่อให้ทุกคนได้เห็น จากนั้นครูควรจะรวบรวมข้อเสนอแนะของนักเรียนทุกคนแม้ว่าจะมีส่วนที่คล้ายกันก็ตาม นักเรียนควรได้รับการสนับสนุนเพื่อยืนยันงานของตนเองว่าสอดคล้องกับงานของคนอื่นหรือไม่ ถึงแม้ว่าจะยังมีข้อเสนอแนะที่ไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ก็ตาม ครูควรจะแนะนำด้วยวิธีการที่เหมาะสมและขยายความต่อด้วยข้อคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น ๆ

เมื่อนักเรียนพยายามสรุปข้อเสนอนั้นต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ครูควรจะเน้นไปที่จุดใดจุดหนึ่งเพื่อนำไปสู่การสรุป ดังนั้นในขณะที่ครูรวบรวมและขยายความคำตอบของนักเรียน ครูควรที่จะรวบรวมและเรียบเรียงคำตอบเหล่านั้นอย่างเฉพาะเจาะจง จากนั้นก็สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และเตรียมส่งไปยังบทเรียนต่อไป ดังภาพที่ 1



ภาพ 1 แผนภาพขั้นตอนการสอนของวิธีการแบบเปิด

สติกลอร์และฮีบอร์ต (Stigler & Hiebert, 1999 อ้างถึงใน เจนสมุทร แสงพันธ์, 2550, หน้า 25) ได้วิเคราะห์รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่นซึ่งสอดคล้องกับการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนบทเรียนที่เรียนในคาบที่ผ่านมา (Reviewing the previous lesson) ในขั้นทบทวนนี้จะนำโดยการบรรยายสรุปสั้น ๆ จากครูหรือเป็นการนำอภิปรายที่นำโดยครูร่วมกับนักเรียนในประเด็นหลัก ๆ ที่ได้เรียนไปก่อนหน้า โดยมากแล้วการทบทวนจะนำมาสู่บทเรียนที่จะใช้ในคาบที่จะสอน บางครั้งเป็นการเอาวิธีการที่ได้สร้างไว้ในคาบที่ผ่านมา มาใช้ในการแก้ปัญหาที่จะสอน

2. ขั้นนำเสนอปัญหาของคาบที่จะสอน (Presenting the problem for the day) ปัญหาที่จะใช้ถือเป็นปัญหาที่สำคัญ (Key problem) ที่นำไปสู่ขั้นตอนทั้งหมดของกิจกรรมการสอนในคาบนั้นและปัญหาที่ครูนำเสนอนั้นก็มักจะเป็นปัญหาปลายเปิด

3. ขั้นการทำกิจกรรมเดี่ยวหรือกลุ่มของนักเรียน (Students working individually or in groups) หลังจากทีครูนำเสนอปัญหาของบทเรียนแล้วนักเรียนจะทำหรือแก้ปัญหาด้วยตนเองของเขาก่อนประมาณไม่เกิน 20 นาที โดยมากประมาณ 5-10 นาที จากนั้นจึงเข้าไปทำงานกับกลุ่มเล็ก ๆ หรือกลุ่มย่อยเพื่อแก้ปัญหาและแสดงวิธีการคิดร่วมกัน ซึ่งส่วนใหญ่แล้วนักเรียนจะแก้ปัญหาด้วยตัวเองเสร็จไปก่อนที่จะเข้ากลุ่ม

4. ขั้นการอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา (Discussing solution methods) หลังจากที่นักเรียนในกลุ่มได้แก้ปัญหาเสร็จแล้ว ในห้องเรียนจะมีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนประมาณ 1-2 วิธีการ แล้วอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการนั้น ๆ โดยมากแล้วครูมักจะเรียกถามนักเรียน 1 คนหรือมากกว่านั้นเพื่อให้เห็นความคิดเห็นว่า ได้ค้นพบอะไรบ้าง ครูมักจะเลือกนักเรียนให้ตอบมากกว่าการขออาสาสมัคร โดยถามถึงวิธีการที่นักเรียนคนนั้นทำโดยครูจะสังเกตเห็นแล้วใน ขณะที่เดินดูนักเรียนอยู่รอบ ๆ ห้องและบางครั้งครูก็อาจนำเสนอวิธีการของตัวเองเพื่อแลกเปลี่ยนกับนักเรียนบ้าง เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงวิธีการของครูที่ต้องการสอนและเมื่อนักเรียนออกมาแนะนำเสนอวิธีการเสร็จแล้วนั้น ครูจะทำการสรุปและให้รายละเอียดในตอนท้าย

5. ขั้นสรุปประเด็นสำคัญ (Highlighting and summarizing the major points) ในช่วงท้ายของการสอนหรือระหว่างการทำกิจกรรมนั้น ครูจะบรรยายสรุปสั้น ๆ ในประเด็นที่สำคัญที่ครูต้องการให้นักเรียนได้รับในคาบนั้น

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด 2. การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3. การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียนและ 4. การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

3. ปัญหาปลายเปิด

3.1 ความหมายปัญหาปลายเปิด

Samková L (2016) ได้ให้ความหมายปัญหาปลายเปิด ไว้ว่า เป็นปัญหาที่มีสถานการณ์เริ่มต้น มีหลายระดับของการเข้าใจหรือการเข้าถึง มีวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องหลายวิธี มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบและมีหลายวิธีในการเปลี่ยนปัญหาที่มีให้เป็นปัญหาใหม่ โดยทั่วไปการแก้ปัญหาแบบเปิดอาจประกอบด้วยวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายแตกต่างกัน มีการตรวจสอบวิธีการต่าง ๆ ในการกำหนดปัญหาและกำหนดปัญหาขั้นสูงที่แตกต่างกัน

เบคเกอร์และชิมาดะ (Becker and Shimada. 1997 p.1) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่ต่างจากการเรียนการสอนในห้องเรียนแบบดั้งเดิมที่มีเพียงคำตอบเดียว ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหามีคำตอบได้หลายคำตอบและมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลาย

ลัดดา ศิลาน้อย (2548 หน้า 26) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอนจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. กระบวนการเปิด (Process is Open)

ปัญหาชนิดนี้มีแนวทางในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นปัญหาด้นกำเนิดที่กำหนดให้ได้

อย่างหลากหลาย แน่นอนว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ทุกปัญหาต่างก็เป็นปัญหาปลายเปิด โดยนัยนี้ อย่างไรก็ตามประเด็นที่น่าสนใจก็คือ โดยทั่วไปปัญหาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจะเน้นการพิจารณา คำตอบเพียงคำตอบเดียว รวมทั้งไม่ได้เน้นแง่มุมเชิงกระบวนการของปัญหา

2. ผลลัพธ์เปิด (End Product are open)

ปัญหาปลายเปิดชนิดนี้มีคำตอบที่ถูกต้องหลากหลาย

3. แนวทางการพัฒนาปัญหาปลายเปิด (Ways to Develop are Open)

หลังจากที่นักเรียนได้แก้ปัญหาไปแล้ว นักเรียนสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือองค์ประกอบของปัญหาเดิม

4. บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

บทบาทสำคัญของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดทั้งช่วงการเตรียมการและระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตาม มีดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดจะช่วยลดอุปสรรคเรื่องจำนวนนักเรียนต่อห้องมากเกินไปได้ เพราะไม่ว่าในห้องจะมีนักเรียนกี่คนก็ไม่ใช่อุปสรรคในการเรียนการสอน แต่ที่เป็นปัญหาคือ การพยายามควบคุมความคิดของนักเรียนทั้งห้องให้เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับครู ซึ่งหากเรายอมรับว่านักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ความต่างของนักเรียนจะทำให้เราได้แนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างหลากหลาย นั่นหมายถึงครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ครูจึงจำเป็นต้องสร้างกิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีคิดทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมในการแก้ปัญหาของนักเรียน ดังนั้นครูควรตระหนักอย่างมากในเรื่องต่อไปนี้ (วิจารณ์ พานิช, 2557)

1. มีการสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหา ค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายวิธี ซึ่งปัญหาที่กำหนดในวิธีการแบบเปิดต้องอาศัยแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาที่ใช้วิธีการแบบเปิดต้องเป็นปัญหาที่ไม่เกิดเป็นประจำ ทั้งสถานการณ์ของปัญหา กระบวนการแก้ปัญหาตามแบบที่กำหนดและการแก้ปัญหาแบบปลายเปิดในการปฏิบัติจริง

2. เปิดประตุนักเรียนสู่การเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยตัวนักเรียนเองและนักเรียนทุกคน ต้องมีโอกาสได้แสดงแนวคิดทั้งเดี่ยวและกลุ่มและวิธีการคิดหรือแนวคิดของนักเรียนทุกคนต้องได้รับการยอมรับจากครูและเพื่อน ๆ ส่งเสริมดูแลเอาใจใส่ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ ภายใต้อิทธิพลของโจทย์อย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง โดยการหล่อเลี้ยงแรงขับเคลื่อนตั้งคำถามเพิ่มลดหรือปรับประสบการณ์ สนับสนุน อำนวยความสะดวก ดูแลความเรียบร้อย แนะนำ ช่วยเพิ่มลดหรือปรับทรัพยากร ฯลฯ เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ความสามารถที่สะสมอยู่ออกมาใช้ให้มากที่สุดจนเกิดการสร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่ขึ้น (Constructionism) จากการลองผิดลองถูก เปลี่ยนมุมมองและ

หาทางให้ถึงที่สุดด้วยตนเอง (Heuristics) และพร้อม ๆ กันนั้นครูยังช่วยจัดวางวิธีบันทึกความคิด ความรู้สึก ความเข้าใจ วิธีการ ผลลัพธ์ที่สัมพันธ์กับวิธีการ ช่วยตั้งคำถาม ช่วยตั้งประเด็นให้นักเรียน สังเกตเห็นและประเมินวิธีสร้างความเข้าใจและวิธีทำของตนเองในการแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์ (Metacognition)

3. ประเมินนักเรียนในขณะที่เรียนรู้ โดยการมีสติตั้งใจฟังสังเกตและรู้สึกอย่างละเอียดอ่อน ฉับไวและแม่นยำ เพื่อช่วยให้ถึงภาวะการนำความรู้ความสามารถออกมาใช้ ภาวะการสร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่ แรงบันดาลใจ วิธีการเรียนรู้วิธีการเรียนรู้ อากาเร้าใจ ขอบเขต และคุณภาพของความเข้าใจ พลังความสามารถและข้อจำกัดของนักเรียนแต่ละคนในขณะที่กำลังเรียนรู้ผ่านการแก้โจทย์หรือการสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขของโจทย์ เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาอย่างฉับพลันทันทีไม่ใช้การประเมินเพื่อตัดสิน

4. ตอบสนองต่อผลการประเมินนั้นอย่างเหมาะสมและทันเวลา โดยการตั้งคำถาม จับประเด็น ให้คำแนะนำ ให้ตัวอย่าง อำนวยความสะดวกช่วยเหลือ ฯลฯ ที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคนอย่างสงบ มีสติในจังหวะที่เหมาะสมทันที เพื่อช่วยให้นักเรียนหลุดจากภาวะติดขัดหรือการเข้าใจผิดหรือช่วยให้นักเรียนเข้าสู่การเรียนรู้ที่กว้างขวางลึกซึ้งมากขึ้นและดำเนินการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ต่อไปได้อย่างราบรื่น

5. ขับเคลื่อนและปรับพฤติกรรมนักเรียนด้วยวิธีการเชิงบวก เมื่อมีนักเรียนบางคนที่ไม่อยู่ในภาวะพร้อมเรียนหรือติดขัดอย่างมาก หรือมีพฤติกรรมที่ไม่ส่งเสริมการเรียนรู้หรือรบกวนการเรียนรู้ของเพื่อน ครูจะขับเคลื่อนและปรับพฤติกรรมนักเรียนนั้นด้วยวิธีการเชิงบวก ทั้งนี้เพื่อรักษาแรงจูงใจด้านบวกของนักเรียนคนนั้นและรักษาบรรยากาศเชิงบวกของชั้นเรียนเอาไว้ให้ต่อเนื่อง

ดังนั้น บรรยากาศในการเรียนรู้ของนักเรียนคือ สิ่งสำคัญที่ครูต้องให้ความสำคัญ และครูคือผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดีทั้งการเตรียมการ การกระตุ้นเสริมแรงในระหว่างการเรียนรู้รวมถึงการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

1. ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาและองค์กรทางการศึกษา กล่าวถึงความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

อมพร ม้าคะนอง (2557, หน้า11)กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการประมวลความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาประกอบการคิด เพื่อหาวิธีและดำเนินการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ซึ่งความสามารถดังกล่าวมีหลายลักษณะ

สุชาติ ปัทมวิภาต (2557, หน้า 35) ได้ให้ความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้และตีความคณิตศาสตร์ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายรวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 14-15) ให้นิยาม การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ว่าเป็น สมรรถนะของบุคคลในด้านวิธีการโดยผ่านกฎเกณฑ์และวิธีการทางคณิตศาสตร์ สามารถตีความและใช้คณิตศาสตร์ในบริบทต่าง ๆ ที่หลากหลาย ซึ่งไม่ได้หมายความว่า เพียงแต่รู้คณิตศาสตร์ในด้านองค์ความรู้และทักษะการคิดคำนวณในระดับพื้น ๆ แต่รวมถึงความสามารถใช้เหตุผล แนวคิด วิธีการ ข้อเท็จจริงและเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบอก อธิบาย และคาดการณ์หรือพยากรณ์เรื่องราวหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เผชิญหน้าได้ครอบคลุมถึงการมีความรู้ทางคณิตศาสตร์และใช้ประโยชน์จากความรู้ นั้น ๆ

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (1999 p. 41) ได้กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นคำที่ใช้แทนคำว่า “ความรู้คณิตศาสตร์ หมายถึง การรู้และเข้าใจบทบาทคณิตศาสตร์ที่มีในโลกหรือในชีวิตจริง สามารถตัดสินใจปัญหาต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์และรู้จักใช้คณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาของตนเองและเตรียมพร้อมเป็นพลเมืองที่มีวิจรรณญาณ ท่วงไยและสร้างสรรค์สังคมในอนาคต

PISA (OECD, 2018) ได้กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (process) ที่อธิบายสิ่งที่แต่ละคนทำเพื่อเชื่อมโยงบริบทของปัญหากับคณิตศาสตร์ แล้วนำไปสู่บริบทโลกชีวิตจริง ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือบริบท (contexts) ที่ปัญหานั้นตั้งอยู่ โดยเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ ในการแก้ปัญหา เนื้อหาคณิตศาสตร์ (content) นั้น เป็นความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้และตีความคณิตศาสตร์ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

PISA (OECD, 2022) ได้กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิดกระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้ และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความสร้างสรรค์ มีการคิดอย่างไตร่ตรองและมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม

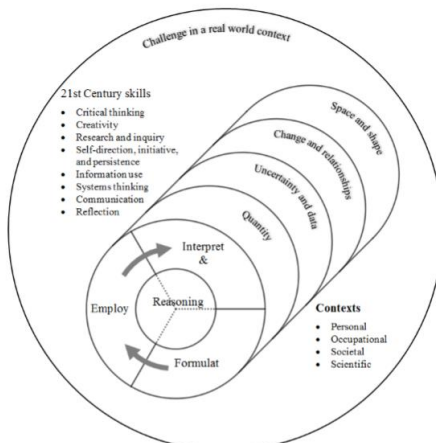
จากการวิเคราะห์ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ดังกล่าวข้างต้น

สรุปได้ว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาของสถานการณ์ในบริบทของโลก ชีวิตจริงที่หลากหลายได้ รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริงและเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2. กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ PISA 2022

การประเมินคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 ได้ถูกพัฒนาให้ทันสมัยและสอดคล้องกับรูปแบบการประเมินที่เปลี่ยนไป แต่ยังคงไว้ซึ่งแนวคิดพื้นฐานของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาก่อนหน้านี้ โดย PISA ยังคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตมากขึ้น และการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการเน้นความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน รวมถึงบริบทที่สอดคล้องกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกรอบการประเมินนี้ โดยกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน PISA 2022 มี 3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่

1. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ทั้งแบบนิรนัย - การอ้างเหตุผลที่มีข้อสรุปตามหลักการความรู้พื้นฐานหรือสิ่งที่เป็นจริงอยู่แล้วและแบบอุปนัย - การอ้างเหตุผลจากข้อมูล การคาดคะเนและความเป็นไปได้ของหลักฐานที่ได้มา) และกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งรวมถึงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงสิ่งที่แต่ละบุคคลกระทำเพื่อเชื่อมโยงบริบทของปัญหาด้วยคณิตศาสตร์ แล้วนำไปสู่การแก้ปัญหานั้น 2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และ 3. บริบทที่ใช้ในแบบทดสอบซึ่งสัมพันธ์กับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กัน ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา เนื้อหาคณิตศาสตร์ บริบทและทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ PISA 2022 ที่มา: OECD. (2018). PISA 2022 MATHEMATICS FRAMEWORK (DRAFT), pp. 10.

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนต้องสามารถนำความรู้จากเนื้อหาคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในบริบทที่ท้าทายหรือปัญหาที่พบเจอในโลกชีวิตจริง เริ่มตั้งแต่การแปลงสถานการณ์ของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้แล้วใช้หลักการกระบวนการและการเลือกใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหานั้น จากนั้นประเมินวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาและตีความผลลัพธ์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทของโลกชีวิตจริง ซึ่งในแต่ละกระบวนการแก้ปัญหามองอาศัยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้นเพื่อตัดสินใจโดยอาศัยข้อมูลประกอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งสามารถอธิบายได้ในเชิงคณิตศาสตร์ รวมถึงการคิดไตร่ตรองถึงกระบวนการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินและตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของข้อมูล นอกจากนี้นักเรียนยังต้องนำกระบวนการคิดเชิงคำนวณมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อแยกส่วนและย่อยปัญหา เลือกใช้เครื่องมือคำนวณที่สามารถช่วยในการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา และสร้างหรือระบุลำดับขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหา สิ่งเหล่านี้ คือสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21

นอกจากนี้ PISA ได้ออกแบบกรอบการประเมินเพื่อให้สามารถวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้สอดคล้องกับระดับความสามารถของนักเรียนและครอบคลุมทุกระดับสมรรถนะ

ตัวอย่าง สิ่งที่คาดหวังจากนักเรียนในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และในแต่ละกระบวนการแก้ปัญหา แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 สิ่งที่คาดหวังจากนักเรียนในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และในแต่ละกระบวนการแก้ปัญหา

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		
<ul style="list-style-type: none"> ให้ข้อสรุปอย่างง่าย เลือกการให้เหตุผลที่เหมาะสม อธิบายว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปที่ได้จึงสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลในบริบทของปัญหา ตีความผลลัพธ์ในเชิงคณิตศาสตร์ที่อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริงเพื่อที่จะอธิบายความหมายของผลลัพธ์นั้น วิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างระหว่างปัญหาทางคณิตศาสตร์กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหานั้น 		
การคิด/แปลงปัญหา	การใช้คณิตศาสตร์	การตีความและประเมิน
<ul style="list-style-type: none"> เลือกการอธิบาย และการนำเสนอเชิงคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายปัญหา 	<ul style="list-style-type: none"> ใช้วิธีการที่กำหนดให้เพื่อระบุวิธีแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ 	<ul style="list-style-type: none"> ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง

ตารางที่ 1 (ต่อ)

<ul style="list-style-type: none"> จัดรูปร่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหา เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานหรือในรูปอัลกอริทึม 	<ul style="list-style-type: none"> เข้าใจและใช้บทนิยาม กฎ และระบบที่มีกฎเกณฑ์ รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหา <ul style="list-style-type: none"> ทำความเข้าใจ เชื่อมโยง และใช้รูปแบบการนำเสนอที่หลากหลายเมื่อจัดการกับปัญหา <ul style="list-style-type: none"> ใช้กระบวนการที่มีหลายขั้นตอนเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา และลงข้อสรุป 	<p>รู้ถึง (แสดง ตีความ อธิบาย) ขอบเขตและข้อจำกัดของแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์และวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของปัญหากับรูปแบบการนำเสนอวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยในการตีความและการประเมินความเป็นไปได้และข้อจำกัดของวิธีแก้ปัญหา
--	--	--

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,2563

จากตารางที่ 1 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละกระบวนการ มีรายละเอียดดังนี้

1. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลและนำเสนอข้อโต้แย้งที่น่าเชื่อว่าเป็นไปได้อย่างตรงไปตรงมาด้วยคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีกรอบแนวคิดที่ชัดเจนแต่ก็สามารถวิเคราะห์และแปลความได้หลากหลาย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จึงมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นในการลงข้อสรุปที่แน่ชัดและเป็นจริงอยู่เสมอ นอกจากนี้ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ว่าในบริบทโลกชีวิตจริงที่มีความหลากหลาย ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อถือได้จะต้องเกิดจากการให้เหตุผลและการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การลงข้อสรุปนั้นจะต้องทำอย่างเป็นกลาง แม้จะ ไม่มีการตรวจสอบจากผู้อื่นก็ตาม ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้

- 1) แสดงข้อสรุปที่ไม่ซับซ้อนได้
- 2) เลือกใช้เหตุผลที่เหมาะสม
- 3) อธิบายได้ว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่กับบริบทของปัญหา
- 4) นำเสนอปัญหาในรูปแบบที่แตกต่างกัน รวมถึงจัดการกับปัญหาให้สอดคล้องกับ

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นที่เหมาะสม

- 5) ใช้บทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน รวมถึงอัลกอริทึม และการคิดเชิงคำนวณ
- 6) อธิบายและหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้ นั้นสมเหตุสมผล
- 7) อธิบายหรือหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับกระบวนการ รวมถึงขั้นตอนหรือการจำลอง ที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล
- 8) ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
- 9) เข้าใจบทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน รวมถึงการใช้ อัลกอริทึมและการให้เหตุผลเชิงคำนวณ
- 10) ให้เหตุผลว่าการใช้การแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงนั้นสมเหตุสมผล
- 11) ให้เหตุผลว่ากระบวนการและขั้นตอนในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล
- 12) สะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้
- 13) วิพากษ์ข้อจำกัดของแบบจำลองในการแก้ปัญหา
- 14) ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์และอธิบายความหมายของผลลัพธ์ที่ได้ว่า สมเหตุสมผลกับบริบทโลกจริง
- 15) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคำเฉพาะที่ใช้กับโจทย์ปัญหาในบริบทนั้น ๆ กับ ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
- 16) สะท้อนวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งสร้างคำอธิบายที่สนับสนุนหรือสร้างข้อโต้แย้งที่ปฏิเสธวิธีการแก้โจทย์ปัญหานั้น
- 17) วิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างระหว่างปัญหาทางคณิตศาสตร์กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหานั้น
- 18) อธิบายการทำงานของอัลกอริทึมที่ไม่ซับซ้อน รวมทั้งอธิบายการตรวจสอบ และการแก้ไขข้อผิดพลาดอัลกอริทึมหรือโปรแกรม

2. กระบวนการแก้ปัญหา มี 3 กระบวนการดังนี้

2.1 การคิด/แปลงปัญหา หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการพิจารณา สถานการณ์และตัดสินใจนำกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทางและนำไปแก้ไขปัญหาผ่านการแปลงปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์ กำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์และใช้การแสดงแทนให้เหมาะสมกับบริบทโลกชีวิตจริง รวมถึง

สามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นได้อย่างสมเหตุสมผล ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้

- 1) เลือกการอธิบายหรือการแสดงแทนเชิงคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายปัญหา
- 2) ระบุตัวแปรหลักที่ใช้ในแบบจำลอง
- 3) เลือกการแสดงแทนที่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา
- 4) อ่าน แปลความหมายและทำความเข้าใจข้อความ คำถาม กิจกรรม สิ่งของ หรือ รูปภาพ เพื่อสร้างแบบจำลองของสถานการณ์นั้น
- 5) รู้ถึงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (รวมถึง กฎเกณฑ์ ความสัมพันธ์ และแบบรูป) ของปัญหาหรือสถานการณ์
- 6) ระบุและอธิบายประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริง รวมถึงการระบุตัวแปรที่สำคัญ
- 7) จัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้
- 8) รู้ถึงประเด็นต่าง ๆ ของปัญหาซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่เคยพบมาก่อน หรือ หลักการ ข้อเท็จจริง รวมทั้งกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- 9) แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐาน หรือในรูปอัลกอริทึม
- 10) ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (ตัวแปร สัญลักษณ์ หรือแผนภาพ) ที่เหมาะสม เพื่ออธิบายโครงสร้างทางคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์ของปัญหานั้น
- 11) ประยุกต์ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์และเครื่องมือเชิงคำนวณเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์
- 12) ระบุเงื่อนไข ข้อตกลงเบื้องต้นและการทำให้สถานการณ์อยู่ในรูปอย่างง่าย ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2.2 การใช้คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิด หลักการ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการ กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาที่ผ่านการคิด/แปลงปัญหามาแล้ว เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การแสดงการคำนวณ การแก้สมการ การลงข้อสรุปจากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ การใช้สัญลักษณ์ การสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์ จากตารางและกราฟ การจัดการกับรูปร่างและรูปทรงและการวิเคราะห์ข้อมูลรวมถึงการสร้างแบบจำลองของ สถานการณ์ปัญหา สร้างกฎเกณฑ์ ระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้

- 1) คำนวณอย่างง่ายได้
- 2) เลือกยุทธวิธี เช่น แผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมจากสถานการณ์ที่กำหนด
- 3) ใช้ยุทธวิธีที่กำหนดให้เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหา
- 4) สร้างแผนภาพ กราฟหรือสิ่งอื่น ๆทางคณิตศาสตร์หรือcomputing artifacts ได้
- 5) เข้าใจและใช้แนวคิดบนพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์ (บทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน) รวมถึงใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหา
- 6) พัฒนาแผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น หรือ computing artifacts และการเลือกข้อมูลทางคณิตศาสตร์ไปใช้
- 7) จัดกระทำจำนวนข้อมูลและสารสนเทศเชิงกราฟและสถิติ นิพจน์พีชคณิต และสมการพีชคณิตและการแสดงแทนทางเรขาคณิตอย่างง่าย
- 8) บอกวิธีการแก้ปัญหา การแสดง สรุปและนำเสนอผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอน
- 9) ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ รวมถึงเทคโนโลยี การจำลอง (simulation) และการคิดเชิงคำนวณ เพื่อหาวิธีการที่ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือผลลัพธ์โดยประมาณ
- 10) จากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนด สามารถเชื่อมโยงและใช้การแสดงแทนที่หลากหลายได้อย่างสมเหตุสมผล
- 11) ใช้วิธีอื่น ๆ ในการแสดงแทนกระบวนการแก้ปัญหาเดียวกันได้
- 12) ใช้กระบวนการที่มีหลายขั้นตอนเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา คำตอบหรือข้อสรุปทั่วไปได้
- 13) ใช้ความเข้าใจในบริบทเพื่อเป็นแนวทางหรือกระตุ้นให้เกิดกระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 14) นำผลลัพธ์ที่เกิดจากการประยุกต์ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อสร้างข้อสรุปทั่วไปได้

2.3 การตีความและประเมิน คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลลัพธ์หรือข้อสรุปแล้วตีความภายใต้บริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ซึ่งรวมถึงการแปลความหมายผลลัพธ์หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับเข้าไปในบริบทของปัญหาและ ประเมินว่าผลลัพธ์เหล่านั้นสมเหตุสมผลกับบริบทนั้น ๆ หรือไม่ ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในบริบทชีวิตจริง
- 2) ระบุได้ว่าผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้สมเหตุสมผลกับบริบทของ

ปัญหาหรือไม่

3) ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
 4) ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์หรือคอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์เพื่อทำให้แน่ใจว่าวิธีการและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ข้อจำกัดและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหาและบริบทของปัญหานั้นสมเหตุสมผล

5) ตีความ ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา การแสดงแทน ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่หลากหลายเพื่อเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรือการใช้งาน เช่น การเปรียบเทียบหรือประเมินการแสดงแทนอย่างน้อย 2 รูปแบบที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

6) ใช้ความรู้ในการพิจารณาว่าสถานการณ์ในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และการคำนวณตามขั้นตอนหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างไร เพื่อที่จะตัดสินใจได้ว่าควรปรับปรุงหรือนำผลลัพธ์ไปประยุกต์ใช้ได้

7) สร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหา

8) อธิบายหรือตีความหรือแสดง ขอบเขต ข้อจำกัดของโมเดลทางคณิตศาสตร์ วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

9) เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของปัญหากับการแสดงแทนเพื่อช่วยในการตีความและการประเมินความเป็นไปได้และข้อจำกัดของวิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์

ผู้วิจัยพิจารณากระบวนการย่อยทางคณิตศาสตร์ตามกรอบของ PISA 2022 แล้วพบข้อจำกัดในด้านเนื้อหา ระดับชั้นของนักเรียน บริบทของโรงเรียนและระยะเวลาในการดำเนินการสอน จึงเลือกกระบวนการย่อยที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาป.6 ดังนี้

1. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยเลือกกระบวนการย่อยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มา 9 กระบวนการ ได้แก่

1) การนำเสนอปัญหาในรูปแบบที่แตกต่าง รวมถึงจัดการกับปัญหาให้สอดคล้องกับโมเดลทางคณิตศาสตร์และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นที่เหมาะสม

2) การอธิบายและหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้สมเหตุสมผล

3) การให้เหตุผลว่าการใช้การแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงนั้นสมเหตุสมผล

4) การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคำเฉพาะที่ใช้กับโจทย์ปัญหาในบริบทนั้น ๆ กับ ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

5) การวิพากษ์ข้อจำกัดของแบบจำลองในการแก้ปัญหา

6) การอธิบายหรือหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับกระบวนการ รวมถึงขั้นตอนหรือการจำลอง ที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล

7) การสะท้อนวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งสร้างคำอธิบายที่สนับสนุนหรือสร้างข้อโต้แย้งที่ปฏิเสธวิธีการแก้โจทย์ปัญหานั้น

8) การให้เหตุผลว่ากระบวนการและขั้นตอนในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล

9) การสะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมี 3 กระบวนการดังนี้

2.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกกระบวนการย่อย การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์มา 3 กระบวนการ ได้แก่

1) การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงหรือระบุตัวแปรที่สำคัญ

2) การจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้

3) การแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์

2.2 การใช้หลักการและกระบวนการในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยเลือกกระบวนการย่อยของการใช้หลักการและกระบวนการในการแก้ปัญหามา 3 กระบวนการ ได้แก่

1) การเลือกและใช้วิธีการที่กำหนดให้เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเลือกและใช้วิธีการที่กำหนดให้เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2) การใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์(บทนิยาม กฎและระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน)รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหา

3) การบอกวิธีการการแก้ปัญหา การแสดงหรือสรุปและนำเสนอผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอน

2.3 การตีความและประเมินผลลัพธ์ ผู้วิจัยเลือกกระบวนการย่อยของการตีความและประเมินผลลัพธ์มา 3 กระบวนการ ได้แก่

1) การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง

2) การระบุความสมเหตุสมผลผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้กับบริบทของปัญหา

3) การบอกความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของปัญหากับรูปแบบการนำเสนอวิธีแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการตีความและการประเมินความเป็นไปได้และข้อจำกัดของวิธีแก้ปัญห

2. เนื้อหาที่ประเมิน

PISA 2022 ได้กำหนดกรอบการประเมินด้านเนื้อหาไว้ 4 เรื่อง ได้แก่

2.1 ปริมาณ (Quantity)

1) ความเข้าใจในเรื่อง การวัด การนับ ขนาดของปริมาณ หน่วย ดัชนี ขนาดเปรียบเทียบ และแบบรูปและแนวโน้มของจำนวน ด้านความเป็นเหตุเป็นผลทางปริมาณ เช่น ความรู้สึกเชิงจำนวน การใช้ตัวแทนแบบพหุคูณ การคำนวณคล่อง การคิดคำนวณในใจ การประมาณ การและการประเมินความสมเหตุสมผล การใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนที่เหมาะสมจะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ตรงไปตรงมาที่กลับกันหรือที่ต้องการเรื่องสัดส่วนมาใช้

2) สามารถประมาณอัตราการเปลี่ยนแปลงและบอกเหตุผลในการเลือกใช้ข้อมูล และระดับความถูกต้องสำหรับเรื่องหนึ่ง สามารถเลือกวิธีการและลำดับขั้นตอนเพื่อแสดงว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น และมีกรณีใดบ้างที่ทำได้ สามารถสร้างตัวแบบของวิธีการที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาที่ใช้ข้อมูลจากที่มีอยู่ในโลก

2.2 ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data)

1) เป็นเรื่องที่มีอยู่ในวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและชีวิตประจำวันและเป็นเรื่องที่เป็นหัวใจสำคัญของการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย รวมทั้งทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติและเทคนิคการพรรณนาการนำเสนอข้อมูลซึ่งถูกสร้างขึ้น

2) เนื้อหาของความไม่แน่นอนและข้อมูล รวมถึงการรู้ว่าตำแหน่งใดที่มีความผันแปรในกระบวนการมีการรับรู้ถึงปริมาณของความผันแปร การรับรู้ถึงความไม่แน่นอนและความผิดพลาดจากการวัดและความรู้ในเรื่องโอกาสที่จะเกิดขึ้น

3) การคิด การตีความและการประเมินข้อสรุปในสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนเป็นจุดสำคัญ ซึ่งการนำเสนอและการตีความข้อมูลเป็นแนวคิดหลักของเนื้อหาประเภทนี้

4) ความไม่แน่นอนพบได้ในการทำนายทางวิทยาศาสตร์ การสำรวจ ความคิดเห็น การพยากรณ์อากาศและแบบแผนทางเศรษฐกิจ การมีความแปรผันในกระบวนการผลิต คะแนนสอบและผลการสำรวจ รวมทั้งโอกาสซึ่งพบได้ในกิจกรรมนันทนาการต่าง ๆ ของแต่ละคน

2.3 การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships)

