



การศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

A STUDY OF MATHEMATICAL LITERACY ON QUANTITY, SPACE AND SHAPE OF
SIXTH GRADE STUDENTS RECEIVING A LEARNING MANAGEMENT ACCORDING TO

สมชาย โปธิจาทุม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การศึกษาค้นคว้าความรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

A STUDY OF MATHEMATICAL LITERACY ON QUANTITY, SPACE AND SHAPE OF
SIXTH GRADE STUDENTS RECEIVING A LEARNING MANAGEMENT ACCORDING TO
MATHEMATISATION PROCESS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Mathematics)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่
ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ของ

สมชาย โพธิ์จาทุม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศุทธวรรณศรีภิรมย์ สิรินิลกุล) (รองศาสตราจารย์ ดร.พงศรัศมี เพ็องฟู)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณหทัย ฤกษ์ฤทัยรัตน์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญ เพี้ยซ้าย)

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
ผู้วิจัย	สมชาย โพธิ์จาทุม
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิศุพทวรรณศรีภริมย์ สิรินิลกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณนทัย ฤกษ์ฤทัยรัตน์

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จำนวน 15 คน โดยมีนักเรียนเป้าหมายเพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ไม่เกินชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเกี่ยวข้องกับ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (2) แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (3) แบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และ (4) แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริงมากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่แสดงพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ชัดเจนขึ้นตามลำดับ โดยนักเรียนสามารถแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ได้สมบูรณ์มากขึ้น แสดงวิธีหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น ดีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสมมากขึ้น

คำสำคัญ : กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์, ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์, ปริมาณ, ปริภูมิ, รูปทรง

Title	A STUDY OF MATHEMATICAL LITERACY ON QUANTITY, SPACE AND SHAPE OF SIXTH GRADE STUDENTS RECEIVING A LEARNING MANAGEMENT ACCORDING TO MATHEMATISATION PROCESS
Author	SOMCHAI PHOTHIJATHOOM
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Pisuttawan Sripirom Sirininlakul
Co Advisor	Assistant Professor Dr. Nahathai Rerkruthairat

The purpose of this research is to study mathematical literacy and mathematical literacy performance in terms of the quantity, space and shape among sixth grade students who received learning management according to mathematization process. The target group included fifteen students at Kasetsart University Laboratory School Center for Educational Research and Development. Then, three of the participants were selected as target students for a case study. The research content was the quantity, shape and space of school mathematics in sixth grade. The research instruments included the mathematization process and related lesson plans, mathematical literacy tests, behavioral observation forms and interview forms. The results of the study were as follows: (1) more than 60% of sixth grade students receiving learning management according to the mathematization process had mathematical literacy in terms of quantity, space and shape higher than 60% of the total scores were statistically significant level at a level of .05; (2) more students had experiences in using mathematization process for solving real-world problems and most students showed the more clarity of their mathematical literacy behaviors by which student were able to formulate given real-world situations mathematically into mathematical problems, to show how to solve problems more accurately and clearly, and to interpret and evaluate mathematical outcomes more clearly and properly.

Keyword : Mathematical literacy, Mathematization process, Quantity, Space, Shape

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์ได้ด้วยดี เนื่องด้วยผู้วิจัยได้รับความเมตตาและกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศุทธิวรรณ ศรีภิรมย์ สิรินิลกุล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณหทัย ฤกษ์ฤทัยรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และอาจารย์ ดร.ธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ ซึ่งทั้งสามท่านได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการวิจัย พร้อมทั้งมอบประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่มีค่าแก่ผู้วิจัยตั้งแต่แรกเริ่มจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์รัศมี เฟื่องฟู และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย ที่กรุณาร่วมเป็นประธานและกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และให้ข้อคิดเห็นเพื่อปรับปรุงแก้ไขและเติมเต็มปริญญานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สมภพ แซ่ลี่ อาจารย์ศราวดี รัตนประยูร และอาจารย์ชญาณิน ภูเจริญ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่สนับสนุนให้ผู้วิจัยได้รับการศึกษา ให้กำลังใจ และช่วยเหลือผู้วิจัยเป็นอย่างดีเสมอมา

ขอขอบคุณ กัลยาณมิตรทุกท่าน ที่สนับสนุนและให้กำลังใจเป็นอย่างดี ตลอดจนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในระหว่างดำเนินการวิจัย

คุณประโยชน์ของปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนคุณธรรมและประสิทธิประสาทวิชาความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย และขอยกคุณความดีนี้ให้แก่ผู้มีพระคุณและผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำปริญญานิพนธ์นี้

สมชาย โพธิ์จาทุม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย.....	6
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	7
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	7
ตัวแปรที่ศึกษา.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
สมมติฐานการวิจัย.....	10
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	11
1.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	11

1.2 องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	13
1.3 แนวทางการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	24
1.4 แนวทางการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	26
ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์.....	29
2.1 ความหมายของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์.....	29
2.2 องค์ประกอบของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์.....	30
2.3 กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์.....	31
2.4 การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์.....	36
ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	40
3.1 งานวิจัยเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	40
3.1.1 งานวิจัยต่างประเทศ.....	40
3.1.2 งานวิจัยในประเทศ.....	40
3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์.....	42
3.2.1 งานวิจัยต่างประเทศ.....	42
3.2.2 งานวิจัยในประเทศ.....	43
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย.....	45
2. การกำหนดกรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์.....	45
2.1 ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้.....	46
2.2 ขอบเขตของการจัดการเรียนรู้.....	46
2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้และการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้.....	47
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	51
3.1 เครื่องมือสำหรับจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์.....	52

3.2 เครื่องมือสำหรับวัดและประเมินผล.....	53
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล	60
4.1 แบบแผนการวิจัย	60
4.2 การดำเนินการทดลอง.....	60
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ	61
5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ	61
5.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	62
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	63
ตอนที่ 1 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง	63
1.1 คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง	63
1.2 การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย.....	65
ตอนที่ 2 พฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง.....	65
2.1 ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์.....	67
2.1.1 การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในบริบทชีวิตจริง	70
2.1.2 การสร้างข้อสมมติเพื่อทำให้ปัญหาชีวิตจริงอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้.....	78
2.1.3 การนำเสนอตัวแทนของสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์.....	82
2.2 ด้านการใช้มนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	85
2.2.1 การระบุวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหา	87
2.2.2 การเลือกใช้ยุทธวิธีหรือวิธีการในการแก้ปัญหา	91
2.2.3 การแสดงวิธีการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์.....	93

2.2.4 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลหรือตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์จาก การคำนวณ	96
2.3 ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์.....	97
2.3.1 การใช้คำตอบทางคณิตศาสตร์ตอบปัญหาชีวิตจริง	99
2.3.2 การระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์	103
2.3.3 การโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์.....	106
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	110
ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขป	110
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	110
สมมติฐานของการวิจัย	110
วิธีดำเนินการวิจัย.....	110
1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย	110
2. การกำหนดกรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้.....	110
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	111
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	111
5. การวิเคราะห์ข้อมูล	112
สรุปผลการวิจัย	112
1. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง.....	112
2. พฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง	113
อภิปรายผลการวิจัย.....	114
ข้อเสนอแนะ	118
1. ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้.....	118
2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	119

บรรณานุกรม.....	120
ภาคผนวก.....	124
ภาคผนวก ก การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	125
ภาคผนวก ข ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย และการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย	132
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้.....	135
ภาคผนวก ง ตัวอย่างข้อสอบในแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง	154
ภาคผนวก จ แบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.....	162
ภาคผนวก ฉ แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	166
ภาคผนวก ช รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	169
ประวัติผู้เขียน.....	171

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 เปรียบเทียบเนื้อหาความคิดศาสตร์ตามแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) กับสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	22
ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ สุณิสา สุมิรัตน์ (2555).....	27
ตาราง 3 กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ตามแนวคิด OECD (2009)	32
ตาราง 4 รายละเอียดโดยสังเขปของการจัดการเรียนรู้และการทดสอบหลังจัดการเรียนรู้.....	48
ตาราง 5 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง	54
ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง	63
ตาราง 7 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย.....	65
ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ระดับการแสดงออกของพฤติกรรมด้านการแปลงสถานการณ์ ให้เป็น คณิตศาสตร์.....	68
ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ระดับการแสดงออกของพฤติกรรมด้านการใช้โน้ตสโน้ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	85
ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ระดับการแสดงออกของพฤติกรรมด้านด้านการตีความและประเมิน ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	98
ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิด ให้เป็น คณิตศาสตร์.....	127
ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง	127
ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	128

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ .. 129

ตาราง 15 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง..... 130

ตาราง 16 คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย..... 133



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
ภาพประกอบ 2 แบบจำลองความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในทางปฏิบัติตามกรอบการประเมิน คณิตศาสตร์ PISA 2012 2015 และ 2018	19
ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา เนื้อหาคณิตศาสตร์ บริบท และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามกรอบการประเมิน PISA 2021	20
ภาพประกอบ 4 กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ OECD (2009)	31
ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน	51
ภาพประกอบ 6 คำตอบเกี่ยวกับการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 2 กิจกรรมกล่องใส่ช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2	70
ภาพประกอบ 7 คำตอบเกี่ยวกับการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 4 กิจกรรมศูนย์บริการชีวิตขึ้น ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2	71
ภาพประกอบ 8 คำตอบเกี่ยวกับการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 6 กิจกรรมลานจอดรถ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2	72
ภาพประกอบ 9 คำตอบเกี่ยวกับการระบุข้อมูลสำคัญในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 3 กิจกรรม น้ำส้มคั้น ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3	73
ภาพประกอบ 10 คำตอบเกี่ยวกับการระบุข้อมูลสำคัญในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 7 กิจกรรม ส่วนลดในห้างสรรพสินค้าของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3	74
ภาพประกอบ 11 คำตอบเกี่ยวกับการระบุข้อมูลสำคัญในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 9 กิจกรรม กระดาษห่อกล่องคุกกี้ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3	74
ภาพประกอบ 12 ร้อยรอยของการทำสัญลักษณ์เพื่อเน้นข้อมูลสำคัญและเงื่อนไขในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 2 กิจกรรมกล่องใส่ช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1	75
ภาพประกอบ 13 ร้อยรอยของการทำสัญลักษณ์เพื่อเน้นข้อมูลสำคัญและเงื่อนไขในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 4 กิจกรรมศูนย์บริการชีวิตขึ้น ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1	76

ภาพประกอบ 14 ร้อยรอยของการทำสัญลักษณ์เพื่อเน้นข้อมูลสำคัญและเงื่อนไขในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1.....	77
ภาพประกอบ 15 คำตอบเกี่ยวกับการตั้งข้อสมมติในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้จ่าย บริการหอสมุดของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3.....	78
ภาพประกอบ 16 คำตอบเกี่ยวกับการตั้งข้อสมมติในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 3 กิจกรรมน้ำดื่ม คั้นของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3.....	79
ภาพประกอบ 17 คำตอบเกี่ยวกับการตั้งข้อสมมติในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 9 กระดาษห่อ กล่องคุกกี้ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3.....	80
ภาพประกอบ 18 คำตอบเกี่ยวกับการตั้งข้อสมมติในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 2 กิจกรรม กระดาษห่อช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2.....	80
ภาพประกอบ 19 คำตอบเกี่ยวกับการตั้งข้อสมมติในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 2 กิจกรรม กระดาษห่อช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3.....	81
ภาพประกอบ 20 คำตอบเกี่ยวกับการตั้งข้อสมมติในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 4 กิจกรรม ศูนย์บริการจิตเวชขึ้น ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1.....	81
ภาพประกอบ 21 คำตอบเกี่ยวกับการตั้งข้อสมมติในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 4 กิจกรรม ศูนย์บริการจิตเวชขึ้น ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2.....	82
ภาพประกอบ 22 การนำเสนอตัวแทนของช็อกโกแลตและกล่องใส่ช็อกโกแลตในคาบเรียนที่ 2 กล่องใส่ช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 (แตกต่างจากนักเรียนส่วนใหญ่).....	83
ภาพประกอบ 23 การนำเสนอตัวแทนของช็อกโกแลตและกล่องใส่ช็อกโกแลต ในคาบเรียนที่ 2 กล่องใส่ช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 (คล้ายกับนักเรียนส่วนใหญ่).....	83
ภาพประกอบ 24 การนำเสนอตัวแทนของกล่องคุกกี้และกระดาษห่อของขวัญในคาบเรียนที่ 9 กระดาษห่อกล่องคุกกี้ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 (แตกต่างจากนักเรียนส่วนใหญ่).....	84
ภาพประกอบ 25 การนำเสนอตัวแทนของกล่องคุกกี้และกระดาษห่อของขวัญ ในคาบเรียนที่ 9 กระดาษห่อกล่องคุกกี้ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 (คล้ายกับนักเรียนส่วนใหญ่).....	84
ภาพประกอบ 26 คำตอบเกี่ยวกับวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้จ่ายบริการหอสมุด ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3.....	87

ภาพประกอบ 27 คำตอบเกี่ยวกับวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3	88
ภาพประกอบ 28 คำตอบเกี่ยวกับวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3.....	88
ภาพประกอบ 29 ร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 3 กิจกรรม น้ำส้มคั้น ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2.....	89
ภาพประกอบ 30 ร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 5 กิจกรรม กระปุกออมสินจากขวดน้ำ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2	90
ภาพประกอบ 31 ร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 9 กิจกรรม กระดาษห่อกล่องคุกกี้ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2	91
ภาพประกอบ 32 คำตอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 7 กิจกรรม ส่วนลดในห้างสรรพสินค้า ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1	92
ภาพประกอบ 33 คำตอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ ภาพถ่ายดาวเทียม ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2	93
ภาพประกอบ 34 คำตอบเกี่ยวกับการแสดงวิธีการหาคำตอบในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้จ่ายบริการห้องสมุดของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3.....	94
ภาพประกอบ 35 คำตอบเกี่ยวกับการแสดงวิธีการหาคำตอบในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 5 กิจกรรมกระปุกออมสินจากขวดน้ำ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3	94
ภาพประกอบ 36 คำตอบเกี่ยวกับการแสดงวิธีการหาคำตอบในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อกล่องคุกกี้ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3.....	95
ภาพประกอบ 37 คำตอบเกี่ยวกับการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบในใบกิจกรรม ของ คาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1.....	96
ภาพประกอบ 38 คำตอบเกี่ยวกับการตอบปัญหาชีวิตจริงในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 2 กิจกรรมกล่องใส่ช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3	100
ภาพประกอบ 39 คำตอบเกี่ยวกับการตอบปัญหาชีวิตจริงในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อกล่องคุกกี้ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3.....	100

ภาพประกอบ 40 คำตอบเกี่ยวกับการตอบปัญหาชีวิตจริงในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้บริการหอสมุด ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2.....	101
ภาพประกอบ 41 คำตอบเกี่ยวกับการตอบปัญหาชีวิตจริงในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 5 กิจกรรมระดมสมองจากขวดน้ำ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2	101
ภาพประกอบ 42 คำตอบเกี่ยวกับการตอบปัญหาชีวิตจริงในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2.....	102
ภาพประกอบ 43 คำตอบเกี่ยวกับการระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ ในใบ กิจกรรมของคาบเรียนที่ 2 กิจกรรมกล่องใส่ช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3.....	103
ภาพประกอบ 44 คำตอบเกี่ยวกับการระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ ในใบ กิจกรรมของคาบเรียนที่ 5 กิจกรรมระดมสมองจากขวดน้ำ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 ...	104
ภาพประกอบ 45 คำตอบเกี่ยวกับการระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ ในใบ กิจกรรมของคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อกล่องคุกกี้ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3	104
ภาพประกอบ 46 คำตอบเกี่ยวกับการระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ ในใบ กิจกรรมของคาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1	105
ภาพประกอบ 47 คำตอบเกี่ยวกับการโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้บริการหอสมุด ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2	106
ภาพประกอบ 48 คำตอบเกี่ยวกับการโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 3 กิจกรรมน้ำส้มคั้น ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2	106
ภาพประกอบ 49 คำตอบเกี่ยวกับการโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2.....	107
ภาพประกอบ 50 คำตอบเกี่ยวกับการโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้บริการหอสมุด ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3	108
ภาพประกอบ 51 คำตอบเกี่ยวกับการโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 3 กิจกรรมน้ำส้มคั้น ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3	108
ภาพประกอบ 52 คำตอบเกี่ยวกับการโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในใบกิจกรรม ของคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3.....	108

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาการคิดของมนุษย์ ทำให้คิดอย่างมีเหตุผลและมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ช่วยพัฒนาความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ ทำให้มนุษย์สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ทั้งแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนเอง เช่น ปัญหาการเดินทาง ปัญหาการเรียน ปัญหาการทำงาน เป็นต้น และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม เช่น ปัญหาน้ำท่วมและการจัดการน้ำ ปัญหาจราจร ปัญหาการจัดระบบขนส่งมวลชน เป็นต้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาและพัฒนาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ในฐานะที่เป็นเครื่องมือในการคิด การทำงาน และการสร้างองค์ความรู้ เช่น เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ แพทยศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ ด้วยความสำคัญดังกล่าวของคณิตศาสตร์ ทำให้มนุษย์ทุกคนจำเป็นต้องเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้อย่างเป็นทางการหรือไม่เป็นทางการก็ตาม โดยมีจุดมุ่งหมายหลักของการเรียนรู้คณิตศาสตร์อยู่ที่ความต้องการใช้งานตามบริบทของการดำรงชีวิต จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาด้านการศึกษาคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, น. 6; อัมพร ม้าคนอง, 2558, น. 3-6)

เมื่อโลกเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ข้อมูลและสารสนเทศต่าง ๆ ในชีวิตจริงมีอยู่มากมายและมีความซับซ้อนมากขึ้น ประกอบกับความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเปลี่ยนแปลงทางสังคม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจ พลเมืองของทุกประเทศจำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถทันโลกทันเหตุการณ์ ต้องแยกแยะข้อมูลและนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจในบริบทที่หลากหลาย ทั้งการตัดสินใจในเรื่องส่วนบุคคล เช่น การวางแผนประกอบอาชีพ การวางแผนด้านสุขภาพ และการวางแผนด้านการลงทุน ไปจนถึงการตัดสินใจที่มีผลกระทบต่อสังคมและส่วนรวม เช่น การเปลี่ยนแปลงของประชากร การแพร่ระบาดของโรค และการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจโลก เป็นต้น นอกจากนี้ยังต้องมีส่วนร่วมในการพัฒนาสังคมอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งพลเมืองจะมีศักยภาพดังกล่าวข้างต้นได้นั้น จะต้องเป็นผู้ที่สามารถใช้ความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการดำเนินชีวิต โดยลักษณะของ

ความสามารถที่กล่าวมานี้สอดคล้องกับความหมายของ “ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy)” (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563, น. 1; สมบัติ ทำยเรือคำ, กาญจนา จิตกัวัน, และ วัชรพงษ์ ราคาแพง, 2559, น. 11-12) ที่นักการศึกษา คณิตศาสตร์และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้อธิบายและให้ความหมายไว้ในทำนองเดียวกันว่า หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ ชีวิตจริง ซึ่งเป็นการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา อธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในสถานการณ์ชีวิตจริง (Jablonka, 2003, p. 78; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2019, p. 75; Sumirattana, Makanong, และ Thipkong, 2017, p. 308; ราชบัณฑิตยสถาน, 2553, น. 4) ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จะช่วยให้บุคคลตระหนักถึง บทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลก ช่วยในการประเมินและตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งเป็น สิ่งจำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความสร้างสรรค์ รู้จักคิดอย่างไตร่ตรอง และ มีส่วนร่วมต่อสังคม (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2018, p.7)

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ได้ริเริ่มโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียน มาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) เพื่อใช้ ประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาประเทศต่าง ๆ ในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชน มีความรู้ความสามารถหรือศักยภาพพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดย PISA จะประเมินนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ซึ่งเป็นวัยที่สำเร็จการศึกษา ภาคบังคับ โดยเน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนที่เรียกว่า “ความฉลาดรู้ (Literacy)” ซึ่งเป็น สมรรถนะในการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริง ประกอบด้วย ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน (Reading Literacy) ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และความฉลาดรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) สำหรับประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นผู้ดำเนินงาน PISA ในฐานะศูนย์แห่งชาติ (National Center) ซึ่งจะดำเนินงานในด้านกระบวนการวิจัย และให้ข้อมูลเชิงนโยบายต่าง ๆ ที่ได้จากผลการประเมิน PISA แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาในด้านการจัดการศึกษา เพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาต่อไป (PISA Thailand สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564)

ผลการประเมิน PISA 2012 ซึ่งเน้นความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นการประเมินหลักพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์ 427 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD โดยเทียบเท่ากับการเรียนที่ต่างกันประมาณ 1.5 ปี และมีนักเรียนไทยเพียงครึ่งหนึ่งที่มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป ต่อมาผลการประเมิน PISA 2018 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์ 419 คะแนน ซึ่งยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD โดยเทียบเท่ากับการเรียนที่ต่างกัน 1.75 ปี และมีนักเรียนไทยเพียงร้อยละ 47 ที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD มีนักเรียนประมาณร้อยละ 76 ที่มีความสามารถในระดับเดียวกัน สำหรับความสามารถระดับ 2 เป็นระดับที่นักเรียนเริ่มแสดงความสามารถและเริ่มคิดที่จะใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ชีวิตจริงที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน นักเรียนที่มีความสามารถไม่ถึงระดับ 2 เป็น “นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ” และนักเรียนที่มีความสามารถในระดับ 2 จะเป็น “กลุ่มเสี่ยง” ที่อาจจะยังมีความรู้และทักษะคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอสำหรับการพิจารณาและการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลในสถานการณ์ส่วนตัวหรือในกรงานอาชีพ ทั้งนี้ตัวชี้วัดระดับโลกของเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติได้กำหนดให้ความสามารถในระดับ 2 เป็น “ความสามารถระดับพื้นฐานต่ำสุด” ที่ทุกคนพึงได้รับเมื่อสำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคะแนนตั้งแต่การประเมินรอบแรกจนถึงปัจจุบัน (PISA 2000 ถึง PISA 2018) พบว่า ผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของประเทศไทยไม่เปลี่ยนแปลง (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 185; 2564, น. 116-117,177)

จากผลการประเมิน PISA 2012 และ 2018 แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่า นักเรียนไทยอย่างน้อยครึ่งหนึ่งมีความรู้และทักษะคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอสำหรับการพิจารณาและการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลในสถานการณ์ส่วนตัวหรือในกรงานอาชีพ ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการดำเนินชีวิต จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่นักเรียนไทยจะต้องได้รับการเสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า มีผู้ที่วิจัยเพื่อศึกษาและเสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ไม่มากนัก และส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยในระดับมัธยมศึกษา อีกทั้งผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของประเทศไทยไม่เปลี่ยนแปลงตั้งแต่การประเมินรอบแรกจนถึงปัจจุบัน ซึ่งทำให้ผู้วิจัยเกิดข้อสันนิษฐานว่า การวิจัยเพื่อศึกษาและเสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยอาจยังมีไม่มากพอ และการวิจัยเพื่อเสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาอาจไม่เพียงพอที่จะพัฒนานักเรียน

ไทยให้มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และเนื่องจากความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นคุณลักษณะที่เกิดจากการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและสามารถพัฒนาได้ตลอดเวลา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563, น. 4) ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความจำเป็นในการเสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยตั้งแต่ระดับประถมศึกษา เพื่อให้ นักเรียนได้รับการเสริมสร้างและพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง และเพียงพอต่อการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

นักการศึกษาคณิตศาสตร์และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ไว้ในทำนองเดียวกันว่า การจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ต้องไม่จำกัดอยู่เพียงเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรและการเรียนรู้ในห้องเรียน แต่ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ได้เรียนรู้ผ่านสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือบริบทที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ฝึกคิดและสร้างวิธีการแก้ปัญหาขึ้นเองจากการประเมินสถานการณ์ปัญหา ฝึกแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจนกลายเป็นทักษะที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ตลอดจนสนับสนุนให้นักเรียนแสดงข้อคิดเห็นในการสนับสนุนหรือโต้แย้งด้วยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล โดยมีพื้นฐานอยู่บนหลักการที่ถูกต้อง (รุ่งทิวา บุญมาโตน, วรินทร์ สุภาพ, และ รัชฎา วิริยะพงศ์, 2561, น. 52; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563, น. 4; สมบัติ ทำยเรือคำ และคนอื่น ๆ, 2559, น. 16-17; สุนิสา สุมิตรณะ, 2555, น. 163)

กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematisation Process) เป็นกระบวนการหนึ่ง ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาชีวิตจริง โดยใช้แนวคิดและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จัดโครงสร้างของสถานการณ์ในชีวิตจริงให้เป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ชีวิตจริง โดยคำนึงถึงความถูกต้องตามหลักโครงสร้างทางคณิตศาสตร์และความสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของความเป็นจริง ซึ่งองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ได้นำเสนอ กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 เริ่มต้นจากปัญหาในสถานการณ์ตามความเป็นจริง ขั้นที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหาตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และระบุสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 ค่อย ๆ ตัดความเป็นจริงออกไป ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 5 ทำให้คำตอบทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผลในสถานการณ์จริง และระบุข้อจำกัดของคำตอบ จะเห็นได้ว่า หากนักเรียนได้เรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้ลงมือแก้ปัญหาชีวิตจริง โดยจัดการปัญหาชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แล้วนำคำตอบที่ได้ไปตอบปัญหาชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับความหมายและแนวทางการเสริมสร้าง ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่กล่าวไว้ข้างต้น อีกทั้งยังส่งผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้และ ทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้นักเรียนตระหนักถึง คุณค่าและความสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 1999, p. 46-47; 2009, p. 105-106; กิติโรจน์ ปัทมพรนทกะ, วิชัย เสวกงาม, และ อัมพร ม้าคนอง, 2563, น. 25; จุฑามาส โจชัยชาญ และ วิเชียร อ่างโสติสสกุล, 2562, น. 39; ทงยศ สกุลยา, 2561, น. 16)