1) ความเข้าใจเรื่องของการเปลี่ยนแปลงแบบต่าง ๆ และการรู้ว่าเมื่อเกิด การเปลี่ยนแปลงจะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่ออธิบายและทำนายการเปลี่ยนแปลงนั้นได้อย่างไร ซึ่งในทางคณิตศาสตร์การทำแบบจำลองและความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของฟังก์ชันและ

สมการที่เหมาะสมได้รวมถึงการคิด การตีความและการแปลความตัวแทนความสัมพันธ์ในเชิงความสัมพันธ์และกราฟด้วย

2) การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ พบได้ในหลากหลายสถานการณ์ เช่น การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ดนตรี วัฏจักรของฤดูกาล แบบแผนของสภาพอากาศ ระดับการจ้างงาน และสถานะทางเศรษฐกิจ

3) มุมมองทางคณิตศาสตร์ตามหลักสูตร เช่น เรื่อง ฟังก์ชันและพีชคณิต ได้แก่ นิพจน์ทางคณิตศาสตร์ สมการและอสมการ การแสดงในรูปตารางและกราฟ ก็เป็นส่วนหนึ่งในการสร้างคำอธิบาย การสร้างแบบจำลอง และการตีความการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2.4 ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ (Space and Shape)

1) ครอบคลุมปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ซึ่งมีอยู่ทั่วทุกแห่ง ในโลก ที่เราสามารถเห็นได้และมีลักษณะเป็นกายภาพ ได้แก่ แบบรูป สมบัติของวัตถุ ตำแหน่งและทิศทางการแสดงแทนวัตถุ การเข้ารหัสและถอดรหัสของสารที่มองเห็นจากภาพได้ การนำทางและปฏิบัติสัมพันธ์ของกลศาสตร์กับรูปร่างจริงและการแทน

2) เรขาคณิตเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับปริภูมิและรูปทรง แต่เนื้อหาปริภูมิและรูปทรงมีรายละเอียดเกินกว่าสาระของวิชาเรขาคณิต ทั้งเรื่องความหมายและวิธีการ ทักษะการมองเห็น การวัดขนาดและพีชคณิต

3) PISA ถือว่าความเข้าใจแนวคิดหลักและทักษะเป็นสิ่งสำคัญของการรู้เรื่องของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับปริภูมิและรูปทรง โดยการเรียนรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหา เรื่อง ปริภูมิและรูปทรง ประกอบด้วย การดำเนินการขอบข่ายต่าง ๆ เช่น ความเข้าใจภาพวาดตามสัดส่วนที่มองเห็น การสร้างและการอ่านแผนที่ การเปลี่ยนรูปร่างโดยใช้และไม่ใช้เทคโนโลยี การตีความมุมมองภาพสามมิติจากมุมมองต่าง ๆ ที่มองเห็นและสร้างภาพแทนรูปร่าง

3. บริบท(Contexts)

ลักษณะสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ การที่คณิตศาสตร์ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่อยู่ในบริบทหนึ่ง ซึ่งเป็นบริบทในโลกจริงที่มีปัญหานี้ตั้งอยู่ ตามกรอบ PISA 2022 ได้แบ่งบริบทออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1) บริบทส่วนตัว (Personal Context)

บริบทนี้จะเน้นที่กิจกรรมของบุคคล ครอบครัวหรือกลุ่มเพื่อน โดยอาจ เป็นเรื่องส่วนบุคคล ซึ่งประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมอาหาร การซื้อปิ้ง การเล่นเกม สุขภาพส่วนบุคคล การเดินทาง กีฬา การท่องเที่ยว การจัดการเวลาส่วนบุคคลและการเงินส่วนบุคคล

2) บริบททางการงานอาชีพ (Occupational Context)

บริบทนี้เน้นที่การทำงานในโลกชีวิตจริง เช่น การวัดขนาด การคิดค่าใช้จ่ายและการสั่งซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้าง การเงิน/การบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดทำหนดการ/รายการสินค้า การออกแบบ/สถาปัตยกรรมและการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ บริบทเกี่ยวกับอาชีพอาจมีความเกี่ยวข้องตั้งแต่งานที่ใช้แรงงานโดยไม่ต้องใช้ทักษะจนถึงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง

3) บริบททางสังคม (Societal Context)

บริบทนี้เน้นที่ชุมชนหนึ่งๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก เช่น ระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครอง นโยบายภาครัฐ ประชากร การโฆษณา สถิติแห่งชาติและเศรษฐกิจ แม้ว่าบริบทดังกล่าวจะเป็นเรื่องส่วนบุคคล แต่ถือว่ามีผลกระทบต่อสังคมในภาพรวม

4) บริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context)

บริบทนี้เกี่ยวข้องกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในโลกชีวิตจริง และประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาพภูมิอากาศ หรือภูมิประเทศ ระบบนิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์อวกาศ พันธุกรรม การวัดและเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโลกของคณิตศาสตร์ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์

จากองค์ประกอบของกรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของ PISA 2022 ผู้วิจัยจะประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ประกอบไปด้วย การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ การใช้หลักการและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและการตีความและประเมินผลลัพธ์ โดยใช้เนื้อหาเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มเนื้อหาเรื่องปริมาณ (Quantity) ของ PISA ครอบคลุมทั้ง 4 บริบท ได้แก่ บริบทส่วนตัว บริบททางสังคม บริบทการงานอาชีพและบริบททางวิทยาศาสตร์

3. ระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

Organisation for Economic Co-operation and Development (2013, pp.26-27) ได้รายงานการทดสอบของนักเรียน โดยสร้างเครื่องมือบอกระดับการรู้เรื่อง 6 ระดับ ตั้งแต่บอก ระดับของข้อสอบแต่ละข้อและสรุปออกมาเป็นระดับของการรู้เรื่องที่นักเรียนแต่ละคนแสดงออกใน การทดสอบข้อสอบรวมทั้งหมดของนักเรียนแต่ละประเทศ ซึ่งอธิบายลักษณะของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ออกเป็น 6 ระดับ ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงระดับความสามารถการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ระดับ	คำอธิบาย
ระดับ 6	<p>นักเรียนสามารถใช้สาระและข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบของตนเอง นำมาลงเป็นข้อสรุปและสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์และจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนออกมาสร้างเป็นตัวแบบคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ หรือจากการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ นำมาเชื่อมโยงระหว่างกัน ใช้เหตุผลและใช้ความคิดระดับสูงในเชิงคณิตศาสตร์ สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ และสามารถเข้าใจ</p> <p>และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สร้างวิธีการคิดหรือกลยุทธ์ใหม่ในการจัดการกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยหรือไม่เคยพบมาก่อน สร้างสูตรคณิตศาสตร์จากแนวความคิดหรือข้อมูลที่มี รวมถึงสามารถสื่อสารได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อบอกถึงสิ่งที่ตนพบ ดีความ แปลความโต้แย้งและอธิบายความสอดคล้องเหมาะสมของสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้กับสถานการณ์ตั้งต้นได้</p>
ระดับ 5	<p>นักเรียนสามารถสร้างตัวแบบและใช้ตัวแบบในเรื่องที่มีความซับซ้อน สามารถระบุข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นเฉพาะเรื่องนั้น ๆ เลือก เปรียบเทียบและประเมินกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน ซึ่งสัมพันธ์กับตัวแบบ ใช้ทักษะการคิดและการใช้เหตุผลเชื่อมโยงการนำเสนอ รูปแบบต่าง ๆ สัญลักษณ์และลักษณะของสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้าที่เป็นส่วนประกอบของสถานการณ์ วิเคราะห์การทำงานของตนเองและสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงสื่อสาร ถึงการแปลความ ดีความและการใช้เหตุผลของตนเองได้</p>
ระดับ 4	<p>นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่มีตัวแบบชัดเจน และเป็นสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมที่ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งอาจมีข้อจำกัดหรือข้อตกลงเบื้องต้น เลือกและผสมผสานรูปแบบต่าง ๆ ที่มีให้รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ด้วยโดยนำมาเชื่อมโดยตรงกับสถานการณ์ในโลกจริง รวมถึงสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้งและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแปลความ การโต้แย้งและการกระทำของตนได้ นักเรียน</p> <p>ที่ระดับนี้ สามารถใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาแล้วและใช้เหตุผลอย่างยืดหยุ่นและมองเห็น ความสัมพันธ์ในสถานการณ์นั้นได้</p>

ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับ 3	นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่มีวิธีการที่บอกไว้ชัดเจน รวมทั้งสถานการณ์ที่ตัดสินใจเลือกลำดับ ขั้นตอน เลือกและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหา แปลความและใช้สถานการณ์ ที่นำเสนอมาจากหลายแหล่งและสามารถให้เหตุผลตามแหล่งที่มาอื่น ๆ อธิบายการตีความ แปลความนั้น ๆ รวมถึงแสดงการใช้เหตุผลและสื่อสารผลที่เกิดขึ้นได้
ระดับ 2	นักเรียนสามารถตีความและรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อน สกัดสาระสำคัญจาก แหล่งข้อมูลและใช้สถานการณ์ที่นำเสนออย่างง่าย รวมถึงใช้วิธีการคิด สูตรคณิตศาสตร์ หรือ ข้อตกลงเบื้องต้น และใช้เหตุผลและตีความผลที่ได้โดยตรงไปตรงมาได้
ระดับ 1	นักเรียนสามารถตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่คุ้นเคยหรือที่มีข้อมูลชัดเจน ให้และคำถามที่ถามชัดเจน ระบุสาระที่ต้องการและสามารถแก้ปัญหาที่คุ้นเคยที่มีวิธีการทำหรือสถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน รวมถึงแก้ปัญหาตามตัวอย่างที่กำหนดให้ได้

ที่มา: OECD. (2013). PISA 2015 Draft Mathematics Framework, pp. 27.

ตามเกณฑ์ของ PISA ถือว่าระดับ 2 เป็นระดับเส้นพื้นฐาน (Base line) หรือเส้นแบ่งเขตสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระหว่างผู้ที่ถือว่าเริ่มสามารถใช้ประโยชน์จากคณิตศาสตร์ได้กับผู้ที่ยังมีความรู้และทักษะไม่เพียงพอที่จะใช้ประโยชน์ทางคณิตศาสตร์หรือเป็นกลุ่มเสี่ยงทั้งในชีวิตการทำงานและการศึกษาต่อ

4. การวัดและการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาจากกรอบการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2015 กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 และการประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อหาแนวทางในการกำหนดเกณฑ์การความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ทั้งในด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 หลักการและแนวทางในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA มุ่งเน้นการประเมินการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์และบริบทต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงในโลกและการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการประเมินเกี่ยวกับสมรรถภาพของนักเรียนเพิ่มเติมจากความรู้ที่ได้จากการ

ห้องจำ โดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายจากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เผชิญกับปัญหา หรือสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือสถานการณ์จำลองได้แก้ปัญหา สืบค้นและนำความรู้ไปใช้ รวมทั้ง แสดงออกทางการคิด ซึ่งในการวัดผลประเมินผลความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของ PISA ไม่ได้ระบุถึง เกณฑ์การให้คะแนนอย่างชัดเจน ในที่นี้ ผู้วิจัยจะใช้หลักการวัดผลประเมินของสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับนักการศึกษา ซึ่งมีแนวคิดเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญดังนี้

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552, น. 74) กล่าวว่า หลักการวัดและ ประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ครูสอนต้องดำเนินการวัดและประเมินผลให้ครอบคลุม จุดประสงค์การเรียนรู้ รวมไปถึงพฤติกรรมในแต่ละด้าน ทั้งด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัยและจิตพิสัย ซึ่ง ผลการเรียนรู้ที่สะท้อนพฤติกรรมแต่ละด้าน เป็นพัฒนาการที่ครูต้องแสวงหาหรือคิดค้น เทคนิค วิธีการ และเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อใช้วัดและประเมินผลโดยคำนึงถึงความสอดคล้องและเหมาะสม เพื่อให้ได้ผลการวัดและประเมินผลที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการพัฒนานักเรียนและ กระบวนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2560, น.57-58) กล่าวว่า การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีแนวทางที่สำคัญสามารถสรุปได้ ดังนี้

- 1) การวัดผลประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องโดยใช้คำถามเพื่อตรวจสอบ และส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์
- 2) การวัดผลประเมินผลต้องครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยเน้นการเรียนรู้ด้วยการทำงานหรือทำกิจกรรมที่ ส่งเสริมให้เกิดสมรรถภาพทั้งสามด้าน
- 3) การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องใช้วิธีการที่หลากหลายและ เหมาะสม และใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลและสนทนเกี่ยวกับผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนได้ ข้อมูลและสนทนเกี่ยวกับผู้เรียน อย่างครบถ้วนและตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัดผลประเมินผล
- 4) การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการที่ใช้สะท้อนความรู้ความสามารถของ ผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนาความรู้ความสามารถของตนเองให้ดีขึ้น

กล่าวโดยสรุปได้ว่า หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องมี จุดมุ่งหมายที่ชัดเจน ครอบคลุมด้านความรู้ความคิด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ สนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมใน กระบวนการวัดและประเมินผล ซึ่งควรเน้นการนำผลการประเมินมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ มากกว่าการตัดสินการสอบ รวมทั้งใช้เครื่องมือและวิธีการประเมินที่หลากหลาย เพื่อการพัฒนา นักเรียนและการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

4.2 เกณฑ์การวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

รุ่งทิวา บุญมาโตน (2560, น. 75) ได้ทำการศึกษาและกำหนดเกณฑ์ที่ใช้กับการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามแต่ละกระบวนการ ดังนี้

ตาราง 3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

คะแนน	พฤติกรรม
4	<ul style="list-style-type: none"> - ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้อง สมบูรณ์ - นำเสนอสถานการณ์โดยใช้ตัวแปร/ สัญลักษณ์/ แผนภาพให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
3	<ul style="list-style-type: none"> - ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้อง สมบูรณ์ - นำเสนอสถานการณ์โดยใช้ตัวแปร/ สัญลักษณ์ แผนภาพให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้อย่างถูกต้องบางส่วนหรือกำหนดตัวแปรไม่ครบถ้วน
2	<ul style="list-style-type: none"> - ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ แต่ยังไม่สมบูรณ์ - นำเสนอสถานการณ์โดยใช้ตัวแปร/ สัญลักษณ์ แผนภาพให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้อย่างถูกต้องบางส่วนหรือกำหนดตัวแปรไม่ครบถ้วน
1	<ul style="list-style-type: none"> - ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงบางส่วนไม่ถูกต้อง - นำเสนอสถานการณ์โดยใช้ตัวแปร/ สัญลักษณ์ แผนภาพให้อยู่ในรูปอย่างง่ายไม่ถูกต้อง

ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

คะแนน	พฤติกรรม
4	<ul style="list-style-type: none"> - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
3	<ul style="list-style-type: none"> - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์

ตาราง 4 (ต่อ)

2	<ul style="list-style-type: none"> - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของกับปัญหา - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปลำดับคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปลำดับคำตอบไม่ครบถ้วน
1	<ul style="list-style-type: none"> - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่อย่างถูกต้องหรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาไม่มีการสรุปลำดับคำตอบ หรือสรุปลำดับคำตอบไม่ถูกต้อง

ตาราง 5 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการตีความและประเมินผลลัพธ์

คะแนน	พฤติกรรม
4	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้ถูกต้อง และชัดเจน - อธิบายความสมเหตุสมผลของวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาถูกต้องและชัดเจน - ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปบริบทของปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน
3	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้ถูกต้องและชัดเจน - อธิบายความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหาถูกต้องแต่ยังไม่ชัดเจน - ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปบริบทของปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
2	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้ถูกต้องแต่ยังไม่ชัดเจน - อธิบายความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหาถูกต้องแต่ยังไม่ชัดเจน - ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปบริบทของปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
1	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง - อธิบายความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง - ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปบริบทของปัญหาได้ไม่ถูกต้อง

กฤตญู วิเศษประสิทธิ์(2561) ได้ทำการศึกษาและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่เน้นการหาคำตอบในแต่ละสถานการณ์ ตามเกณฑ์ที่ปรับปรุงมาจากสสวท. (2546, อ่างใน อังษณนันทน์ เคนส์ทาน, 2557, pp.68-69) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 6 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่เน้นการหาคำตอบในแต่ละสถานการณ์

รูปแบบของข้อสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
แบบเลือกตอบคำตอบเดียว	คะแนนเต็ม เมื่อคำตอบถูกต้อง ไม่ได้คะแนน เมื่อคำตอบไม่ถูกต้องหรือคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ
แบบเลือกตอบเชิงซ้อน	คะแนนเต็ม เมื่อคำตอบถูกต้องทั้ง 3 คำตอบย่อย ได้คะแนนบางส่วน เมื่อคำตอบถูกต้อง 2 คำตอบย่อย ไม่ได้คะแนน เมื่อคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบหรือคำตอบไม่ถูกต้อง
แบบสร้างคำตอบแบบอิสระ	คะแนนเต็ม เมื่อคำตอบถูกต้อง อธิบายแสดงแนวคิดถูกต้อง มีความสมเหตุสมผลหรือตามแต่เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ ได้คะแนนบางส่วน เมื่อแทนตัวเลขในสูตรได้ถูกต้อง แต่คำนวณคำตอบไม่ถูกต้องไม่แสดงวิธีทำ แสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง หรือตามแต่เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ ไม่ได้คะแนน เมื่อคำตอบไม่ถูกต้องหรือคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ
แบบสร้างคำตอบแบบปิด	คะแนนเต็ม เมื่อคำตอบถูกต้อง ไม่ได้คะแนน เมื่อคำตอบไม่ถูกต้องหรือคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ

ณัฐดนัย โสทะ(2563) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็น (Analytic Scoring) ตามองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2) การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา 3) การตีความและประเมินผลลัพธ์ โดยแสดงผลในรูปของความถี่ตามกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 4 (ดีมาก) 3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ปรับปรุง) ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 7 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

คะแนน	พฤติกรรม
4 (ดีมาก)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้อง สมบูรณ์ 2. นำเสนอสถานการณ์โดยใช้ตัวแปร/สัญลักษณ์/แผนภาพให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน 3. แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนได้ถูกต้อง
3 (ดี)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้อง สมบูรณ์ 2. นำเสนอสถานการณ์โดยใช้ตัวแปร/สัญลักษณ์/แผนภาพให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้อย่างถูกต้องบางส่วนหรือกำหนดตัวแปรไม่ครบถ้วน 3. แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนได้แต่ไม่ครบถ้วน
2 (พอใช้)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ แต่ยังไม่สมบูรณ์ 2. นำเสนอสถานการณ์โดยใช้ตัวแปร/สัญลักษณ์/แผนภาพให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้อย่างถูกต้องบางส่วน หรือกำหนดตัวแปรไม่ครบถ้วน 3. แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนได้แต่ไม่ครบถ้วน
1 (ปรับปรุง)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงบางส่วนไม่ถูกต้อง 2. นำเสนอสถานการณ์โดยใช้ตัวแปร/สัญลักษณ์/แผนภาพให้อยู่ในรูปอย่างง่ายไม่ถูกต้อง 3. แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนไม่ถูกต้อง

ตาราง 8 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการใช้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

คะแนน	พฤติกรรม
4 (ดีมาก)	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสมสอดคล้องกับปัญหา 2. นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน 3. สรุปคำตอบได้ถูกต้องชัดเจน

ตารางที่ 8 (ต่อ)

3 (ดี)	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสมสอดคล้องกับปัญหา 2. นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน 3. สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน
2 (พอใช้)	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมและไม่สอดคล้องกับปัญหา 2. นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน 3. สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน
1 (ปรับปรุง)	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง 2. นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา 3. ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ตาราง 9 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการตีความและประเมินผลลัพธ์

คะแนน	พฤติกรรม
4 (ดีมาก)	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้ถูกต้องและชัดเจน 2. อธิบายความสมเหตุสมผลของวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาถูกต้องและชัดเจน 3. ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทของปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน
3 (ดี)	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้ถูกต้อง และชัดเจน 2. อธิบายความสมเหตุสมผลของวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน 3. ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทของปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
2 (พอใช้)	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน 2. อธิบายความสมเหตุสมผลของวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน 3. ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทของปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
1 (ปรับปรุง)	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง 2. อธิบายความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง 3. ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทของปัญหาได้ไม่ถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542, น. 25) ได้กล่าวถึงระดับของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ระดับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ระดับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากแนวคิดของ Jones, Thornton, Langrall and Tarr (1999, pp. 51-54) ดังนี้

1. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับต่ำ หมายถึง การที่นักเรียนให้เหตุผลตามความคิดของตนเองโดยไม่ทราบว่าสิ่งที่ตนเองให้เหตุผลไปนั้นจะถูกหรือผิดและไม่สนใจว่าจะเกิดอะไรขึ้นในสิ่งที่ตนเองให้เหตุผลไป
2. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง หมายถึง การที่นักเรียนให้เหตุผลโดยอาศัยความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงระหว่างผลที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการทดลองสุ่มกับความน่าจะเป็น และสามารถบอกโอกาสที่จะเกิดขึ้นว่าน้อยกว่ามากกว่าหรือเท่ากันแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าโอกาสที่จะเกิดขึ้นความน่าจะเป็นเป็นเท่าไร
3. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง หมายถึง การที่นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการหาคำตอบโดยสามารถอธิบายและเชื่อมโยงคำตอบของตนเองคำนวณค่าออกมาเป็นตัวเลขได้

สำหรับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมในตัวอย่างของแต่ละกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้เลือกไว้ ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาเกณฑ์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2022 (OECD, 2018) ร่วมกับแนวทางการวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ (สสวท., 2560) เกณฑ์การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามแต่ละกระบวนการของรุ่งทิวา บุญมาโตน (2560) ณิชฐดนัย โสทะ (2563) และระดับของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (สสวท., 2542) ซึ่งจะวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ประกอบไปด้วยกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและการตีความและประเมินผลลัพธ์

5. ตัวอย่างข้อสอบคณิตศาสตร์ของ PISA 2022

PISA ได้พัฒนาข้อสอบเพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในโลกยุค เนื่องจากเป็นการประเมินด้วยคอมพิวเตอร์ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับแบบทดสอบมากขึ้นและมีรูปแบบข้อสอบที่หลากหลายมากขึ้นด้วย เช่น มีการจำลองสถานการณ์ มีการนำเสนอข้อมูลของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในโลกให้กับนักเรียน ดังตัวอย่างข้อสอบเรื่อง การใช้สมาร์ทโฟน เป็นตัวอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ประโยชน์จากคอมพิวเตอร์ในด้านคณิตศาสตร์ ดังภาพ 3

PISA 2021

การใช้สมาร์ตโฟน
คำถามที่ 2/3

จากเรื่อง "การใช้สมาร์ตโฟน" ทางด้านขวา ให้ใช้โปรแกรมสเปรดชีตเพื่อช่วยนักเรียนในการตอบคำถามข้างล่าง แล้วคลิกตัวเลือกในตารางเพื่อตอบคำถาม

ให้นักเรียนใช้ปุ่มจัดเรียงข้อมูลเพื่อประเมินข้อความต่อไปนี้ว่าเป็นจริงหรือเท็จ จงคลิกเลือก **จริง** หรือ **เท็จ** ในแต่ละข้อความ

ข้อความ	จริง	เท็จ
ประเทศที่มีประชากรมากที่สุดจะมีจำนวนของผู้ใช้สมาร์ตโฟนมากที่สุดด้วย	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ประเทศที่มีจำนวนของผู้ใช้สมาร์ตโฟนน้อยที่สุดจะมีประชากรน้อยที่สุดด้วย	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ประเทศที่มีสัดส่วนของผู้ใช้สมาร์ตโฟนมากที่สุดจะมีประชากรน้อยที่สุดด้วย	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ประเทศที่มีสัดส่วนของผู้ใช้สมาร์ตโฟนอยู่ที่ตำแหน่งร้อยละจะมีจำนวนของผู้ใช้สมาร์ตโฟนอยู่ที่ตำแหน่งร้อยละด้วย	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

การใช้สมาร์ตโฟน

โปรแกรมสเปรดชีตแสดงจำนวนประชากร จำนวนของผู้ใช้สมาร์ตโฟน และสัดส่วนของผู้ใช้สมาร์ตโฟน (ในรูปร้อยละ) ของประเทศต่างๆ ในทวีปเอเชีย ข้อมูลในแต่ละคอลัมน์สามารถจัดเรียงจากน้อยไปมากได้โดยการคลิกปุ่มที่อยู่ส่วนหัวตารางของแต่ละคอลัมน์

	คอลัมน์ A	คอลัมน์ B	คอลัมน์ C	คอลัมน์ D
ประเทศ	ประชากร (ล้านคน)	จำนวนของผู้ใช้สมาร์ตโฟน (ล้านคน)	สัดส่วนของผู้ใช้สมาร์ตโฟน	
บังกลาเทศ	166.735	8.921	5%	
อินโดนีเซีย	266.357	67.57	25%	
ญี่ปุ่น	125.738	65.282	52%	
มาเลเซีย	31.571	20.98	38%	
ปากีสถาน	200.663	23.228	12%	
ฟิลิปปินส์	105.341	28.627	27%	
ไทย	68.416	30.486	54%	
ตุรกี	81.086	44.771	55%	
เวียดนาม	96.357	29.043	30%	

ภาพ 3 แสดงตัวอย่างข้อสอบ PISA 2022 เรื่อง การใช้สมาร์ตโฟน

ในตัวอย่างสถานการณ์ของข้อสอบอยู่ในบริบททางสังคม ซึ่งมีโปรแกรมจำลองเป็นโปรแกรมสเปรดชีต (Spreadsheet) ที่แสดงข้อมูลจำนวนผู้ใช้สมาร์ตโฟนของประเทศต่าง ๆ ใน ทวีปเอเชีย ในการตอบคำถามข้อนี้ นักเรียนต้องใช้โปรแกรมดังกล่าวเป็นเครื่องมือในการจัดเรียง ข้อมูลใช้กระบวนการคิดเชิงคำนวณเพื่อให้สามารถเลือกใช้เครื่องมือหรือวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบในแต่ละข้อย่อย โดยนักเรียนต้องตีความและประเมินผลลัพธ์ที่ได้ร่วมกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความสมเหตุสมผลของข้อความในคำถามแต่ละข้อย่อย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

กฤตณุ วิเศษประสิทธิ์ (2561) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ในภาพรวมด้านการคิดสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และด้านการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านทั้งภาพรวมและรายด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

รุ่งทิวา บุญมาโดน (2560:) ได้ศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่พัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ให้ ความสำคัญกับการเริ่มต้นบทเรียนด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน การใช้ คำถามปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาส ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น การส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือ ปฏิบัติเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ การส่งเสริมให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน และเน้นให้ นักเรียนได้สร้างสถานการณ์ ในบริบทใหม่ ทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบท เป็นฐาน ส่วนใหญ่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี กล่าวคือ นักเรียนสามารถระบุประเด็นทาง คณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้อง สมบูรณ์และนำเสนอสถานการณ์โดยใช้ตัวแปร/ สัญลักษณ์/แผนภาพให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้อย่างถูกต้องบางส่วนนักเรียนเลือกวิธีการที่สามารถ แก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมสอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องแต่การ แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจนและสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนและนักเรียน สามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทของปัญหา อธิบายความสมเหตุสมผลของ ผลลัพธ์ได้ถูกต้องและอธิบายความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหาได้

ภูวเดช วรโกชน (2559) ได้ศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราชบุรีวิทยาคม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่วนมากมีระดับการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่า 1 คิดเป็นร้อยละ 57.14 ซึ่งสาเหตุของปัญหาการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ ของนักเรียน คือ แก่โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ได้ วิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ ของข้อมูลที่กำหนดให้มาใช้ในการแก้ปัญหา ส่วนแนวทางในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ ควรปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้ให้มีความหลากหลาย โดยฝึกให้เด็กคิดมากขึ้น เป็นปัญหาที่พบ เจออยู่บ่อย ๆ และเพิ่มเวลาการฝึกแก้ปัญหาให้มากขึ้น โดยเฉพาะปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Jamil and Khusna (2020) ได้พัฒนาใบงานของนักเรียนที่มีลักษณะเป็นวิธี ปลายเปิดเพื่อสนับสนุนความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลจากการศึกษา พบว่า การใช้ใบงานที่มีลักษณะของปัญหาปลายเปิดสามารถสนับสนุนความสามารถในการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ช่วยให้นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นและมีความคิดที่จะพัฒนา ทักษะคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยประเภทของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ด้วยวิธีปลายเปิดไม่ใช่ปัญหา คำนวณแต่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ตามที่ระบุไว้ในใบงาน ซึ่งมีลักษณะ ดังนี้ 1.ปัญหาที่แก้ไขได้หลายวิธี 2. ปัญหาที่มีคำตอบที่หลากหลายและ 3. ปัญหาที่สามารถพัฒนาได้ โดยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขของปัญหาก่อนหน้า

Zainiyah(2018) ได้ศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยข้อมูลถูกเก็บรวบรวมผ่านการสังเกตและการทดสอบด้วยคำถามห่าข้อที่มีตัวบ่งชี้การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยทั่วไปอยู่ในระดับสูง นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหา ใช้ตรรกะอธิบายวิธีแก้ปัญหาและเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา



บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้เสนอรายละเอียด ดังต่อไปนี้

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

ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 24 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ประกอบด้วยนักเรียนชาย จำนวน 8 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 16 คน จากการเลือกแบบเจาะจง

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มีขั้นตอนตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (2000) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนใน 1 วงจร ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน(Plan) 2) ขั้นปฏิบัติการ (Action) 3) ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) และ 4) ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรทั้งหมด 4 วงจร แบ่งได้ดังนี้

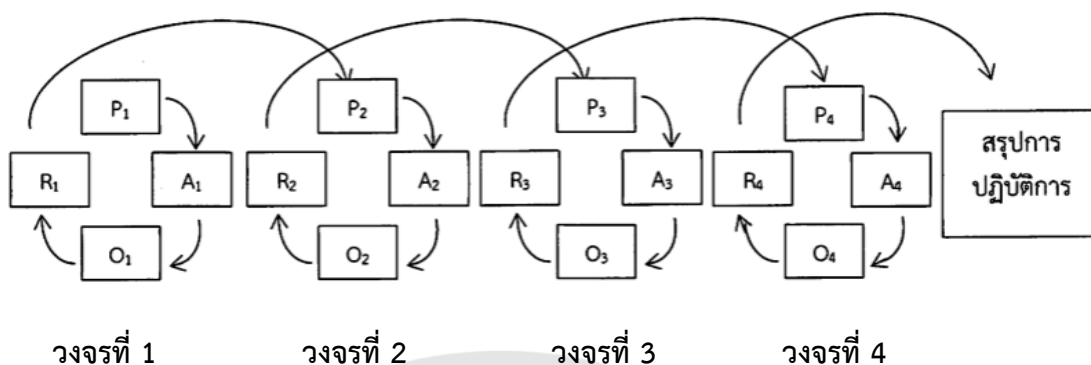
วงจรที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

วงจรที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความหมายของอัตราส่วน

วงจรที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน

วงจรที่ 4 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและมาตราส่วน

โดยลักษณะของวงจรทั้ง 4 แสดงดังภาพ 4



ภาพ 4 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ	จำนวน 4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	เรื่อง ความหมายของอัตราส่วน	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วน	จำนวน 4 ชั่วโมง

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1.2.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.2.2 แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้
- 1.2.3 ใบกิจกรรมของนักเรียน
- 1.2.4 แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
- 1.2.5 แบบสังเกตพฤติกรรมทำให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะจำแนกตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย ดังตาราง 10
ตาราง 10 แสดงจุดมุ่งหมายของงานวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ที่	จุดมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้
1.	เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	- แผนการจัดการเรียนรู้ - แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
2.	เพื่อศึกษาผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนเมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	- ใบกิจกรรม - แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ และอัตราส่วน - แบบสังเกตพฤติกรรมทำให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นไปตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนโดยศึกษาคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 61101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ในเรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน

2.1.2 ศึกษากระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022

2.1.3 ศึกษาบริบทสำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 เพื่อนำมาใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้พิจารณาบริบทที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย พบว่า ทุกบริบทตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 เป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน ได้แก่ บริบทส่วนตัว บริบทสังคม บริบทการทำงานอาชีพ และบริบทวิทยาศาสตร์

2.1.4 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

2.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเพื่อความฉลาดรู้ด้าน

คณิตศาสตร์เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลา ทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงความสัมพันธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

แผนที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	สถานการณ์	บริบทของสถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
1	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ	การซื้อของออนไลน์	ส่วนตัว	4
2	ความหมายของอัตราส่วน	การจัดที่นั่งโรงอาหารในช่วงโควิด 19	วิทยาศาสตร์และสังคม	2
3	อัตราส่วนที่เท่ากัน	การจัดที่นั่งโรงอาหารในช่วงโควิด 19	วิทยาศาสตร์และสังคม	2
4	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วน	การทำข้าวหลาม	อาชีพ	4

โดยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้

- 1) ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้
- 2) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
- 3) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4) สาระสำคัญ
- 5) กิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้
 - ขั้นตอนที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด
 - ขั้นตอนที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน
 - ขั้นตอนที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน
 - ขั้นตอนที่ 4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน
- 6) สื่อการเรียนรู้
- 7) การวัดและประเมินผล

2.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการ

เรียนรู้ ประกอบด้วย

- 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน
- 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน
- 3) ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้านได้แก่ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) และให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นในแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

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

หลังจากนั้นนำผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มา คำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละด้านที่ประเมิน แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย (รัตนะ บัวสนธ์, 2556) ดังนี้

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

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน คือ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.61 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวม เท่ากับ 0.13 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

2.1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา ตามประเด็นต่อไปนี้

- 1) การเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านทักษะกระบวนการ ควรระบุกระบวนการ

ย่อยของตัวแปรตามให้ชัดเจน

2) การคาดการณ์แนวคิดของนักเรียน ควรมีการคาดการณ์แนวคิดของ

นักเรียนให้ได้หลากหลายว่านักเรียนจะแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