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) จัดกลุ่มเนื้อหา คณิตศาสตร์เป็น 4 เรื่อง ได้แก่ 1) การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) 2) ปริภูมิและรูปทรง (Space and Shape) 3) ปริมาณ (Quantity) และ 4) ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data) โดยมีแนวคิดที่แตกต่างจากหลักสูตร ทั่วไป ซึ่งจัดแบ่งเนื้อหาตามเป็นสาขาวิชา แต่ OECD จัดกลุ่มเนื้อหาคณิตศาสตร์โดยคำนึงถึง การอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่ได้ถูกจัดระเบียบมาเป็นหมวดหมู่หรือแยก สาขาวิชามาให้ และปรากฏการณ์ส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้ความรู้เพียงจากสาขาวิชาเดียวได้ เมื่อผู้วิจัย วิเคราะห์สาระการเรียนรู้แกนกลางตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) พบว่า เนื้อหาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ที่ นักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายต้องเรียนรู้นั้นอยู่ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต และสาระ ที่ 2 การวัดและเรขาคณิต และยังเป็นพื้นฐานความรู้ที่สำคัญในการเรียนรู้อันดับที่สูงขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ OECD ได้แก่ ปริมาณ และปริภูมิและรูปทรง ตามลำดับ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 6-30; ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, น. 54-55; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี, 2560, น. 42-44)

ด้วยเหตุผลตามที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงสนใจจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็น คณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พร้อมทั้งศึกษาพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้าน คณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ที่นักเรียนแสดงออกในระหว่างจัดการเรียนรู้ ซึ่งผลที่ ได้จากการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนและ เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบถึงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างและพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไป และการจัดการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางให้แก่ครูและบุคลากรทางการศึกษาที่จะจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลและแนวทางให้แก่ครูและบุคลากรทางการศึกษาในการตรวจสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ได้มาจากการเลือกโดยอาสาสมัคร (volunteer sampling) โดยผู้วิจัยรับสมัครนักเรียนที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมในการวิจัยครั้งนี้ จากนั้นใช้การสุ่มอย่างง่ายเพื่อให้ได้กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 15 คน และเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากนักเรียนในกลุ่มเป้าหมายที่มีทักษะการสื่อสารที่ดีและกล้าแสดงออก จำนวน 3 คน เป็นนักเรียนเป้าหมาย (target students) ในการสัมภาษณ์เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมการความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง โดยพิจารณาจากงานเขียนในใบกิจกรรม การแสดงความคิดเห็น และการนำเสนอแนวคิดในชั้นเรียน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที โดยเป็นการจัดการเรียนรู้นอกเวลาเรียนปกติ ซึ่งแบ่งเป็นคาบเรียนสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 10 คาบ และสำหรับทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 คาบเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ไม่เกินชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต และสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ที่สอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) 2 เรื่อง ได้แก่ 1) ปริมาณ (Quantity) และ 2) ปริภูมิและรูปทรง (Space and Shape)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 - 2.2 พฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ปริมาณ ปริภูมิ และรูปทรง และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้อธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือแก้ปัญหาในบริบทชีวิตจริง ซึ่งประกอบด้วยความสามารถ 3 ด้าน ดังนี้

1.1 **ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์** เป็นความสามารถในการระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในบริบทชีวิตจริง สร้างข้อสมมติเพื่อทำให้สถานการณ์หรือปัญหาอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ และนำเสนอตัวแทนของสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์

1.2 ด้านการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการวางแผน เลือกใช้ยุทธวิธี ใช้ข้อเท็จจริง วิธีการ และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ รวมถึงสะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

1.3 ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการตีความคำตอบทางคณิตศาสตร์กลับเข้าสู่บริบทของปัญหาชีวิตจริง เข้าใจขอบเขตและข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ รวมถึงโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

โดยพิจารณาจากคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ซึ่งทดสอบหลังจัดการเรียนรู้

2. พฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

2.3 ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การแสดงออกต่อไปนี้

2.1.1 ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในบริบทชีวิตจริง
2.1.2 สร้างข้อสมมติเพื่อทำให้สถานการณ์หรือปัญหาอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้

2.1.3 นำเสนอตัวแทนของสถานการณ์หรือปัญหาให้เป็นคณิตศาสตร์

2.2 ด้านการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การแสดงออกต่อไปนี้

2.2.1 ระบุวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหา

2.2.2 การเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2.2.3 แสดงวิธีการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์

2.2.4 ตรวจสอบความสมเหตุสมผลหรือตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์

จากการคำนวณ

2.3 ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การแสดงออกต่อไปนี้

2.3.1 ใช้คำตอบทางคณิตศาสตร์ตอบปัญหาชีวิตจริง

2.3.2 ระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์

2.3.3 ได้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

โดยพิจารณาจาก 1) งานเขียนในใบกิจกรรมของกลุ่มเป้าหมาย 2) ผลการสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งสังเกตโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และ 3) ผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ซึ่งสัมภาษณ์โดยผู้วิจัย

3. การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

หมายถึง แนวการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้สำหรับนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบ คาบละ 90 นาที ซึ่งนักเรียนจะใช้แนวคิดและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการจัดการโครงสร้างของสถานการณ์ชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ แก้ปัญหาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคำตอบที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์ชีวิตจริง รวมถึงได้เรียนรู้แบบร่วมมือกับเพื่อนในชั้นเรียน มีส่วนร่วมในการอภิปราย แสดงความคิดเห็น และนำเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ซึ่งผู้วิจัยดัดแปลงขั้นตอนของกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จากแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เเชิญปัญหาชีวิตจริง ครูนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตจริง และตั้งประเด็นที่ต้องการคำอธิบายหรือตั้งข้อสงสัยที่ต้องการคำตอบ แล้วกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงนั้น

ขั้นที่ 2 จัดการปัญหาชีวิตจริงให้สอดคล้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูตั้งประเด็นคำถามและกระตุ้นให้นักเรียนระบุแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาชีวิตจริง และหาส่วนสำคัญของสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ต้องคิดออกมาในรูปคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 แปลงปัญหาชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูตั้งประเด็นคำถามและกระตุ้นให้นักเรียนสร้างข้อสมมติเพื่อตัดความเป็นจริงบางอย่างของปัญหาชีวิตจริงออกไป ใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอปัญหาชีวิตจริงตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อแปลงปัญหาชีวิตให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูให้นักเรียนลงมือหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ รวมถึงใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสนับสนุนและโต้แย้งแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

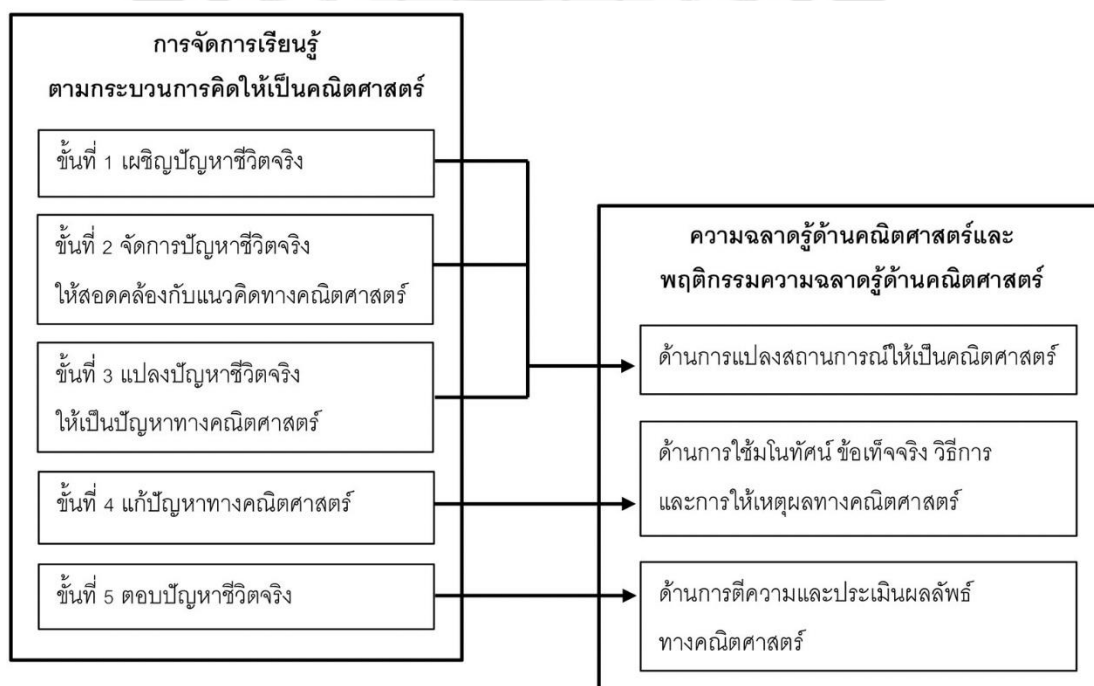
ขั้นที่ 5 ตอบปัญหาชีวิตจริง ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนนำคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้อธิบายปัญหาชีวิตจริง ครูกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ชีวิตจริง พร้อมทั้งตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนระบุข้อจำกัดของคำตอบนั้น

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยมีกรอบแนวคิดดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยจะนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

- 1.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
- 1.2 องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
- 1.3 แนวทางการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
- 1.4 แนวการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
- 2.2 องค์ประกอบของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
- 2.3 กระบวนการของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
- 2.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 3.1 งานวิจัยเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
 - 3.1.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 3.1.2 งานวิจัยในประเทศ
- 3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
 - 3.2.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 3.2.2 งานวิจัยในประเทศ

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ราชบัณฑิตยสภา (2562, น. 9, 22) ได้อธิบายเกี่ยวกับการบัญญัติศัพท์ “Literacy” ว่ามีความหมายกว้างกว่า การอ่านออก เขียนได้ คิดเลขเป็น จึงมีการทำคำนิยามศัพท์ว่า “ความฉลาดรู้” ประกอบด้วย ความรู้ ทักษะ และสมรรถนะ คือ รู้เนื้อหาสาระ ฝึกปฏิบัติ จนเข้าใจใช้เป็น นำไปต่อยอดใช้ประโยชน์ได้ในชีวิต และอธิบายว่า Literacy ของคณิตศาสตร์ จะมีส่วนที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันที่เรียกว่าคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันหรือ Numeracy

จากการศึกษาความหมายของ Mathematical Literacy พบว่า มีคำที่นักการศึกษา คณิตศาสตร์ในประเทศไทยใช้ ได้แก่ การรู้คณิตศาสตร์ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และความฉลาดรู้ ด้านคณิตศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่า นักการศึกษาคณิตศาสตร์และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2003, p. 24) ได้ให้ความหมายของ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับการประเมินผล PISA ปี 2003 ว่าหมายถึง ความสามารถ ของบุคคลในการระบุและเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลก ประเมินและตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผล ใช้และเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับชีวิตในฐานะของพลเมืองที่มี ความสร้างสรรค์ มีส่วนร่วมต่อสังคม และรู้จักคิดอย่างไตร่ตรอง สำหรับการประเมินผล PISA ปี 2012 2015 และ 2018 (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2019, p. 75) ได้ให้ความหมายของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ว่าหมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในการคิด/แปลง (formulate) ใช้ (employ) และตีความ (interpret) คณิตศาสตร์ในบริบทที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการใช้แนวคิด ขั้นตอนวิธีการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ในการบรรยาย อธิบาย และทำนาย ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ช่วยบุคคลในการตระหนักถึงบทบาทของ คณิตศาสตร์ที่มีต่อโลก และช่วยในประเมินและตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลสำหรับพลเมืองที่มี ความสร้างสรรค์ มีส่วนร่วมต่อสังคม และรู้จักคิดอย่างไตร่ตรอง ซึ่งต่อมาในกรอบการประเมินผล PISA ปี 2021 (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2018, p.7) ได้เพิ่มเติมความหมายของ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากเดิมในประเด็นที่ว่า ความฉลาดรู้ ด้านคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21

De Lange (2003, p. 77) ให้ความหมายว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เป็น ความเข้าใจและการประยุกต์ใช้งานคณิตศาสตร์ผ่านการให้เหตุผล การคิด และการแปล ความหมาย

Jablonka (2003, p. 78) ได้อธิบายเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยสรุปได้ว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลในการใช้งานและ ประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ

ราชบัณฑิตยสถาน (2553, น. 4) ให้ความหมายของ ความฉลาดรู้ ด้านคณิตศาสตร์ในพจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ว่า หมายถึง การรู้คณิตศาสตร์ทั้งในความคิด

รวบยอดและขั้นตอน วิธีการนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ รวมถึงการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผล การวิเคราะห์ และการสื่อความหมาย

สมบัติ ทำยเรือคำ กาญจนา จิตกั้งวัน และวัชรพงษ์ ราคาแพง (2559, น. 12-13) กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้ และตีความ คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงการใช้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

Sumirattana Makanong & Thipkong (2017, p. 308) กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ จากการเรียนรู้ในชั้นเรียนไปใช้ในชีวิตจริง เข้าใจสถานการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ รวมถึงความสามารถในการพิจารณาว่าเมื่อใดควรใช้ความรู้คณิตศาสตร์และใช้อย่างไร