2.1.8 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

2.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยขณะดำเนินกิจกรรม โดยมีผู้ร่วมสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ได้แก่ ครูประจำการผู้รับผิดชอบสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจัดบันทึก บรรยาย เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในแต่ละวงจรถ้าเป็นอย่างไร มีความเหมาะสมหรือไม่ สามารถช่วยพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร และควรปรับปรุงหรือแก้ไขอย่างไร เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาแนวทางในการปรับแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.2.2 กำหนดขอบเขตการสังเกต ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยมีผลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร โดยพิจารณาจากพฤติกรรมของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้น การจัดการเรียนรู้มีปัญหาหรืออุปสรรคอย่างไร และมีแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงอย่างไร

2.2.3 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.2.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.2.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและผู้เชี่ยวชาญ

2.2.6 จัดทำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2.3 ใบกิจกรรมของนักเรียน

ผู้วิจัยสร้างใบกิจกรรมเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในด้านกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใบกิจกรรมจะเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนจะเขียนบันทึกลงในใบกิจกรรมในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละใบกิจกรรมมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างใบกิจกรรมของนักเรียน

2.3.2 ศึกษากรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 ในด้านกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3.3 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

2.3.4 ศึกษาเนื้อหา ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ในรายวิชา ค 16101 คณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน

2.3.5 กำหนดขอบเขตของการบันทึกข้อมูลของนักเรียน

2.3.6 สร้างใบกิจกรรมของนักเรียน

2.3.7 ปรับปรุงใบกิจกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ตามประเด็นต่อไปนี้

- 1) ข้อคำถามในใบกิจกรรมต้องครบและสอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 2) สถานการณ์ปัญหาค่อนข้างยาวและใช้ภาษาที่เข้าใจยากสำหรับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา ควรปรับคำให้เข้าใจง่ายและกระชับขึ้น

2.3.8 จัดทำใบกิจกรรมฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

2.4 แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือที่เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจในเนื้อหา โดยนักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ครบทุกวงจรแล้ว ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022

2.4.2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน โดยศึกษาคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 16101 เนื้อหา ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ในเรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบ

2.4.3 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบจำนวน 4 สถานการณ์โดยแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยข้อคำถามย่อย ซึ่งมีความสัมพันธ์กับกระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดและกำหนดรูปแบบของแบบทดสอบเป็นแบบเขียนตอบอิสระ

2.4.4 สร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จำนวน 4 สถานการณ์ ที่ครอบคลุมทั้ง 2 กระบวนการ

2.4.5 นำแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) ของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา(ไพศาล วรคำ, 2552) ดังนี้

คะแนน +1 ถ้าเห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

พิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มาสร้างแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และคัดเลือกสถานการณ์ปัญหา จำนวน 4 สถานการณ์โดยผลการประเมิน ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

2.4.6 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

2.4.7 จัดทำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์

2.5 แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมของนักเรียนขณะดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยจะบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในแต่ละวงจรถ้าเป็นอย่างไร นักเรียนมีพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรถ้าปฏิบัติเป็นอย่างไรบ้าง ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.5.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.5.2 กำหนดประเด็นและรหัสการวิเคราะห์ข้อมูลการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อนำไปพิจารณาจากพฤติกรรมของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นการอภิปรายทั้งชั้น และการเปรียบเทียบ

2.5.3 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.5.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

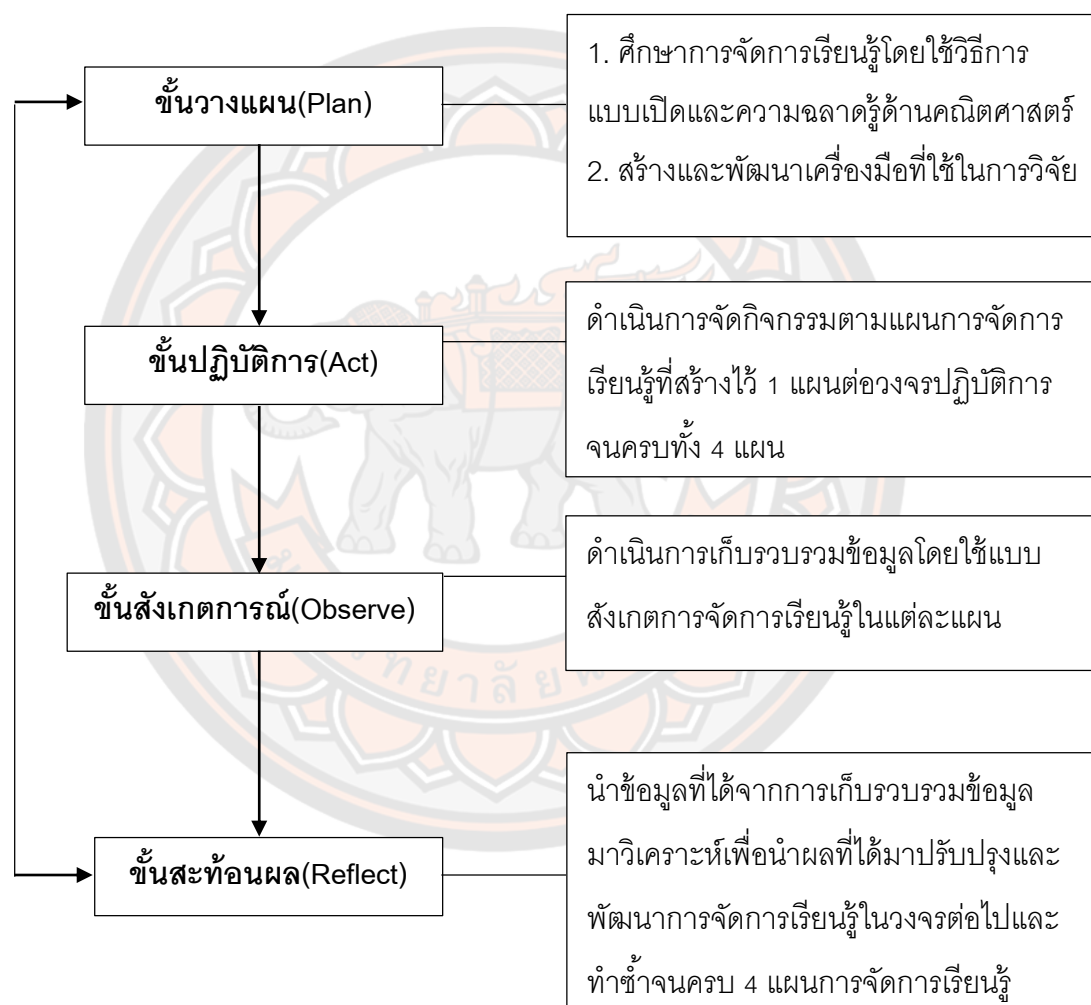
2.5.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

2.5.6 จัดทำแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์

โดยขณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดทั้ง 4 ชั้น มีการบันทึกวิถีทัศน์เพื่อ บันทึกการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลสำหรับการถอดบทสนทนาและวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้รวมถึงเป็นการเก็บข้อมูลในภาพรวมในกรณีที่เกิดการสังเกตไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนดังภาพ 5



ภาพ 5 แสดงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การเก็บและรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีผลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน จำนวน 4 แผน ตามชั่วโมงปกติของโรงเรียน โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง
3. ในระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนการจัดการเรียนรู้จะจัดบันทึก การทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนลงในแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้และนักเรียนเขียนบันทึกการทำกิจกรรมลงในใบกิจกรรม
4. เมื่อจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมใบกิจกรรมแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และของผู้ร่วมสะท้อนการจัดการเรียนรู้เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเขียนเป็นสรุปผลการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้แล้ววิเคราะห์เพื่อทำการสะท้อนผลและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป
5. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้สร้างไว้ที่ละแผนจนครบทั้ง 4 แผน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
6. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ มาวิเคราะห์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยทั้ง 2 ข้อได้แก่

1. เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนเมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 รายละเอียดดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	แผนการจัดการเรียนรู้	แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	ใบกิจกรรม	แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	แบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ข้อที่ 1	✓	✓			
ข้อที่ 2			✓	✓	✓

โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีผลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อสิ้นสุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการและจะวิเคราะห์ข้อมูลภาพรวมทั้งหมดเมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจรแล้ว ซึ่งมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือ ได้แก่ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.2 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และตีความข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.2.2 ผู้วิจัยทำการจัดระเบียบเนื้อหาของข้อมูลตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ได้แก่ 1) การจัดการเรียนรู้มีผลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร 2) ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และ 3) แนวทางปรับปรุงแก้ไขปัญหา สำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป โดยประเด็นเหล่านี้จะแสดงถึงความเกี่ยวข้องต่อการปรับปรุง พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.2.3 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่มีความสอดคล้องกันมาจัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกันเพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล โดยมีประเด็นการจัดกลุ่มข้อมูล ดังนี้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดและปัญหาและอุปสรรคที่พบโดยแต่ละกลุ่มจะถูกนำมาจำแนก

เป็นข้อมูลเชิงบวกและเชิงลบ

1.2.4 ผู้วิจัยทำการสรุปข้อมูล โดยรายงานผลในลักษณะการเขียนบรรยายผลการดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.2.5 ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตรวจสอบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource Triangulation) ที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์และพิจารณาถึงผลการดำเนินการว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่องร้อยละและอัตราส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ใบกิจกรรม แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์เมื่อสิ้นสุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการและจะวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดเมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจร จากนั้น นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดมาเปรียบเทียบกันเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

2.1.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยวิเคราะห์การเขียนคำตอบโดยให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็น (Analytic Scoring) ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้นตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA 2022 ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ด้าน คือ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหา ดังตาราง 13-16

ตาราง 13 เกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

กระบวนการที่ 1 (R1): การให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์	
ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (ดี)	นักเรียนสามารถนำเสนอปัญหาในรูปแบบที่แตกต่าง รวมถึงจัดการกับปัญหาให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นได้ถูกต้องสมบูรณ์และสามารถหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้ได้อย่างสมเหตุสมผล

ตาราง 13 (ต่อ)

1 (พอใช้)	นักเรียนสามารถนำเสนอปัญหาในรูปแบบที่แตกต่าง รวมถึงจัดการกับปัญหาให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นได้ ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์สมบูรณ์หรือสามารถหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้ได้อย่าง สมเหตุสมผลบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	นักเรียนไม่สามารถนำเสนอปัญหาในรูปแบบที่แตกต่าง รวมถึงจัดการกับปัญหาให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นได้หรือไม่สามารถหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้ได้
กระบวนการที่ 2 (R2): การให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (ดี)	นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งกระบวนการรวมถึงขั้นตอนที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ สมเหตุสมผล
1 (พอใช้)	นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งกระบวนการรวมถึงขั้นตอนที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ สมเหตุสมผลบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	นักเรียนไม่สามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งกระบวนการรวมถึงขั้นตอนที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้
กระบวนการที่ 3 (R3) : การให้เหตุผลเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์	
ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (ดี)	นักเรียนสามารถสะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ถูกต้องครบถ้วน
1 (พอใช้)	นักเรียนสามารถสะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ถูกต้องบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	นักเรียนไม่สามารถสะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้

ตาราง 14 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

กระบวนการที่ 1 (F1) : การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงและระบุตัวแปรที่สำคัญ	
ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (ดี)	นักเรียนสามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงหรือระบุตัวแปรที่สำคัญได้ถูกต้องครบถ้วน
1 (พอใช้)	นักเรียนสามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาโลกจริงจริงหรือระบุตัวแปรที่สำคัญได้แต่ไม่ครบถ้วน
0 (ปรับปรุง)	นักเรียนไม่สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงหรือระบุตัวแปรที่สำคัญได้หรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการ
กระบวนการที่ 2 (F2) : การจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้	
ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (ดี)	นักเรียนสามารถจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเหมาะสม
1 (พอใช้)	นักเรียนสามารถจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	นักเรียนไม่สามารถจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการ
กระบวนการที่ 3 (F3) : การแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์	
ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (ดี)	นักเรียนสามารถแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
1 (พอใช้)	นักเรียนสามารถแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	นักเรียนไม่สามารถแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการ

ตาราง 15 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

กระบวนการที่ 1 (E1) : การเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (ดี)	นักเรียนสามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง
1 (พอใช้)	นักเรียนสามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
0 (ปรับปรุง)	นักเรียนไม่สามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้
กระบวนการที่ 2 (E2) : การใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์(บทนิยาม กฎและระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน)รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหา	
ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (ดี)	นักเรียนสามารถใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์(บทนิยาม กฎและระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน)รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม
1 (พอใช้)	นักเรียนสามารถนำใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์(บทนิยาม กฎและระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน)รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	นักเรียนใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์(บทนิยาม กฎและระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน)รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยมาใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการ
กระบวนการที่ 3 (E3) : การบอกวิธีการการแก้ปัญหา การแสดงหรือสรุปและนำเสนอผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอน	
ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (ดี)	นักเรียนสามารถนำหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แสดงการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้องทุกขั้นตอน
1 (พอใช้)	นักเรียนสามารถนำหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แสดงการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องบางส่วน เช่น วิธีทำถูกต้องแต่คำตอบผิด

ตาราง 15 (ต่อ)

0 (ปรับปรุง)	นักเรียนนำหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แสดงการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนได้ไม่ถูกต้องหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการ
-----------------	--

ตาราง 16 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

กระบวนการที่ 1 (I1) : การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง	
ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (ดี)	นักเรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริงได้ถูกต้อง
1 (พอใช้)	นักเรียนสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริงได้อย่างถูกต้องบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	นักเรียนไม่สามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริงเพื่อที่จะอธิบายความหมายของผลลัพธ์ได้
กระบวนการที่ 2 (I2) : การระบุความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้กับบริบทของปัญหา	
ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (ดี)	นักเรียนสามารถระบุความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้กับบริบทของปัญหาได้อย่างถูกต้อง
1 (พอใช้)	นักเรียนสามารถระบุความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้กับบริบทของปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
0 (ปรับปรุง)	นักเรียนระบุความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้กับบริบทของปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการ
กระบวนการที่ 3 (I3) การประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริง	
ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (ดี)	นักเรียนสามารถการประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริงได้ถูกต้องเหมาะสม
1 (พอใช้)	นักเรียนสามารถการประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน

ตาราง 16 (ต่อ)

0 (ปรับปรุง)	นักเรียนประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริงไม่ถูกต้อง หรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการ
-----------------	--

2.2.2 ผู้วิจัยทำการรวบรวมคะแนนเพื่อจัดระดับและคุณภาพรวมของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของแต่ละกระบวนการ ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น

2.2.3 ผู้วิจัยเปรียบเทียบคะแนนความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์กับเกณฑ์โดยหากผลคะแนนของนักเรียนเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้รับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

2.2.4 ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมของนักเรียนและแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องและทิศทางของข้อมูล

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมของนักเรียน

2.2.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม โดยวิเคราะห์การเขียนคำตอบและให้คะแนนตามเกณฑ์เช่นเดียวกับใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ดังตาราง 13-16

2.2.2 ผู้วิจัยทำการรวบรวมคะแนนเพื่อจัดระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น

2.2.3 ผู้วิจัยเปรียบเทียบคะแนนความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ได้จากใบกิจกรรมที่ 1,2 ,3 และ 4 ซึ่งหากผลคะแนนของนักเรียนสูงขึ้นตามใบกิจกรรมที่ได้จากวงจรปฏิบัติการที่ 1,2,3 และ 4 แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้มีการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการแก้ปัญหาและการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนในด้านกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมทำให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.3.1 ผู้วิจัยถอดบทสนทนาจากการบันทึกวีดิทัศน์ขณะการจัดการเรียนรู้ในชั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

2.3.2 ผู้วิจัยอ่านบทสนทนาวิเคราะห์พฤติกรรมนักเรียนของนักเรียนจากแบบสังเกตพฤติกรรมทำให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด

2.3.3 คัดกรองข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และตัดข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องออก

2.3.4 วิเคราะห์ข้อความที่เกี่ยวข้องใส่รหัส แล้วพิจารณาจากความหมาย ตาม

ตาราง 17

ตาราง 17 แสดงรหัสการวิเคราะห์ข้อมูล

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
รหัสการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	ความหมาย
R1 (การให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทน)	นักเรียนกล่าวเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งการ แสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่ผู้อื่นคิดได้
R2 (การให้เหตุผลเกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการ)	นักเรียนกล่าวเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้ง กระบวนการรวมถึงขั้นตอนที่ใช้ในการหา ผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้
R3 (การให้เหตุผลเกี่ยวกับผลลัพธ์)	นักเรียนกล่าวเหตุผลสนับสนุนหรือสะท้อนข้อ โต้แย้งทางคณิตศาสตร์ต่อผลลัพธ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ได้

2.3.5 ผู้วิจัยทำการรวบรวมข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสังเกต พฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยนำข้อมูลที่มีรหัสมาเรียบเรียงและ เรียงลำดับรหัสข้อมูลที่พบความถี่สูง แล้วอธิบายภาพรวมของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำการ วิเคราะห์ทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3.6 นำผลการวิเคราะห์แต่ละครั้งมาวิเคราะห์ความแตกต่างและเขียน บรรยายเป็นความเรียงของการเปลี่ยนแปลงในการเหตุผลทางคณิตศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเชิงปฏิบัติการการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ผลศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 2 ผลศึกษาผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนเมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 1 ผลศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ความหมายของอัตราส่วน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 อัตราส่วนที่เท่ากันและแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วน แผนละหนึ่งวงจรปฏิบัติการ รวมจำนวนทั้งสิ้น 4 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง แต่ละวงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1. การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดน่าน และตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) รายวิชา ค 16101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่

2 ปีการศึกษา 2564 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ประกอบด้วย 4 เรื่องย่อย ได้แก่ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ ความหมายของอัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากันและโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วน โดยในการจัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้เลือกนำเสนอสถานการณ์ของปัญหาปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และเตรียมแถบกระดาษแสดงสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้เห็นแล้วอ่านทำความเข้าใจพร้อมกัน

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะจัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาและตอบคำถามลงในใบกิจกรรม โดยมีครูเป็นผู้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างทำกิจกรรมและตรวจสอบแนวคิดที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน ในขั้นนี้ผู้วิจัยเตรียมคัดเลือกแนวคิดแล้วเรียงลำดับในการนำเสนอโดยจะเรียงลำดับจากแนวคิดที่มีข้อผิดพลาดหรือมีความสมบูรณ์น้อยไปยังแนวคิดที่มีความสมบูรณ์มากแล้วให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ตรวจสอบวิธีการและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นโดยให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้

ขั้นที่ 4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะทบทวนแนวคิดที่นำเสนอไปก่อนแล้วใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดเหล่านั้นแล้วนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาร้อยละซึ่งเป็นเป้าหมายของคาบเรียนนี้

2. การเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเอกสารโดยจำแนกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ส่วนที่ 1 เอกสารสำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ส่วนที่ 2 เอกสารสำหรับผู้ร่วมสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และส่วนที่ 3 เอกสารสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัยหรือนักเรียน ประกอบด้วย ใบกิจกรรมและแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

3. การเตรียมสถานที่หรือห้องเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นลักษณะกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ซึ่งจะให้นักเรียนนั่งทำกิจกรรมเป็นกลุ่มตามแผนการจัดการเรียนรู้ และในช่วงท้ายของการจัดกิจกรรมตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำเสนอแนวคิดและอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน ผู้วิจัยได้จัดเตรียมการบันทึกวิดีโอโดยใช้เครื่องบันทึกจำนวน 1 เครื่อง โดยตั้งไว้ด้านหลังห้องเรียน 1 เครื่อง และเครื่องอุปกรณ์ฉายภาพ (Projector) เพื่อนำเสนอใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่นำเสนอ



ภาพ 6 แสดงการใช้อุปกรณ์ฉายภาพ (Projector) เพื่อนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ ใช้เวลาจำนวน 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้สนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยยกสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 1 เกี่ยวกับการขายหน้ากากอนามัย แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านทำความเข้าใจในสถานการณ์ร่วมกัน โดยผู้วิจัยมีการกระตุ้นคิดและตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถามและเขียนแนวคิดที่นักเรียนตอบไว้บนกระดาน

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยคณะกรรมการและให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันระดมความคิดและแลกเปลี่ยนการเรียนรู้กัน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาและลงข้อสรุปจากสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมตามความสามารถของนักเรียนในกลุ่ม โดยนักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรม โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ติดตามและสังเกตแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาขณะที่นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรม รวมถึงจดบันทึกแนวคิดและวิธีการต่าง ๆ ที่น่าสนใจเพื่อนำไปคัดเลือกและเรียงลำดับแนวคิดในการนำเสนอ โดยในขณะที่ผู้วิจัยเข้าไปสังเกตผู้วิจัยจะไม่พูดแทรกในระหว่างที่นักเรียนทำงานและเสียงที่จะตอบคำถามนักเรียนเพราะอย่างให้นักเรียนได้มีอิสระในการคิดแก้ปัญหาอย่างเต็มที่ตามความสามารถของตนเอง

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอและอธิบายแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมตามลำดับที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ โดยนักเรียนกลุ่มอื่นร่วมกันแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในใบกิจกรรมเสร็จแล้ว ผู้วิจัยมี

การตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างในแนวคิดของกลุ่มตนเองและแนวคิดของเพื่อน และใช้คำถามให้นักเรียนได้ประเมินความสมเหตุสมผลของแนวคิดหรือวิธีการต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 การสรุปทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ในขั้นนี้นักเรียนและผู้วิจัยร่วมกันสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน จากการทำใบกิจกรรม โดยผู้วิจัยนำใบกิจกรรมที่นำเสนอมาติดบนกระดาน จากนั้นใช้คำถามเพื่อ ทบทวนประเด็นสำคัญที่ได้จากการนำเสนอของนักเรียน เช่นการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบหรือเงื่อนไขของปัญหา วิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาและข้อสรุปของแต่ละกลุ่มได้ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้เขียนประเด็นสำคัญที่นักเรียนตอบไว้บนกระดานด้วย เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงวิธีการในการหา คำตอบที่ถูกต้องและชัดเจนขึ้น พร้อมทั้งตั้งคำถามให้นักเรียนประเมินความสมเหตุสมผลของวิธีการ ต่าง ๆ และผลลัพธ์ที่ได้ จากนั้นผู้วิจัยพูดอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดหรือวิธีการที่ ถูกต้องตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์แล้วนำไปสู่การสรุปหลักการในการแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ ซึ่งเป็น เป้าหมายของการเรียนในคาบนี้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นตอนนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ ร่วมสะท้อนการจัดการเรียนรู้(ผู้วิจัยประจำการ) และเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำใบกิจกรรมเป็นราย กลุ่ม ซึ่งจากการสังเกตของผู้วิจัยขณะทำการจัดการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้น เรียน รวมปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด โดยมีรายละเอียดแต่ ละขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

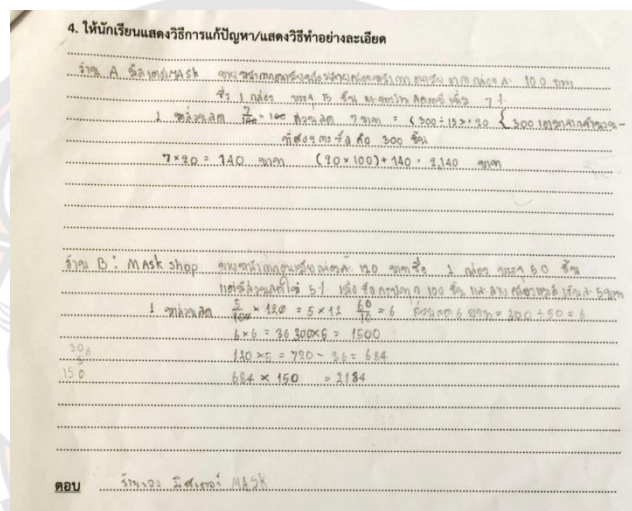
ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ปลายเปิดเกี่ยวกับปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็น สถานการณ์เกี่ยวกับการซื้อหน้ากากอนามัยในช่วงโควิด 19 จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ ความสนใจกับสถานการณ์ปัญหา โดยนักเรียนได้ร่วมกันแถบอ่านสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยติดไว้บน กระดาน แต่มีนักเรียนบางคนเท่านั้นที่ตอบคำถามและอภิปรายข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ร่วมกับผู้วิจัย

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ศึกษาสถานการณ์ปัญหาเรื่อง ของขวัญปีใหม่จากใบ กิจกรรม แล้วร่วมกันแก้ปัญหาและตอบคำถามในแต่ละประเด็นลงในใบกิจกรรม จากการสังเกตพบว่า หลังจากที่นักเรียนได้อ่านสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่มีความตั้งใจใน การศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับ โดยนักเรียนในกลุ่มร่วมกันอ่านสถานการณ์ปัญหาซ้ำอีกรอบแล้ว ร่วมกันแสดงความคิดเห็นของตนเองตามความเข้าใจของตนเอง แต่ก็มีบางกลุ่มที่แบ่งหน้าที่กันในการ

ทำงานโดยแบ่งให้อีกคนหนึ่งเป็นคนคิดอีกคนรอเขียนแนวคิดหรือคำตอบลงในใบกิจกรรม หลังทำความเข้าใจสถานการณ์นักเรียนบางกลุ่มแสดงร่องรอยการขีดเขียนวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรม บางกลุ่มนักเรียนจะเขียนแนวคิดหรือวิธีการลงในกระดาษของตนเองก่อนแล้วค่อยนำมาเสนอแนวคิดนั้นกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อนร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวคิดนั้น นอกจากนี้ในระหว่างการทำกิจกรรมมีนักเรียนบางกลุ่มที่นั่งติดกันเกิดคำถามและได้ถามแลกเปลี่ยนกับเพื่อนข้ามกลุ่ม ผู้วิจัยจึงเข้าไปชี้แจงให้นักเรียนช่วยกันคิดและทำงานภายในกลุ่มของตนเอง จึงทำให้แนวคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนยังไม่หลากหลายส่วนใหญ่มองหาภาษีและส่วนลดต่อกล่องก่อนที่จะมาคิดภาพรวม

ดังภาพ 7



ภาพ 7 แสดงตัวอย่างการเขียนวิธีการแก้ปัญหานักเรียนเกิดขึ้นในชั้นเรียนส่วนใหญ่

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ของกลุ่มตนเองกับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งแต่ละกลุ่มมีวิธีการแตกต่างกัน แต่ได้ผลลัพธ์เหมือนกัน จากการสังเกต พบว่า นักเรียนยังไม่ค่อยมั่นใจในการนำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเองกับเพื่อนหน้าชั้นเรียนจึงใช้เวลาในการนำเสนอค่อนข้างมาก ผู้วิจัยจึงได้ช่วยกำหนดประเด็นในการนำเสนอและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอในสิ่งแสดงให้เห็นถึงข้อแตกต่างจากของกลุ่มเพื่อนก่อนหน้านี้โดยนักเรียนมีการเลือกนำเสนอในประเด็นที่แตกต่าง ซึ่งการนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นทำให้นักเรียนเห็นวิธีการแก้ปัญหาหลากหลายแบบ แม้จะใช้หลักการเดียวกัน เช่น ใช้การหาส่วนลด โดยเขียนแสดงแทนด้วยเศษส่วนคูณกับจำนวนนับ แต่ขั้นตอนหรือวิธีการคำนวณ ก็มีความแตกต่างกัน และจากที่ผู้วิจัยใช้คำถามกับประเด็นที่สำคัญของแต่ละกลุ่ม มีนักเรียนบางกลุ่มสามารถที่จะแสดงความคิดเห็นพร้อมให้เหตุผลได้ว่า เพื่อนทำตรงไหนไม่ถูกต้องและควรแก้ยังไง เช่น เพื่อเขียนประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ผิด นักเรียนก็สามารถเสนอแนะการเขียนสัญลักษณ์ที่ถูกต้องได้ ดังภาพ 8 และ

บทสนทนาต่อไปนี้

ผู้วิจัย : จากที่เพื่อนนำเสนอไป มีใครสงสัย อยากถามหรืออยากเพิ่มเติม
ตรงไหนไหมคะ

นักเรียน 1: ทำไม่ $15 \div 300$ ถึงได้ 20

ผู้วิจัย : ตรงประโยคนั้นใช้ไหมคะ 1 กล่องมี 15 ชั้นถ้าต้องการซื้อ 300 ชั้น
เพื่อนเขียน $15 \div 300 = 20$ กล่อง แล้วนักเรียนคิดว่าเพื่อน
เขียนถูกไหม

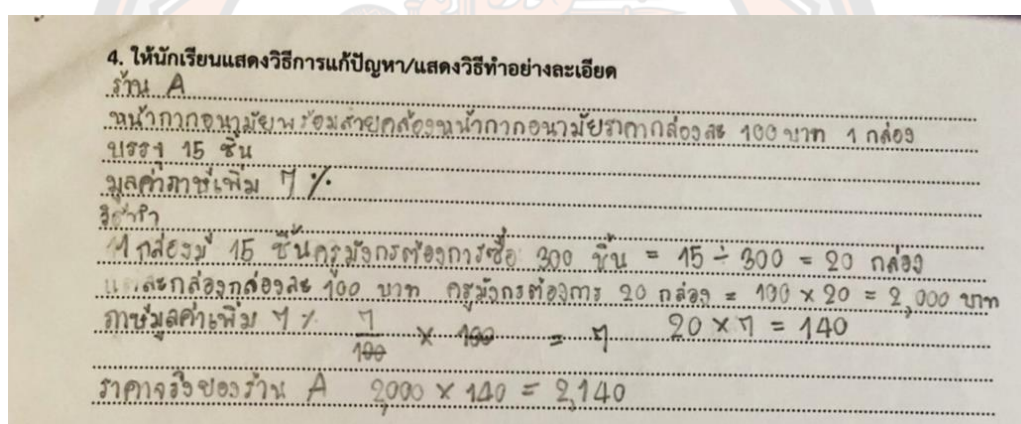
นักเรียน 2 : ก็ถูกแล้ว ก็ลองตั้ง 300หารด้วย 15 ก็ได้ 20 นี้

นักเรียน 1 : ไม่ถูก 300หาร 15 ไม่ได้ มันต้องเอา 300 ชั่นก่อน

นักเรียน 3 : ต้องเขียน 300หาร 15

ผู้วิจัย : สรุปควรเขียนยังไงดีคะ

นักเรียน 2 : 300หาร 15 ค่ะ จะได้ 20 คำตอบถูกแล้ว



ภาพ 8 แสดงการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่นำไปสู่การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน
ในขั้นนี้หลังจากที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ใช้คำถาม
เพื่อทบทวนแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นแล้วนักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง
และความสมเหตุสมผลของวิธีการและคำตอบ จากการสังเกตพบว่า เมื่อผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วม
อภิปรายกับนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จะมีนักเรียนเพียงบางส่วนเท่านั้นที่กล้า
แสดงความคิดเห็นและตอบคำถาม และส่วนใหญ่ นักเรียนจะแสดงความคิดเห็นในเรื่องที่เป็น
ข้อผิดพลาดเช่น การเขียนคำภาษาไทยไม่ถูกต้อง ไม่เขียนหน่วยกำกับตัวเลข เป็นต้น มากกว่าแนวคิด
หรือวิธีการที่เพื่อนนำเสนอ ผู้วิจัยจึงต้องการอธิบายเพิ่มเติมประกอบกับใช้คำตอบของนักเรียนเพื่อ
เชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นนำไปสู่ข้อสรุปเป็นความรู้เกี่ยวกับหลักการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังแสดงในตาราง 18

ตาราง 18 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหา ปลายเปิด	นักเรียนยังไม่ค่อยมีส่วนร่วม ในการทำความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหา เช่น ไม่ ค่อยกล้าตอบคำถามหรือถาม ในสิ่งที่ตนเองสงสัย ไม่อ่าน สถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยติด บนกระดาน	ปรับสถานการณ์ปัญหาให้เป็น กิจกรรม มีสื่อที่นักเรียนได้ลงมือทำใน กลุ่มที่ทุกคนมีส่วนร่วม (สื่อที่จับต้องได้ เช่น กระดาษแสดง แทนสิ่งของต่าง ๆ ในสถานการณ์ ปัญหา) หากนักเรียนได้ลงมือทำหรือ ได้ปฏิบัติ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจใน สถานการณ์ปัญหามากขึ้น ว่าเงื่อนไข ของปัญหาหรือ สิ่งที่สถานการณ์ให้มา เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอะไรบ้าง และเป้าหมายที่จะต้องทำคืออะไร อีก ทั้งสื่อที่ให้นักเรียน อาจจะเป็นสิ่งที่ ช่วยให้นักเรียนมองเห็นแนวทางหรือ สร้างแนวคิดที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา ในสถานการณ์นั้นให้ง่ายขึ้นได้
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วย ตนเองของนักเรียน	แนวคิดที่เกิดขึ้นในครั้งนี้อาจยังไม่ ค่อยมีความหลากหลาย บาง กลุ่มยังไม่มีคามมั่นใจที่จะ ตอบคำถามในแต่ละข้อ มักจะ เขียนแนวคิดต่าง ๆ ไว้ใน กระดาษทดก่อนจะนำมา	ในการทำงานกลุ่ม ผู้วิจัยควรจัดที่นั่ง แต่ละกลุ่ม ให้อยู่ห่างกันอย่าง เหมาะสม และในส่วนของใบกิจกรรม จะมีพื้นที่ทำหรับให้นักเรียนทดเลข เพื่อให้นักเรียนจะได้ช่วยกันระดม ความคิดและพูดคุยแลกเปลี่ยนและ

ตาราง 18 (ต่อ)

	<p>เขียนในใบกิจกรรมทำให้ใช้เวลาในการทำงานค่อนข้างมาก อีกทั้งข้อจำกัดเรื่องสถานที่ห้องเรียน ทำให้แต่ละกลุ่มนั่งใกล้กันและมีโอกาสแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนข้ามกลุ่ม</p>	<p>ตรวจสอบการคำนวณของเพื่อนในกลุ่มไปด้วย จะช่วยทำให้นักเรียนร่วมกันคิดร่วมกันทำภายในกลุ่มของตนเองอย่างเต็มที่ และอาจจะทำให้เกิดวิธีคิดที่หลากหลายมากขึ้น อีกทั้งการเพิ่มพื้นที่ในการทดลองใบกิจกรรมของนักเรียน จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนในกลุ่มได้ร่วมกันตรวจสอบวิธีคิดและการคำนวณไปด้วย นอกจากนี้ผู้วิจัยควรกำหนดเวลาในการทำงานให้ชัดเจนและกระตุ้นให้นักเรียนแบ่งเวลาให้เหมาะสม</p>
<p>ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน</p>	<p>นักเรียนบางกลุ่มยังมีความไม่มั่นใจในการนำเสนองานหน้าชั้นเรียน และการนำเสนอในครั้งนี้มีแนวคิดที่คล้ายกัน ทำให้เวลาในการนำเสนอไม่เพียงพอ</p>	<p>ปรับรูปแบบการอภิปราย โดยให้นักเรียนทุกกลุ่มได้นำเสนอแนวคิดของตนเอง โดยให้นำเสนอในประเด็นที่ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นประเด็นสำคัญสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้น กล่าวคือ ประเด็นที่นักเรียนทำได้ดีคล้ายๆกันก็ให้ตัวแทนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้นำเสนอไปเลยแล้วให้นักเรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็นในประเด็นนั้น ซึ่งผู้วิจัยอาจจะต้องเข้าไปช่วยในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมอภิปรายในประเด็นนั้น ๆ ส่วนประเด็นที่นักเรียนคิดต่างกัน ก็เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนออย่างเต็มที่ และผู้วิจัยพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนในห้องร่วมแสดงความคิดเห็นและเห็นถึงความเหมือนหรือ</p>

		<p>ความแตกต่างของแต่ละแนวคิด ซึ่งจะ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการ แก้ปัญหาที่หลากหลายแบบจาก สถานการณ์ปัญหาเดียวกัน อีกทั้ง นักเรียนยังได้ช่วยกันตรวจสอบ หลักการหรือวิธีการที่เพื่อนในห้อง เลือกใช้ รวมถึงความสมเหตุสมผล ของผลลัพธ์ที่ได้ ผ่านการแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น จากการฟังและการถาม ตอบ แลกเปลี่ยนความคิดต่อแนวคิด ของเพื่อนแต่ละกลุ่ม มีส่วนช่วย ให้นักเรียนประเมินวิธีการการแก้ปัญหา และผลลัพธ์ของกลุ่มตนเองไปด้วย</p>
<p>ขั้นที่ 4 การสรุปทบทวน จากการเชื่อมโยง แนวคิดของ นักเรียนที่เกิดขึ้นใน ชั้นเรียน</p>	<p>นักเรียนยังไม่ค่อยกล้าแสดง ความคิดเห็น นักเรียนส่วนใหญ่ จะให้ความสนใจในเรื่องที่ เขียนผิดพลาด เช่น การเขียน คำผิด การพูดผิด เป็นต้น มากกว่าแนวคิดที่เพื่อน นำเสนอ</p>	<p>ผู้วิจัยต้องใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นหรือ อาจจะต้องตั้งกติกาว่าให้นักเรียนทุก กลุ่มต้องแสดงความคิดเห็นหรือตั้ง คำถาม ในประเด็นใดก็ได้อย่างน้อย กลุ่มละ 1 ประเด็นเมื่อนักเรียนได้ตั้ง คำถามหรือพูดประเด็นต่าง ๆ ที่ เกี่ยวกับการทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้ สะท้อนให้เห็นความเข้าใจของ นักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนได้ เรียนรู้ไปในคาบนี้ ว่าเป็นอย่างไร วิธีการแก้ปัญหา รวมถึงความรู้ที่ได้รับ นักเรียนจะเอาไปปรับใช้ในการ แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างไร และ ผู้วิจัยต้องแนะนำให้นักเรียนสนใจใน แนวคิดของเพื่อนที่นำเสนอมากกว่า เขียนผิดพลาด ซึ่งเป็นเรื่องธรรมชาติที่ ทุกคนอาจผิดพลาดกันได้</p>

จากตาราง 18 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดและแนวทางปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบสำหรับพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ความหมายของอัตราส่วน

จากผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีผลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดในการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความหมายของอัตราส่วน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จะมีการปรับดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ในขั้นนี้ผู้วิจัยยังคงนำเสนอสถานการณ์ของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของใบกิจกรรมบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถอ่านทำความเข้าใจสถานการณ์ร่วมกัน นอกจากนี้ผู้วิจัยจะแสดงรูปภาพประกอบสถานการณ์ และสื่อที่จับต้องได้หรือเป็นรูปธรรม เช่น กระดาษแสดงแทนเก้าอี้ เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำความเข้าใจสถานการณ์มากขึ้นพร้อมกับอธิบายสถานการณ์ของปัญหาให้นักเรียนฟังอย่างชัดเจนและจะคอยกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกิจกรรม

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้จัดที่นั่งแต่ละกลุ่ม ให้อยู่ห่างกันอย่างเหมาะสมและปรับประเด็นคำถามและอธิบายข้อคำถามในใบกิจกรรมให้แก่ นักเรียนเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความสับสนและเพิ่มเติมในส่วนของพื้นที่สำหรับให้นักเรียนทดลองใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนจะได้ช่วยกันระดมความคิดและพูดคุยแลกเปลี่ยนและตรวจสอบการคำนวณของเพื่อนในกลุ่ม นอกจากนี้ผู้วิจัยจะพยายามกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนให้ความร่วมมือกับกลุ่มของตนเอง และมีความกระตือรือร้นในการช่วยกันคิดหาวิธีการแก้ปัญหา และเตรียมสื่อที่จับต้องได้หรือเป็นรูปธรรม เช่น กระดาษแสดงแทนเก้าอี้ ให้นักเรียนทุกกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้นำสื่อนี้ไปใช้เป็นเครื่องมือหนึ่งในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะปรับรูปแบบการนำเสนอ โดยให้นักเรียนทุกกลุ่มได้นำเสนอแนวคิดของตนเอง โดยให้นักเรียนได้นำเสนอในประเด็นที่ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นประเด็นสำคัญสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้นหรือให้นักเรียนได้เลือกนำเสนอในประเด็นที่กลุ่มตัวเองคิดว่าน่าสนใจและ

มีความแตกต่างจากกลุ่มที่นำเสนอก่อนหน้านี้ ซึ่งผู้วิจัยจะคอยกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาความเหมือนและความแตกต่างของวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบ เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงวิธีการในการหาคำตอบที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยต้องใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นหรืออาจมีการตั้งคำถามให้นักเรียนทุกกลุ่มต้องแสดงความคิดเห็นหรือตั้งคำถาม ในประเด็นใดก็ได้อย่างน้อยกลุ่มละ 1 ประเด็นเมื่อนักเรียนได้ตั้งคำถามหรือพูดประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้ เพื่อสะท้อนให้เห็นความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปในคาบนี้ว่า เป็นอย่างไร วิธีการแก้ปัญหา รวมถึงความรู้ที่ได้รับนักเรียนจะเอาไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

จากการนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง ความหมายของอัตราส่วน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้สนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน แล้วนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2 เกี่ยวกับการจัดที่นั่งในโรงอาหารให้นักเรียนในช่วงสถานการณ์โควิด 19 แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านทำความเข้าใจในสถานการณ์ร่วมกัน โดยผู้วิจัยอาจจะมีการกระตุ้นคิดและตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยใช้คำถามและเขียนแนวคิดที่นักเรียนตอบไว้บนกระดาน พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม โดยผู้วิจัยขอตัวแทนนักเรียนให้นำแถบกระดาษที่แสดงแทนเก้าอี้มาติดกระดานเพื่อแสดงจำนวนเก้าอี้และขนาดของเก้าอี้แต่ละแบบตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนั่งตามที่นั่งกลุ่มที่ผู้วิจัยจัดให้ พร้อมทั้งแจกใบกิจกรรมและสื่อที่จับต้องได้ คือ กระดาษที่ตัดเป็นสี่เหลี่ยมแสดงแทนเก้าอี้ ให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม เพื่อช่วยให้นักเรียนได้นำสื่อนี้ไปใช้เป็นเครื่องมือหนึ่งในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยอธิบายคำสั่งและคำถามในใบกิจกรรมให้กับนักเรียน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในใบกิจกรรมตามความสามารถของนักเรียน โดยนักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรม ในขณะที่นักเรียนลงมือใบกิจกรรม ผู้วิจัยจะสังเกตและติดตามแนวคิดหรือวิธีการรวมถึงพฤติกรรม

การเรียนรู้ต่าง ๆ กำหนดเวลาในการทำงานให้กับนักเรียน ใช้คำถามหรือคำแนะนำเพื่อสนับสนุนการทำงานและการแก้ปัญหาของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอและอธิบายแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมตามลำดับที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ และให้นักเรียนนำเสนอในประเด็นที่ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นประเด็นสำคัญสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้นหรือให้นักเรียนได้เลือกนำเสนอเองในประเด็นที่กลุ่มตัวเองคิดว่าน่าสนใจและมีความแตกต่างจากกลุ่มที่นำเสนอก่อนหน้านี้ โดยที่นักเรียนกลุ่มอื่นร่วมกันแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง โดยในระหว่างการนำเสนอ ผู้วิจัยจะใช้คำถามกับประเด็นที่สำคัญของแต่ละกลุ่ม พร้อมกระตุ้นให้นักเรียนสนใจฟังเพื่อนนำเสนอและมีส่วนร่วมในอภิปราย โดยตั้งกฎว่า ในคาบนี้ นักเรียนทุกกลุ่มต้องแสดงความคิดเห็น เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในใบกิจกรรมเสร็จแล้ว ผู้วิจัยมีการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างในแนวคิดของกลุ่มตนเองและแนวคิดของเพื่อน ตั้งคำถามให้นักเรียนได้ประเมินความสมเหตุสมผลของวิธีการต่าง ๆ และผลลัพธ์ที่ได้

ขั้นที่ 4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมสรุปประเด็นสำคัญของแต่ละกลุ่มที่ได้นำเสนอไปอีกครั้งว่ามีหลักการ แนวคิดและให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจอย่างไรบ้าง จากนั้นครูจึงจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ว่าแต่ละแนวคิดมีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร อะไรเป็นสิ่งที่สำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกที่นั่งให้กับนักเรียนใหม่ เพื่อจะนำไปสู่สรุปความหมายของอัตราส่วน จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเขียนอัตราส่วนบนกระดาษ พร้อมทั้งให้แบบฝึกหัดนักเรียนกลับไปทำเพื่อตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความหมายของอัตราส่วน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้(ครูประจำการ) และการทำใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม ซึ่งจากการสังเกตขณะผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ปลายเปิดเกี่ยวกับปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับจัดที่นั่งในโรงอาหารให้กับนักเรียน จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับสถานการณ์ปัญหาและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม โดยนักเรียนได้ร่วมกันอ่านแถบกระดาษสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยติดไว้บนกระดาน และมีนักเรียนอาสาสมัครแสดงแถบกระดาษที่แสดงแทนเก้าอี้มาติดกระดานเพื่อแสดงจำนวนเก้าอี้และขนาดของเก้าอี้แต่ละแบบตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถามและอภิปรายข้อเท็จจริงร่วมกับผู้วิจัย ดังภาพ 9



ภาพ 9 แสดงการใช้แถบกระดาษในการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งกิจกรรมบนกระดาน

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

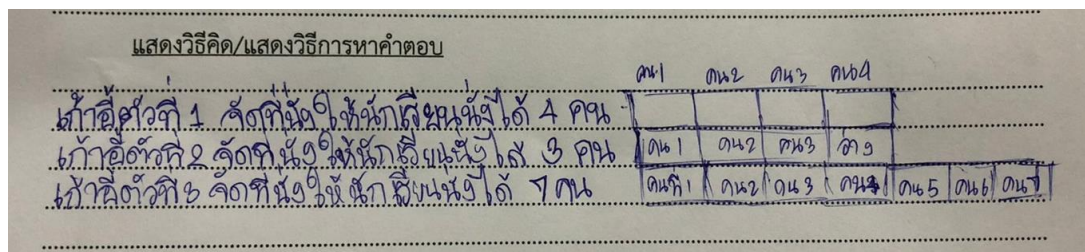
ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ปัญหา "การจัดที่นั่งให้นักเรียน" จากการสังเกต พบว่า หลังจากที่ได้อ่านสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่ช่วยกันระดมความคิดเห็นในกลุ่มของตนเองเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด แต่มีบางกลุ่มไม่ช่วยกันทำใบกิจกรรมทุกคนโดยนักเรียนที่เรียนได้จะเป็นคนคิดและเขียนอธิบายเอง นักเรียนทุกกลุ่มแสดงร่องรอยการขีดเขียนวิธีการแก้ปัญหาและทดเลขลงใบกิจกรรม โดยในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม นักเรียนได้นำสื่อแถบกระดาษที่แสดงแทนเก้าอี้ที่ครูแจกให้มาเป็นตัวช่วยในการแสดงความคิดเห็น ดังภาพ 10



ภาพ 10 แสดงการใช้สื่อแถบกระดาษที่แสดงแทนเก้าอี้เป็นตัวช่วยในการแสดงความคิดเห็น

แนวคิดและวิธีการที่นักเรียนเลือกใช้ในการแก้ปัญหาในคาบนี้ความหลากหลายมากขึ้นทั้งการเขียนอธิบายเป็นข้อความหรือภาษาทางคณิตศาสตร์และการแสดงแทนด้วยการวาดภาพ

ดังภาพ 11



ภาพ 11 แสดงร่องรอยในการแสดงแนวคิดหรือวิธีการหาคำตอบของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ของกลุ่มตนเองกับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งแต่ละกลุ่มมีวิธีการแตกต่างกัน แต่ได้ผลลัพธ์เหมือนกันจากการสังเกตพบว่า นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการนำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเองกับเพื่อนหน้าชั้นเรียนและได้แสดงให้เห็นถึงข้อแตกต่างของกลุ่มเพื่อนก่อนหน้าโดยนักเรียนมีการเลือกนำเสนอประเด็นที่แตกต่างแต่การพูดนำเสนออย่างขาดรายละเอียดในอธิบายถึงหลักการที่ใช้และขั้นตอนวิธีการการที่ได้มาซึ่งคำตอบ ดังภาพ 12



ภาพ 12 แสดงนำเสนอผลการแก้ปัญหาและอภิปรายความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน

นอกจากนี้หลังจากผู้วิจัยใช้คำถามกับประเด็นที่สำคัญของแต่ละกลุ่ม นักเรียนบางกลุ่มสามารถที่จะอธิบายและแสดงความคิดเห็นพร้อมให้เหตุผลได้ว่า แนวคิดหรือหลักการที่เพื่อนใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความแตกต่างจากกลุ่มก่อนหน้านั้นอย่างไรและให้เหตุผลในสิ่งที่เพื่อนเขียนแสดงได้ว่า การที่

เพื่อนวาดสี่เหลี่ยมแสดงแทนเก้าอี้และมีการใส่จุด ซึ่งจุดแสดงแทนจำนวนนักเรียน หรือ การแบ่งรูปสี่เหลี่ยมที่แสดงเก้าอี้เป็นส่วนเท่าๆ กัน เพื่อแสดงให้เห็นจำนวนนักเรียนที่นั่ง ซึ่งช่วยให้นักเรียนเปรียบเทียบได้ง่ายว่า ควรเพิ่มอีกหนึ่งในเก้าอี้ตัวใดถึงจะไม่เบียดกัน ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ผู้วิจัย : กลุ่มนี้มีแนวคิดหรือมีอะไรที่แตกต่างไปจากกลุ่มก่อนหน้านี้บ้างคะ

นักเรียน1 : มีวาดรูปเป็นสี่เหลี่ยมแล้วขีดเป็นเส้นๆครับ

ผู้วิจัย : อ้อ ซึ่งกลุ่มก่อนหน้านี้ไม่มีรูปเนาะ แล้วรูปที่เพื่อนวาดเป็นสี่เหลี่ยมและมีการแบ่งเป็นเส้นๆเนี่ย มันสื่อถึงอะไรคะ
นั่งได้ 3 คน สองตัวนี้เท่ากัน เก้าอี้ตัวที่ 3 นั่งได้ 7 คน

ผู้วิจัย : แล้วที่หนูขีดเส้นเป็นส่วนๆ แสดงถึงอะไรคะ

นักเรียน(คนนำเสนอ) : จำนวนคนที่นั่งในเก้าอี้แต่ละตัวคะ

ผู้วิจัย : แล้วทำไมถึงคิดว่า นักเรียนใหม่ควรไปนั่งเก้าอี้ตัวที่ 2

นักเรียน : เก้าอี้ตัวที่ 1 และ 2 เท่ากัน แต่เก้าอี้ตัวที่ 1 มีคนเยอะกว่า

(คนนำเสนอ) เก้าอี้ตัวที่ 3 ถึงจะยาวเป็น 2 เท่าแต่ก็มีนักเรียนนั่งเยอะแล้ว
จึงเลือกเก้าอี้ตัวที่ 2 (อ่านตามเหตุผลที่เขียนในใบกิจกรรม)

นักเรียน2 : เลือกเก้าอี้ตัวที่ 2 จะได้ไม่ต้องเบียดกัน

นอกจากนี้นักเรียนยังช่วยกันตรวจสอบวิธีการและผลลัพธ์ที่ได้ว่า เพื่อนทำตรงไหนไม่ถูกต้องและควรแก้อย่างไร เช่น เพื่อนเขียนประโยคทางคณิตศาสตร์ผิด นักเรียนก็สามารถเสนอแนะการเขียนประโยคสัญลักษณ์ที่ถูกต้อง แต่ยังคงขาดรายละเอียดในอธิบายถึงหลักการที่ใช้และขั้นตอนวิธีการการที่ได้มาซึ่งคำตอบ

ขั้นที่ 4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นสำคัญของแต่ละกลุ่มที่ได้นำเสนอไป

อีกครั้ง ว่ามีหลักการหรือแนวคิดและการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจอย่างไรบ้าง โดยผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อนักเรียนเห็นการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเพื่อจะนำไปสู่ข้อสรุปของอัตราส่วนจากการสังเกตพบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถาม พร้อมทั้งอธิบายและให้เหตุผลเกี่ยวกับการจัดที่นั่งให้นักเรียนใหม่ที่เข้ามานั่งได้โดยไม่เบียดกันได้ว่า ต้องดูข้อมูลสองอย่างประกอบกัน คือ จำนวนนักเรียนกับขนาดของเก้าอี้ ซึ่งเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนมีความเข้าใจและเห็นถึงความสัมพันธ์ของปริมาณ 2 ปริมาณ คือ ขนาดของเก้าอี้และจำนวนที่นั่งนักเรียน สิ่งนี้ก็คือ อัตราส่วนทำให้นำไปสู่ข้อสรุปของคาบนี้ได้ ซึ่งผู้วิจัยได้เขียนข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการเชื่อมโยงแนวคิดและข้อสรุปรวมถึงการอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเขียนอัตราส่วนไว้บนกระดานด้วย ดังภาพ 13



ภาพ 13 แสดงการใช้กระดานเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดและข้อสรุปรวมถึงการอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเขียนอัตราส่วน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังแสดงในตาราง 19 ตาราง 19 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหา ปลายเปิด	จากสถานการณ์ปัญหาที่ให้ นักเรียนยังมองสิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์ กำหนดให้หรือเงื่อนไขสำคัญ เป็นประโยชน์ตามสถานการณ์ ที่กำหนดให้	ปรับสถานการณ์ปัญหาคำสั่งกิจกรรม ให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่ายขึ้นและ ควรขยายตัวหนังสือให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ให้นักเรียนได้เห็นและอ่านไปพร้อมกัน ได้ทุกคน และครูควรใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนเห็นถึงประเด็นที่สำคัญที่จะ นำไปสู่การแสดงวิธีการแก้ปัญหาจาก สถานการณ์ปัญหาจะทำให้นักเรียน เข้าใจสถานการณ์ปัญหาชัดเจนขึ้นและ สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ หรือตัวแปรสำคัญได้ โดยเขียนเฉพาะ สิ่งที่เป็นใจความสำคัญ(ประเด็นสำคัญ) ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเอง ของนักเรียน	- นักเรียนบางกลุ่มไม่ช่วยกัน ทำใบกิจกรรมทุกคน ทำให้ เวลาในการทำกิจกรรมกลุ่ม	- เนื่องจากการสอนจะเป็นการใช้เวลา ในการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและ การทำกิจกรรมกลุ่ม 1 ชั่วโมง

	<p>ไม่เพียงพอ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีการเขียนแสดงแทนแนวคิดที่ความหลากหลายมากขึ้นทั้ง การวาดภาพและการเขียนเป็นเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ แต่บางกลุ่มยังขาดการเขียนรายละเอียดเพื่ออธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแสดงแทนนั้น 	<p>ต่อเนื่องกัน ดังนั้นต้องแบ่งสัดส่วนเวลาการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและการทำกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน โดยใช้เวลาในการทำกิจกรรมกลุ่มให้มากขึ้น ประมาณ 45 นาที และนำเสนอสถานการณ์ปัญหา 15 นาทีทำให้นักเรียนมีเวลาในการระดมความคิดและแสดงแนวคิดที่ละเอียด/หลากหลาย รวมถึงตรวจสอบคำตอบรวมถึงวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองมากขึ้น</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูควรให้คำแนะนำให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดให้ชัดเจนและมีรายละเอียดมากขึ้น
<p>ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน</p>	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอได้ดีขึ้นแต่มีบางกลุ่มยังขาดรายละเอียดในอธิบายถึงหลักการที่ใช้และขั้นตอนวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ - การพูดนำเสนอของนักเรียนค่อนข้างเบาและเพื่อนบางคนเริ่มที่จะล้าและไม่ค่อยสนใจฟังเพื่อน 	<ul style="list-style-type: none"> - ครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้อธิบายขั้นตอนและวิธีการแก้ปัญหาให้ชัดเจนและมีรายละเอียดขึ้น - ในระหว่างการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ครูอาจจะเพิ่มกิจกรรมให้นักเรียนกลุ่มที่เหลือมีส่วนร่วมมากขึ้น โดยมีกระดาษให้นักเรียนในกลุ่ม สรุปประเด็นสำคัญที่ได้ฟังเพื่อนนำเสนอและให้ทุกกลุ่มตั้งคำถามหรือเสนอแนะเรื่องใดเรื่องหนึ่งกับกลุ่มที่นำเสนอแล้วเสริมแรงโดยการเพิ่มคะแนน สำหรับกลุ่มที่ให้ความร่วมมือ - ผู้วิจัยแนะนำการพูดนำเสนอกับนักเรียนที่ออกมาแนะนำเสนอหรือเตรียมอุปกรณ์(ไม้ค้) เพิ่มเสียงนักเรียนในการนำเสนอ หรือครูต้องเป็นตัวแทนขยายเสียง(พูดในสิ่งที่นักเรียนนำเสนอซ้ำอีก

		ครั้ง)ทำให้นักเรียนทุกคน ได้เรียนรู้แนวคิดที่หลากหลายจากเพื่อน และสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเองได้ดีขึ้น (เรียนรู้ไปพร้อมกันตามศักยภาพของแต่ละคน)
ขั้นที่ 4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน	- เวลาที่ใช้ในการสรุปมีน้อยเกินไป	เนื่องจากการสอนจะเป็นการใช้เวลาในการอภิปรายและสรุปต่อเนื่องกัน ดังนั้นต้องแบ่งสัดส่วนเวลาในการอภิปรายและการสรุปบทเรียน โดยให้เวลาในการสรุปบทเรียนมากขึ้น ประมาณ 20 นาที และอภิปราย 40 นาทีทำให้นักเรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็นมากขึ้นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ ซึ่งจะเป็นสิ่งที่ช่วยครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนได้จากสิ่งที่นักเรียนได้มีโอกาสสะท้อนท้ายคาบ(จากสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว)

จากตาราง 19 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด และแนวทางปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบสำหรับพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน

จากผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีผลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดในการดำเนินงานกิจกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งในแต่

ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จะมีการปรับดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ในขั้นนี้ผู้วิจัยยังคงแสดงส่วนที่เป็นสถานการณ์ของปัญหาของใบกิจกรรมบนกระดาน เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนสามารถอ่านทำความเข้าใจสถานการณ์ร่วมกัน และแสดงรูปภาพประกอบสถานการณ์บนกระดาน และสื่อที่จับต้องได้หรือเป็นรูปธรรม เช่น กระดาษแสดงแทนเก้าอี้ กระดาษรูปนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมพร้อมกับอธิบายสถานการณ์ของปัญหาให้นักเรียนฟังอย่างชัดเจนและจะคอยกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกิจกรรม

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้จัดที่นั่งแต่ละกลุ่มให้อยู่ห่างกันอย่างเหมาะสมตามเดิมและปรับในส่วนของใบกิจกรรมให้ยังคงมีในส่วนของพื้นที่สำหรับให้นักเรียนทดลองใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนจะได้ช่วยกันระดมความคิดและพูดคุยแลกเปลี่ยนและตรวจสอบการคำนวณของเพื่อนในกลุ่ม นอกจากนี้ผู้วิจัยยังกำหนดเวลาในการทำงานโดยให้เวลาในการทำกิจกรรมกลุ่มให้มากขึ้นประมาณ 45 นาที ในการทำกิจกรรมกลุ่ม โดยบอกเวลาในการทำงานเป็นระยะและพยายามกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนให้ความร่วมมือกับกลุ่มของตนเอง และมีความกระตือรือร้นในการช่วยกันคิดหาวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนทุกกลุ่มได้นำเสนอแนวคิดของตนเอง โดยจะให้นักเรียนได้เลือกนำเสนอในประเด็นที่กลุ่มตัวเองคิดว่าน่าสนใจและมีความแตกต่างจากกลุ่มที่นำเสนอก่อนหน้านี้ ซึ่งผู้วิจัยจะคอยกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาความเหมือนและความแตกต่างของการแสดงแทน แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้

ขั้นที่ 4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยต้องใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นและช่วยนักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน ซึ่งเป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ในครั้งนี้

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

จากการนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้สนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน แล้ว

นำเสนอสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง จัดโต๊ะเว้นระยะห่าง ซึ่งเกี่ยวกับการจัดที่นั่งในโรงอาหารให้กับนักเรียนแต่ละช่วงชั้นในช่วงสถานการณ์โควิด 19 โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านทำความเข้าใจในสถานการณ์ร่วมกัน โดยผู้วิจัยอาจจะมีการกระตุ้นคิดและตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถามและเขียนแนวคิดที่นักเรียนตอบไว้บนกระดาน พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม โดยผู้วิจัยขอตัวแทนนักเรียนมาช่วยติดแถบกระดาษแสดงแทนโต๊ะ เก้าอี้ และรูปคนเพื่อแสดงจำนวนนักเรียนที่นั่งในเก้าอี้แต่ละตัว ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นถึงความสัมพันธ์ของจำนวนโต๊ะและจำนวนนักเรียน

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนั่งตามที่นั่งกลุ่มที่ผู้วิจัยจัดให้ พร้อมทั้งแจกใบกิจกรรมและสื่อที่จับต้องได้ คือ กระดาษที่ตัดเป็นสี่เหลี่ยมแสดงแทนโต๊ะและเก้าอี้ ให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้นำสื่อนี้ไปใช้เป็นเครื่องมือหนึ่งในการคิดหาวิธีแก้ปัญหา ผู้วิจัยอธิบายคำสั่งและคำถามในใบกิจกรรมให้กับนักเรียนอีกครั้ง จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์แล้วเขียนลงในใบกิจกรรมตามความสามารถของนักเรียน ผู้วิจัยจะเดินสังเกตพร้อมทั้งจดบันทึกแนวคิดหรือวิธีการรวมถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ของนักเรียนระหว่างทำกิจกรรมเพื่อเตรียมคัดเลือกและเรียงลำดับงานที่จะนำเสนอ พร้อมทั้งผู้วิจัยยังบอกเวลาในการทำงานให้กับนักเรียนเป็นระยะ เพื่อให้นักเรียนจัดการเวลาในการทำงานให้เหมาะสม

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอและอธิบายแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมตามลำดับที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ โดยได้เรียงลำดับจากแนวคิดที่มีความสมบูรณ์น้อยไปยังแนวคิดที่มีความสมบูรณ์มาก และให้นักเรียนนำเสนอในประเด็นที่ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นประเด็นสำคัญสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้นหรือให้นักเรียนได้เลือกนำเสนอเองในประเด็นที่กลุ่มตัวเองคิดว่าน่าสนใจและมีความแตกต่างจากกลุ่มที่นำเสนอก่อนหน้านี้ โดยที่นักเรียนกลุ่มอื่นร่วมกันแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง โดยในระหว่างการนำเสนอผู้วิจัยจะใช้คำถามกับประเด็นที่สำคัญของแต่ละกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างในแนวคิดของกลุ่มตนเองและแนวคิดของเพื่อน ตั้งคำถามให้นักเรียนได้ประเมินความสมเหตุสมผลของวิธีการต่าง ๆ และผลลัพธ์ที่ได้ พร้อมกระตุ้นให้นักเรียนสนใจฟังเพื่อนนำเสนอและมีส่วนร่วมในอภิปราย

ขั้นที่ 4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมสรุปประเด็นสำคัญของแต่ละกลุ่มที่ได้นำเสนอไปอีกครั้งตามข้อคำถามในใบกิจกรรมว่ามีการระบุตัวแปรหรือเงื่อนไขสำคัญ การแสดงแทนที่นำไปสู่การแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบและผลลัพธ์เป็นอย่างไรบ้าง จากนั้นครูถึงจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเห็นการ

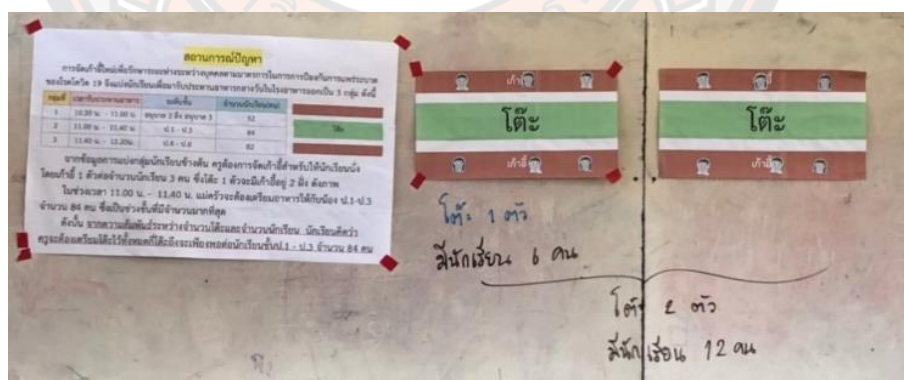
เชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ว่าแต่ละแนวคิดมีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร อะไรเป็นสิ่งที่สำคัญที่ใช้ในการหาจำนวนโต๊ะที่เหมาะสมกับจำนวนนักเรียนที่กำหนดให้ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นหลักการการหาอัตราส่วนที่เท่ากัน

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง จัดโต๊ะวันระยะห่าง เพื่อสร้างความเข้าใจให้นักเรียนเกี่ยวกับอัตราส่วนที่เท่ากัน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้(ครูประจำการ) และการทำใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม ซึ่งจากการสังเกตขณะผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ปลายเปิดเกี่ยวกับปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับจัดโต๊ะและที่นั่งในโรงอาหารให้กับนักเรียนตามช่วงชั้นต่าง ๆ เพื่อรักษาระยะห่างตามแนวปฏิบัติสำหรับสถานศึกษาในการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับสถานการณ์ปัญหาและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมโดยนักเรียนได้ร่วมกันแถบอ่านสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยติดไว้บนกระดานและมีนักเรียนอาสาสมัครติดแถบกระดาษแสดงแทนโต๊ะ เก้าอี้ และรูปคนเพื่อแสดงจำนวนนักเรียนที่นั่งในเก้าอี้แต่ละตัว ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง ดังภาพ 14



ภาพ 14 แสดงการใช้แถบกระดาษในการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและผลของการติดแถบกระดาษแสดงแทนโต๊ะ เก้าอี้ และรูปคนเพื่อแสดงจำนวนนักเรียนที่นั่งในเก้าอี้แต่ละตัวตามสถานการณ์ที่กำหนดให้บนกระดาน

จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถามและอภิปรายข้อเท็จจริงร่วมกับผู้วิจัยเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ผู้วิจัย : ปัญหาจากสถานการณ์นี้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไรคะ

นักเรียน1 : การจัดที่นั่งในโรงอาหารค่ะ

ผู้วิจัย : แล้วการจัดที่นั่งในโรงอาหาร มีลักษณะเป็นยังไงคะ

นักเรียน2 : มีโต๊ะ 1 ตัวอยู่ตรงกลาง มีเก้าอี้ 2 อยู่ 2 ฝั่ง

นักเรียน3 : เก้าอี้ 1 ตัว นั่งได้ 3 คน

นักเรียน1 : โต๊ะ 1 ตัว มีนักเรียน 6 คน

ผู้วิจัย : สรุปแล้วถ้าครูมองโต๊ะ 1 ตัว จะมีนักเรียนทั้งหมด 6 คน
แล้วถ้าครูเพิ่มโต๊ะเป็น 2 ตัว จะมีนักเรียนกี่คน

นักเรียน4 : 12 คน

ผู้วิจัย : จากที่นักเรียนตอบโต๊ะ 1 ตัว จะมีนักเรียน 6 คน ถ้าเพิ่มโต๊ะมา
อีกเป็นโต๊ะ 2 ตัว จะมีนักเรียน 12 คน จากตรงนี้นักเรียน
สังเกตเห็นความสัมพันธ์อะไรบ้างคะ

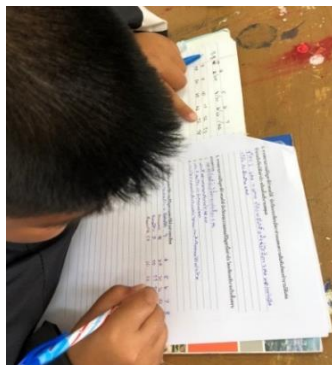
นักเรียน1 : โต๊ะเพิ่มขึ้น จะมีนักเรียนเพิ่มขึ้นอีก 6 คน