มะลิวรรณ งามยิ่ง (2563, น. 7) กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการนำโมเดลทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ หรือบริบทในโลกจริงหรือเสมือนจริง โดยการเลือกยุทธวิธีแก้ปัญหา การปรับเปลี่ยนขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์หรือใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์มาอธิบายเนื้อหาสาระ พร้อมทั้งสามารถ อธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือข้อสรุปที่ได้

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยให้ความหมายของ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ว่า หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ และทักษะทางคณิตศาสตร์ ไปใช้อธิบาย ทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือแก้ปัญหาในบริบทชีวิตจริง

1.2 องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ได้กำหนดขอบเขต ของประเมินผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามนิยามของ PISA ปี 2012 2015 และ 2018 ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2019, p. 76-88; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 36-45) ดังนี้

1. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical process) ประกอบด้วย

1.1 การแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์

การแปลง (formulate) ในความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการรับรู้และบอกโอกาสในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ แล้วกำหนด โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ให้กับสถานการณ์หรือปัญหาที่พบในชีวิตจริง

การแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่บุคคลตัดสินใจว่าส่วนใดของสถานการณ์ที่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อสร้างแนวทางในการแก้ปัญหา โดยสามารถแปลงปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตของคณิตศาสตร์ และกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ให้กับสถานการณ์ การแสดงเครื่องหมายแทน และกำหนดลักษณะจำเพาะให้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งสามารถให้เหตุผล ตั้งข้อสมมติ และพิจารณาข้อจำกัดได้อย่างสมเหตุสมผล กระบวนการนี้ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- 1) การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาที่ตั้งอยู่ในบริบทชีวิตจริง และการระบุตัวแปรที่สำคัญของปัญหา
- 2) การรับรู้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ แบบแผน ความสัมพันธ์ และแบบรูปของปัญหาหรือสถานการณ์
- 3) การทำให้สถานการณ์หรือปัญหาอยู่ในรูปอย่างง่าย เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น
- 4) การระบุข้อจำกัดและข้อสมมติของการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ และการทำให้สถานการณ์หรือปัญหาอยู่ในรูปอย่างง่าย
- 5) การนำเสนอตัวแทนของสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแปรสัญลักษณ์ แผนภาพ และตัวแบบมาตรฐานที่เหมาะสม
- 6) การนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงการจัดการกับปัญหาให้สอดคล้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และการสร้างข้อสมมติที่เหมาะสม
- 7) การเข้าใจและการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาเฉพาะในบริบทของปัญหาชีวิตจริงกับภาษาสัญลักษณ์และภาษาที่เป็นทางการ
- 8) การแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปภาษาหรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์
- 9) การรู้ถึงแง่มุมต่าง ๆ ของปัญหาที่สอดคล้องกับปัญหาที่รู้จัก หรือมโนทัศน์ ข้อเท็จจริง หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์
- 10) การใช้เทคโนโลยีเพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่อยู่ภายในปัญหาที่มีบริบท เช่น เอกสารตาราง หรือเครื่องคำนวณเชิงกราฟ

1.2 การใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การใช้ (employ) ในความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาหรือหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

การใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่บุคคลแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ และค้นหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การใช้สัญลักษณ์ การคำนวณ การแก้สมการ การสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากกราฟและตาราง การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น รวมถึงสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ สร้างแบบแผนเพื่อระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกระบวนการนี้ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- 1) การวางแผนและเลือกใช้ยุทธวิธีในการค้นหาคำตอบ
- 2) การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อช่วยค้นหาคำตอบที่ถูกต้องและเหมาะสม
- 3) การประยุกต์ใช้ข้อเท็จจริง กฎ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้าง ในการค้นหาคำตอบ
- 4) การจัดการกับจำนวน ข้อมูลและสารสนเทศเชิงกราฟและเชิงสถิติ นิพจน์พีชคณิต สมการ และตัวแทนความคิดทางเรขาคณิต
- 5) การใช้งานและการสลับสับเปลี่ยนระหว่างตัวแทนทางความคิดที่แตกต่างกันในการค้นหาคำตอบ
- 6) การทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบอยู่ในรูปทั่วไป
- 7) การสะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ การอธิบายและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

1.3 การตีความ การประยุกต์ใช้งาน และประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

การตีความ (interpret) ในความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มุ่งเน้นไปที่ความสามารถของบุคคลในการสะท้อนวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ได้ แล้วตีความในบริบทของปัญหาชีวิตจริง รวมถึงการแปลความหมายของคำตอบที่ได้จากวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับไปที่บริบทของปัญหาชีวิตจริง และตัดสินใจว่าผลลัพธ์ที่ได้สมเหตุสมผลและเหมาะสมในบริบทของปัญหาชีวิตจริงหรือไม่ บุคคลที่ใช้กระบวนการนี้อาจจะสื่อสารคำอธิบายหรือข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหาชีวิตจริง และการสะท้อนถึงกระบวนการสร้างตัวแบบเพื่ออธิบายสถานการณ์ กระบวนการนี้ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- 1) การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับเข้าสู่บริบทชีวิตจริง
- 2) การประเมินความสมเหตุสมผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ในบริบทชีวิตจริง
- 3) การเข้าใจว่าสถานการณ์ในปัญหาชีวิตจริงส่งผลต่อผลลัพธ์และ
การคำนวณทางคณิตศาสตร์หรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์อย่างไร เพื่อตัดสินใจว่าจะปรับปรุงหรือนำ
ไปใช้หรือไม่อย่างไร
- 4) การอธิบายว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ได้ สมเหตุสมผล
ในบริบทชีวิตจริงหรือไม่ อย่างไร
- 5) การเข้าใจถึงขอบเขตและข้อจำกัดของมโนทัศน์และคำตอบทาง
คณิตศาสตร์
- 6) การวิพากษ์และการระบุถึงข้อจำกัดของตัวแบบที่ใช้ในการแก้ปัญหา

2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ (Mathematical content knowledge)

การแก้ปัญหาและการตีความสถานการณ์ชีวิตจริงในบริบทต่าง ๆ จำเป็นต้องนำความรู้และความเข้าใจด้านคณิตศาสตร์มาใช้ ดังนั้นความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้จริงจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของพลเมืองสมัยใหม่ แนวคิดและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับสร้างความเข้าใจ จัดระเบียบ และวิเคราะห์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งในธรรมชาติและสังคม รวมถึงการคิดและจินตนาการต่าง ๆ หลักสูตรคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนโดยทั่วไปจะจัดกลุ่มเนื้อหาเป็นสาระต่าง ๆ เช่น จำนวน พีชคณิต เรขาคณิต เป็นต้น ซึ่งจะมีรายละเอียดในแต่ละสาระที่แสดงถึงความเป็นมา แนวคิดและแบบแผนที่ยึดถือ เพื่อใช้เป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ แต่ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ไม่ได้ถูกจัดระเบียบมาเป็นหมวดหมู่หรือแยกสาระมาให้ และอาจจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพียงสาระเดียว แต่จะต้องใช้พื้นฐานความรู้ที่กว้างขวางและครอบคลุมหลายด้านมากกว่าความรู้ที่ใช้อยู่ในห้องเรียน

เนื่องจากความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์นั้นพิจารณาจากการที่บุคคลสามารถใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาชีวิตจริงตามสถานการณ์และบริบทที่หลากหลาย ดังนั้นการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จึงใช้ปรากฏการณ์เป็นสิ่งตั้งต้นในการนำไปสู่แนวคิด โครงสร้าง และหลักการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งตามเกณฑ์การประเมินผลของ PISA ใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ครอบคลุม 4 เรื่อง ดังนี้

2.1 การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships)

การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้และความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น เมื่อรับรู้การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ แล้ว ต้องพิจารณาได้ว่าจะใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายและทำนายการเปลี่ยนแปลงนั้นอย่างเหมาะสมได้อย่างไร ซึ่งการเปลี่ยนแปลงมีรูปแบบที่หลากหลาย อาจเกิดขึ้นตามช่วงเวลา ส่งผลต่อซึ่งกันและกัน เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ตัวอย่างเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ เช่น สภาพอากาศ การเจริญเติบโต สภาพเศรษฐกิจ การเปลี่ยนแปลงของประชากร เป็นต้น ทั้งนี้เนื้อหาตามหลักสูตรในระดับโรงเรียนที่สำคัญในการนำมาอธิบายและสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ฟังก์ชัน นิพจน์พีชคณิต สมการ อสมการ การนำเสนอข้อมูลในรูปกราฟและตาราง

2.2 ปริภูมิและรูปทรง (Space and Shape)

ปริภูมิและรูปทรง เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจรูปทรง ตำแหน่ง ทิศทาง สมบัติของวัตถุ และแบบรูปของสิ่งต่าง ๆ เช่น ภาพวาดที่มีสัดส่วน การสร้างและอ่านแผนผังหรือแผนที่ต่าง ๆ ความสัมพันธ์ระหว่างภาพสามมิติและภาพสองมิติที่มองเห็น การเปลี่ยนแปลงรูปทรงโดยใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี การแสดงแทนวัตถุต่าง ๆ ด้วยตัวแทนทางเรขาคณิต ปฏิสัมพันธ์เชิงพลวัตระหว่างรูปทรงจริงกับตัวแทน ทั้งนี้เนื้อหาปริภูมิและรูปทรงมีขอบเขตกว้างกว่าเนื้อหาเรขาคณิต อาจเกี่ยวข้องกับการวัดขนาด พีชคณิต และทักษะในการมองเห็น ซึ่งต้องนำมาใช้ในการจัดการและตีความเกี่ยวกับรูปทรง

2.3 ปริมาณ (Quantity)

ปริมาณ เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการวัดหรือกำหนดปริมาณสิ่งต่าง ๆ การนับและหน่วยของการนับ ขนาด การแสดงจำนวนในรูปแบบต่าง ๆ การเปรียบเทียบและเรียงลำดับ การประมาณค่า การตรวจสอบผลลัพธ์จากการคำนวณ แบบรูปและแนวโน้มเชิงปริมาณ ความรู้สึกเชิงจำนวน รวมถึงการพิจารณาและตีความข้อโต้แย้งเชิงปริมาณ ทั้งนี้เนื้อหาปริมาณนั้นพบได้มากที่สุดในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานในการอธิบายและวัดขนาดของสิ่งต่าง ๆ มีส่วนช่วยในการสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์ การค้นพบและตรวจสอบเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ การอธิบายและคำนวณเกี่ยวกับปริภูมิและรูปทรง การวิเคราะห์และตีความข้อมูล ตลอดจนการวัดและประเมินเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับความไม่แน่นอน

2.4 ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data)

ความไม่แน่นอนและข้อมูล เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์และตีความข้อมูล สถิติและความน่าจะเป็น การรับรู้เกี่ยวกับความผันแปร โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ความไม่แน่นอนและความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการวัด รวมถึงการวิเคราะห์และประเมินข้อสรุปในสถานการณ์ที่เกี่ยวกับความไม่แน่นอน ทั้งนี้เนื้อหาความไม่แน่นอนและข้อมูลพบได้ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น การคาดการณ์และพยากรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการสำรวจต่าง ๆ ความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ การแปรผันในกระบวนการผลิต การพยากรณ์สภาพอากาศ คะแนนจากการทดสอบ เป็นต้น ซึ่งการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาความไม่แน่นอนและข้อมูลอาจจำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิต เช่น การแสดงข้อมูลในรูปกราฟ และการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

3. สถานการณ์หรือบริบท (Context)

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มีจุดเน้นที่การนำคณิตศาสตร์เข้าไปเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่อยู่ในบริบทต่าง ๆ ที่มีความหลากหลาย ซึ่งเป็นบริบทในชีวิตจริงที่มีปัญหานั้นตั้งอยู่ สามารถจัดบริบทเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

3.1 บริบทส่วนตัว (Personal Context)

บริบทส่วนตัวเกี่ยวข้องกับกิจกรรมต่าง ๆ ของบุคคล โดยอาจรวมถึงครอบครัวและกลุ่มเพื่อน ตัวอย่างสถานการณ์ในบริบทส่วนตัว เช่น การเลือกซื้อสินค้า การทำอาหาร การเล่นเกม การเดินทาง การจัดสรรเวลาและค่าใช้จ่ายส่วนตัว เป็นต้น

3.2 บริบททางการงานอาชีพ (Occupational Context)