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ปัญหา "จัดโต๊ะเว้นระยะห่าง" และ
ได้รับสื่อที่ครูแจกให้ซึ่งเป็นแถบกระดาษแสดงจำนวนโต๊ะและเก้าอี้ จากการสังเกต พบว่า หลังจากที่
ได้อ่านสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์
ที่กำหนด นักเรียนทุกกลุ่มแสดงร่องรอยการขีดเขียนวิธีการแก้ปัญหาลงใบกิจกรรม อีกทั้งมีนักเรียน
ยังมีการใช้สื่อแถบกระดาษที่แสดงแทนโต๊ะและเก้าอี้ที่ครูแจกให้มาเป็นตัวช่วยในการแสดงความคิด
ดังภาพ 15 และภาพ 16



ภาพ 15 แสดงการใช้สื่อแถบกระดาษที่แสดงแทนโต๊ะและเก้าอี้ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อ
เป็นตัวช่วยในการแสดงความคิด



ภาพ 16 แสดงการเขียนแสดงแนวคิดหรือวิธีการหาคำตอบของนักเรียนลงในใบกิจกรรม

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ของกลุ่มตนเองกับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งแต่ละกลุ่มมีวิธีการแตกต่างกัน แต่ได้ผลลัพธ์เหมือนกัน จากการสังเกตพบว่า นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเองกับเพื่อนหน้าชั้นเรียนได้ดีและได้แสดงให้เห็นถึงข้อแตกต่างของกลุ่มเพื่อนก่อนหน้าโดยนักเรียนมีการเลือกนำเสนอประเด็นที่แตกต่าง และจากที่ผู้วิจัยใช้คำถามกับประเด็นที่สำคัญของแต่ละกลุ่ม นักเรียนบางกลุ่มสามารถที่จะอธิบายและแสดงความคิดเห็นพร้อมให้เหตุผลได้ว่า แนวคิดหรือหลักการที่เพื่อนใช้ในการแก้ปัญหามีความแตกต่างจากกลุ่มก่อนหน้าอย่างไรและให้เหตุผลในสิ่งที่เพื่อนเขียนแสดงได้ว่า แนวคิดของนักเรียนส่วนใหญ่จะใช้การหาร โดยนำจำนวนคนทั้งหมด 84 คน หารด้วย 6 คน ได้คำตอบเป็น 14 โต๊ะ ซึ่งนักเรียนก็อธิบายได้ว่า 1 โต๊ะ มี 6 คน ถ้า 84 คน ก็ต้องเอาจำนวนทั้งหมดหาร 6 ซึ่งเป็นจำนวนคนต่อ 1 โต๊ะ และมีบางกลุ่มได้แสดงวิธีการตรวจสอบให้ดูว่า คำตอบ 14 โต๊ะที่ได้หากเอา มาคูณ 6 ซึ่งเป็นจำนวนคนต่อ 1 โต๊ะ จะได้ $6 \times 14 = 84$ คน บางกลุ่มนำเสนอแนวคิดโดยใช้ความสัมพันธ์ของปริมาณ 2 ปริมาณ คือ จำนวนโต๊ะกับจำนวนคนโดยเขียนแสดงข้อมูลเป็น 2 ส่วนที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างคงที่พร้อมทั้งอธิบายได้ว่า จำนวนโต๊ะเพิ่มทีละ 1 และจำนวนคนเพิ่มทีละ 6 ดังภาพ 17



ภาพ 17 แสดงนำเสนอผลการแก้ปัญหาและอภิปรายความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาลงหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน
 ในขั้นนี้ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นสำคัญของแต่ละกลุ่มที่ได้นำเสนอไปอีกครั้ง ว่ามีแนวคิดในการหาคำตอบอย่างไรบ้าง โดยผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเพื่อจะนำไปสู่ข้อสรุปของอัตราส่วนที่เท่ากัน จากการสังเกตพบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถาม พร้อมทั้งอธิบายและให้เหตุผลเกี่ยวกับการหาจำนวนโตะให้เหมาะสมกับจำนวนนักเรียนตามเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาได้ว่า ลักษณะการจัดโตะที่กำหนดให้ตะ 1 ตัวมีนักเรียน 6 คน ดังนั้นนักเรียนจำนวน 84 คน สามารถหาจำนวนโตะจากการนำจำนวนคนทั้งหมดที่ต้องการไปหาร 6 หรืออาจจะใช้วิธีการเปรียบเทียบข้อมูลไปพร้อมกันทั้ง 2 ส่วนทั้งจำนวนคนและจำนวนโตะซึ่งมีการเปลี่ยนไปอย่างคงที่ ซึ่งการมองเห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาณทั้ง 2 ปริมาณอย่างคงที่นี้ นำไปสู่หลักการการหาอัตราส่วนที่เท่ากัน ซึ่งนำไปสู่ข้อสรุปของคาบนี้ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังแสดงในตาราง 20

ตาราง 20 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด	-	-
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน	- นักเรียนไม่สามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ -นักเรียนส่วนใหญ่เขียนอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ไม่ชัดเจน	- ผู้วิจัยควรใช้คำถามหรือยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้เดิมเพื่อทบทวนความรู้และช่วยเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาของนักเรียน ผู้วิจัยควรชี้แนะให้นักเรียนเขียนอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยอาจใช้การยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนทราบแนวทางในการตอบ

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบ ร่วมกันทั้งชั้นเรียน	นักเรียนสังเกตเห็น แนวคิดทาง คณิตศาสตร์ที่แตกต่าง กันในแต่ละกลุ่ม นำมาใช้หาคำตอบแต่ ไม่แสดงความคิดเห็น	ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนแสดงความ คิดเห็นร่วมกัน จะเป็นการช่วยเพิ่ม ข้อสังเกตหรือเปิดมุมมองที่แตกต่าง ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้กับ กลุ่มที่นำเสนอ จะแสดงความคิดเห็น ออกมาในรูปแบบของการโต้แย้ง หรือแสดง ความคิดเห็นที่แตกต่างก็ ได้ล้วน ส่งผลให้เกิดประโยชน์ในการ เรียน ร่วมกันในชั้นเรียน
ขั้นที่ 4 การสรุปทเรียนจากการ เชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่ เกิดขึ้นในชั้นเรียน	-	-

จากตาราง 20 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด และ
 แนวทางปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบสำหรับพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ให้มี
 ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วน

จากผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุง
 และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่มีผลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยมี
 รายละเอียดในการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาปรับปรุงแผนการจัดการ
 เรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งใน
 แต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จะมีการปรับดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะแสดงส่วนที่เป็นสถานการณ์ของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
 บนกระดานเพื่อให้ นักเรียนทุกคนสามารถอ่านทำความเข้าใจสถานการณ์ร่วมกัน และแสดงรูปภาพ
 ประกอบสถานการณ์บนกระดาน พร้อมทั้งอธิบายสถานการณ์ของปัญหาและคำถามในใบกิจกรรมให้
 นักเรียนฟังอย่างชัดเจนเพื่อลดการตั้งคำถามของนักเรียนจากการศึกษาใบกิจกรรมและจะคอยกระตุ้น

ให้นักเรียนทุกคนร่วมแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้จัดที่นั่งแต่ละกลุ่มให้อยู่ห่างกันอย่างเหมาะสมตามเดิมและยังคงมีพื้นที่สำหรับให้นักเรียนทดเลขในใบกิจกรรม กระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันคิดและพูดคุยแลกเปลี่ยนและตรวจสอบการคำนวณของเพื่อนในกลุ่ม นอกจากนี้ผู้วิจัยยังกำหนดเวลาในการทำงานโดยให้เวลาในการทำกิจกรรมกลุ่มอย่างเหมาะสม โดยบอกเวลาในการทำงานเป็นระยะและพยายามกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนให้ความร่วมมือกับกลุ่มของตนเอง อีกทั้งในขณะสังเกตและติดตามแนวคิดของนักเรียนผู้วิจัยต้องไม่รบกวนการคิดของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดแก้ปัญหาอย่างเต็มความสามารถ

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนทุกกลุ่มได้นำเสนอแนวคิดของตนเอง โดยจะให้นักเรียนได้เลือกนำเสนอในประเด็นที่กลุ่มตัวเองคิดว่าน่าสนใจและมีความแตกต่างจากกลุ่มที่นำเสนอก่อนหน้านี้ ซึ่งผู้วิจัยจะคอยกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาความเหมือนและความแตกต่างของการแสดงแทน แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ และแนะนำให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นการแสดงความคิดเห็นออกมาในรูปแบบของการสนับสนุน โต้แย้งหรือแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างก็ได้ล้วนส่งผลให้เกิดประโยชน์ในการเรียนร่วมกันในชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยต้องทบทวนแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการนำเสนอกับนักเรียนอีกครั้ง โดยต้องใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นและช่วยนักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาอัตราส่วนซึ่งเป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ในครั้งนี้

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

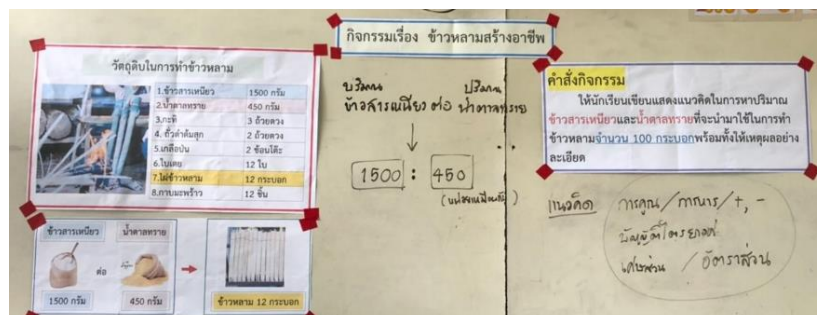
จากการนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนใช้เวลา 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้สนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน แล้วนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ข้าวหลามสร้างอาชีพ ซึ่งเกี่ยวกับการทำข้าวหลามที่เป็นของขึ้นชื่อของชุมชนและคนในชุมชนได้ทำเป็นอาชีพอาชีพ โดยการติดแถบกระดาษสถานการณ์ปัญหาซึ่งเป็นภาพที่แสดงวัตถุดิบในการทำข้าวหลามพร้อมคำสั่งกิจกรรม ผู้วิจัยมีการกระตุ้นคิดและ

ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยใช้คำถามและเขียนแนวคิดที่นักเรียนตอบไว้บนกระดาน

ดั่งภาพ 18



ภาพ 18 แสดงการใช้กระดานในการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา คำสั่งกิจกรรมและแนวคิดของนักเรียน

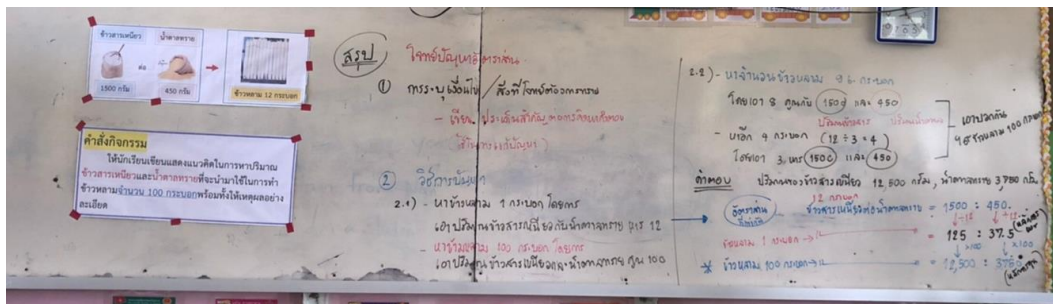
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนั่งตามที่นั่งกลุ่มที่ผู้วิจัยจัดให้ พร้อมทั้งแจกใบกิจกรรมให้กับนักเรียนทุกคน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์แล้วเขียนลงในใบกิจกรรมตามความสามารถของนักเรียน ผู้วิจัยจะเดินสังเกตพร้อมทั้งจดบันทึกแนวคิดหรือวิธีการรวมถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ของนักเรียนระหว่างทำกิจกรรมเพื่อเตรียมคัดเลือกและเรียงลำดับงานที่จะนำเสนอ พร้อมทั้งผู้วิจัยยังบอกเวลาในการทำงานให้กับนักเรียนเป็นระยะ เพื่อให้นักเรียนจัดการเวลาในการทำงานให้เหมาะสม

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอและอธิบายแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมตามลำดับที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ โดยได้เรียงลำดับจากแนวคิดที่มีความสมบูรณ์น้อยไปยังแนวคิดที่มีความสมบูรณ์มาก และให้นักเรียนนำเสนอในประเด็นที่ผู้วิจัยเห็นว่าประเด็นสำคัญสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้นหรือให้นักเรียนได้เลือกนำเสนอเองในประเด็นที่กลุ่มตัวเองคิดว่าน่าสนใจและมีความแตกต่างจากกลุ่มที่นำเสนอก่อนหน้านี้ โดยที่นักเรียนกลุ่มอื่นร่วมกันแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง โดยในระหว่างการนำเสนอผู้วิจัยจะใช้คำถามกับประเด็นที่สำคัญของแต่ละกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างในแนวคิดของกลุ่มตนเองและแนวคิดของเพื่อน ตั้งคำถามให้นักเรียนได้ประเมินความสมเหตุผลผลของวิธีการต่าง ๆ และผลลัพธ์ที่ได้ พร้อมกระตุ้นให้นักเรียนสนใจฟังเพื่อนนำเสนอและมีส่วนร่วมในอภิปราย

ขั้นที่ 4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน
 ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมสรุปประเด็นสำคัญของแต่ละกลุ่มที่ได้นำเสนอไปอีกครั้ง ตามข้อคำถามในใบกิจกรรมว่ามีการระบุตัวแปรหรือเงื่อนไขสำคัญ การแสดงแทนที่นำไปสู่การแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบและผลลัพธ์เป็นอย่างไรบ้าง จากนั้นครูถึงจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นหลักการการแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วน โดยผู้วิจัยได้เขียนแนวคิดต่าง ๆ ไว้บนกระดาน ดังภาพ 19



ภาพ 19 แสดงการใช้กระดานเพื่อสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ข้าวหลามสร้างอาชีพ ในการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาอัตราส่วน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ (ครูประจำการ) และการทำใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม ซึ่งจากการสังเกตขณะผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ปลายเปิดเกี่ยวกับปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับการทำข้าวหลาม ซึ่งเป็นสูตรดั้งเดิมของคนในชุมชน จากการสังเกตพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับสถานการณ์ปัญหาและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม โดยนักเรียนได้ร่วมกันแกะอ่านสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งที่ผู้วิจัยติดไว้บนกระดาน จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสถานการณ์และคำถามในใบกิจกรรม ซึ่งนักเรียนก็สามารถตอบคำถามและร่วมสนทนาถึงประเด็นปัญหาจากใบกิจกรรมได้เป็นอย่างดี สามารถวิเคราะห์แนวคิดจากสถานการณ์ปัญหาได้ ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ผู้วิจัย : จากสถานการณ์ปัญหาบนกระดานเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไรคะ

นักเรียน1 : การทำข้าวหลาม

ผู้วิจัย : วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการทำข้าวหลามมีอะไรบ้าง

นักเรียน2 : ข้าวสารเหนียว กับ น้ำตาลทราย

ผู้วิจัย : แล้วจากสถานการณ์นี้ ต้องการให้นักเรียนทำอะไรคะ

นักเรียน1 : หาข้าวสารเหนียวกับน้ำตาล

นักเรียน3: หาปริมาณข้าวสารเหนียวและน้ำตาลทรายที่จะนำมาใช้ในการ
ทำข้าวหลามจำนวน 100 กระบอกพร้อมทั้งให้เหตุผลอย่าง
ละเอียด

ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าจะหาคำตอบได้อย่างไรบ้างคะ

นักเรียน2 : ใช้การคูณ การหาร

นักเรียน3 : ใช้บัญญัติไตรยางค์

นักเรียน1 : อัตราส่วนคะ

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ปัญหา "ข้าวหลามสร้างอาชีพ" จาก
การสังเกตพบว่า หลังจากที่ได้อ่านสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิด
เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนทุกกลุ่มแสดงร่องรอยการขีดเขียนวิธีการแก้ปัญหา
ตามข้อคำถามลงใบกิจกรรม ดังภาพ 20



ภาพ 20 แสดงการเขียนแสดงแนวคิดหรือวิธีการหาคำตอบของนักเรียนลงใบกิจกรรม

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาและ
ผลลัพธ์ของกลุ่มตนเองกับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งแต่ละกลุ่มมีวิธีการแตกต่างกัน แต่ได้ผลลัพธ์เหมือนกัน
จากการสังเกตพบว่า นักเรียนสามารถพูดนำเสนอแนวคิดของกลุ่มตนเองกับเพื่อนหน้าชั้นเรียนได้ดีขึ้น
โดยสามารถอธิบายแนวคิดที่เขียนให้เพื่อนเข้าใจได้ และยังแสดงให้เห็นถึงข้อแตกต่างของกลุ่มเพื่อน

ก่อนหน้าโดยนักเรียนมีการเลือกนำเสนอในประเด็นที่แตกต่าง และจากที่ผู้วิจัยใช้คำถามกับประเด็นที่สำคัญของแต่ละกลุ่ม นักเรียนบางกลุ่มสามารถที่จะอธิบายและแสดงความคิดเห็นพร้อมให้เหตุผลได้ว่า แนวคิดหรือหลักการที่เพื่อนใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความแตกต่างจากกลุ่มก่อนหน้านี้ยังงและให้เหตุผลในสิ่งที่เพื่อนเขียนแสดงได้ ดังภาพ 21



ภาพ 21 แสดงนำเสนอผลการแก้ปัญหาและอภิปรายความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหา และผลการแก้ปัญหาลงหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ในขั้นนี้ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นสำคัญของแต่ละกลุ่มที่ได้นำเสนอไปอีกครั้ง ว่ามีแนวคิดในการหาคำตอบอย่างไรบ้าง โดยผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อนักเรียนเห็นการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเพื่อจะนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับหลักการแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วน จากการสังเกตพบว่า เมื่อครูใช้คำถามเพื่อทบทวนแนวคิดต่าง ๆ ที่ได้มีการนำเสนอไป นักเรียนสามารถช่วยกันสรุปประเด็นสำคัญต่าง ๆ ที่ได้จากการนำเสนอแนวคิดของเพื่อนได้ ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ผู้วิจัย : นักเรียนมาช่วยกันสิว่าจากที่เพื่อนนำเสนอไป มีวิธีการแก้ปัญหาลักษณะอะไรบ้าง เริ่มวิธีที่ 1 เพื่อทำยังไงคะ

นักเรียน 1 : หาข้าวหลาม 1 กระบอกก่อน

ผู้วิจัย : โดยทำยังไงคะ

นักเรียน 1 : เอาไปหาร 12

ผู้วิจัย : บอกต่อได้ไหมว่า เอา 12 ไปหารอะไร อย่างไร

นักเรียน 1 : เอา 12 ไปหาร 1500 และ 450 ค่ะ

ผู้วิจัย : ก็คือนักเรียนเอาปริมาณข้าวสารเหนียวและปริมาณน้ำตาลทรายมาหารด้วย 12 ถูกต้องไหมคะ

ผู้วิจัย : จากนั้นทำยังไงต่อคะ ช่วยกันตอบได้นะ

นักเรียน2 : หาข้าวหลาม 100 กระบอกต่อ

ผู้วิจัย : โดยทำอย่างไรคะ

นักเรียน2 : เอา 100 ไปคูณ

นักเรียน1: ก็เอาข่าวสารเหนียวกับน้ำตาลทรายไปคูณ 100

จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อให้ให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้น จนนำมาสู่ข้อสรุปที่เกิดจากการแสดงความคิดเห็นการระดมความคิดของนักเรียน ซึ่งการสรุปร่วมกันทั้งชั้นเรียนยังช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมของตนเองได้ เห็นได้จากการตอบคำถามของนักเรียนว่า ใช้วิธีการหารด้วย 12 คิดต่อหน่วยก่อนแล้วค่อยเอาไปคูณ 100 เนื่องจากง่ายเร็ว

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 4 ดังแสดงในตาราง 21

ตาราง 21 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 4

ขั้นการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด	-	-
ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน	มีนักเรียนบางกลุ่มเขียนสิ่งที่กำหนดให้โดยการคัดลอกสถานการณ์ปัญหาทั้งหมดลงในใบกิจกรรม	ผู้วิจัยควรให้ข้อเสนอแนะนักเรียนว่า ไม่ควรไปคัดลอกมาทั้งหมด ควรนำมาประยุกต์หรือปรับใช้ให้เป็นความคิดของกลุ่มเราเอง
ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน	นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาและการตอบคำถามของเพื่อนผู้ฟังได้แต่ไม่ชัดเจน	ผู้วิจัยช่วยอธิบายเพิ่มเติมและกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มที่นำเสนอได้อธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเองให้ชัดเจนขึ้น
ขั้นที่ 4 การสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน	-	-

ตาราง 22 สรุปผลการสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้
ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน วงจรปฏิบัติการ
ที่ 1 ถึง วงจรปฏิบัติการที่ 4

ชั้นการจัดการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิด	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ชั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหา ปลายเปิด	วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังไม่ค่อยมีส่วนร่วมใน การทำความเข้าใจสถานการณ์ ปัญหา	ปรับสถานการณ์ปัญหาให้เป็นกิจกรรม มีสื่อที่นักเรียนได้ลงมือทำในกลุ่มที่ทุก คนมีส่วนร่วม
	วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนยังมองสิ่งที่โจทย์ต้องการ ทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ หรือเงื่อนไขสำคัญ เป็นประโยชน์ ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้	- ปรับสถานการณ์ปัญหาและคำสั่ง กิจกรรม ให้มีความชัดเจนและเข้าใจ ง่ายขึ้น - ผู้วิจัยควรใช้คำถามเพื่อให้นักเรียน เห็นถึงประเด็นที่สำคัญที่จะนำไปสู่การ แสดงวิธีการแก้ปัญหามาจากสถานการณ์
	วงจรปฏิบัติการที่ 3 -	-
	วงจรปฏิบัติการที่ 4 -	-
ชั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วย ตนเองของนักเรียน	วงจรปฏิบัติการที่ 1 แนวคิดที่เกิดขึ้นในครั้งนี้นักเรียน ยังไม่ค่อยมีความหลากหลาย บางกลุ่ม ยังไม่มีความมั่นใจที่จะตอบ คำถามในแต่ละข้อ มักจะเขียน แนวคิดต่าง ๆ ไว้ในกระดาษทด ก่อนจะนำมาเขียนในใบกิจกรรม ทำให้ใช้เวลาในการทำงาน ค่อนข้างมาก อีกทั้งข้อจำกัดเรื่อง	ผู้วิจัยควรจัดที่นั่งแต่ละกลุ่ม ให้อยู่ห่าง กันอย่างเหมาะสม และในส่วนของใบ กิจกรรมจะมีพื้นที่ทำหรับให้นักเรียน ทดเลขเพื่อให้นักเรียนจะได้ช่วยกัน ระดมความคิดและพูดคุยแลกเปลี่ยน และตรวจสอบการคำนวณของเพื่อนใน กลุ่มไปด้วย ประหยัดเวลา

ตาราง 22 (ต่อ)

	<p>สถานที่ห้องเรียน ทำให้แต่ละกลุ่มนั่งใกล้กันและมีโอกาสแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนข้ามกลุ่ม</p>	
	<p>วงจรรปฏิบัติการที่ 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนบางกลุ่มไม่ช่วยกันทำใบกิจกรรมทุกคน ทำให้เวลาในการทำกิจกรรมกลุ่มไม่เพียงพอ - มีการเขียนแสดงแทนแนวคิดที่ความหลากหลายมากขึ้นทั้งการวาดภาพและการเขียนเป็นประโยคภาษาทางคณิตศาสตร์ แต่บางกลุ่มยังขาดการเขียนรายละเอียดเพื่ออธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแสดงแทนนั้น 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้วิจัยกำหนดเวลาในการทำงานให้ชัดเจนและเข้าไปพูดคุยในกลุ่มย่อยเพื่อสังเกตการทำงานให้ครบทุกกลุ่มและกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนทำงานร่วมกัน รวมถึงให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันเพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วม - ผู้วิจัยควรให้คำแนะนำให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดให้ชัดเจนและมีรายละเอียดมากขึ้น
	<p>วงจรรปฏิบัติการที่ 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนไม่สามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ - นักเรียนส่วนใหญ่เขียนอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ไม่ชัดเจน 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้วิจัยควรใช้คำถามหรือยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้เดิมเพื่อทบทวนความรู้และช่วยเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาของนักเรียน - ผู้วิจัยควรชี้แนะให้นักเรียนเขียนอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบโดยอาจใช้การยกตัวอย่างเพื่อให้ นักเรียนทราบแนวทางในการตอบ
	<p>วงจรรปฏิบัติการที่ 4</p> <p>มีนักเรียนบางกลุ่มเขียนสิ่งที่กำหนดให้โดยการคัดลอกสถานการณ์ปัญหาทั้งหมดลงในใบกิจกรรม</p>	<p>ผู้วิจัยควรให้ข้อเสนอแนะนักเรียนว่าไม่ควรไปคัดลอกมาทั้งหมด ควรนำมาประยุกต์หรือปรับใช้ให้เป็นความคิดของกลุ่มเราเอง</p>

ตาราง 22 (ต่อ)

<p>ขั้นที่ 3</p> <p>การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน</p>	<p>วจนรปฏิบัติกรที่ 1</p> <p>นักเรียนบางกลุ่มยังมีความไม่มั่นใจในการนำเสนองานหน้าชั้นเรียน และการนำเสนอในครั้งนี้มีแนวคิดที่คล้ายกัน ทำให้เวลาในการนำเสนอไม่เพียงพอ</p>	<p>ปรับรูปแบบการอภิปรายโดยให้นักเรียนทุกกลุ่มได้นำเสนอแนวคิดของตนเอง โดยให้นำเสนอในประเด็นที่ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นประเด็นสำคัญสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้นและให้นักเรียนได้เลือกนำเสนอในประเด็นที่แตกต่างหรือเพิ่มเติมจากที่กลุ่มอื่นได้นำเสนอไปแล้ว เพื่อประหยัดเวลาในการนำเสนอ อีกทั้งผู้วิจัยอาจจะต้องเข้าไปช่วยในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมอภิปรายในประเด็นสำคัญต่าง ๆ</p>
	<p>วจนรปฏิบัติกรที่ 2</p> <p>- นักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอได้ดีขึ้น แต่มีบางกลุ่มยังขาดรายละเอียดในอธิบายถึงหลักการที่ใช้และขั้นตอนวิธีการการที่ได้มาซึ่งคำตอบ</p> <p>- การพูดนำเสนอของนักเรียนค่อนข้างเบาและเพื่อนบางคนเริ่มที่จะล้าและไม่ค่อยสนใจฟังเพื่อน</p>	<p>- ครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้อธิบายขั้นตอนและวิธีการแก้ปัญหาให้ชัดเจนและมีรายละเอียดขึ้น</p> <p>- ผู้วิจัยแนะนำการพูดนำเสนอกับนักเรียนและเตรียมอุปกรณ์(ไมค์) เพิ่มเสียงนักเรียนในการนำเสนอ</p> <p>- ปรับรูปแบบในการนำเสนอโดยระหว่างการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ครูอาจจะเพิ่มกิจกรรมให้นักเรียนกลุ่มที่เหลือมีส่วนร่วมมากขึ้น โดยมีกระดาดให้นักเรียนในกลุ่ม สรุปประเด็นสำคัญที่ได้ฟังเพื่อนนำเสนอ และให้ทุกกลุ่มตั้งคำถามหรือเสนอแนะเรื่องใดเรื่องหนึ่งกับกลุ่มที่นำเสนอแล้วเสริมแรงโดยการเพิ่มคะแนน สำหรับกลุ่มที่ให้ความร่วมมือ</p>

ตาราง 22 (ต่อ)

	วงจรถวายปฏิบัติกรที่ 3 นักเรียนสังเกตเห็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันที่แต่ละกลุ่มนำมาใช้หาคำตอบแต่ไม่แสดงความคิดเห็น	ครูแนะนำให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกัน จะเป็นการช่วยเพิ่มข้อสังเกตหรือเปิดมุมมองที่แตกต่างของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้กับกลุ่มที่นำเสนอ จะแสดงความคิดเห็นออกมาในรูปแบบของการโต้แย้งหรือแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างก็ได้ล้วนส่งผลให้เกิดประโยชน์ในการเรียนร่วมกันในชั้นเรียน
	วงจรถวายปฏิบัติกรที่ 4 นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาและการตอบคำถามของเพื่อนผู้ฟังได้แต่ไม่ชัดเจน	ผู้วิจัยช่วยอธิบายเพิ่มเติมและกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มที่นำเสนอได้อธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเองให้ชัดเจนขึ้น
ชั้นที่ 4 การสรุปทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน	วงจรถวายปฏิบัติกรที่ 1 นักเรียนยังไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็น นักเรียนส่วนใหญ่จะให้ความสนใจในเรื่องที่เขียนผิดพลาด เช่น การเขียนคำผิด การพูดผิด เป็นต้นมากกว่าแนวคิดที่เพื่อนนำเสนอ	ผู้วิจัยต้องใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น และแนะนำให้นักเรียนสนใจในแนวคิดของเพื่อนที่นำเสนอมากกว่าเขียนผิดพลาด ซึ่งเป็นเรื่องธรรมชาติที่ทุกคนอาจผิดพลาดกันได้
	วงจรถวายปฏิบัติกรที่ 2 เวลาที่ใช้ในการสรุปทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนมีจำกัด	ผู้วิจัยต้องจัดเวลาในการสรุปทเรียนให้เหมาะสม
	วงจรถวายปฏิบัติกรที่ 3 -	-
	วงจรถวายปฏิบัติกรที่ 4 -	-

จากปัญหาที่พบในชั้นเรียนนำมาสู่บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แต่ละชั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการพบว่ามีประเด็นที่ครูควรเน้นเมื่อนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ 4 ประเด็น ดังนี้

1.แนวทางการเตรียมความพร้อมก่อนการจัดการเรียนรู้และระหว่างการจัดการเรียนรู้

ก่อนการจัดการเรียนรู้ครูควรการออกแบบและสร้างงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ทั้งด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งควรมีลักษณะดังนี้ เป็นงานที่มีวิธีคิดที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเอง ในการหาคำตอบอย่างเต็มที่ เป็นงานที่มีความท้าทายและสอดคล้องกับประสบการณ์ของผู้เรียน ครูผู้สอนจะต้องศึกษาตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน แบบฝึกหัด และข้อสอบจากหลายแหล่งข้อมูล เพื่อให้เห็นและเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์ปัญหา แนวคิดต่าง ๆ ที่สอดคล้องเนื้อหาเกี่ยวกับร้อยละ ซึ่งครูควรใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ของนักเรียน มีความเหมาะสมกับวัย นักเรียนมีความคุ้นเคย มีประสบการณ์ร่วมหรือเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์โดยตรงจากการลงมือปฏิบัติเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ปัญหาที่ต้องการและร่วมกันคิดหาคำตอบ

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ครูต้องให้ความสำคัญกับการวางแผนเพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้น โดยขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปลายเปิด ครูควรนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้มีความกระชับ เข้าใจง่าย อาจต้องมีการติดกระดาษสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งกิจกรรมไว้บนกระดานให้มีความชัดเจนและมีภาพประกอบสถานการณ์หรือสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมจับต้องได้ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม ซึ่งจะช่วยให้ถ่ายทอดเรื่องราวที่เป็นปัญหาในสถานการณ์นั้นได้เป็นอย่างดี ดังเช่น ในเรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน ใช้สถานการณ์การจัดโต๊ะเก้าอี้ในโรงอาหารของโรงเรียนเพื่อรักษาระยะห่างตามมาตรการในการป้องกันการแพร่ระบาดของโควิด 19 ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัจจุบันและเป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียนอีกทั้งยังมีภาพประกอบสถานการณ์และสื่อที่จับต้องได้เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ในชั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนครูต้องคาดการณ์แนวคิดหรือคำนิยามถึงการดำเนินการทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นจากปัญหาของสถานการณ์นี้ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงวิธีการแก้ปัญหาจากมุมมองของนักเรียน เช่น ในเรื่อง อัตราส่วน นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา มักจะใช้วิธีการที่คุ้นเคย คือการดำเนินการบวก ลบ คูณ หาร มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยอาจจะยังไม่ได้คำนึงถึงความหมายของอัตราส่วนจึงทำให้มักเกิดข้อผิดพลาดในการหาคำตอบและในชั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน ครูควรกำหนดประเด็นในการอภิปรายไว้ล่วงหน้าให้ครอบคลุมโดยคำนึงถึงสาระสำคัญและจุดประสงค์

ของการเรียนรู้ในเรียนครั้งนั้น ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิด วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ เป็นไปตามเป้าหมาย อีกทั้งครูควรศึกษาหลักการและวางแผนในการเลือกแนวคิดแล้วเรียงลำดับแนวคิดในการนำเสนอให้เหมาะสม เช่น เรียงลำดับจากแนวคิดที่มีข้อผิดพลาดมากไปสู่แนวคิดที่มีข้อผิดพลาดน้อยหรือมีความสมบูรณ์มากที่สุด เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนสามารถความเชื่อมโยงของแต่ละแนวคิดที่หลากหลายแล้วนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นเป้าหมายของคาบได้

2. แนวทางการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดและสร้างความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้น ครูควรเลือกใช้คำถามที่เหมาะสม โดยในขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปลายเปิด ครูควรที่จะใช้คำถามที่เป็นคำถามปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาก่อนที่จะลงมือแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน โดยเป็นคำถามเพื่อการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน เช่น “สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดเกี่ยวข้องกับเรื่องอะไร” และตั้งคำถามเพื่อทบทวนหรือกระตุ้นความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อพัฒนาแนวทางในการแก้ปัญหาของนักเรียนกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตเห็นแนวทางที่หลากหลาย และเห็นการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม ครูไม่ควรชี้แนะว่าถูกหรือผิดหรือสร้างกรอบความคิดกับนักเรียน คำถามที่ครูควรใช้ เช่น “นักเรียนเคยเจอสถานการณ์แบบนี้ไหม” “นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องใดมาใช้ในการแก้ปัญหาของสถานการณ์นี้ได้บ้าง” สำหรับขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ครูควรใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาสถานการณ์ เช่น จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนคิดว่าจะแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างไรหรือมีวิธีการทางคณิตศาสตร์ใดบ้างที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหานี้ได้ ในขั้นการอภิปรายร่วมกันทั้งเรียน ครูควรตั้งคำถามสนับสนุนให้นักเรียนแสดงผลเกี่ยวกับการแสดงแทน แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้ เช่น “นักเรียนคิดว่าวิธีการแก้ปัญหานี้เหมือนหรือแตกต่างจากกลุ่มอื่นหรือไม่ อย่างไร” “นักเรียนคิดว่าวิธีการแก้ปัญหากลุ่มใดมีความเหมาะสมที่จะแก้ปัญหของสถานการณ์นี้” นักเรียนคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุผลสมผลหรือไม่ เพราะอะไรถึงคิดแบบนั้น” เพื่อให้นักเรียนได้แสดงผลทางคณิตศาสตร์และตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ และในขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ครูควรใช้คำถามเพื่อทบทวนแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เช่น จากการนำเสนอให้นักเรียนสรุปได้ใหม่ว่ามีการใช้หลักการหรือแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์อย่างไรบ้าง เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดเหล่านั้นจนนำไปสู่ข้อสรุปของคาบนั้นได้

3. แนวทางการสร้างและรักษาการมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียนในการทำกิจกรรมกลุ่มและการอภิปรายหน้าชั้นเรียน

ในขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองนักเรียนจะต้องช่วยกันระดมความคิดเพื่อเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบหรือข้อสรุปอย่างเป็นขั้นตอน ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมและให้ความร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่ม ครูควรจัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถและจัดที่นั่งให้นักเรียนได้หันหน้าเข้าหากันและมีระยะห่างอย่างเหมาะสมในแต่ละกลุ่มเพื่อให้นักเรียนช่วยเหลือกันและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเองอย่างเต็มความสามารถของแต่ละคนและแก้ปัญหาที่นักเรียนที่ไม่รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่มจะทำให้ให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์และตรวจสอบวิธีการที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาในกลุ่ม นอกจากนี้ครูควรออกแบบใบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน เช่น การเพิ่มพื้นที่ในการทดลองในใบกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้ลองแสดงวิธีคิดของตนเองด้วยมีเพื่อนในกลุ่มร่วมตรวจสอบซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มของตนเอง อีกทั้งในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมครูควรเข้าไปติดตามและตรวจสอบแนวคิดหรือกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เกิดขึ้นให้ทั่วถึง ช่วยกำกับเวลาในการทำงานของนักเรียนโดยการบอกเวลาให้นักเรียนทราบเป็นระยะพร้อมให้คำแนะนำกับนักเรียนในการจัดลำดับความสำคัญของงานและเน้นย้ำให้พูดคุยแลกเปลี่ยนแนวคิดหรือระดมความคิดกันเพื่อที่งานจะเสร็จสมบูรณ์ตามเวลาที่กำหนดแต่ครูไม่ควรชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหาหรือบอกคำตอบนักเรียน .และในขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน ครูควรออกแบบกฎกติกาของห้องเรียนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน เช่น การตั้งกฎว่า ให้นักเรียนทุกกลุ่มตั้งคำถามกับเพื่อนกลุ่มอื่นที่น่าเสนอ โดยจะเป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับการแสดงแทน ขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์หรือจะเป็นการพูดอธิบายในประเด็นที่ตนเองสนใจหรือโต้แย้งในสิ่งที่เพื่อนนำเสนอ เป็นต้น ทำให้นักเรียนตั้งใจฟังเพื่อนนำเสนอและพยายามหาประเด็นในการที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นมากขึ้น และในการนำเสนอครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกประเด็นนำเสนอด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนเลือกประเด็นที่กลุ่มตนเองคิดว่าจะสามารถอธิบายได้ดี หรือเป็นประเด็นที่คิดว่าแตกต่างหรือเพิ่มเติมจากที่กลุ่มอื่นเพื่อลดความซ้ำซ้อนและแก้ปัญหาเรื่องข้อจำกัดในเรื่องเวลา ซึ่งยังทำให้นักเรียนมีความมั่นใจ สามารถการพูดอธิบายแนวคิดของตนเองได้ชัดเจนขึ้น ส่งผลให้นักเรียนผู้ฟังเกิดความเข้าใจและสามารถแสดงความคิดเห็นในวิธีการที่แตกต่างเหล่านั้นได้ แต่หากในชั้นเรียนยังไม่มีกรนำเสนอในประเด็นที่สำคัญที่จะนำไปสู่เป้าหมายของคาบนั้น ๆ ได้ ครูอาจจะต้องพูดเปิดประเด็นสำคัญนั้นก่อนแล้วกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันพยายามหาเหตุผลมาอธิบายประเด็นนั้นร่วมกัน

4. แนวการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดในขั้นที่ 4 ขั้นสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอและอภิปรายแนวคิดแล้ว

ก่อนที่ครูและนักเรียนจะได้ร่วมกันสรุปเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนจากการทำใบกิจกรรม ครูควรทบทวนแนวคิดหรือวิธีการที่ได้นำเสนอผ่านมาทั้งหมดก่อน โดยการนำเสนอใบกิจกรรมของแต่ละกลุ่มบนกระดานประกอบกับการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนจัดระบบความคิดและทบทวนแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จากนั้นครูเขียนสรุปหลักการและแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการพูดของนักเรียนบนกระดาน แล้วให้นักเรียนช่วยกันเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนจนได้ข้อสรุปและวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา โดยครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความเหมาะสมของวิธีการ บอกความสมเหตุสมผลและตีความผลลัพธ์กลับไปสู่บริบทของปัญหา จากนั้นครูควรตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นพร้อมตรวจสอบความถูกต้อง หากมีประเด็นสำคัญที่นักเรียนพูดหรืออธิบายยังไม่สมบูรณ์ ครูจะต้องช่วยอธิบายเพิ่มเติมหรือสนับสนุนเชื่อมโยงคำพูดต่าง ๆ ของนักเรียนที่เกิดขึ้น เพื่อสรุปเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแบบเป็นรายกลุ่ม ระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ความหมายของอัตราส่วน วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน และวงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วน ประเด็นการบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์นักเรียนจากแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมทำให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และใบกิจกรรมมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) พบว่านักเรียนมีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา ดังนี้

1. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนแสดงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ตาราง 23 แสดงความถี่ในการแสดงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งชั้นเรียน

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	ความถี่ในการแสดงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์			
	วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	วงจรที่ 4
(R1) การให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์	6	12	14	16
(R2) กระบวนการและขั้นตอนใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	12	13	15	21
(R3) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์	4	6	5	6

จากตาราง 23 เป็นตารางที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจากแบบสังเกตการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการถอดบทสนทนาจากบันทึกวีดิทัศน์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียน แล้วนำมาลรหัสตามบท จากตารางแสดงให้เห็นว่า

วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่แสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการในการหาคำตอบบ่อยมากที่สุด เนื่องจากสถานการณ์ที่มีเนื้อหาที่ค่อนข้างเป็นนามธรรม นักเรียนยังมีการเขียนแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ได้ยังไม่หลากหลายส่วนใหญ่จะเป็นการเขียนอธิบายสถานการณ์ปัญหาในเชิงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การเขียนประโยคสัญลักษณ์ กิจกรรมมุ่งเน้นให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบอย่างละเอียดและเป็นขั้นตอนเพื่อจะได้สามารถนำผลลัพธ์มาพิจารณาเพื่อเลือกซื้อสินค้าที่คุ้มค่าที่สุด ประกอบกับในการนำเสนอให้นักเรียนส่วนใหญ่จะเลือกนำเสนอและพูดอธิบายถึงขั้นตอนในการหาคำตอบของตนเองอย่างละเอียด ทำให้เพื่อนผู้ฟังให้ความสนใจและมุ่งมั่นไปที่ขั้นตอนและกระบวนการที่นำเสนอ จึงทำให้ในการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนมีการพูดสนับสนุนและการโต้แย้งและถึงขั้นตอนและกระบวนการมากกว่าการให้เหตุผลในการแสดงและผลลัพธ์ที่ได้ ดังบทสนทนาที่แสดงการเหตุผลทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการในการหาคำตอบ ดังนี้

ผู้วิจัย : จากกลุ่มนี้เหมือนหรือคล้ายกับกลุ่มก่อนหน้าไหมคะ

นักเรียน1 : คล้ายๆกัน ได้คำตอบเท่ากัน

นักเรียน2 : ภาษาเหมือนกลุ่มนักเรียน3

ผู้วิจัย : ที่บอกว่าคล้ายหรือหาภาษาเหมือนนักเรียน3 เนี่ยเป็นยังไง พูดอธิบายหน่อย

นักเรียน2 : หา 7 ส่วน 100 คูณ 100 ได้ 7 หาภาษีก่อนเหมือนกลุ่มนักเรียน3

นักเรียน1 : กล่องละ 100 ภาษี 7 บาทแล้วค่อยเอาคูณแล้วเอาไปบวก

ผู้วิจัย : อ่อคือ กลุ่มนี้ก็เริ่มหาภาษีต่อกล่อง แล้วเอาภาษีมารวมกับราคาสินค้า แล้วได้คำตอบ 2140 เท่ากันเลยนะ

วงจรรูปปฏิบัติการที่ 2 และวงจรรูปปฏิบัติการที่ 3 เน้นการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของอัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน ซึ่งเป็นเนื้อหาใหม่ของนักเรียน จึงมีการเลือกสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียนและมีความต่อเนื่องกัน อีกทั้งนักเรียนยังได้รับสื่อที่จับต้องได้ซึ่งเป็นสื่อที่แสดงถึงลักษณะของโต๊ะและเก้าอี้ ซึ่งนักเรียนบางส่วนได้นำสื่อไปเป็นตัวช่วยคิดในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา ช่วยให้นักเรียนมีการเขียนแสดงแทนแนวคิดหลากหลายมากขึ้นทั้งการเขียนเป็นภาษาคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบโดยพิจารณาจากปริมาณสองปริมาณและการวาดภาพแสดงแทนที่อธิบายถึงเงื่อนไขของปัญหาเพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาแต่คำตอบที่ได้คล้ายกัน ซึ่งในการอภิปรายหน้าชั้นเรียนนักเรียนทุกกลุ่มได้นำเสนอแนวคิดที่หลากหลายทำให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของการแสดงแทนและวิธีการแก้ปัญหา จึงทำให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นทั้งในเชิงการอธิบายสนับสนุนและการโต้แย้งการแสดงแทนและกระบวนการในการหาคำตอบบ่อยครั้งมากกว่าการให้เหตุผลเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือคำตอบ ดังบทสนทนาดังบทสนทนาที่แสดงการเหตุผลทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการแสดงแทน ดังนี้

ผู้วิจัย : ไปดูแนวคิดกลุ่มถัดไปเลยคะ กลุ่มที่ 5 กลุ่มนักเรียน1ลองบอก

ชื่อว่า กลุ่มหนูต่างจากกลุ่ม 4 ยังไงบ้าง

นักเรียน1 : ข้อ 2 ค่ะ

ผู้วิจัย : ค่ะ อธิบายได้เลย ว่ามันเป็นยังไง

นักเรียน1: เก้าอี้ตัวที่ 1 กับเก้าอี้ตัวที่ 2 ยาวเท่ากัน เก้าอี้ตัวที่ 3 ต่อมา

อีกตรงนี้เป็น2เท่าของเก้าอี้ตัวที่1 กับ 2

ผู้วิจัย : คุณนะ เพื่อกำลังอธิบายตรงภาพที่วาดนะคะ ว่า เก้าอี้ 2 ตัวนี้มันยาว

เท่ากันแล้วทำไมตัวที่ 3 ถึงยาวกว่านะคะ

นักเรียน2. : เก้าอี้ตัว 3 มันต่อมาอีกตัว

นักเรียน3 : ยาวเป็นสองเท่าของเก้าอี้ตัวที่ 1 และตัวที่ 2

วงจรรูปปฏิบัติการที่ 4 เป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาอัตราส่วนที่ค่อนข้างมีความซับซ้อนนักเรียนต้องแสดงวิธีคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนแสดงแทนในรูปอัตราส่วน สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายและ

เขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนได้และส่วนใหญ่ได้คำตอบที่เหมือนกัน ในการอภิปรายหน้าชั้นเรียนนักเรียนทุกกลุ่มได้นำเสนอแนวคิดของกลุ่มตัวเอง อีกทั้งครูยังตั้งกติกาเพื่อให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนมีความสนใจฟังเพื่อนนำเสนอเพื่อจับประเด็นในการตั้งคำถาม พูดอธิบายในสิ่งที่ตนเห็นด้วยหรือโต้แย้งแนวคิดของเพื่อนมากขึ้น ซึ่งพบว่าทำให้เหตุผลเกี่ยวผลลัพธ์มีการพูดถึงแค่ช่วงแรกของการอภิปรายเนื่องจากคำตอบที่ได้มีความคล้ายกัน ส่วนใหญ่นักเรียนจะพูดสนับสนุนหรือโต้แย้งแนวคิดส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการการแสดงแทน ขั้นตอนและกระบวนการการแก้ปัญหา ดังบทสนทนาที่แสดงการเหตุผลทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการในการหาคำตอบ ดังนี้

ผู้วิจัย : กระดาษทอนี่คืออะไรคะเนี่ย เตียวครูจะให้ทุกคนลองดูและอธิบายนะ
ยังไม่ให้กลุ่มนำเสนอพูดนะคะ

นักเรียน1 : เขาหาทีละ 12

นักเรียน2 : บวกไปที่ละ 1500 กับ 450

ผู้วิจัย : ใส้ใหม่คะ นักเรียน3

นักเรียน3 : หาไปที่ละ 12 กระบอกคะ

ผู้วิจัย : แล้วทำไมเราคิดแล้วถึงไม่เอาวิธีนี้ไปเขียนแสดงวิธีทำละ

นักเรียน1 : มันยาวเกิน นานกว่าจะได้คะ

ผู้วิจัย : คนอื่นลองคิดซิว่า ถ้าเป็นเธอจะใช้วิธีนี้ไหม

นักเรียน4 : ไม่ มันช้า

นักเรียน2 : มันทำยาว คุณง่ายกว่า

ผู้วิจัย : มีเหตุผลอีกไหมคะ ว่าทำไมไม่เลือกใช้วิธีนี้

นักเรียน3 : นับทีละ 12 มันไม่ได้ 100 100 ทหาร 12 ไม่ได้

2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมแล้วนำมาวิเคราะห์ตามเกณฑ์แบบแยกประเด็นซึ่งระดับคะแนนที่ใช้นั้นเป็นไปตามตารางที่ 14-16 คือ 0 (ปรับปรุง) 1(พอใช้) 2(ดี) โดยรายละเอียดจะแสดงเป็นแต่ละกระบวนการดังต่อไปนี้.

2.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความสามารถด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนใน ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการย่อย 3 กระบวนการได้แก่ การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงและระบุตัวแปรที่สำคัญ การจัดรูปอย่าง

ง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ และการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดในแต่ละวงจรปฏิบัติการดังตาราง 24

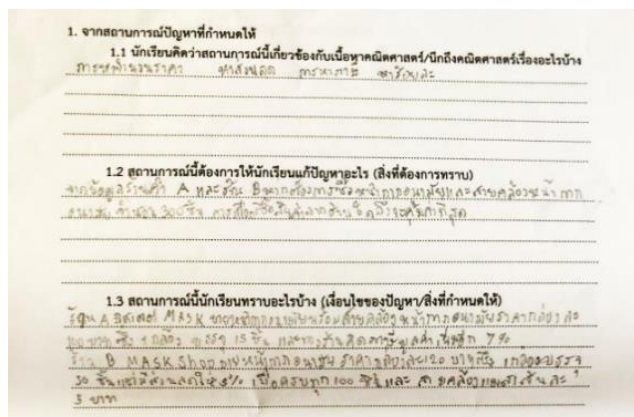
ตาราง 24 แสดงจำนวนกลุ่มของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับในการดำเนินการตามกระบวนการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน	จำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับคะแนน			
		วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	วงจรที่ 4
การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงและระบุตัวแปรที่สำคัญ	2	4	2	5	6
	1	3	6	3	2
	0	1	-	-	-
การจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้	2	2	-	4	5
	1	5	-	3	3
	0	1	-	1	-
การแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์	2	1	2	5	5
	1	4	4	3	3
	0	3	2	-	-

จากตาราง 24 แสดงให้เห็นว่า

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ

ในด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ ในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงและระบุตัวแปรที่สำคัญ มีนักเรียนจำนวน 4 กลุ่มที่ได้คะแนน 2 คะแนน ซึ่งนักเรียนสามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องโดยระบุได้ว่า สถานการณ์ของขวัญปีใหม่ เกี่ยวข้องกับเรื่องร้อยละ และสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ดังภาพ 22

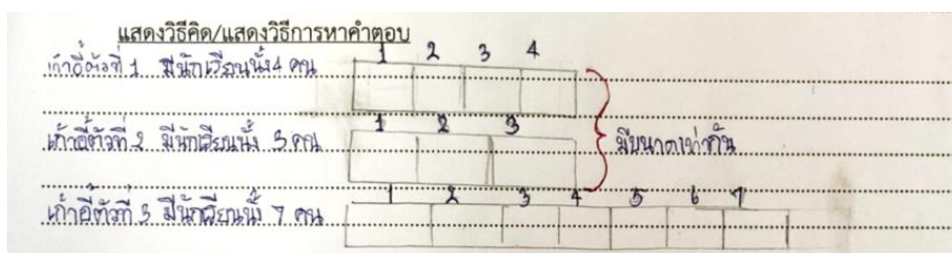


ภาพ 22 ใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่แสดงถึงการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงและระบุตัวแปรที่สำคัญ ในระดับ 2

ในกระบวนการจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 5 กลุ่ม ทำคะแนนได้ 1 คะแนน ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนขั้นตอนในการวางแผนที่จะแก้ปัญหาได้แต่อาจมีบางส่วนที่ยังเขียนไม่ชัดเจน และส่วนการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจำนวน 3 กลุ่มได้รับ 0 คะแนน พบว่านักเรียนยังไม่สามารถนำสิ่งที่ทราบจากสถานการณ์มาเขียนให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ได้

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ความหมายอัตราส่วน

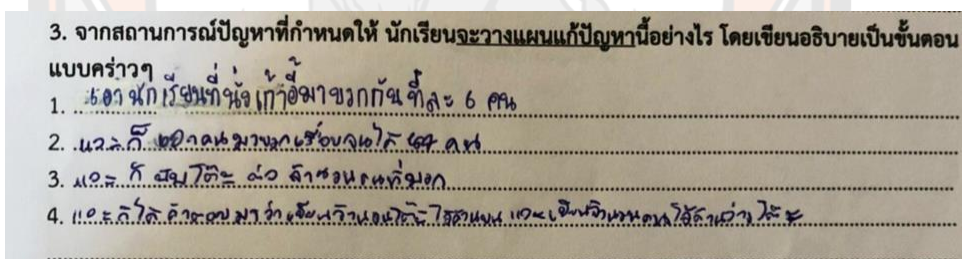
จากสถานการณ์เรื่อง “การจัดที่นั่งให้นักเรียน” พบว่า การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงและระบุตัวแปรที่สำคัญมีนักเรียนที่ได้ 1 คะแนน เป็นจำนวน 6 กลุ่ม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน และการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ มีจำนวนนักเรียน 4 กลุ่ม ที่ได้ 1 คะแนน ซึ่งนักเรียนสามารถนำสิ่งที่ทราบจากสถานการณ์มาเขียนให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ได้แต่ไม่สมบูรณ์ แต่มีนักเรียนจำนวนนักเรียน 2 กลุ่ม ที่ได้ 2 คะแนน ซึ่งนักเรียนสามารถนำสิ่งที่ทราบจากสถานการณ์ปัญหามาเขียนให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์โดยการวาดภาพที่แสดงสัดส่วนเพื่อให้ในการเปรียบเทียบได้ถูกต้องเหมาะสม ดังภาพ 23



ภาพ 23 ใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่แสดงถึงการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ในระดับ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำใบกิจกรรมเรื่อง จัดโต๊ะเว้นระยะห่าง พบว่า การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงและระบุตัวแปรที่สำคัญมีจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนนเพิ่มขึ้นโดยมีนักเรียนจำนวน 5 กลุ่มและไม่มีนักเรียนกลุ่มใดที่ได้คะแนน 0 คะแนน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง ในการจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้มีจำนวนนักเรียน 4 กลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ดังภาพ 24



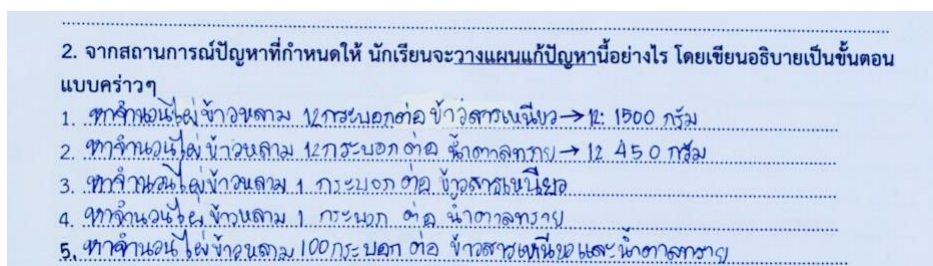
ภาพ 24 ใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงถึงจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ ในระดับ 2

ส่วนในด้านการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียน 5 กลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ซึ่งจำนวนกลุ่มที่ได้คะแนน 2 คะแนนมีจำนวนเพิ่มขึ้นและไม่มีนักเรียนที่ได้ 0 คะแนนหรือระดับปรับปรุง พบว่า นักเรียนสามารถระบุอัตราส่วนจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อนำสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

วงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วน

ในวงจรปฏิบัติการนี้กระบวนการส่วนใหญ่มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนกลุ่มนักเรียน กล่าวคือการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงและระบุตัวแปรที่สำคัญเพิ่มขึ้นเป็น 6 กลุ่มที่ได้ 3 คะแนน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ

สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องโดยระบุได้ว่า สถานการณ์ของข้าวหลามสร้างอาชีพ เกี่ยวข้องกับเรื่องอัตราส่วน และสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง การมีรูปภาพประกอบสถานการณ์อย่างชัดเจนทำให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ได้ง่ายขึ้น ในด้านการจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้มีจำนวนกลุ่มของนักเรียนถึง 5 กลุ่มที่ได้ 3 คะแนน ซึ่งนักเรียนสามารถส่วนใหญ่สามารถเขียนขั้นตอนในการวางแผนที่จะแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ดังภาพ 25



ภาพ 25 ใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ที่แสดงถึงจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ ในระดับ 2

แต่ในด้านการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ยังไม่มีเปลี่ยนแปลง จำนวนกลุ่มของนักเรียนที่ได้ 2 คะแนนมีจำนวน 5 กลุ่มซึ่งเป็นนักเรียนส่วนใหญ่ที่สามารถระบุอัตราส่วนหรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง

เห็นได้ว่าการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปในระดับที่ดีขึ้น เห็นได้จากจำนวนกลุ่มที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่ได้ 2 คะแนน ซึ่งเพิ่มขึ้นในทุก ๆ กระบวนการย่อยทั้ง 3 กระบวนการ

2.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความสามารถด้านใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหานักเรียนใน ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการย่อย 3 กระบวนการ ได้แก่ การเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์(บทนิยาม กฎและระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน) รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหาและการบอกวิธีการการแก้ปัญหา การแสดงหรือสรุปและนำเสนอผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอน โดยมีรายละเอียดในแต่ละวงจรปฏิบัติการดังตาราง 23

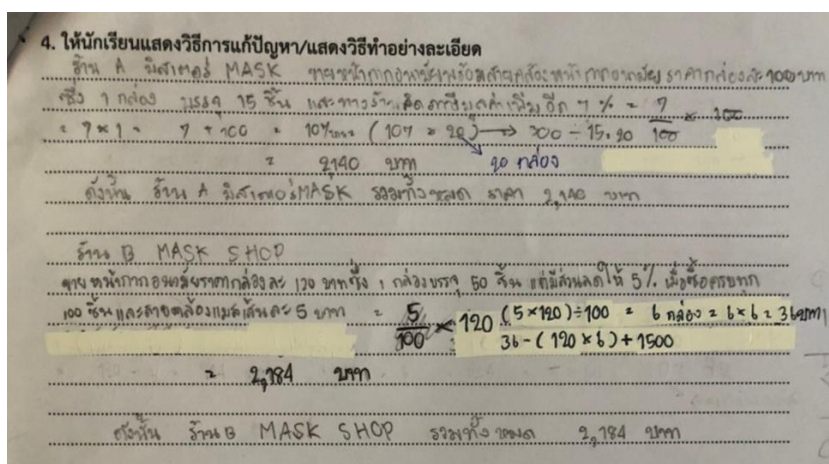
ตาราง 25 แสดงจำนวนกลุ่มของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับในการดำเนินการตามกระบวนการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	ระดับคะแนน	จำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับคะแนน			
		วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	วงจรที่ 4
การเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	2	2	3	7	8
	1	6	5	1	-
	0	-	-	-	-
การใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหา	2	-	-	7	6
	1	6	8	1	2
	0	2	-	-	-
การบอกวิธีการการแก้ปัญหา การแสดงหรือสรุปและนำเสนอผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอน	2	1	-	1	5
	1	6	-	7	3
	0	1	-	-	-

จากตาราง 25 แสดงให้เห็นว่า

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ

ในวงจรปฏิบัติการนี้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหอยู่ในระดับพอใช้ โดยในด้านการเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีนักเรียนจำนวน 6 กลุ่มที่ได้คะแนน 1 คะแนน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้แต่ยังไม่ชัดเจน ส่วนการใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหา และการบอกวิธีการการแก้ปัญหา การแสดงหรือสรุปและนำเสนอผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอนมีนักเรียนจำนวน 6 กลุ่มที่ได้คะแนน 1 คะแนน ซึ่งเป็นนักเรียนส่วนใหญ่ที่สามารถใช้หลักการทางคณิตศาสตร์และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องบางส่วน โดยนักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนในหาคำตอบได้แต่บางขั้นตอนยังมีข้อผิดพลาดในการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ดังภาพ 26



ภาพ 26 ใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่แสดงถึงสามารถใช้หลักการทางคณิตศาสตร์และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอน ในระดับ 1

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ความหมายอัตราส่วน

ในวงจรปฏิบัติการนี้ การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในระดับความสามารถของนักเรียนส่วนใหญ่ยังอยู่ในระดับพอใช้ โดยในด้านการเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีนักเรียนจำนวนที่ได้คะแนน 2 คะแนนเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 3 กลุ่ม โดยนักเรียนได้เลือกและใช้การเปรียบเทียบปริมาณ 2 ปริมาณที่มีความสัมพันธ์กันในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับความหมายของอัตราส่วน และ การใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหานักเรียนทุกกลุ่มได้คะแนน 1 คะแนน ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์(บทนิยาม กฎและระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน)รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน

ในวงจรปฏิบัติการนี้ การเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์(บทนิยาม กฎและระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน)รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดี โดยมีจำนวนนักเรียนที่ได้ 2 คะแนนเป็นจำนวน 7 กลุ่ม ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์รวมถึงใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับบริบทของปัญหา ส่วนการบอกวิธีการการแก้ปัญหา การแสดงหรือสรุปและนำเสนอผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอน นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ โดยโดยมีจำนวนนักเรียนที่ได้ 1 คะแนนเป็นจำนวน 7 กลุ่ม ซึ่งนักเรียนสามารถนำหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แสดงการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องบางส่วน ดังภาพ 27

4. ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาแสดงวิธีห้อยละเอียด

จำนวน ได้	จำนวน ขว
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14

ตอบ จำนวน ขว. 1-14 มี 14 คน ซึ่งมากกว่าจำนวนนักเรียนในชั้นเรียน 1 คน ดังนั้นจึงต้องนำนักเรียนจำนวน 1 คน

ภาพ 27 ใบกิจกรรมของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่แสดงถึงการเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์รวมถึงใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ในระดับ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วน

ในวงจรปฏิบัติการนี้ นักเรียนยังคงสามารถดำเนินการตามกระบวนการการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทั้งสามกระบวนการย่อยได้เป็นอย่างดี โดยจำนวนกลุ่มนักเรียนที่ได้ 2 คะแนนในการการเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีจำนวน 8 กลุ่ม การใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหา มีจำนวน 6 กลุ่ม และการบอกวิธีการการแก้ปัญหา การแสดงหรือสรุปและนำเสนอผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอนมีจำนวน 5 กลุ่ม

1.3 การตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความสามารถด้านการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการย่อย 3 กระบวนการ ได้แก่ การตีความผลลัพธ์คณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง การระบุความสัมพันธ์ของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้กับบริบทของปัญหาและการประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริง โดยมีรายละเอียดในแต่ละวงจรปฏิบัติการดังตาราง 24

ตาราง 26 แสดงจำนวนกลุ่มของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับในการดำเนินการตามกระบวนการ
การตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

การตีความและการประเมินผลลัพธ์ ทางคณิตศาสตร์	ระดับ คะแนน	จำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับ คะแนน			
		วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	วงจรที่ 4
		1	2	3	4
การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จาก กระบวนการแก้ปัญหาให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง	2	2	2	4	7
	1	5	6	4	1
	0	1	-	-	-
การระบุความสัมพันธ์ของผลลัพธ์ทาง คณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้กับบริบทของปัญหา	2	-	-	4	1
	1	5	-	3	4
	0	3	-	1	3
การประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริง	2	-	-	1	-
	1	1	-	5	5
	0	7	-	2	3

จากตาราง 26 แสดงให้เห็นว่า

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ

ในวงจรปฏิบัติการนี้ ผลจากการทำใบกิจกรรมเรื่อง ของขวัญปีใหม่ ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม พบว่า ในการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง โดยเฉพาะในด้านการประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริง มีนักเรียนจำนวน 7 กลุ่มที่ได้คะแนน 0 คะแนน ซึ่งนักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของผลลัพธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริง

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ความหมายอัตราส่วน

ในวงจรปฏิบัติการนี้ ในการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า ในด้านการตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 6 กลุ่มที่ได้คะแนน 1 คะแนน โดยนักเรียนสามารถอธิบายคำตอบหรือผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาได้ว่าควรให้นักเรียนใหม่นั่งเก้าอี้ตัวที่มีจำนวนคนนั่งน้อยกว่าหากขนาดเก้าอี้เท่ากัน

วงจรถูกปฏิบัติที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน

ในวงจรถูกปฏิบัติที่ 3 นี้ ในการและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า ในด้านการตีความผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริงและการระบุความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้กับบริบทของปัญหามีนักเรียนจำนวน 4 กลุ่มที่ได้คะแนน 2 คะแนน แต่การประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริงอยู่ในระดับพอใช้ นักเรียนจำนวน 5 กลุ่มที่ได้คะแนน 1 คะแนน

วงจรถูกปฏิบัติที่ 4 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน

ในวงจรถูกปฏิบัติที่ 4 นี้ ในการตีความ และการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า ในด้านการตีความผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริงนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 7 กลุ่มที่ได้คะแนน 2 คะแนน การระบุความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้กับบริบทของปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 4 กลุ่มที่ได้คะแนน 1 คะแนน และการประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริงนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 5 กลุ่มที่ได้คะแนน 1 คะแนน

จากผลการจัดการเรียนทั้ง 4 วงจรถูกปฏิบัติ กระบวนการการตีความและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า การตีความผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริงนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น แต่การระบุความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้กับบริบทของปัญหาและการประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริง ยังไม่สามารถบอกได้ว่าทั้งสองกระบวนการนี้ได้รับการพัฒนา เนื่องด้วยความไม่แน่นอนของจำนวนกลุ่มที่ได้ระดับคะแนน 0 1 และ 2 ตลอดทั้งวงจรถูกปฏิบัติที่ 1 ถึง 4

ซึ่งจากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า กระบวนการแก้ปัญหาทั้ง 3 กระบวนการ ได้แก่ การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์และการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาของกระบวนการทั้งสองกระบวนการของนักเรียนแต่การตีความและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ยังไม่ได้แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีการพัฒนาของกระบวนการนี้ของนักเรียน

2. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีผลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการ ได้แก่ 1) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ 2) กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์โดยมี รายละเอียด ดังตาราง 27

ตาราง 27 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

กระบวนการด้าน	จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ(ร้อยละ)		
	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์			
1.1 การให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์	12 (50.00)	10 (41.67)	2 (8.33)
1.2 การให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	7 (29.17)	15 (62.50)	2 (8.33)
1.3 การให้เหตุผลเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์	8 (20.83)	11 (45.83)	5 (20.83)
2. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์			
2.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	14 (58.33)	8 (20.83)	2 (8.33)
2.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	7 (29.17)	15 (62.50)	2 (8.33)
2.3 การตีความ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	3 (12.50)	13 (54.17)	8 (20.83)

ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ส่งผลต่อการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยพบว่า นักเรียนร้อยละ 50 มีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี โดยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายและหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้ได้อย่างสมเหตุสมผล เห็นได้จากที่นักเรียนเขียนอธิบายโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการสนับสนุนและแสดงการโต้แย้งในข้อคำถามที่เกี่ยวกับการแสดงแทนที่กำหนดให้ได้ ถูกต้องเหมาะสม ดังภาพ 28 และ ภาพ 29

1. เมีต้องการซื้อกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งอัตราส่วนระหว่างความกว้างต่อความยาวของกรอบรูป เป็น 2 : 3 ถ้าความกว้างเป็น 18 ซม. เมีต้องการทราบความยาวของกรอบรูป เมีจึงวาดรูปและอธิบายความคิดของเธอ ว่า “ สามารถรู้ความยาวของกรอบรูปได้ เมื่อทราบความกว้าง ทำได้โดยการบวกเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ และเมื่อกรอบรูปมีความกว้าง 18 ซม. จะมีความยาวเท่ากับ 27 เซนติเมตร ”

ดังภาพ

		+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
ความกว้าง(ซม.)	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ความยาว(ซม.)	3	6	9	12	15	18	21	24	27
		+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3

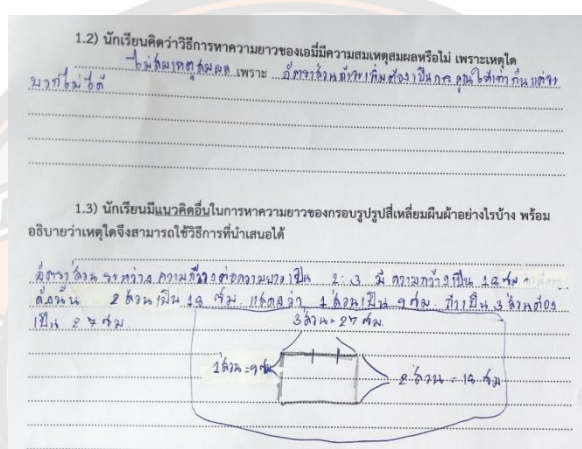
ภาพ 28 ข้อคำถามส่วนที่ 2 ของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

1.1 จากการวาดภาพและอธิบายข้างต้นของเอมี ข้อสรุปต่อไปนี้ถูกต้องใช้หรือไม่ พร้อมเขียนแสดงเหตุผล

จากภาพวาดแสดงความคิดของเอมี	ใช่	ไม่ใช่	เหตุผล
1) ความกว้าง กับ ความยาวไม่มี ความสัมพันธ์กัน		<input checked="" type="checkbox"/>	เพราะ ความกว้าง 18 ซม. ความยาว มีความสัมพันธ์กันในเรื่อง อัตราส่วน
2) เมีคิดว่า ความกว้าง และ ความยาว เพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัวอย่างคงที่	<input checked="" type="checkbox"/>		เพราะ ถ้าความกว้าง 2 ซม. ความยาวจะเพิ่มขึ้น 3 ซม. เช่นเดียวกัน
3) หากความกว้างเพิ่มขึ้น 2 ซม. ความยาวจะเพิ่มขึ้น 2 ซม. เช่นเดียวกัน		<input checked="" type="checkbox"/>	เพราะ ถ้าความกว้างเพิ่ม 2 ซม. ความยาวจะเพิ่ม 3 ซม.
4) ถ้าต้องการกรอบรูปที่มีความกว้าง 10 ซม. จะได้กรอบรูปที่มีความยาว 18 ซม.		<input checked="" type="checkbox"/>	เพราะ ถ้ากรอบรูปที่มีความกว้าง 10 ซม. ความยาวจะเป็น 15 ซม.
5) วิธีการของเอมี ไม่สามารถใช้คำนวณ กรอบรูปที่มีความกว้างยาวกว่า 18 ซม. ได้	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	เพราะ เมี คำนวณความยาวที่ได้ จากความกว้าง 18 ซม. ได้ โดยวิธีการเพิ่มไปเรื่อยๆ

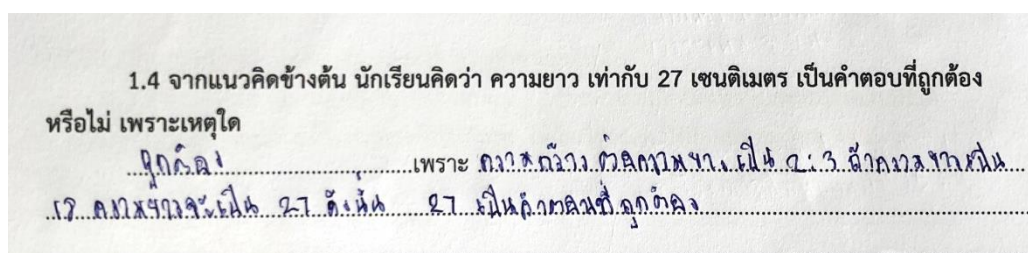
ภาพ 29 แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในระดับดี

นักเรียนร้อยละ 62.50 ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งกระบวนการรวมถึงขั้นตอนที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สมเหตุสมผลบางส่วน แต่ก็มีนักเรียนร้อยละ 29.17 ที่สามารถแสดงถึงเหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายในการโต้แย้งกระบวนการรวมถึงขั้นตอนที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้และนำเสนอวิธีการที่คิดว่าเหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาเพื่อสนับสนุนสิ่งที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยได้ ดังภาพ 29



ภาพ 30 แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงเหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในระดับดี

นักเรียนร้อยละ 45.83 มีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งนักเรียนสามารถสะท้อนข้อโต้แย้งหรือหาข้อสนับสนุนทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากปัญหาที่กำหนดให้ได้บางส่วน จากคำตอบในแบบทดสอบนักเรียนบอกได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องและเขียนอธิบายถึงการได้มาซึ่งผลลัพธ์นั้นเพื่อแสดงให้เห็นถึงว่าผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวมีความถูกต้องสมเหตุสมผลแล้ว ดังภาพ 30



ภาพ 31 แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงการให้เหตุผลเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในระดับพอใช้

สำหรับด้านกระบวนการแก้ปัญหา หลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้วิธีการแบบเปิด ส่งผลต่อกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพบว่า นักเรียนร้อยละ 58.33 มีระดับความสามารถในการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี โดยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ส่วนใหญ่สามารถทำปัญหาของสถานการณ์ให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้อย่างถูกต้องบางส่วน และแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องบางส่วน นักเรียนร้อยละ 62.5 มีระดับความสามารถในด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับพอใช้ โดยพบว่านักเรียนสามารถใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งแสดงวิธีการแก้ปัญหตามขั้นตอนได้ถูกต้องบางส่วน และมีนักเรียนร้อยละ 54.17 มีระดับความสามารถในด้านการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ โดยพบว่านักเรียนสามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริงได้บางส่วน

เมื่อแยกพิจารณาในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผลจากแบบทดสอบและใบกิจกรรมมีความสอดคล้องกันในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี แต่การใช้ หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ผลจากใบกิจกรรมนักเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาขึ้นไปสู่ระดับดี แต่ผลจากแบบทดสอบนักเรียนบางใหญ่มีความสามารถด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในระดับพอใช้ ส่วนด้านการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผลจากแบบทดสอบและใบกิจกรรมมีความสอดคล้องกันนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งมีจำนวนใกล้เคียงกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง ทั้งนี้นักเรียนอาจมีความสามารถดังกล่าวแต่ไม่สามารถแสดงออกทางการเขียนได้อย่างครบถ้วน หรือนักเรียนไม่ชอบเขียนแสดงผลอย่างละเอียดเขียนเป็นข้อความสั้นๆ หรือมีความเข้าใจแต่ไม่เขียนอีกทั้งในการทำใบกิจกรรมนักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม จึงเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดและตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมร่วมกันกับเพื่อน แต่ในการทำแบบทดสอบนักเรียนต้องลงมือทำด้วยตนเองจึงอาจจะทำให้นักเรียนบางส่วนไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาหรือนำแนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ จึงทำให้ไม่สามารถอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และวิธีการได้อย่างชัดเจน

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดน่าน โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความหมายของอัตราส่วน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากันและแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วน โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยมีผลการวิจัย ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จากปัญหาที่พบในชั้นเรียนนำมาสู่บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แต่ละชั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการพบว่ามีประเด็นที่ครูควรเน้นเมื่อนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ 4 ประเด็น ดังนี้

1. แนวทางการเตรียมความพร้อมก่อนการจัดการเรียนรู้และระหว่างการจัดการเรียนรู้

การออกแบบและสร้างงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ควรมีเป็นงานที่มีวิธีคิดที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองในการหาคำตอบอย่างเต็มที่เป็นงานที่มีความท้าทายและสอดคล้องกับประสบการณ์ของผู้เรียน โดยครูควรใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียน มีความเหมาะสมกับวัย นักเรียนมีความคุ้นเคย มีประสบการณ์ร่วมหรือเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์โดยตรงจากการลงมือปฏิบัติเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ปัญหาที่ต้องการและร่วมกันคิดหาคำตอบ การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาอาจต้องมีการติดกระดาษสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งกิจกรรมไว้บนกระดานให้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย มีภาพประกอบสถานการณ์ปัญหาและมีสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ก็จะช่วยให้ถ่ายทอดเรื่องราวที่เป็นปัญหาได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ครูต้องคาดการณ์แนวคิดหรือคำเนืงถึงการดำเนินการทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นจากปัญหาของสถานการณ์ไว้ล่วงหน้า เพื่อแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม โดยคำเนืงถึงวิธีการแก้ปัญหาจากมุมมองของนักเรียนในเรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา มักจะใช้วิธีการที่คุ้นเคย คือการดำเนินการ บวก ลบ คูณ หาร มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยอาจจะยังไม่ได้คำนึงถึงความหมาย หลักการของร้อยละและอัตราส่วนจึงทำให้มักเกิดข้อผิดพลาดในการหาคำตอบได้ ในการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียนครูควรกำหนดประเด็นในการอภิปรายให้ครอบคลุมโดยคำนึงถึงสาระสำคัญและจุดประสงค์ของการเรียนรู้ในเรียนครั้งนั้น ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดวิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ได้ครอบคลุมตามเป้าหมายและควรศึกษาหลักการและวางแผนในการเลือกแนวคิดแล้วเรียงลำดับแนวคิดในการนำเสนอให้เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนสามารถความเชื่อมโยงของแต่ละแนวคิดที่หลากหลายแล้วนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นเป้าหมายของคาบได้

2. แนวทางการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดและสร้างความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้

ครูควรที่จะใช้คำถามที่เป็นคำถามปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาก่อนที่จะลงมือแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน โดยเป็นคำถามเพื่อการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และตั้งคำถามเพื่อทบทวนหรือกระตุ้นความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนเพื่อพัฒนาแนวทางในการแก้ปัญหาของนักเรียนกระตุ้นให้นักเรียนเล็งเห็นแนวทางที่หลากหลาย และเห็นการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม ครูไม่ควรชี้แนะว่าถูกหรือผิดหรือสร้างกรอบความคิดกับนักเรียน นอกจากนี้ครูควรใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาสถานการณ์ พร้อมทั้งตั้งคำถามสนับสนุนให้นักเรียนแสดงเหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทน แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้

3. แนวทางการสร้างและรักษาการมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียน ในการทำกิจกรรมกลุ่มและการอภิปรายหน้าชั้นเรียน

ครูควรจัดกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถและจัดที่นั่งให้นักเรียนได้หันหน้าเข้าหากัน และมีระยะห่างอย่างเหมาะสมในแต่ละกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนช่วยเหลือกันและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเองอย่างเต็มความสามารถของแต่ละคนและควรออกแบบงานในใบกิจกรรมให้มีพื้นที่ส่วนกลางเช่น พื้นที่ทดเลข เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนมีได้เรียนรู้ร่วมกันและนักเรียนจะได้ลองแสดงวิธีคิดของตนเองด้วยมีเพื่อนในกลุ่มร่วมตรวจสอบซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มของตนเอง อีกทั้งในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมครูควรเข้าไปติดตามและตรวจสอบแนวคิดหรือกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เกิดขึ้นให้ทั่วถึง ช่วยกำกับเวลาในการทำงานของนักเรียนโดยการบอกเวลาให้นักเรียนทราบเป็นระยะพร้อมให้คำแนะนำกับนักเรียนในการจัดลำดับความสำคัญของงานและเน้นย้ำให้พูดคุยแลกเปลี่ยนแนวคิดหรือระดมความคิดเห็นเพื่อที่งานจะเสร็จสมบูรณ์ตามเวลาที่กำหนดแต่ครูไม่ควรชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหาหรือบอกคำตอบนักเรียน .ในการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน ครูควรออกแบบกฎกติกาของห้องเรียนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนตั้งใจฟังเพื่อนนำเสนอและพยายามหาประเด็นในการที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในชั้นมากขึ้นและในการนำเสนอครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกประเด็นนำเสนอด้วยตนเอง เพื่อลดความซ้ำซ้อนและแก้ปัญหาเรื่องข้อจำกัดในเรื่องเวลา ซึ่งยังทำให้นักเรียนมีความมั่นใจ สามารถการพูดอธิบายแนวคิดของตนเองได้ชัดเจนขึ้น ส่งผลให้นักเรียนผู้ฟังเกิดความเข้าใจและสามารถแสดงความคิดเห็นในวิธีการที่แตกต่างเหล่านั้นได้

4. แนวการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ก่อนสรุปบทเรียนจากเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ครูควรทบทวนแนวคิดหรือวิธีการที่ได้นำเสนอผ่านมาทั้งหมดก่อน โดยให้นำเสนอใบกิจกรรมของแต่ละกลุ่มบนกระดานประกอบกับการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนจัดระบบความคิดและทบทวนแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จากนั้นครูเขียนสรุปหลักการและแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการพูดของนักเรียนบนกระดาน แล้วให้นักเรียนช่วยกันเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนจนได้ข้อสรุปและวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา โดยครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความเหมาะสมของวิธีการ บอกความสมเหตุสมผลและตีความผลลัพธ์กลับไปสู่บริบทของปัญหา จากนั้นครูควรตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นพร้อมตรวจสอบความถูกต้อง หากมีประเด็นสำคัญที่นักเรียนพูดหรืออธิบายยังไม่สมบูรณ์ ครูจะต้องช่วยอธิบายเพิ่มเติมหรือสนับสนุนเชื่อมโยงคำพูดต่าง ๆ ของนักเรียนที่เกิดขึ้น เพื่อสรุปเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เรื่อง ร้อยละ และอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิเคราะห์ความสอดคล้องผลจากใบกิจกรรมของนักเรียนกับผลของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ทั้ง 2 กระบวนการ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ ผลจากแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายและหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้ได้อย่างสมเหตุสมผลซึ่งอยู่ในระดับดี การให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ ผลจากแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งกระบวนการรวมถึงขั้นตอนที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ได้สมเหตุสมผลบางส่วนซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ และการให้เหตุผลเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ผลจากแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนสามารถสะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้บางส่วนซึ่งอยู่ในระดับพอใช้

2.2 กระบวนการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์

การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ผลจากใบกิจกรรมของ นักเรียน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีผลการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ โดยเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนกลุ่มนักเรียนที่อยู่ในระดับดี ซึ่ง สอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ผลจากใบกิจกรรมของนักเรียนแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีผลต่อการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนกลุ่มนักเรียนที่อยู่ในระดับดี และผลจากแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหายุ่งในระดับพอใช้ แต่ผลจากแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหายู่ในระดับควรปรับปรุงและการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมของนักเรียนแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีผลต่อการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยเห็นได้จากการเพิ่มขึ้น

ของจำนวนกลุ่มนักเรียนจากระดับปรับปรุงไปอยู่ที่อยู่ในระดับความสามารถที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ แต่ผลจากแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับควรปรับปรุง

อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

งานวิจัยนี้ได้ปฏิบัติตามรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนครบ 4 วงจรปฏิบัติการ จนได้ประเด็นที่ครูควรเน้นเมื่อนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน 4 ประเด็น ดังนี้

1. แนวทางการเตรียมความพร้อมก่อนการจัดการเรียนรู้และระหว่างการจัดการเรียนรู้

การเตรียมความพร้อมก่อนการจัดการเรียนรู้และระหว่างการจัดการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญที่ครูควรตระหนักเพื่อให้การจัดการเรียนรู้สำเร็จและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด การเลือกสถานการณ์ปัญหาเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ครูควรใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียน มีความเหมาะสมกับวัย ซึ่งจะช่วยให้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีความกระตือรือร้นที่จะหาวิธีการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ ชัยยศ จระเทศ (2558) ที่พบว่า ปัญหาที่มีอยู่รอบตัวในชีวิตประจำวันของนักเรียนเป็นตัวช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นที่จะศึกษาค้นคว้า เพื่อหาวิธีการในการแก้ปัญหา อีกทั้ง การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาอาจต้องมีการติดกระดาษสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งกิจกรรมไว้บนกระดานให้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย มีภาพประกอบสถานการณ์ปัญหาและมีสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ก็จะช่วยถ่ายทอดเรื่องราวที่เป็นปัญหาได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ รุ่งทิวา บุญมาโตน(2561) ที่พบว่า ในชั้นที่นักเรียนต้องแก้ปัญหาครูควรส่งเสริมให้นักเรียน ได้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงและครูควรที่จะจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ ที่สามารถเป็นตัวช่วยแก่นักเรียนในการแก้ปัญหา และทำให้นักเรียนความเข้าใจและเห็นภาพที่เป็นรูปธรรมได้ชัดเจนขึ้น

2. แนวทางการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดและสร้างความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้

ครูควรที่จะใช้คำถามที่เป็นคำถามปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาก่อนที่จะลงมือแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน โดยเป็นคำถามเพื่อการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และตั้งคำถามเพื่อทบทวนหรือกระตุ้นความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนเพื่อพัฒนาแนวทางในการแก้ปัญหาของนักเรียนกระตุ้นให้นักเรียน

สังเกตเห็นแนวทางที่หลากหลาย และเห็นการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม ครูไม่ควรชี้แนะว่าถูกหรือผิดหรือสร้างกรอบความคิดกับนักเรียน นอกจากนี้ครูควรใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาสถานการณ์ พร้อมทั้งตั้งคำถามสนับสนุนให้นักเรียนแสดงผลเกี่ยวกับการแสดงแทน แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์และใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนการเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นจนนำไปสู่ข้อสรุป สอดคล้องกับประภัสสร เพชรสุ่ม (2560) ที่พบว่า เมื่อนักเรียนทั้งชั้นร่วมกันสรุปแนวทางการแก้ปัญหาผ่านการใช้คำถามของครูช่วยให้นักเรียนได้แนวทางในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ สามารถขยายแนวคิดสู่ปัญหาอื่นได้เห็นคุณค่าความสำเร็จด้วยตนเองและเพื่อนในชั้นเรียน

3. แนวทางการสร้างและรักษาการมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียนในการทำกิจกรรมกลุ่มและการอภิปรายหน้าชั้นเรียน

ในการอภิปรายและการเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้น ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นและตรวจสอบความถูกต้อง รวมทั้งให้นักเรียนอธิบายความเหมาะสมของวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกใช้ โดยครูอาจจะสร้างกติกาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น รวมทั้งครูต้องควบคุมเวลาในการนำเสนอในแต่ละกลุ่มให้เหมาะสม โดยให้นักเรียนนำเสนอในประเด็นที่ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นประเด็นสำคัญสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้นและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกนำเสนอในประเด็นที่แตกต่างหรือเพิ่มเติมจากที่กลุ่มอื่นได้เพื่อลดความซ้ำซ้อน หากนักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจนครูจะต้องช่วยอธิบายเพิ่มเติมและกระตุ้นนักเรียนกลุ่มที่นำเสนอให้พยายามหาเหตุผลมาอธิบายเพื่อสนับสนุนวิธีการและคำตอบของตนเองให้ชัดเจนขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการแลกเปลี่ยนความรู้หรือความคิดเห็น ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมายและเข้าใจได้อย่างลึกซึ้งและจดจำได้นานขึ้น

4. แนวการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ครูควรทบทวนแนวคิดหรือวิธีการที่ได้นำเสนอผ่านมาทั้งหมดก่อนจะให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนจนนำไปสู่ข้อสรุป โดยการนำเสนอใบกิจกรรมของแต่ละกลุ่มบนกระดาน ประกอบกับการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนจัดระบบความคิดและทบทวนแนวคิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จากนั้นครูเขียนสรุปหลักการและแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการพูดของนักเรียนบนกระดาน แล้วให้นักเรียนช่วยกันเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนจนได้ข้อสรุปและวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา โดยครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายความเหมาะสมของวิธีการ บอกความสมเหตุสมผลและตีความผลลัพธ์กลับไปสู่บริบทของปัญหา จากนั้นครูควรตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นพร้อมตรวจสอบความถูกต้อง หากมี

ประเด็นสำคัญที่นักเรียนพูดหรืออธิบายยังไม่สมบูรณ์ ครูจะต้องช่วยอธิบายเพิ่มเติมหรือสนับสนุนเชื่อมโยงคำพูดต่าง ๆ ของนักเรียนที่เกิดขึ้น เพื่อสรุปเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและนำไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ จิตขจี พึ่งผล(2558) ที่พบว่า ในชั้นเรียนที่ใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดจะส่งเสริมบทบาทของครูให้วาทกรรมเกิดขึ้นอย่างมากในชั้นเรียน เมื่อชั้นเรียนเต็มไปด้วยแนวคิดต่าง ๆ อย่างหลากหลายจากนักเรียนแล้วครูและนักเรียนจึงต้องทำการสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพื่อให้มีความเข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน

2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.1 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลเกี่ยวกับการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายและหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้ได้อย่างสมเหตุสมผล การให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งกระบวนการรวมถึงขั้นตอนที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สมเหตุสมผลบางส่วนและการให้เหตุผลเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถสะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนแนวคิดเกี่ยวกับการแสดงแทนปัญหาที่กำหนดให้ร่วมกันกับเพื่อน ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงเหตุผลเพื่อที่อธิบายการแสดงที่เกิดขึ้นและได้เรียนรู้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเพื่อแสดงเหตุผลเกี่ยวกับแสดงแทนได้ สำหรับให้เหตุผลเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดนักเรียนได้แลกเปลี่ยนสนับสนุนและโต้แย้งวิธีการและผลลัพธ์ของเพื่อนโดยมีครูควรกระตุ้นโดยใช้คำถามปลายเปิดและชี้ให้เห็นประเด็นสำคัญทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงเหตุผล อีกทั้งครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความชัดเจน แต่ในการทำแบบทดสอบนักเรียนจะต้องเขียนเหตุผลเพื่ออธิบาย หาข้อสนับสนุนหรือโต้แย้งสำหรับกระบวนการและขั้นตอนใช้ในการหาผลลัพธ์และผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง นักเรียนอาจจะไม่ถนัดในการที่จะเขียนอธิบายในเชิงเหตุผล และเขียนเป็นประโยคสั้นๆทำให้การเขียนอธิบายและหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทน กระบวนการและขั้นตอนใช้ในการหาผลลัพธ์และผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ได้แต่ยังไม่ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับวิภู พรหมรักษ์ (2562) ที่พบว่า การจัดการเรียน

ด้วยวิธีการแบบเปิดได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาพร้อมกันและสรุปร่วมกันด้วย ซึ่งในช่วงนี้เป็นโอกาสที่จะทำให้นักเรียนมีการถามตอบสิ่งที่สงสัยจากแนวคิดที่น่าเสนอมานี้สำคัญมากของผู้ที่นำเสนอแนวคิดในการจะให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นอกเหนือจากสิ่งที่เขียนลงไปใบบกกิจกรรมเป็นการให้เหตุผลที่น่าเสนอออกมาด้วยการพูดที่เป็นการสนทนากับผู้ฟังที่อยู่ต่างกลุ่มได้เรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน

2.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

ผลจากใบบกกิจกรรมของ นักเรียนแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีผลการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ โดยเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนกลุ่มนักเรียนที่อยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ ให้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่มีอยู่ในชีวิตจริงของนักเรียนเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาที่ได้แล้วนักเรียนจะต้องคิดให้ได้ว่า ปัญหาคืออะไร เงื่อนไขที่สถานการณ์ กำหนดให้คืออะไรจากนั้นนำสิ่งที่ได้มาทำการกำหนดตัวแปรหรือเขียนแสดงแผนภาพเพื่อทำให้เข้าใจสถานการณ์ได้ง่ายขึ้น ซึ่งกิจกรรมในขั้นตอนเหล่านี้ทำให้นักเรียนสามารถที่จะระบุประเด็น ทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงตามโจทย์กำหนดมาให้ได้ หรือสามารถนำเสนอสถานการณ์โดยใช้ตัวแปร สัญลักษณ์และแผนภาพทางคณิตศาสตร์เพื่อให้สถานการณ์อยู่ในรูปร่างง่ายได้ถูกต้องซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ญัฐนัย โสทะ (2563) ที่กล่าวว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และทำใบบกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่ได้ดี ช่วยให้นักเรียนระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงตามโจทย์กำหนดมาให้ได้ หรือ สามารถนำเสนอสถานการณ์โดยใช้ สัญลักษณ์ แผนภาพให้อยู่ในรูปร่างง่ายได้อย่างถูกต้อง

2.2.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

ผลจากใบบกกิจกรรมของนักเรียนแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีผลต่อการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนกลุ่มนักเรียนที่อยู่ในระดับดี และผลจากแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับพอใช้ แต่ผลจากแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับควรปรับปรุง ซึ่งในการทำแบบทดสอบนักเรียนต้องทำเป็นรายบุคคลนักเรียนบางส่วนยังขาดการตรวจสอบความถูกต้องในการแสดงแนวคิดและขั้นตอนในการแก้ปัญหา แต่ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มในการ

ร่วมกันแก้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดในบริบทต่าง ๆ โดยนักเรียนได้ช่วยกันคิดหาวิธีการที่จะนำไปแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ซึ่งจะต้องเลือกเพียงวิธีเดียวและนำวิธีการที่เลือกมาใช้ในการแก้ปัญหาของสถานการณ์นั้น ๆ จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด พบว่า นักเรียนสามารถเลือกและใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาและสามารถนำเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องบางส่วน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนน คันธวัตร์ (2562) ที่พบว่า นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี แต่ยังคงขาดความรอบคอบในการทำอยู่ ซึ่งจะมีเพียงแค่การนำกฎเกณฑ์ขั้นตอนวิธีและโครงสร้างทาง คณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหานี้ยังไม่แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาที่ชัดเจนเนื่องด้วยมีการทำข้ามขั้นตอนและมีข้อผิดพลาดอยู่บางครั้งการหาผลลัพธ์ของปัญหา

2.2.3 การตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

ผลจากใบกิจกรรมของนักเรียนแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีผลต่อการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนกลุ่มนักเรียนจากระดับปรับปรุงไปอยู่ที่อยู่ในระดับความสามารถที่สูงขึ้นในการทำใบกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ระดับพอใช้ แต่ผลจากแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับควรปรับปรุง ซึ่งอาจแสดงถึงว่านักเรียนมีความสามารถในการตีความแต่ไม่สามารถแสดงออกผ่านการเขียนหรือนักเรียนไม่ชอบเขียนแสดงเหตุผลอย่างละเอียดหรือเข้าใจแต่ไม่เขียนตอบ อีกทั้งในการทำแบบทดสอบเป็นการทำงานรายบุคคลและมีเวลาจำกัดซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการตีความและประเมินผลลัพธ์ที่ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ครูต้องเป็นผู้กระตุ้นการทำกิจกรรมของนักเรียนอย่างต่อเนื่องในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนแสดงทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านการทำงานร่วมกัน รวมทั้งส่งเสริมให้เกิดอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในชั้นเรียน จนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ในคาบนั้น ๆ ตลอดจนครูควรกำหนดระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด

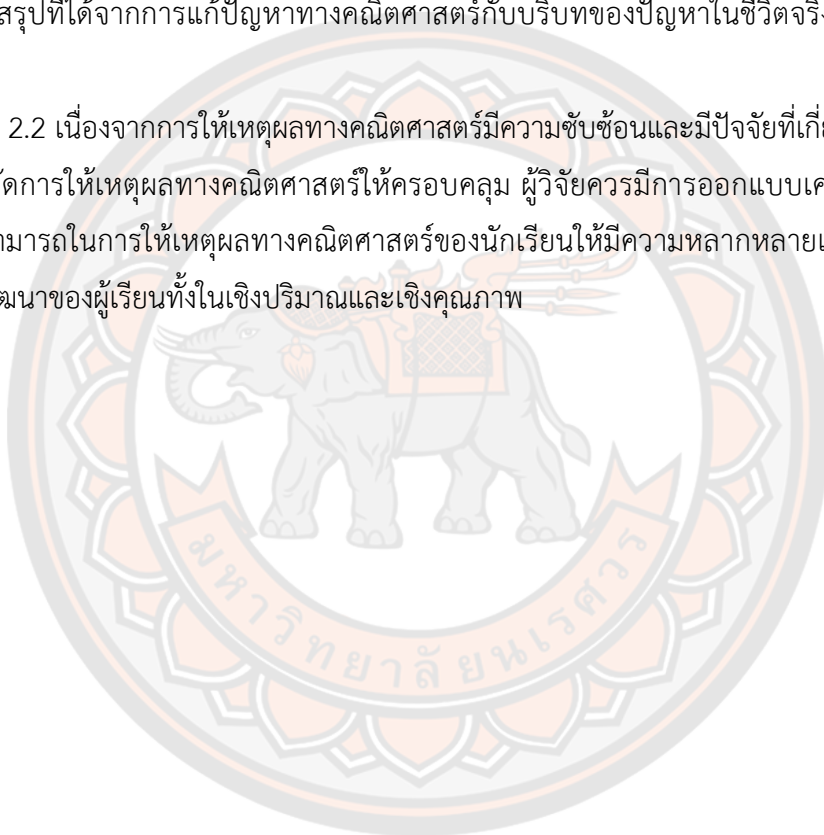
1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่เกี่ยวข้องกับบริบทชีวิตจริง ดังนั้นครูควรออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิต

จริง สอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียน เหมาะสมกับวัยและน่าสนใจ เพื่อดึงดูดความสนใจและเพื่อความต่อเนื่องในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะในการทำงานวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ผู้วิจัยควรส่งเสริมหรือพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนในด้านการตีความและการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนบางส่วนยังมีระดับความสามารถในด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง ซึ่งนักเรียนสามารถประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ใช้และอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปที่ได้จากการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์กับบริบทของปัญหาในชีวิตจริงได้เพียงบางส่วนเท่านั้น

2.2 เนื่องจากการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความซับซ้อนและมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่างในการวัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้ครอบคลุม ผู้วิจัยควรมีการออกแบบเครื่องมือในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีความหลากหลายและสอดคล้องกับระดับพัฒนาของผู้เรียนทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ



บรรณานุกรม



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์ ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร. องค์การค้ำ ของ สกสศ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). แบบฝึกหัดรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร. องค์การค้ำ ของ สกสศ.

กฤตญูพิเศษ ประสิทธิ์. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิด ห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารวิชาการ Veridian E -Journal, Silpakom University, 12(2), 1-17

ชนน คันธวัตร. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการ เรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 30(1), 138-152

กมลวรรณ มีเทียม. (2561). ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เรื่องกราฟ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

กมลกานต์ ศรีธิ. (2561). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิชาการและวิจัย สังคมศาสตร์, 13(37), 105-118

รุ่งทิพา บุญมาโดน. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์, พิษณุโลก: มหาวิทยาลัย นเรศวร.

อังษณานันท์ เตนส์ท่าน. (2557). กรณีศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น บูรณาการร่วมกับกระบวนการเมตาคognitionชั้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ ภูมิภาค. (วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

นเรศวร, พิษณุโลก.

เจนสมุทรร แสงพันธ์. (2550). การศึกษาการให้เหตุผลทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหาปลายเปิด:

เน้นการแก้ปัญหาในกลุ่มย่อย. รายงานวิจัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์และคณะ. (2552). การศึกษาชั้นเรียน (Lesson study) และวิธีการแบบ

เปิด (Open approach): กรณีศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์)

ระดับประถม. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 32(2), 76-80

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ของญี่ปุ่น.

KKU Journal of Mathematics Education, 1(1), 1 -17.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2552). คู่มือการอบรมเชิงปฏิบัติการโครงการพัฒนางานวิชาชีพครูคณิตศาสตร์

ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson study) และวิธีการแบบเปิด (Open

Apporach). ขอนแก่น: ม.ป.พ.

ลัดดา ศิลาน้อยและคณะ. (2548). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้

ต่าง ๆ ด้วยนวัตกรรม (Open Approach). ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิจารณ์ พานิช. (2557). Open approach: วิธีประยุกต์การจัดการเรียนรู้แบบ Active learning สู่

การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2564, จาก www.gotoknow.org/posts/568714

ศิริศุภร์ ศิริโชคชัยตระกูลและคณะ. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) ด้วยนวัตกรรมการศึกษา

ชั้นเรียน (Lesson study). รายงานการวิจัย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย ขอนแก่น

(ศึกษาศาสตร์) ระดับประถม, ขอนแก่น.

สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2563). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษา ระดับชาติ

ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562. สืบค้น เมื่อ 15 สิงหาคม

2564, จาก http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/Summary ONETM6_2562.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน

คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์. จาก [https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2018-](https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2018-fullreport/)

fullreport/

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการประเมิน PISA 2015

วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทาง

การศึกษา. กรุงเทพฯ: บริษัท ซัคเซส พับลิเคชั่น จำกัด.

- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2561). 398513 การวิจัยทางคณิตศาสตร์ศึกษา. พิษณุโลก: คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ลัดดา ลอยฟ้าและไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). การพัฒนาวิชาชีพครูแนวใหม่เพื่อการส่งเสริม
การเรียนรู้คณิตศาสตร์. KKU Journal of Mathematics Education, 1(1), 18-28.
- อมพร ม้าคอง. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ.
(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Becker, J. p., & Shimada, S. (1997). The open-ended approach: A new proposal for
teaching mathematics. Reston: National Council of Teachers of
Mathematics.
- Inpravit, M. (2011). One feature of adaptive lesson study in Thailand: Designing
learning unit. Journal of Science and Mathematics Education in Southeast
Asia, 34(1), 47-66.
- Nohda N. (2000). Teaching by open approach method in Japanese mathematics
classroom. In: T. Nakahara & M. Kayama (Eds.). Proceeding of the 24th
International conference for the psychology of mathematics education.1:
p 39- 53.
- Nohda, N. (n.d.). A study of “open approach” method in school mathematics
teaching: Focus on mathematical problem solving activities & emclesh.
Ibaraki: Institute of Education, University of Tsukuba.
- OECD (2018), PISA for Development Assessment and Analytical Framework: Reading,
Mathematics and Science
- OECD (2018), PISA 2022 MATHEMATICS FRAMEWORK (DRAFT). OECD Publishing,
[https://pisa2022maths.oecd.org/files/PISA%202022%20Mathematics%20Fra
mework%20Draft.pdf](https://pisa2022maths.oecd.org/files/PISA%202022%20Mathematics%20Framework%20Draft.pdf)
- Jamil, A. & Khusna, A. (2020). A Worksheet Characterized By Open-Ended Approach
To Support Student’s Mathematical Literacy . International Journal of
Scientific&Technology Research Volume 9.
- Widiartana, P. (2018). The Effect of Open-Ended Approach Towards Students’
Mathematical Reasoning. Journal of Physics: Conference Series.
- Pehkonen, E. (1997). Use of open-ended problems in mathematics classroom.
Helsinki: Department of Teacher Education University of Helsinki.