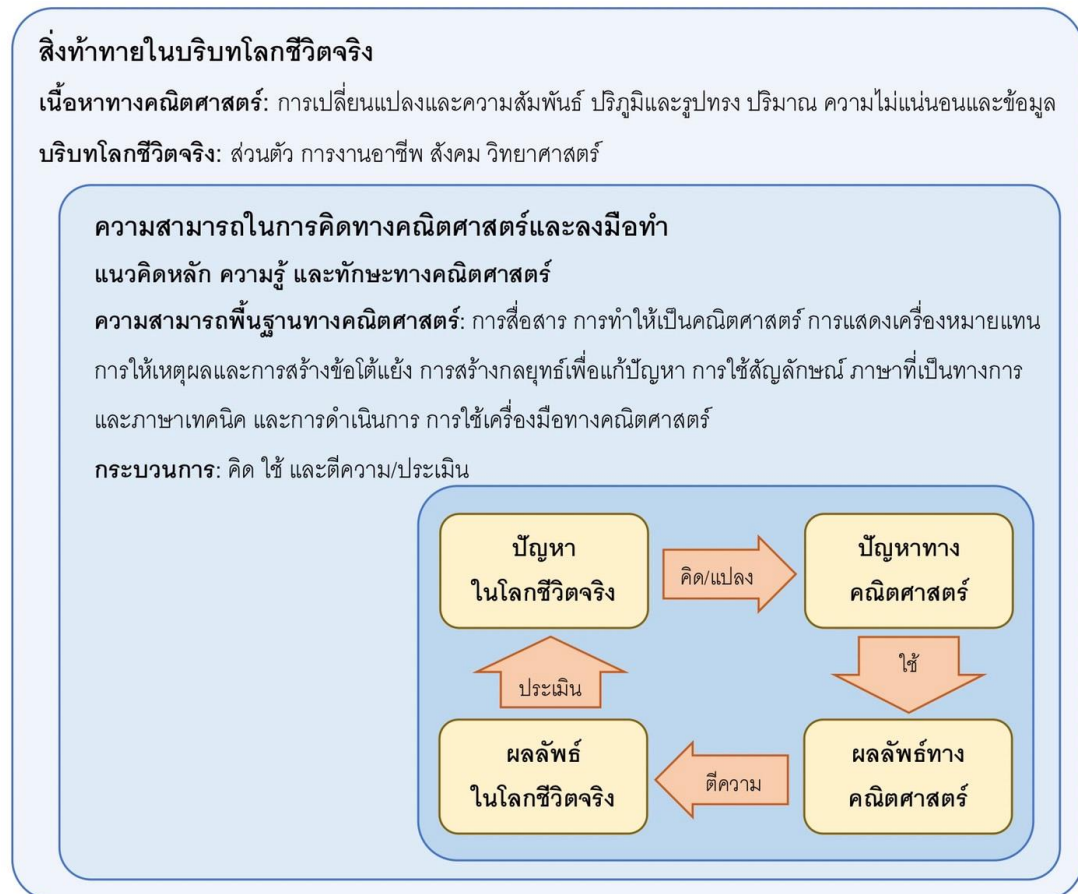
บริบททางการงานอาชีพเกี่ยวข้องกับการทำงานในชีวิตจริงโดยเริ่มตั้งแต่งานที่ไม่จำเป็นต้องใช้ทักษะไปจนถึงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ตัวอย่างสถานการณ์ในบริบททางการงานอาชีพ เช่น การคำนวณค่าใช้จ่าย การเงินและบัญชี การวัดขนาดของวัสดุและสิ่งของ สถาปัตยกรรมและการออกแบบ การสั่งซื้อและการจ้าง การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพ เป็นต้น

3.3 บริบททางสังคม (Societal Context)

บริบททางสังคมเกี่ยวข้องกับเรื่องที่มีผลต่อสังคมในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับชุมชนไปจนถึงระดับโลก ตัวอย่างสถานการณ์ในบริบททางสังคม เช่น การเลือกตั้งและประชามติ การประชาสัมพันธ์และโฆษณา ประชากร การคมนาคม สาธารณูปโภค เศรษฐกิจ เป็นต้น

3.4 บริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context)

บริบททางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับประเด็นทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตัวอย่างสถานการณ์ในบริบททางวิทยาศาสตร์ เช่น สิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ โลกและอวกาศ การแพทย์ พันธุกรรม เป็นต้น

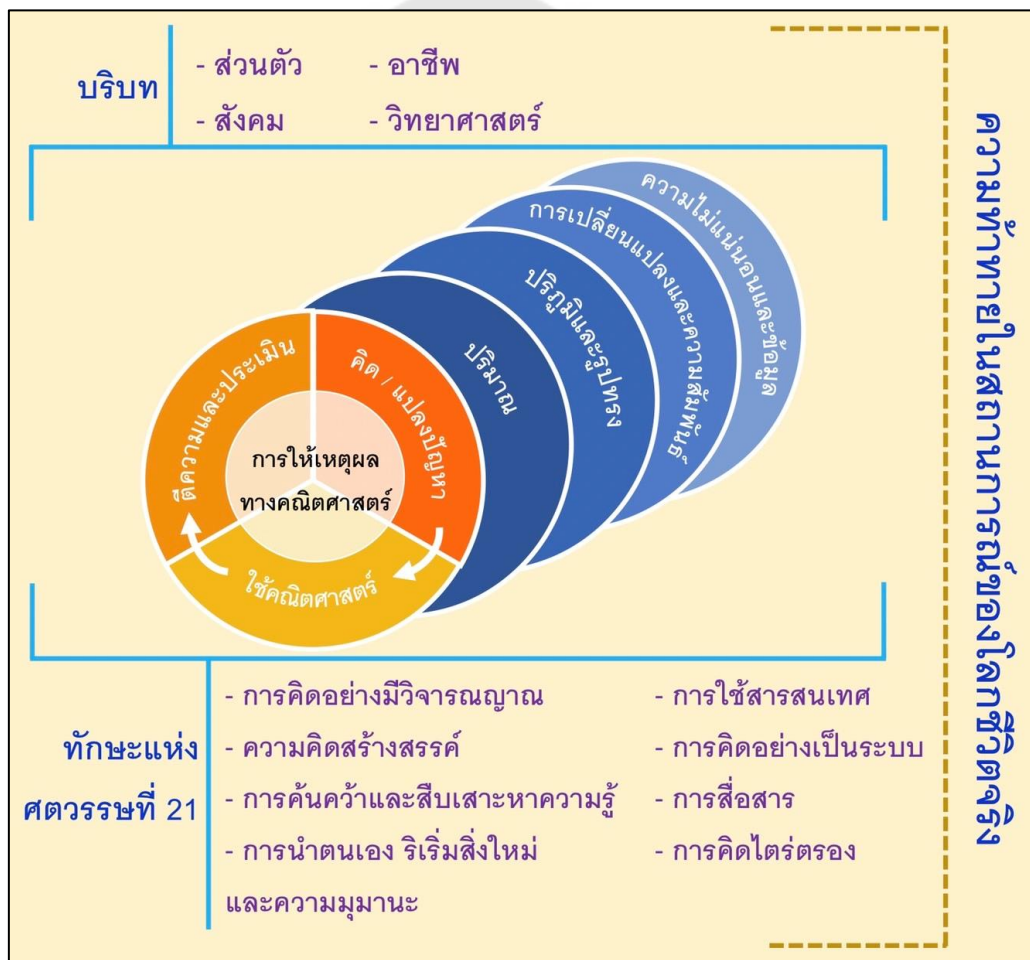


ภาพประกอบ 2 แบบจำลองความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในทางปฏิบัติตามกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ PISA 2012 2015 และ 2018

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 37)

ต่อมาในกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2021 (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2018, p. 8-31) ได้กำหนดขอบเขตของประเมินผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ดังนี้

1. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย การให้เหตุผลแบบนิรนัย (การอ้างเหตุผลที่มีข้อสรุปที่เป็นจริงอยู่ก่อนแล้ว หลักการหรือความรู้พื้นฐาน) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (การอ้างเหตุผลโดยอาศัยการคาดการณ์และความเป็นไปได้ของข้อมูล) กระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทชีวิตจริงเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา
2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
3. บริบท ซึ่งใช้เป็นที่ตั้งของปัญหา โดยบริบทที่ใช้จะมีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา เนื้อหาคณิตศาสตร์ บริบท และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามกรอบการประเมิน PISA 2021

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563a, น. 2)

Sumirattana Makanong & Thipkong (Sumirattana และคนอื่น ๆ, 2017, p. 308) อธิบายว่าความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มี 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ หมายถึง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และเชิงขั้นตอนวิธีการ ซึ่งต้องใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เผชิญในบริบทชีวิตจริง

1.1 ความรู้เชิงมโนทัศน์ เป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างข้อเท็จจริง บทนิยาม ทฤษฎีบท และความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

1.2 ความรู้เชิงขั้นตอนวิธีการ เป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ขั้นตอนวิธีการ ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การอ่านและการเขียนกราฟ การอ่านและการเขียนตาราง

2. สมรรถนะ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ชีวิตจริง และเข้าใจสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความสามารถต่อไปนี้

- 2.1 การทำความเข้าใจปัญหา
- 2.2 การเลือกใช้ความรู้
- 2.3 การวางแผน
- 2.4 การแก้ปัญหาและการให้เหตุผล
- 2.5 การตรวจสอบผลเฉลย

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยกำหนดให้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความสามารถ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ 2) ด้านการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และ 3) ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) 2 เรื่อง ได้แก่ 1) ปริมาณ และ 2) ปริภูมิและรูปทรง ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาในสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) แสดงดังตาราง 1 และใช้สถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครอบคลุมทั้ง 4 บริบท ได้แก่ 1) บริบทส่วนตัว 2) บริบททางการงาน อาชีพ 3) บริบททางสังคม และ 4) บริบททางวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 6-30; ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, น. 54-55)

ตาราง 1 เปรียบเทียบเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) กับสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

เนื้อหาตามแนวคิดของ OECD	เนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลาง ฯ
<p>การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) อาจประกอบด้วยหัวข้อย่อยต่าง ๆ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ฟังก์ชัน : ฟังก์ชัน (ฟังก์ชันเชิงเส้น) สมบัติ และแบบต่าง ๆ ของการบอกลักษณะและการใช้ตัวแทน ฟังก์ชันโดยทั่วไป มักใช้ตัวแทนเป็นคำบอกลักษณะ รูปสัญลักษณ์ ตาราง และกราฟหรือภาพกราฟฟิก - นิพจน์พีชคณิต : การแปลความของนิพจน์พีชคณิต และการดำเนินการทางนิพจน์พีชคณิตที่มีเรื่องของจำนวนสัญลักษณ์ การดำเนินการทางเลขคณิต กำลัง และรากอย่างง่ายมาเกี่ยวข้อง - สมการและอสมการ : สมการและอสมการเชิงเส้นและที่เกี่ยวข้อง สมการกำลังสองอย่างง่าย วิธีการหาคำตอบหรือคำตอบเชิงวิเคราะห์และที่ไม่ใช่เชิงวิเคราะห์ 	<p>สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต</p> <p>มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับ และอนุกรม และนำไปใช้</p> <p>มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้</p>
<p>ปริภูมิและรูปทรง (Space and Shape) อาจประกอบด้วยหัวข้อย่อยต่าง ๆ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบบพิกัด : การแสดงสัญลักษณ์แทน และการบอกลักษณะข้อมูล ตำแหน่ง และความสัมพันธ์ - ความสัมพันธ์ภายในและระหว่างวัตถุ รูปเรขาคณิตสองและสามมิติ : ความสัมพันธ์คงตัว อาทิ ความสัมพันธ์เชิงพีชคณิตระหว่างส่วนต่าง ๆ ของรูป(เช่น ทฤษฎีบทพีทาโกรัส) การบอกตำแหน่งเชิงสัมพัทธ์ ความคล้ายและความเท่ากันทุกประการ ความสัมพันธ์เชิงพลวัต ความสัมพันธ์แปรผันที่เกี่ยวข้องกับการแปลงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ และการสมนัยระหว่างวัตถุสองมิติและสามมิติ 	<p>สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต</p> <p>มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้</p> <p>มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

เนื้อหาตามแนวคิดของ OECD	เนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลาง ฯ
<p>- การวัด : การกำหนดปริมาณ การแสดงปริมาณ การบอกปริมาณ และลักษณะของรูปและวัตถุ เช่น ขนาดของมุม ระยะทาง ความยาว เส้นรอบรูป เส้นรอบวง พื้นที่ และปริมาตร</p>	
<p>ปริมาณ (Quantity) อาจประกอบด้วยหัวข้อย่อยต่าง ๆ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - จำนวนและหน่วย : การแสดงจำนวนและระบบจำนวน รวมถึงสมบัติของจำนวนเต็มและจำนวนตรรกยะ สมบัติที่เกี่ยวข้องของจำนวนอตรรกยะ รวมถึงปริมาณและหน่วยที่อ้างถึงสิ่งต่าง ๆ เช่น เวลา เงิน น้ำหนัก อุณหภูมิ ระยะทาง พื้นที่ และปริมาตร ตลอดจนปริมาณอนุพันธ์และการบรรยายเชิงตัวเลขของปริมาณอนุพันธ์ - การดำเนินการทางเลขคณิต : ธรรมชาติและสมบัติของการดำเนินการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และข้อตกลงทางสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้อง - ร้อยละ อัตราส่วน และสัดส่วน : การแสดงปริมาณเชิงสัมพันธ์ในรูปของจำนวน การประยุกต์ใช้สัดส่วนและการให้เหตุผลเกี่ยวกับสัดส่วนในการแก้ปัญหา - หลักการนับ : การจัดหมู่และการจัดลำดับอย่างง่าย - การประมาณค่า : การประมาณค่าตามจุดประสงค์ของปริมาณและนิพจน์เชิงจำนวน รวมถึงการเขียนเลขน้อยสำคัญและการปัดเศษ 	<p>สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต</p> <p>มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้</p> <p>มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

เนื้อหาตามแนวคิดของ OECD	เนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลาง ฯ
<p>ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data) อาจประกอบด้วยหัวข้อย่อยต่าง ๆ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การเก็บรวบรวม การนำเสนอ และการแปลความหมาย ข้อมูล : ธรรมชาติ แหล่งข้อมูล และการเก็บรวบรวมข้อมูลชนิดต่างๆ และการนำเสนอและแปลความหมายแบบต่าง ๆ - ความผันแปรของข้อมูลและการบอกถึงความผันแปร : ความผันแปร การแจกแจง แนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางของชุดข้อมูล และวิธีการบอกลักษณะและการแปลความหมายของค่าเหล่านี้ในเชิงปริมาณ - ตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่าง : กลุ่มตัวอย่างและการเลือกตัวอย่างจากข้อมูลประชากร รวมทั้งการอนุมานอย่างง่ายบนฐานข้อมูลสมบัติของกลุ่มตัวอย่าง - โอกาสและความน่าจะเป็น : ความคิดเห็นเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามโอกาสอย่างไม่มีแบบแผนการผันแปรตามโอกาส การแสดงสัญลักษณ์แทนโอกาสและความถี่ของเหตุการณ์ และความเข้าใจเบื้องต้นของกรอบความคิดเรื่องความน่าจะเป็น 	<p>สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา</p> <p>มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้</p>

1.3 แนวทางการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

De Lange (2003, p. 87-88) ได้อธิบายถึงแนวทางในการจัดการเรียนรู้สำหรับพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. จัดการเรียนรู้โดยให้เรียนรู้ในทัศนคติและแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาในบริบทที่เหมาะสม
2. ควรจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการเนื้อหาคณิตศาสตร์กับเนื้อหาอื่น ๆ และใช้สถานการณ์ที่สามารถพบได้ในชีวิตจริงมาเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์
3. จัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ และไม่เน้นเฉพาะเนื้อหาคณิตศาสตร์

สุณิสสา สุมิรัตนะ (2555, น. 163) อธิบายหลักการสำคัญของกระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ 5 ประการ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. หลักการใช้บริบทชีวิตจริงและการเข้าใจปัญหา เป็นการเริ่มต้นจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์หรือปัญหาชีวิตจริง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ดีและเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

2. หลักการคิดค้นคณิตศาสตร์และการสร้างความรู้ เป็นการเน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ช่วยสร้างองค์ความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถค้นพบความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ

3. หลักการใช้วิธีแก้ปัญหที่สร้างขึ้นเองจากการประเมินสถานการณ์ปัญหา เป็นเน้นให้ผู้เรียนประเมินสถานการณ์ของปัญหา เพื่อสร้างและพัฒนาแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งอาจเริ่มจากตัวอย่างง่ายแล้วพัฒนาไปเป็นตัวอย่างที่ซับซ้อนขึ้น

4. หลักการมีปฏิสัมพันธ์และสื่อสารแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกับผู้อื่น เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้อภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการตรวจสอบและพัฒนาความคิดเชิงคณิตศาสตร์

5. หลักการประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาที่หลากหลาย เป็นการเปิดโอกาสและกระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีที่หลากหลาย ซึ่งต้องเลือกใช้ยุทธวิธีโดยพิจารณาตามลักษณะของแต่ละปัญหา

สมบัติ ท้ายเรือคำ และคนอื่น ๆ (2559, น. 16) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ต้องไม่จำกัดอยู่เฉพาะหัวข้อหรือเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรเท่านั้น จะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับโลกของความจริง ซึ่งไม่ใช่การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้เพียงเล็กน้อย แต่รวมถึงการเข้าใจโลกตามความเป็นจริง สามารถนำปัญหาชีวิตจริงมาคิดในเชิงคณิตศาสตร์ สามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและแปลงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปตอบปัญหาชีวิตจริง

รุ่งทิภา บุญมาโตน และคนอื่น ๆ (2561, น. 52) ได้อธิบายว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของผู้เรียนนั้น ควรเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสัมพันธ์และสอดคล้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ ในบริบทชีวิตจริง และควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับ

ชีวิตจริง และช่วยให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้นอกจากนี้ยังต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทชีวิตจริง และลงมือค้นหาคำตอบของปัญหานั้นด้วยตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดและการแก้ปัญหา ตลอดจนตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์มากขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563, น. 4) ได้เสนอว่า ควรจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การคิดเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์ร่วมกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่จำเป็นต้องจัดการเรียนรู้เฉพาะในชั้นเรียน แต่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ในชีวิตจริง สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมหรือแบบฝึกหัดที่เสริมสร้างทักษะการคิดเชิงคำนวณช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกการคิดไตร่ตรอง การคาดคะเน การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้ นอกจากนี้ควรพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของผู้เรียน โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลในการโต้แย้งหรือสนับสนุนแนวคิดหรือวิธีการต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์จะต้องไม่จำกัดอยู่เพียงเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรและการเรียนรู้ในห้องเรียน แต่ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ได้เรียนรู้ผ่านสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือบริบทที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ฝึกคิดและสร้างวิธีการแก้ปัญหาขึ้นเองจากการประเมินสถานการณ์ปัญหา ฝึกแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจนกลายเป็นทักษะที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ตลอดจนสนับสนุนให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและสนับสนุนหรือโต้แย้งด้วยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล

1.4 แนวทางการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 36) อธิบายถึงกรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ OECD/PISA ว่าเน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้และเผชิญกับปัญหาชีวิตจริงได้ดีเพียงใด โดยมีองค์ประกอบ 3 ด้าน ดังนี้

1. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะอธิบายสิ่งที่นักเรียนแต่ละคนคิดและทำในการเชื่อมโยงบริบทของปัญหากับคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา
2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา
3. สถานการณ์หรือบริบท ซึ่งเป็นที่ตั้งของปัญหาและสอดคล้องกับชีวิตจริง

สุณิสสา สุมิรัตนะ (2555, น. 42) ได้อธิบายว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สามารถประเมินได้โดยการมอบหมายงานที่แสดงถึงหลักฐานของการใช้งานความรู้ทางคณิตศาสตร์ ใช้สถานการณ์หรือปัญหาในชีวิตจริงเพื่อให้นักเรียนได้คิด ใช้เหตุผล และแก้ปัญหา ทั้งนี้ สถานการณ์หรือปัญหาควรมีลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ 1) เป็นจริง (authentic) 2) ซับซ้อน (intricate) 3) น่าสนใจ (interesting) และ 4) มีอิทธิพล (powerful) เพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าและ การใช้งานคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง ทั้งนี้เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้จะต้องครอบคลุมถึงสถานการณ์หรือปัญหาที่ผู้เรียนมีโอกาสพบเห็นได้ในชีวิตจริง ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อเป็นเครื่องมือในการทำ ความเข้าใจปัญหา จัดการกับปัญหา และแก้ปัญหา

นอกจากนี้ สุณิสสา สุมิรัตนะ (2555, น. 105-106) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (ด้านสมรรถนะ) ดังตาราง 2

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ สุณิสสา สุมิรัตนะ (2555)

1. การทำความเข้าใจปัญหา	
	การระบุสิ่งที่โจทย์ถาม และสิ่งที่โจทย์กำหนด
2 คะแนน	ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม และสิ่งที่โจทย์กำหนดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
1 คะแนน	ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม และสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องบางส่วน ไม่ครบถ้วน
0 คะแนน	ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม และสิ่งที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม และสิ่งที่โจทย์กำหนด
2. การวางแผนการแก้ปัญหา	
	การเลือกใช้หมโนทัศน์ และขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์
2 คะแนน	เลือกใช้หมโนทัศน์ และขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม
1 คะแนน	เลือกใช้หมโนทัศน์ และขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ แต่ยังมีขาดประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา
0 คะแนน	เลือกใช้หมโนทัศน์ และขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้

ตาราง 2 (ต่อ)

การวางแผนทางการในการแก้ปัญหา	
2 คะแนน	ระบุแนวทาง/ขั้นตอน/วิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
1 คะแนน	ระบุแนวทาง/ขั้นตอน/วิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ แต่ยังขาดประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา
0 คะแนน	ระบุแนวทาง/ขั้นตอน/วิธีการในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ไม่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้
3. การดำเนินการแก้ปัญหา	
การแสดงวิธีการแก้ปัญหา	
2 คะแนน	แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีร่องรอยแนวทางการแก้ปัญหาที่ชัดเจน นำไปสู่การได้คำตอบที่ถูกต้อง
1 คะแนน	แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือแก้ปัญหาไม่สำเร็จ แต่มีร่องรอยแนวทางการดำเนินการที่นำไปสู่การแก้ปัญหา
0 คะแนน	แสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ไม่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหา หรือไม่มีร่องรอยแนวทางการแก้ปัญหา
หรือ การอธิบายและแสดงเหตุผล	
2 คะแนน	อธิบายและแสดงเหตุผลเพื่อตอบปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน และสมเหตุสมผล
1 คะแนน	อธิบายและแสดงเหตุผลเพื่อตอบปัญหาได้ถูกต้องและสมเหตุสมผล เพียงบางส่วน แต่ไม่ครบถ้วน
0 คะแนน	อธิบายและแสดงเหตุผลเพื่อตอบปัญหาไม่ถูกต้อง ขาดความสมเหตุสมผล หรือไม่มีการอธิบายและแสดงเหตุผล
4. การตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของคำตอบ	
การตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของคำตอบ	
2 คะแนน	คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน และสมเหตุสมผล มีร่องรอยการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ชัดเจน

ตาราง 2 (ต่อ)

1 คะแนน	คำตอบถูกต้อง และสมเหตุสมผลเพียงบางส่วน ไม่ครบถ้วน มีร่องรอยการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ แต่ไม่ชัดเจน
0 คะแนน	คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดความสมเหตุสมผล หรือไม่ปรากฏคำตอบของปัญหา ไม่มีร่องรอยแสดงการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง ซึ่งมีซับซ้อน น่าสนใจ และแสดงให้เห็นคุณค่าและการใช้งานคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 1999, p. 46) ได้ให้ความหมายว่าการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เป็นการจัดการต่อความจริงที่รับรู้ผ่านการใช้แนวคิดและมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

กิติโรจน์ ปัทมทรนทกะ วิชัย เสวกงาม และอัมพร ม้าคนอง (2563, น. 25) อธิบายว่า กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการหนึ่งที่ใช้ในการจัดโครงสร้างของสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงให้เป็นตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์สำหรับนำมาใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในบริบทชีวิตจริง โดยพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลตามความเป็นจริงและความถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์

แพรวไหม สามารถ (2555, น. 10) และทรงยศ สกุลยา (2561, น. 15) ได้ให้ความหมายของกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ไว้ในทำนองเดียวกันว่า หมายถึง กระบวนการในการคิดโดยนำสถานการณ์หรือสร้างตัวแบบจากชีวิตจริงไปสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคำตอบที่ได้ย้อนกลับไปตอบปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง

สรุปได้ว่า การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้แนวคิดและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการจัดการโครงสร้างของสถานการณ์ชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ แก้ปัญหาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ แล้วนำผลเฉลยที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์ชีวิตจริง โดยคำนึงถึงความถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ และความสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของความเป็นจริง

2.2 องค์ประกอบของการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 1999, p. 46) อธิบายเกี่ยวกับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ว่าประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์แนวนอน (horizontal mathematisation) เป็นการจัดการโดยใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีในการค้นพบแบบแผน ความสัมพันธ์ และโครงสร้างที่ไม่รู้จัก ซึ่งเป็นกระบวนการแปลงโลกความจริงไปสู่โลกคณิตศาสตร์ เกี่ยวข้องกับกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- 1.1 การระบุถึงคณิตศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงในบริบททั่วไป
- 1.2 การวางแผน
- 1.3 การกำหนดสูตรและการนิยามปัญหา
- 1.4 การค้นหาความสัมพันธ์และแบบแผน
- 1.5 การตระหนักรู้ถึงความเหมือนระหว่างปัญหาที่แตกต่างกัน

2. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์แนวตั้ง (vertical mathematisation) เป็นการทำงานเกี่ยวกับปัญหาที่อยู่ในโลกคณิตศาสตร์และใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา เกี่ยวข้องกับกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

- 2.1 การนำเสนอตัวแทนของความสัมพันธ์ด้วยสูตร
- 2.2 พิสูจน์ความถูกต้องของแบบแผน
- 2.3 การพัฒนาและปรับปรุงตัวแบบ
- 2.4 การรวมกันและการบูรณาการตัวแบบ
- 2.5 การทำให้อยู่ในรูปทั่วไป