Viseu, F., & Oliveira, I. B. (2012). Open - ended Tasks in the Promotion of Classroom Communication in Mathematics. *International Electronic Journal of Elementary Education*. 4(2), 287 - 300.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การค้นคว้าอิสระ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. **ผู้เชี่ยวชาญด้านด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา**
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- 2) **ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์**
นางสาวปรียานุช วงษ์แก้ว
ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนบ้านน้ำมวบ จังหวัดน่าน
- 3) **ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์**
นางสาวจุริย์พร ชุ่มวงศ์
ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตกิจประชาสรรค์ชมังคลาภิเษก จังหวัดน่าน

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มี
ต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตาราง 28 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่
มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ผลการประเมิน		
	แผน 1	แผน 2	แผน 3	แผน 4	\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ หรือตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
1.3 ครอบคลุมด้านความรู้	4.7	4.7	5	5	4.85	0.15	มากที่สุด
1.4 ครอบคลุมด้านทักษะกระบวนการ	4.3	4.3	4.3	4.7	4.4	0.17	มาก
1.5 ครอบคลุมด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
1.6 ครอบคลุมความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์	5	4.3	4.7	5	4.75	0.30	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย					4.83	0.10	มากที่สุด
2. ด้านสาระการเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	4.7	4.3	5	4.75	0.29	มากที่สุด
2.2 มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับเวลา	4.3	4.7	4.3	4.3	4.40	0.17	มาก
ค่าเฉลี่ย					4.72	0.15	มากที่สุด
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
3.1 กิจกรรมมีขั้นตอนสอดคล้องกับ การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด 4 ชั้น	4.3	4.7	4.7	4.3	4.50	0.20	มากที่สุด

ตาราง 28 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ผลการประเมิน		
	แผน 1	แผน 2	แผน 3	แผน 4	\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
3.2 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความ ฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	4	4.3	4	4.3	4.15	0.15	มาก
3.3 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา	4	4.7	4.7	4.3	4.43	0.29	มาก
3.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับวัย ของนักเรียน	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย					4.52	0.16	มากที่สุด
4. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้							
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4.3	4.7	4.7	4.7	4.60	0.17	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.3	4.7	4.7	4.3	4.50	0.20	มากที่สุด
4.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4.7	4.7	4.3	4.43	0.29	มาก
ค่าเฉลี่ย					4.51	0.22	มากที่สุด
5. ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้							
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4.7	4.7	4.7	4.7	4.70	0	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.7	4.7	4.7	4.7	4.70	0	มากที่สุด
5.3 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้ เหมาะสม	4.3	4.3	4.3	4.3	4.30	0	มาก
5.4 สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน	4.3	4	4	4.3	4.15	0.15	มาก
ค่าเฉลี่ย					4.46	0.03	มาก
ค่าเฉลี่ยของทุกด้าน					4.61	0.13	มากที่สุด

ภาคผนวก ค แบบตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

1. แบบตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม
2. แบบตรวจสอบคุณภาพของแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
3. แบบตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน



**แบบตรวจสอบคุณภาพของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

.....

คำชี้แจง

แบบตรวจสอบคุณภาพของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับนี้ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเพื่อพิจารณาความเหมาะสมตามประเด็นคำถามที่กำหนดไว้ในแบบตรวจสอบนี้ โดยตอบคำถามตามความคิดเห็นของท่านและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมลงในข้อความความเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ข้อคำถามในแต่ละชั้นของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด 4 ชั้น ที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร

1.1 ชั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

.....

.....

.....

.....

1.2 ชั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

1.3 ชั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

.....

.....

.....

.....

1.4 ชั้นที่ 4 การสรุปทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

.....

.....

.....

.....

2. ข้อคำถามในการสะท้อนผลมีความชัดเจนและเหมาะสมสามารถสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมต่อแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. ตัวอย่างใบกิจกรรม
3. ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา ค 16101 คณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน

จำนวน 12 ชั่วโมง

เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ

จำนวน 4 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการสมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ค 1.1 ป.6/12 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ 2 - 3 ขั้นตอน

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์สามารถเขียนแสดงได้ในรูปเศษส่วนที่ตัวส่วนเป็น 100 การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละที่เกี่ยวกับการซื้อขายกำไร ขาดทุน การลดราคา การฝากเงินและการกู้ยืมเงิน อาจเขียนความหมายของร้อยละเป็นเศษส่วน และหาคำตอบโดยใช้บัญญัติไตรยางค์วิเคราะห์โจทย์และแสดงวิธีหาคำตอบ

4. สาระการเรียนรู้

โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละกับการซื้อขาย

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1) นักเรียนสามารถบอกขั้นตอนการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องร้อยละเพื่อหาคำตอบได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1) นักเรียนสามารถการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงและระบุตัวแปรที่สำคัญ

2) การจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้

3) การแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์

4) การเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5) การใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์(บทนิยาม กฎและระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน)รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหา

6) การบอกวิธีการการแก้ปัญหา การแสดงหรือสรุปและนำเสนอผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอน

7) การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาให้อยู่ในบริบทโลกชีวิต

จริง

8) การระบุนัยของสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้กับบริบทของปัญหา

9) การประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริง

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1) นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียน และเริ่มต้นชั้นเรียนโดยใช้พูดถึงสถานการณ์โควิดและการสวมหน้ากากอนามัย/หน้ากากผ้าในสถานศึกษาซึ่งเป็นหนึ่งในมาตรการการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 ในสถานศึกษาโดยนักเรียน บุคลากร และผู้เข้ามาในสถานศึกษาทุกคนต้องสวมหน้ากาก

2. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาของการสวมใส่หน้ากากอนามัย และเล่าปัญหาหนึ่งที่ครูมีซึ่งเป็นเพื่อนครูพบ คือ นักเรียนส่วนใหญ่ถอดหน้ากากอนามัยแล้วลืมหรือบางคนทำหล่นหาย ทำให้ต้องเตรียมสำรองไว้หลายชิ้น ดังนั้นครูจึงคิดว่าสิ่งที่จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้คือ ต้องมีสายคล้องหน้ากากอนามัยให้กับนักเรียนทุกคน

3. ครูนำเข้าสู่ สถานการณ์ปัญหาที่ 1 ว่า ในเทศกาลปีใหม่ทางโรงเรียนของครูมีกรต้องการซื้อหน้ากากอนามัยและสายคล้องหน้ากากอนามัยเป็นของขวัญให้กับนักเรียนในวันปีใหม่ ซึ่งในวันที่ 1 เดือน มกราคม ในออนไลน์มีการจัดโปรโมชั่นพิเศษ 1.1 ส่งฟรีทั่วประเทศ ซึ่งมีร้านค้าที่เข้าร่วมโปรโมชั่น ดังนี้

ร้านที่ 1 : ร้านมิสเตอร์ MASK ขายหน้ากากอนามัยพร้อมสายคล้องหน้ากากอนามัยราคากล่องละ 100 บาท ซึ่ง 1 กล่อง บรรจุ 15 ชิ้น และทางร้านคิดภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %

ร้านที่ 2 : MASK Shop ขายหน้ากากอนามัยราคากล่องละ 120 บาทซึ่ง 1 กล่องบรรจุ 50 ชิ้น แต่มีส่วนลดให้ 5% เมื่อซื้อครบทุก 100 ชิ้นและสายคล้องแมสเส้นละ 5 บาท

หากครูมีกรต้องการซื้อหน้ากากอนามัยและสายคล้องหน้ากากอนามัยจำนวน 300 ชิ้น ควรเลือกซื้อสินค้าจากร้านใดจึงจะคุ้มค่าที่สุด

4. ครูให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ พร้อมทั้งตรวจสอบความเข้าใจโดยถามนักเรียนว่า จากสถานการณ์ โจทย์ต้องการอะไร นักเรียนจะนำความรู้เรื่องอะไรบางมาใช้ในการแก้ปัญหาและจะนำมาใช้อย่างไร โดยครูเขียนแนวคิดที่นักเรียนตอบไว้บนกระดาน

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยละความสามารถและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำใบกิจกรรม เรื่อง ของขวัญปีใหม่ จากนั้นครูอธิบายคำสั่งในใบกิจกรรมให้กับนักเรียน

คำสั่งกิจกรรม

จากข้อมูลร้านมิสเตอร์ MASK และ ร้าน MASK Shop หากต้องการซื้อหน้ากากอนามัยและสายคล้องหน้ากากอนามัยจำนวน 300 ชิ้น ควรเลือกซื้อสินค้าจากร้านใดจึงจะคุ้มค่าที่สุด จงแสดงแนวคิดพร้อมทั้งให้เหตุผล

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ในใบกิจกรรม เรื่องของขวัญปีใหม่ ตามความสามารถของนักเรียน

3. ครูเดินรอบห้องเพื่อสำรวจแนวคิดหรือวิธีการรวมถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ในขณะที่นักเรียนลงมือทำงานทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งจดบันทึกหรือถ่ายรูปแนวคิดหรือวิธีการของกลุ่มที่น่าสนใจทั้งที่ถูกต้องและมีข้อผิดพลาด

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจทานใบกิจกรรมของตนเองแล้วนำเสนอครู

5. ครูพิจารณาคัดเลือกแนวคิดหรือวิธีการของนักเรียนจากการบันทึก โดยเลือกแนวคิดหรือวิธีการให้ครอบคลุม หลากหลายและเพียงพอที่จะสามารถนำไปสรุปความรู้ตามเป้าหมายการเรียนรู้ และให้เหมาะสมกับเวลา

6. ครูแจ้งนักเรียนให้ทราบว่าในช่วงโมเมนต์ไป เราจะมานำเสนอแนวคิดหรือวิธีการหน้าชั้นเรียน เพื่อให้ทุกคนชั้นเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการที่นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้ในวันนี้

คาดการณ์แนวคิดของนักเรียน

1. นักเรียนดำเนินการคำนวณราคาขายสินค้าตามจำนวนที่ต้องการ(300 ชิ้น) ของแต่ละร้านภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ ดังนี้

1.1 ร้านมิสเตอร์ MASK : ขายหน้ากากอนามัยพร้อมสายคล้องหน้ากากอนามัยราคากล่องละ 100 บาท ซึ่ง 1 กล่อง บรรจุ 15 ชิ้น และทางร้านคิดภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %

- 1 กล่องมี 15 ชิ้น หากจะซื้อ 300 ชิ้น ต้องซื้อทั้งหมด $300 \div 15 = 20$ กล่อง

ซึ่งราคากล่องละ 100 บาท คิดเป็นเงิน $100 \times 20 = 2000$ บาท

ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 % คิดเป็น $\frac{7}{100} \times 2,000 = 140$ บาท หรือ

หรือ เทียบบัญญัติไตรยางศ์ สินค้าราคา 100 บาท คิดภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 บาท

สินค้าราคา 2000 บาท คิดภาษีมูลค่าเพิ่ม $\frac{7 \times 2,000}{100} = 140$ บาท

ดังนั้น หากซื้อร้านมิสเตอร์ MASK ต้องจ่ายเงิน $2,000 + 140 = 2,140$ บาท

1.2 ร้าน MASK Shop ขายหน้ากากอนามัยราคากล่องละ 120 บาทซึ่ง 1 กล่องบรรจุ 50 ชิ้น แต่มีส่วนลดให้ 5% เมื่อซื้อครบทุก 100 ชิ้นและสายคล้องแมสเส้นละ 5 บาท

- 1 กล่องบรรจุ 50 ชิ้น หากจะซื้อ 300 ชิ้น ต้องซื้อทั้งหมด $300 \div 50 = 6$ กล่อง

ราคากล่องละ 120 บาท คิดเป็นเงิน $120 \times 6 = 720$ บาท

เมื่อซื้อครบทุก 100 ชิ้น (2 กล่อง) คิดเป็นเงิน $120 \times 2 = 240$ บาท

มีส่วนลดให้ 5% คิดเป็น $\frac{5}{100} \times 240 = 12$ บาท

หรือ เทียบบัญญัติไตรยางศ์ สิ้นค้าราคา 100 บาท ส่วนลด 5 บาท

$$\text{สิ้นค้าราคา 240 บาท ส่วนลด } \frac{5 \times 240}{100} = 12 \text{ บาท}$$

แสดงว่า ถ้าซื้อ 6 กล่องจะได้รับส่วนลด $3 \times 12 = 36$ บาท หรือ

ดังนั้นราคาหน้ากาอนามัย 300 ชิ้น ต้องจ่าย $720 - 36 = 684$ บาท

ต้องซื้อสายคล้องแมสเส้นละ 5 บาทอีก 300 เส้น คิดเป็นเงิน $300 \times 5 = 1,500$ บาท

ดังนั้น หากซื้อร้าน MASK Shop ต้องจ่ายเงินทั้งหมด $684 + 1,500 = 2,184$ บาท

1.3 นักเรียนใช้หลักการคิดโดยการคิดเป็นกลุ่ม เช่น ร้านที่ 1 นักเรียนคิดไปที่ละ 15 ชิ้น เมื่อได้ครบจำนวน 300 ชิ้นแล้ว จึงคำนวณภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% , ร้านที่ 2 นักเรียนคิดไปที่ละ 100 ชิ้นแล้วคิดส่วนลด 5% ทำแบบนี้ไปสามครั้งก็จะซื้อได้ครบจำนวน 300 ชิ้น

2. นักเรียนเปรียบเทียบราคาเพื่อเลือกซื้อสินค้าจากร้านที่คุ้มค่าที่สุดและให้เหตุผล ดังนี้

ร้านมิสเตอร์ MASK ขายสินค้าตามจำนวนที่ต้องการในราคา 2,140 บาท ส่วนร้าน MASK Shop ขายสินค้าตามจำนวนที่ต้องการในราคา 2,184 บาท ดังนั้นควรเลือกซื้อสินค้าจากร้าน มิสเตอร์ MASK เพราะร้านมิสเตอร์ MASK ขายสินค้าในราคาถูกกว่า และถูกกว่าร้าน MASK Shop 44 บาท

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

1. ครูจัดลำดับแนวคิดของนักเรียนว่าจะนำเสนอกลุ่มของนักเรียนกลุ่มใดก่อนหลังโดยพิจารณาจากแนวคิดในการหาราคาขายสินค้าของแต่ละร้านภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ พร้อมเหตุผลประกอบ

2. เมื่อนักเรียนในกลุ่มที่ 1 นำเสนอผลงานแล้ว ครูเลือกผลงานที่มีเนื้อหาเพิ่มเติมจากกลุ่มแรกมานำเสนอ โดยไม่ได้บอกว่าแนวคิดของกลุ่มใดผิด เพียงแต่บอกว่ายังไม่สมบูรณ์เท่าไรนัก น่าจะใช้วิธีการที่ชัดเจนขึ้นกว่าเดิม จากนั้นให้กลุ่มอื่นนำเสนอวิธีการที่แตกต่างอื่น ๆ และให้นักเรียนได้อภิปรายและเปรียบเทียบถึงวิธีการเหล่านั้น

3. ครูเลือกนักเรียนที่มีแนวคิดที่แตกต่างกันออกมานำเสนอ 4 – 5 กลุ่ม

4. เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในใบกิจกรรมเสร็จแล้ว ครูถามนักเรียนว่าแนวคิดหรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาความเหมือนและความแตกต่างและนำเสนอประเด็นเหล่านั้น โดยครูเขียนประเด็นที่นักเรียนตอบไว้บนกระดาน

ประเด็นการอภิปราย

- แนวคิดในการหาราคาสินค้าในแต่ละร้านตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ คำนวณอย่างไร เพราะอะไร เริ่มจากอะไร

- ความสมเหตุสมผลของการเลือกซื้อสินค้าจากร้านที่คุ้มค่าที่สุด

ชั่วโมงที่ 4

ขั้นที่ 4 การสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด

1. ครูใช้คำถามประกอบการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน “จากที่เพื่อนแต่ละกลุ่ม นำเสนอนักเรียนคิดว่าแนวคิดไหนมีความสมเหตุสมผลมากที่สุด เพราะเหตุใด

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปกิจกรรมและสรุปความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ ดังนี้ “การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละที่เกี่ยวกับการซื้อขาย ต้องเข้าใจความหมายของกำไร ขาดทุนและการลดราคาสินค้า การเทียบบัญญัติไตรยางค์แล้ววิเคราะห์โจทย์เพื่อหาแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหาและแสดงวิธีหาคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความสมเหตุสมผลคำตอบที่ได้”

6. สื่อการสอน

1. ใบกิจกรรม เรื่อง “ของขวัญปีใหม่”
2. รูปภาพประกอบสถานการณ์และบัตรคำสั่งกิจกรรม

7. การวัดและการประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ - นักเรียนสามารถบอกขั้นตอนการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องร้อยละเพื่อหาคำตอบได้	ตรวจใบกิจกรรมเรื่องของขวัญปีใหม่	ใบกิจกรรมเรื่องของขวัญปีใหม่	นักเรียนทำใบกิจกรรมเรื่องของขวัญปีใหม่ได้ถูกต้อง 60 % ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
2. ด้านทักษะกระบวนการ 1)นักเรียนสามารถการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงและระบุตัวแปรที่สำคัญ 2) การจัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ 3) การแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ 4) การเลือกและใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5) การใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์(บทนิยาม กฎและ	ตรวจใบกิจกรรมเรื่องของขวัญปีใหม่	ใบกิจกรรมเรื่องของขวัญปีใหม่	นักเรียนทำใบกิจกรรมเรื่องของขวัญปีใหม่ได้ในระดับพอใช้ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

<p>ระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน) รวมถึงการใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหา6) การบอกวิธีการการแก้ปัญหา การแสดงหรือสรุปและนำเสนอผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอน</p> <p>7) การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาให้อยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง</p> <p>8) การระบุความสัมพันธ์ของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้กับบริบทของปัญหา</p> <p>9) การประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทโลกชีวิตจริง</p>			
<p>3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์</p> <p>- นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน</p>	<p>สังเกต</p> <p>พฤติกรรมด้านความมุ่งมั่นในการทำงาน</p>	<p>แบบสังเกต</p> <p>พฤติกรรมด้านความมุ่งมั่นในการทำงาน</p>	<p>นักเรียนทุกคนมีพฤติกรรมด้านความมุ่งมั่นในการทำงานในระดับดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน</p>

ตัวอย่างใบกิจกรรม



ใบกิจกรรมที่1 เรื่อง “ของขวัญปีใหม่”



สถานการณ์ปัญหา



ในเทศกาลปีใหม่นี้ทางโรงเรียนของครูมั่งกรต้องการซื้อหน้ากากอนามัยและสายคล้องหน้ากากอนามัยเป็นของขวัญให้กับนักเรียนในวันปีใหม่ ซึ่งในวันที่ 1 เดือน มกราคม ในออนไลน์มีการจัดโปรโมชั่นพิเศษ 1.1 ส่งฟรีทั่วประเทศ ซึ่งมีร้านค้าที่เข้าร่วมโปรโมชั่น ดังนี้

ร้านค้า	โปรโมชั่น
ร้าน A : มิสเตอร์ MASK 	ขายหน้ากากอนามัยพร้อมสายคล้องหน้ากากอนามัยราคา กล่องละ 100 บาท ซึ่ง 1 กล่อง บรรจุ 15 ชิ้น และทางร้านคิด ภาษีมูลค่าเพิ่มอีก 7 %
ร้าน B : MASK Shop 	ขายหน้ากากอนามัยราคากล่องละ 120 บาทซึ่ง 1 กล่องบรรจุ 50 ชิ้น แต่มีส่วนลดให้ 5% เมื่อซื้อครบทุก 100 ชิ้นและสาย คล้องแมสเส้นละ 5 บาท

หากครูมั่งกรต้องการซื้อหน้ากากอนามัยและสายคล้องหน้ากากอนามัยจำนวน 300 ชิ้น ควรเลือกซื้อสินค้าจากร้านใดจึงจะคุ้มค่าที่สุด

คำสั่งกิจกรรม

จากข้อมูลร้านค้า A และ ร้าน B หากต้องการซื้อหน้ากากอนามัยและสายคล้องหน้ากากอนามัยจำนวน 300 ชิ้น ควรเลือกซื้อสินค้าจากร้านใดจึงจะคุ้มค่าที่สุด จงแสดงแนวคิดพร้อมทั้งให้เหตุผลอย่างละเอียด

1. จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

1.1 นักเรียนคิดว่าสถานการณ์นี้เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์/นิกถึงคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

1.2 สถานการณ์นี้ต้องการให้นักเรียนแก้ปัญหาอะไร (สิ่งที่ต้องการทราบ)

.....

.....

.....

1.3 สถานการณ์นี้นักเรียนทราบอะไรบ้าง (เงื่อนไขของปัญหา/สิ่งที่กำหนดให้)

.....

.....

.....

.....

2. จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ นักเรียนจะวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างไร โดยเขียนอธิบายเป็นขั้นตอนแบบคร่าวๆ

1.
2.
3.
4.

3. ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนจะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ใดบ้างในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา/แสดงวิธีทำอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ

5. นักเรียนคิดว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ จงอธิบายพร้อมให้เหตุผล

.....

.....

.....

6. นักเรียนคิดว่าวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกใช้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์นี้หรือไม่อย่างไร
จงอธิบายพร้อมให้เหตุผล

.....

.....

.....

7. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ที่สามารถนำวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนใช้
ข้างต้นไปแก้ปัญหาก็ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

วิชาคณิตศาสตร์ ค 16101

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน

เวลา 12 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ เรื่อง..... เวลา..... ชั่วโมง

ครูผู้สอน นางสาวจวีร์รัตน์ อางหาญ ชื่อผู้สะท้อนผล

คำชี้แจง

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้นี้ ใช้สำหรับสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิดที่มีผลต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เป็นขั้นที่ครูนำนักเรียนเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่สอดคล้องกับบริบทชีวิตจริง จากการพูดคุย ชักถาม ใช้สื่อ อุปกรณ์ เพื่อให้นักเรียนเข้าถึงสถานการณ์ได้อย่างเต็มที่ โดยจุดเน้นของปัญหาคือการทำให้เป็นปัญหาของนักเรียนแต่ละคน ถือเป็นเตรียมความพร้อมของนักเรียนก่อนนำความรู้ที่เรียน

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเรียนรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเองผ่านการทำงานรายบุคคล คู่ หรือเป็นกลุ่มย่อย ครูเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้สังเกตและค้นหาแนวคิดของนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยไม่เข้าไปแทรกแซงแนวคิดของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้นำเสนอแนวคิดของตนเองหรือกลุ่มตนเองกับเพื่อนในชั้นเรียน ครูและเพื่อนจะร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดต่าง ๆ จากที่เพื่อนนำเสนอในชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 การสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด เป็นการร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้ระหว่างครูกับนักเรียนทั้งชั้นเรียน

1.2 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย 3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) การคิดหรือแปลงสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการรู้และบอกโอกาสในการใช้คณิตศาสตร์แล้วกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ให้กับปัญหาในสถานการณ์หรือแปลงสถานการณ์ของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้พร้อมทั้งให้เหตุผลว่าการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ในบริบทโลกชีวิตจริงนั้นสมเหตุสมผล

2) การใช้หลักการและกระบวนการในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ใช้แนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

3) การตีความและประเมินผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาโลก

ชีวิตจริงซึ่งรวมถึงการแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับไป
ที่บริบทของปัญหา และตัดสินใจว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นเหตุเป็นผลและเข้ากันได้กับบริบทของปัญหาหรือไม่

2. ขอให้ผู้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ บันทึกรายละเอียด ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ
ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย
การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบเปิดที่มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

1.1 การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีผลต่อการคิดหรือแปลงสถานการณ์ของปัญหาในเชิง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

มี

ไม่มี

ไม่แน่ใจ

ปัญหาและอุปสรรค

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

2.1 การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีผลต่อการคิดหรือแปลงสถานการณ์ของปัญหาในเชิง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

มี

ไม่มี

ไม่แน่ใจ

2.2 การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีผลต่อการใช้หลักการและกระบวนการในการแก้ปัญหาของ
นักเรียนหรือไม่ อย่างไร

มี

ไม่มี

ไม่แน่ใจ

ปัญหาและอุปสรรค

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน

3.1 การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีผลต่อการใช้หลักการและกระบวนการในการแก้ปัญหาของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

มี ไม่มี ไม่แน่ใจ

3.2 การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีผลต่อความเข้าใจและประเมินผลลัพท์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

มี ไม่มี ไม่แน่ใจ

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 การสรุปและเชื่อมโยงแนวคิด

4.1 การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีผลต่อการใช้หลักการและกระบวนการในการแก้ปัญหาของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

มี ไม่มี ไม่แน่ใจ

4.2 การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีผลต่อความเข้าใจและประเมินผลลัพท์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

มี ไม่มี ไม่แน่ใจ

ปัญหาและอุปสรรค

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข



แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน

สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง แบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย มี 2 ส่วน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

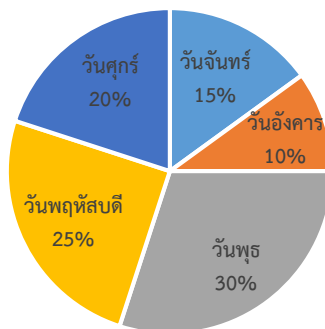
ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบหรือเขียนอธิบายคำตอบให้ชัดเจน

สถานการณ์ปัญหาที่ 1

ในสัปดาห์ที่แล้วนักเรียนในชุมนุมอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพได้ฝึกทำน้ำอัญชันมะนาว ซึ่งเป็นน้ำสมุนไพรที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เนื่องจากดอกอัญชันอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระชื่อว่า แอนโทไซยานิน ช่วยในการไหลเวียนโลหิต ให้ไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ดีขึ้น

ชุมนุมอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพต้องการทำน้ำอัญชันมะนาวขายให้กับนักเรียน โดยผ่านสหกรณ์ร้านค้าโรงเรียน ตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันศุกร์ขายอัญชันมะนาวได้ 420 ขวด โดยร้อยละของจำนวนน้ำสมุนไพรที่สหกรณ์ขายได้ในวันจันทร์ถึงวันศุกร์แสดงด้วยแผนภาพวงกลม ดังนี้

ร้อยละของจำนวนน้ำอัญชันมะนาวที่สหกรณ์ขายได้
ตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันศุกร์



ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ข้างต้น แล้วนำไปตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ถ้าต้นทุนในการผลิตน้ำอัญชันมะนาวขวดละ 7 บาทแล้วนำไปขายส่งให้กับสหกรณ์โรงเรียนขวดละ 10 บาท ในวันพุธชุมนุมขายน้ำสมุนไพรได้กำไรกี่บาท ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดอย่างละเอียด (E)

วิธีคิด

.....
.....

สถานการณ์ปัญหาที่ 2

นักรการโรงต้องการทำโรงเพาะเห็ด จึงคำนวณการใช้ตะปูเพื่อจะได้ไปซื้อจากร้านค้า ดังนี้

ตารางแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนตะปูกับน้ำหนัก

จำนวนตะปู	0	1	5	10	15	20	25
น้ำหนักของตะปู (g)	0	a	30	60	90	b	c

ให้นักเรียนพิจารณาตารางความสัมพันธ์ข้างต้น แล้วนำไปตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 ให้นักเรียนหาน้ำหนักในช่อง a ,b และ c ในตารางข้างบน พร้อมทั้งอธิบายวิธีคิด (F)

วิธีคิด

.....
.....
.....

a = b = c =

2.2 ให้นักเรียนเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตะปูและน้ำหนักให้อยู่ในรูปอัตราส่วน(F)

.....
.....

2.3 ถ้านักการโรงต้องการใช้ตะปู 65 ตัว ให้นักเรียนแสดงแนวคิดหา ตะปู 65 ตัว มีน้ำหนักเท่าใด (F,E)

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

โจทย์กำหนดให้/เงื่อนไขของปัญหา.....

.....

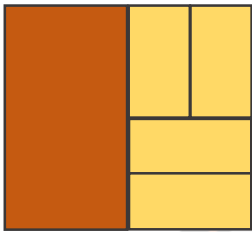
แสดงวิธีคิด

.....
.....
.....
.....
.....

ตอบ.....

สถานการณ์ปัญหาที่ 3

ทุกสิ้นเดือนผู้ใหญ่บ้านและคณะกรรมการหมู่บ้านบ้านน้ำมวบจะทำการประชุมกับสมาชิกในชุมชน เพื่อร่วมกันทำกิจกรรมต่างๆ ของชุมชน เช่น การแก้ไขปัญหาชุมชน การวางแผนพัฒนาชุมชน การกำหนดข้อตกลงร่วมกัน ซึ่งมติหนึ่งจากการประชุม คือ สมาชิกในชุมชนต้องการปรับปรุงหอประชุมหมู่บ้าน โดยสิ่งแรกที่จะทำคือ ปูกระเบื้อง โดยได้รับความร่วมมือจากสมาชิกที่เป็นช่างปูกระเบื้องมาช่วยกันทำงานในครั้งนี้ โดยจะปูกระเบื้องให้มีลักษณะ ดังรูป



โดยใช้จำนวนการเบี่ยงแผ่นใหญ่ ต่อ จำนวนกระเบื้องแผ่นเล็กเป็น 1 : 4 ถ้าในการปูพื้นหอประชุมหมู่บ้านต้องใช้กระเบื้องแผ่นเล็ก 1,600 แผ่น และกระเบื้องแผ่นใหญ่ 1 กล่อง มี 24 แผ่น ช่างปูกระเบื้องต้องสั่งซื้อกระเบื้องแผ่นใหญ่น้อยกี่กล่องถึงจะเพียงพอ

จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบแล้วนำไปตอบคำถามต่อไปนี้(F,E,I)

1. สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

โจทย์กำหนดให้/เงื่อนไขของ

ปัญหา.....

วางแผนแก้ปัญหา(บอกเป็นขั้นตอนคร่าวๆ ยังไม่ต้องคำนวณ)

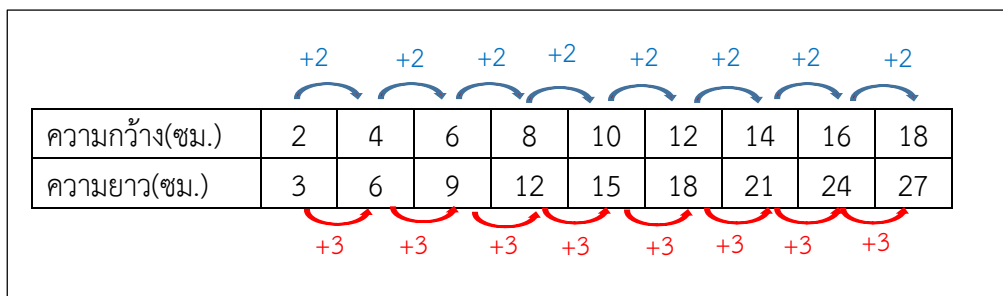
2. จงแสดงวิธีคิดอย่างละเอียด

ตอบ

3. จากข้อ 2 ลุงมีพูดในที่ประชุมว่า “กระเบื้องแผ่นใหญ่ราคาถ่วงละ 360 บาท หมู่บ้านต้องเตรียมงบประมาณไว้ 5,000บาท สำหรับจ่ายค่ากระเบื้อง” นักเรียนคิดว่า คำพูดของลุงมีสมเหตุสมผลหรือไม่ เพราะเหตุใด

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามพร้อมให้เหตุผลประกอบ (R)

1. เอมี่ต้องการซื้อกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งอัตราส่วนระหว่างความกว้างต่อความยาวของกรอบรูป เป็น 2 : 3 ถ้าความกว้างเป็น 18 ซม. เอมี่ต้องการทราบความยาวของกรอบรูป เอมี่จึงวาดรูป และอธิบายความคิดของเธอ ว่า “ สามารถรู้ความยาวของกรอบรูปได้ เมื่อทราบความกว้าง ทำได้โดยการบวกเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ และเมื่อกรอบรูปมีความกว้าง 18 ซม. จะมีความยาวเท่ากับ 27 เซนติเมตร ” ดังภาพ



1.จากการวาดภาพและอธิบายข้างต้นของเอมี ข้อสรุปต่อไปนี้ถูกต้องใช่หรือไม่ พร้อมเขียนแสดงเหตุผล

จากภาพวาดแสดงความคิดของเอมี	ใช่	ไม่ใช่	เหตุผล
1) ความกว้าง กับ ความยาวไม่มีความสัมพันธ์กัน			
2) เอมี่คิด ว่า ความกว้าง และ ความยาวเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัวอย่างคงที่			
3) หากความกว้างเพิ่มขึ้น 2 ซม. ความยาวจะเพิ่มขึ้น 2 ซม. เช่นเดียวกัน			
4) ถ้าต้องการกรอบรูปที่มีความกว้าง 10 ซม. จะได้กรอบรูปที่มีความยาว 18 ซม.			
5) วิธีการของเอมี ไม่สามารถใช้คำนวณกรอบรูปที่มีความกว้างยาวกว่า 18 ซม. ได้			

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล จุรีรัตน์ อัจหาญ
วัน เดือน ปี เกิด 23 ธันวาคม 2535
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 119 หมู่ 5 ตำบลน้ำแก่น อำเภอกู่เพียง
จังหวัดน่าน 55000
ที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนบ้านน้ำมวบ ตำบลน้ำมวบ อำเภอเวียงสา
จังหวัดน่าน 55110
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ครู
โรงเรียนบ้านน้ำมวบ อำเภอกู่เพียง จังหวัดน่าน
ประวัติการศึกษา ศษ.บ.(คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