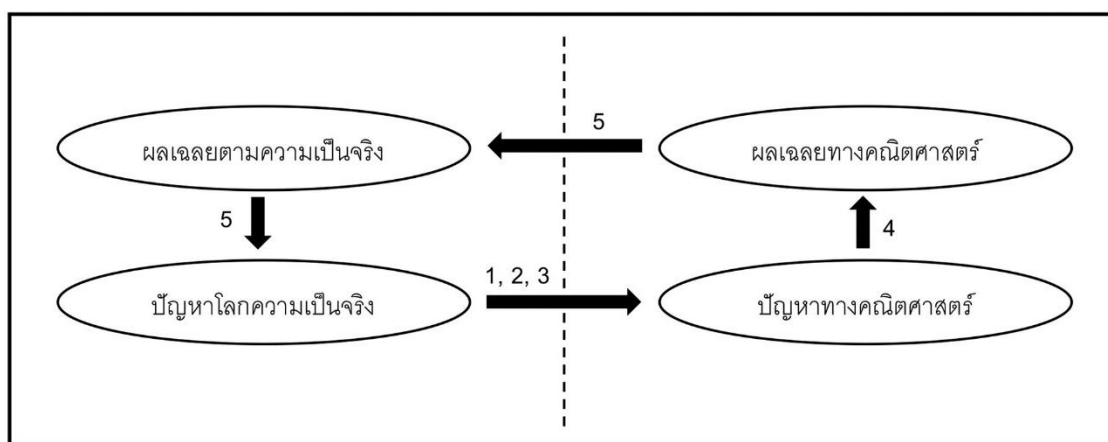
Cambridge Mathematics (2019, p.1-2) ได้อธิบายว่าการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มี 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์แนวนอน เป็นการเข้าใจคณิตศาสตร์จากชีวิตจริง ไปสู่การคิดเชิงสัญลักษณ์ ประกอบด้วย การใช้เครื่องมือต่าง ๆ (using tools) การสกัดข้อมูลที่มีความสำคัญ (extracting important information) กลยุทธ์ที่ไม่เป็นทางการ (informal strategies)

2. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์แนวตั้ง เป็นการเข้าใจคณิตศาสตร์ภายในการคิดเชิงสัญลักษณ์ ประกอบด้วย การจัดระบบใหม่ (reorganising) การบูรณาการ (integrating) การคิดวิธี/แปลง (formulating) และการแปลข้อมูลไปสู่ภาษาทางคณิตศาสตร์ (translating information into mathematical language)

2.3 กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2009, p. 105-106) ได้อธิบายว่า กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพประกอบ 4 กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ OECD (2009)

ตาราง 3 กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ตามแนวคิด OECD (2009)

ขั้นตอน	ตัวอย่างกิจกรรม
1. เริ่มต้นด้วยปัญหาในสถานการณ์ตามความเป็นจริง	- ระบุคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในชีวิตจริง
2. จัดการสถานการณ์ปัญหาตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และระบุสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์	- แสดงปัญหาในรูปแบบที่หลากหลาย รวมไปถึงการจัดระเบียบปัญหาที่สัมพันธ์กับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
3. ค่อย ๆ ตัดความเป็นจริงออกไปด้วยกระบวนการ เช่น การสร้างข้อสมมติ การทำให้อยู่ในรูปทั่วไป และ การทำให้อยู่ในรูปที่เป็นทางการ กระบวนการเหล่านี้จะทำให้เกิดลักษณะเฉพาะทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ และแปลงรูปแบบของปัญหาโลกความจริงไปสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงการเป็นตัวแทนที่สอดคล้องกับความเป็นจริงของสถานการณ์	<p>และสร้างข้อสมมติที่เหมาะสม</p> <p>- การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างภาษาของปัญหากับภาษาสัญลักษณ์ และภาษาที่เป็นทางการที่จำเป็นเพื่อให้เข้าใจอย่างเป็นคณิตศาสตร์</p> <p>- การหาความสัมพันธ์และแบบรูป</p> <p>- การจำได้ถึงแง่มุมที่เหมือนกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหน้า</p> <p>- การแปลงปัญหาไปสู่คณิตศาสตร์ เช่น ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์</p>
4. แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินการภายในคณิตศาสตร์โดยใช้มโนทัศน์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	<p>- การใช้และสับเปลี่ยนระหว่างตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์</p> <p>- การใช้ภาษาทางเทคนิค ภาษาทางการ ภาษาสัญลักษณ์ และการดำเนินการ</p> <p>- การขัดเกลาและปรับเปลี่ยนตัวแบบทางคณิตศาสตร์ การรวมและการบูรณาการตัวแบบ</p> <p>- การโต้แย้ง</p> <p>- การทำให้อยู่ในรูปทั่วไป</p>

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอน	ตัวอย่างกิจกรรม
5. ทำให้ผลเฉลยทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผลในสถานการณ์จริง รวมถึงระบุข้อจำกัดของผลเฉลยนั้น ขั้นนี้เกี่ยวข้องกับ การสะท้อนถึงกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และคำตอบ ต้องแปลความหมายของคำตอบโดยใช้เจตคติเชิงวิจารณ์ญาณ และตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการทั้งหมด	<ul style="list-style-type: none"> - การเข้าใจถึงระดับและข้อจำกัดของ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ - สะท้อนคิดเกี่ยวกับข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ การอธิบายและการ ตัดสินผลลัพธ์ - การสื่อสารเกี่ยวกับกระบวนการและ ผลเฉลย - การวิพากษ์เกี่ยวกับตัวแบบและ ข้อจำกัด

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552, น. 5-6) ได้อธิบายว่า การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. เริ่มต้นด้วยปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง
2. จัดการปัญหาโดยใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
3. ค่อย ๆ ตัดความเป็นจริงออกไปในขณะที่ดำเนินกระบวนการคิด เช่น พิจารณาว่าส่วนไหนของปัญหาเป็นส่วนสำคัญที่สุดที่ต้องคิดออกมาในรูปคณิตศาสตร์
4. แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. ทำให้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความหมายเมื่ออยู่ในบริบทชีวิตจริง

แพรวไหม สามารถ (2555, น. 16-17) ได้อธิบายว่า กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเสนอปัญหาในชีวิตจริง เป็นการแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีการระบุแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น แสดงปัญหาในรูปแบบที่แตกต่างไป และระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่สอดคล้องเหมาะสมกับปัญหา
2. ขั้นมองปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ เป็นการจัดการกับปัญหาให้อยู่ในรูปแบบตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างภาษาของปัญหาในชีวิตจริงกับภาษา สัญลักษณ์ และกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนพยายามค้นหา

ความสัมพันธ์และแบบรูปทางคณิตศาสตร์จากปัญหา จึงเป็นการพิจารณาลักษณะของปัญหานั้น ในเชิงคณิตศาสตร์

3. ชั้นแปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการค่อย ๆ ตัดข้อเท็จจริงที่เป็นปัญหาในชีวิตจริงออกไป โดยให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้ามาเชื่อมโยงกับปัญหา ซึ่งอาจมีการสร้างข้อตกลงเบื้องต้นและหาข้อสรุปเพื่อแปลงปัญหาให้เป็นโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นการมองปัญหาในรูปคณิตศาสตร์ล้วน ๆ เพื่อสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

4. ชั้นแก้ปัญหามathematics เป็นการใช้สัญลักษณ์ กฎเกณฑ์ ภาษาและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา มีการปรับตัวแบบให้เหมาะสมกับปัญหาจนได้คำตอบของปัญหา

5. ชั้นสะท้อนคิด เป็นการแปลงผลจากการแก้ปัญหามathematics กลับไปสู่ปัญหาในสถานการณ์ของชีวิตจริง รวมถึงการระบุข้อจำกัดของการแก้ปัญหานั้น ๆ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์ถึงผลที่ได้ และข้อจำกัดจากการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา รวมถึงมีการวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของตัวแบบที่ใช้ในการแก้ปัญหามathematics

ทรงยศ สกุลยา (2561, น. 22) ได้อธิบายว่า กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นแสดงปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง เป็นการแปลงปัญหาจากความเป็นจริงไปเป็นปัญหามathematics มีการระบุข้อมูล หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ได้กับปัญหาหรือสถานการณ์นั้น จัดแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่สอดคล้องและเหมาะสมกับปัญหา

2. ชั้นมองปัญหาตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นการพิจารณาปัญหาให้อยู่ในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทำความเข้าใจและสร้างความสัมพันธ์ระหว่างภาษาของปัญหาในชีวิตจริงกับภาษา สัญลักษณ์ และกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนค้นหารูปแบบ ความสัมพันธ์ และแบบรูปของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

3. ชั้นแปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหามathematics เป็นการตัดข้อเท็จจริงที่เป็นปัญหาในชีวิตจริงออกไปก่อน โดยนำคณิตศาสตร์เข้ามาเชื่อมโยงกับปัญหา เช่น การสร้างข้อตกลงเบื้องต้น การทำให้เป็นโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การลงข้อสรุป เป็นต้น เพื่อแปลงปัญหาให้เป็นโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. **ขั้นแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์** เป็นการใช้สัญลักษณ์ กฎ ภาษาเฉพาะทาง และการทำโจทย์คณิตศาสตร์ มีการใช้ ปรับตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ผสานและบูรณาการตัวแบบ รวมทั้งให้ความเห็น สนับสนุน ได้แย้ง และสรุปการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จนได้คำตอบของปัญหา

5. **ขั้นสะท้อนปัญหาสู่ชีวิตจริง** เป็นการแปลผลจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กลับเป็นปัญหาของสถานการณ์ชีวิตจริง การระบุข้อจำกัดของการแก้ปัญหานั้น ๆ โดยร่วมกันคิด วิเคราะห์ อภิปราย และสะท้อนผล ได้แย้ง และหาคำอธิบายถึงผลการแก้ปัญหานั้น รวมถึงการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สามารถนำแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหานั้นไปใช้ในชีวิตจริง

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มี 2 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์แนวนอน เป็นการใช้ความรู้และทักษะเพื่อค้นหาแบบแผนหรือความสัมพันธ์ เพื่อแปลงสถานการณ์ชีวิตความจริงไปสู่การคิดเชิงคณิตศาสตร์หรือสัญลักษณ์ และ 2) การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์แนวตั้ง เป็นการใช้ความรู้และแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดให้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยดัดแปลงจากแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ดังนี้

ขั้นที่ 1 **เผชิญปัญหาชีวิตจริง** เป็นการเผชิญสถานการณ์ในชีวิตจริง แล้วพบประเด็นที่ต้องการคำอธิบายหรือพบข้อสงสัยที่ต้องการคำตอบ

ขั้นที่ 2 **จัดการปัญหาชีวิตจริงให้สอดคล้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์** เป็นการระบุประเด็นคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาชีวิตจริง และพิจารณาเพื่อหาส่วนสำคัญของสถานการณ์ในชีวิตจริง

ขั้นที่ 3 **แปลงปัญหาชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์** เป็นการสร้างข้อสมมติเพื่อตัดความเป็นจริงบางอย่างของปัญหาชีวิตจริงออกไป ใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอปัญหาชีวิตจริงตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อแปลงปัญหาชีวิตให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 **แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** เป็นการใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการสนับสนุนและโต้แย้งแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 5 ตอบปัญหาชีวิตจริง เป็นการนำผลเฉลยทางคณิตศาสตร์ไปใช้อธิบาย ปัญหาชีวิตจริง พิจารณาความสมเหตุสมผลของผลเฉลยทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ชีวิตจริง พร้อมทั้งระบุข้อจำกัดของผลเฉลยนั้น

2.4 การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

แพรวไหม สามารถ (2555, น. 38-39) ได้ออกแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นเตรียมความพร้อม

ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยการใช้คำถาม จากนั้นครูเร้าความสนใจนักเรียน โดยการสนทนาเกี่ยวกับประเด็นเนื้อหาที่เรียน เพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เสนอปัญหาในชีวิตจริง

ครูนำเสนอปัญหาในชีวิตจริง จากนั้นให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจกับปัญหา แล้วครูใช้แนวคำถามเพื่อให้นักเรียนระบุแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่สอดคล้องเหมาะสมกับปัญหา รวมทั้งให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการแสดงปัญหาในรูปแบบที่ต่างออกไป

ขั้นที่ 2 มองปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

เป็นการจัดการข้อมูลของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบตามแนวคิดของคณิตศาสตร์ โดยครูใช้แนวคำถามเพื่อให้นักเรียนชี้ถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา จากการให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างภาษาของปัญหาในโลกจริงกับภาษาสัญลักษณ์ สูตร กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 แปลงปัญหาโลกจริงเป็นปัญหาคณิตศาสตร์

เป็นการค่อยๆ ตัดข้อที่จริงที่เป็นปัญหาในโลกจริงออกไปก่อน โดยครูใช้แนวคำถามเพื่อให้นักเรียนนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้ามาเชื่อมโยงกับปัญหา เช่น การสร้างข้อตกลงเบื้องต้น การทำให้เป็นโจทย์คณิตศาสตร์ การลงข้อสรุป แปลงปัญหาให้เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการให้นักเรียนมองปัญหาในรูปคณิตศาสตร์ล้วน เพื่อให้นักเรียนสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ครูให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาจากตัวแบบคณิตศาสตร์แล้วเลือกนักเรียนออกมาแก้ปัญหาหน้าชั้น จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการกระบวนการแก้ปัญหา การใช้

และการแสดงแทนเปลี่ยนกลับไปมาการใช้สัญลักษณ์ กฎ ภาษาเฉพาะทาง และการปรับตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ผสมผสานและบูรณาการตัวแบบให้มองเห็น สันนิษฐาน ได้แย้ง และสรุปการแก้ไขโจทย์

ขั้นที่ 5 สะท้อนคิด

เป็นการแปลผลจากการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้กลับเป็นปัญหาในชีวิตจริง ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบในบริบททางคณิตศาสตร์ และปัญหาในสถานการณ์ของชีวิตจริง รวมทั้งให้นักเรียนวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของตัวแบบที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นสรุปและสะท้อนความคิด

ครูใช้การถามตอบเพื่อให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้และให้ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเป็นการบ้าน

ทรงยศ สกุลยา (2561, น. 7-8) ได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นแสดงปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง

นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน ศึกษาสถานการณ์ปัญหาในใบสถานการณ์ที่ครูจัดเตรียมไว้ โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษา และทำความเข้าใจ รวมทั้งระบุข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในสถานการณ์ปัญหานั้น จัดแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องสอดคล้องและเหมาะสมกับปัญหา แล้วตอบคำถามในใบสถานการณ์ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจภายในกลุ่ม และเลือกใช้ประเด็นคำถามในการร่วมอภิปรายภายในชั้นเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นมองปัญหาตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยทำความเข้าใจและเลือกข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่จำเป็นที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนด รวมทั้งสร้างความสัมพันธ์ระหว่างภาษาของปัญหาในชีวิตจริงกับภาษาสัญลักษณ์ และกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ แล้วตอบคำถามในใบสถานการณ์ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจภายในกลุ่ม และเลือกใช้ประเด็นคำถามในการร่วมอภิปรายภายในชั้นเรียน พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยอาจเดินสำรวจการทำงานกิจกรรมของนักเรียน และให้คำแนะนำหรือกระตุ้นโดยใช้คำถามให้เกิดการคิดกับกลุ่มนักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นแปลงปัญหาในชีวิตจริงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยตัดข้อเท็จจริงที่เป็นปัญหาในชีวิตจริงออกไปก่อน โดยนำคณิตศาสตร์เข้ามาเชื่อมโยงกับปัญหา เพื่อแปลงปัญหาให้เป็นโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วตอบคำถามในใบสถานการณ์ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันระดมสมองและเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่ม และเลือกใช้ประเด็นคำถามในการร่วมอภิปรายภายในชั้นเรียน พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกระหว่างการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาให้ความเห็น สนับสนุน ได้แย้งและตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหและระบุเหตุผลที่เหมาะสม เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์จนได้คำตอบของปัญหา พร้อมทั้งแสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้ แล้วตอบคำถามในใบสถานการณ์โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยเดินสำรวจการทำกิจกรรมกลุ่ม และกระตุ้นโดยใช้คำถามให้เกิดการคิด

ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนปัญหาสู่ชีวิตจริง

นักเรียนนำเสนอผลการแก้ปัญหา และอธิบายถึงผลการแก้โจทย์ปัญหาหน้าชั้นเรียนรวมทั้งแปลผลจากการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้กลับเป็นปัญหาในสถานการณ์ของชีวิตจริงโดยมีครูเปิดประเด็นคำถามเพื่อให้เพื่อนนักเรียนร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็น และสะท้อนผลรวมทั้งยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สามารถนำแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหามาใช้ได้ในชีวิตจริง พร้อมทั้งบันทึกผลลงในใบสถานการณ์

กิติโรจน์ ปัทมรนนทกะ และคนอื่น ๆ (2563, น. 27) ได้อธิบายหลักการของกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ไว้ 5 ประการ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับบริบทในชีวิตจริง สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้โดยการแปลงให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์
2. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการโครงสร้างของสถานการณ์ในชีวิตจริง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และตัวแทนทางความคิด เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และนำไปสู่การค้นพบความสัมพันธ์ด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการสร้างตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์

3. การใช้คำอธิบายเชิงคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตจริง อาจไม่ได้จำกัดแค่เพียงการใช้จำนวนหรือปริมาณที่ได้จากการคำนวณ แต่ยังต้องอธิบายถึงที่มา และความเป็นไปได้ของผลสรุปบนพื้นฐานของความเป็นจริง โดยใช้การตีความข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ และการประเมินความสมเหตุสมผลของการอธิบายสถานการณ์ด้วยตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์

4. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ตามแนวนอน เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์อย่างไม่เป็นทางการในการอธิบายหรือหาคำตอบจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง ควรเลือกใช้สถานการณ์ตามความเป็นจริงที่เหมาะสมสำหรับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ตามแนวนอน

5. การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ตามแนวตั้ง เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายและเปรียบเทียบสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีโครงสร้างใกล้เคียงหรือคล้ายกับสถานการณ์เดิมที่เคยพบ โดยสร้างตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ขึ้นและพัฒนาอย่างเป็นแบบแผน การจัดการเรียนรู้ควรมีการนำเสนอวิธีการและเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายเพื่อใช้ในการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ตามแนวตั้ง

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงขั้นตอนของกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จากแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เผชิญปัญหาชีวิตจริง

ครูนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตจริง และตั้งประเด็นที่ต้องการคำอธิบายหรือตั้งข้อสงสัยที่ต้องการคำตอบ แล้วกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง

ขั้นที่ 2 จัดการปัญหาชีวิตจริงให้สอดคล้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ครูตั้งประเด็นคำถามและกระตุ้นให้นักเรียนระบุแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาชีวิตจริง และหาส่วนสำคัญของสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ต้องคิดออกมาในรูปคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 แปลงปัญหาชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ครูตั้งประเด็นคำถามและกระตุ้นให้นักเรียนสร้างข้อสมมติเพื่อตัดความเป็นจริงบางอย่างของปัญหาชีวิตจริงออกไป ใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอปัญหาชีวิตจริงตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อแปลงปัญหาชีวิตให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ครูให้นักเรียนลงมือหาคำตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ รวมถึงใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสนับสนุนและโต้แย้งแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 5 ตอบปัญหาชีวิตจริง

ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนนำคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้อธิบายปัญหาชีวิตจริง ครูกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ชีวิตจริง พร้อมทั้งตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนระบุข้อจำกัดของคำตอบนั้น

ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

3.1.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Haara, Bolstad, & Jenssen (2017) ได้ศึกษาเพื่อเกี่ยวกับงานวิจัยด้านความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน ซึ่งมุ่งเน้นที่ขอบเขตความสนใจในงานวิจัยที่เป็นโครงการเชิงประจักษ์ และวิธีการสอนเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ทั้งนักวิจัยและครูไม่มั่นใจเกี่ยวกับวิธีในการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์โดยตรงด้วยวิชาคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียวไม่ประสบความสำเร็จ และสอนเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ต้องใช้วิธีการสอนคณิตศาสตร์ที่ไม่ใช่แบบดั้งเดิม และงานวิจัยที่ยังเป็นที่ต้องการเพิ่ม คือ งานวิจัยเชิงคุณภาพ เช่น การศึกษาในชั้นเรียนที่เน้นไปที่สิ่งที่ครูควรให้ความสำคัญในเรื่องความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ตัวอย่างของแนวปฏิบัติที่ดี หรือการทำร่วมกันระหว่างครูกับนักวิจัย

3.1.2 งานวิจัยในประเทศ

สุณิสา สุมิตรณะ (2555) ได้วิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวทางการศึกษาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ซึ่งนำกระบวนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 104 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 52 คน และกลุ่มควบคุม 52 คน ผลการวิจัย พบว่า กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นมีหลักการสำคัญ ได้แก่ หลักการใช้บริบทชีวิตจริงและการเข้าใจปัญหา หลักการคิดค้นคณิตศาสตร์และการสร้างความรู้ หลักการใช้

วิธีแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นเองจากการประเมินสถานการณ์ปัญหา หลักการมีปฏิสัมพันธ์และสื่อสาร แลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกับผู้อื่น หลักการประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาที่หลากหลาย และผลการทดลองใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ พบว่า (1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้านสมรรถนะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนกลุ่มควบคุมมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในทิศทางที่ดีขึ้น

รุ่งทิภา บุญมาโต นวนิทร สุภาพ และรัชฎา วิริยะพงศ์ (2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 39 คน โรงเรียนขนาดใหญ่ ผลการวิจัย พบว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์นั้น เน้นที่การใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนในการเริ่มต้นบทเรียน การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนอภิปรายและแสดงความคิดเห็น สนับสนุนให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อค้นพบและสร้างองค์ความรู้ใหม่ การสนับสนุนให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนสร้างสถานการณ์ในบริบทใหม่ที่แตกต่างจากเดิม ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

มะลิวรรณ งามยิ่ง (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิผลของหลักสูตร เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจงอย่างมีจุดมุ่งหมาย ผลการวิจัยพบว่า (1) องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก 10 องค์ประกอบย่อย และ 10 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 เนื้อหาคณิตศาสตร์ มี 2 องค์ประกอบย่อย 2 ตัวบ่งชี้ องค์ประกอบที่ 2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มี 4 องค์ประกอบย่อย 4 ตัวบ่งชี้ องค์ประกอบที่ 3 สถานการณ์/บริบทมี 4 องค์ประกอบย่อย 4 ตัวบ่งชี้ (2) หลักสูตรความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ประกอบด้วยเอกสาร 2 ชุด ได้แก่

เอกสารหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร ผลการประเมินประสิทธิภาพในด้านความเหมาะสมของหลักสูตรและความสอดคล้องขององค์ประกอบในหลักสูตรพบว่าหลักสูตรมีความเหมาะสมในระดับมากและองค์ประกอบของหลักสูตรมีความสอดคล้องกัน (3) ประสิทธิภาพของหลักสูตรความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาพบว่านักเรียนมีผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์จากการบันทึกผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนของทุกหน่วยการเรียนรู้เฉลี่ยในระดับดี จากการทดสอบหลังเรียนโดยแบบทดสอบปรนัยกว่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.46 ซึ่งมีค่ามากกว่าคะแนนจุดตัด (6.00) และผลการประเมินความพึงพอใจต่อหลักสูตรอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเฉลี่ย 4.75 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.73

3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

3.2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

DENİZ & UYGUR-KABAEEL (2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ความชัน โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (RME) กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงตามผลจากแบบทดสอบปลายเปิด โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้จากแบบทดสอบปลายเปิด แบบบันทึกของผู้วิจัย ชิ้นงานของรายบุคคลและเป็นรายกลุ่ม และการสัมภาษณ์ ซึ่งจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการเปลี่ยนแปลงระหว่างตัวแทนความคิดต่าง ๆ และการพัฒนาตัวแบบของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่ใช้ในอธิบายและคำนวณความชัน เกิดขึ้น 3 ระยะ ดังนี้ 1) เครื่องมือในการแปลความหมายโดยอ้างอิงบริบท 2) เครื่องมือเชิงกายภาพเพื่อใช้คำนวณความชัน และ 3) เครื่องมือในการคิดที่ทำให้ไม่จำเป็นต้องแสดงตัวแทนความคิดในเชิงกายภาพอีกต่อไป

Lestariningsih, Amin, Lukito, & Lutfianto (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 4 คน ในการแก้ปัญหาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์โดยใช้เนื้อหา เรื่อง ปริภูมิและรูปทรง ซึ่งงานวิจัยเชิงบรรยายโดยใช้ระเบียบวิธีเชิงคุณภาพ เก็บข้อมูลโดยการให้แก้ปัญหาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริภูมิและรูปทรง และการสัมภาษณ์ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การศึกษาระบบการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนด การใช้งาน การแปลความหมาย และการประเมินผล ผลการวิจัย พบว่าการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ของนักศึกษาในการแก้ปัญหาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริภูมิและรูปทรง มีดังนี้ 1) มีการกำหนดปัญหาเชิงบริบทให้เป็นปัญหาคณิตศาสตร์โดย

การบรรยายเป็นคำพูด ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เข้าใจ และสร้างตัวแบบที่เหมาะสม
 2) มีการสร้างหรือใช้วัตถุทางคณิตศาสตร์ โดยทางตรง (ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ และวิธีการ) และทางอ้อม (การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์) เพื่อให้ได้ผลเฉลยทางคณิตศาสตร์ 3) มีการสรุปผลลัพท์ที่ได้จากการดำเนินการ และ 4) มีการระบุว่าผลเฉลยทางคณิตศาสตร์ที่ได้มานั้นถูกต้อง โดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ของนักศึกษาเป็นกระบวนการหลักในการแก้ปัญหาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริภูมิและรูปทรง

3.2.2 งานวิจัยในประเทศ

แพรวไหม สามารถ (2555) ได้วิจัยเพื่อศึกษาการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดอนจานวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 37 คน ซึ่งผลการวิจัย พบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนแตกต่างกัน โดยหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียน และระหว่างเรียนดีกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์มีพัฒนาการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่ขึ้นตามลำดับ

ทรงยศ สกุลยา (2561) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 44 คน พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนแสดงปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง ขั้นจัดให้อยู่ในรูปแบบตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ขั้นแปลงปัญหาให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และขั้นแปลผลการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์กลับเป็นปัญหาในชีวิตจริง นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์มีทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฑามาส ใจชัยชาญ และ วิเชียร อัมรังโสติสกุล (2562) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยมีอย่างจำนวน 27 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัย พบว่า 1) ทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเรียนเพิ่มขึ้น และ

2) ทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิติโรจน์ บัณฑิตนันทกะ และคนอื่น ๆ (2563) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง (RME) เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 1 ห้อง และกลุ่มทดลอง 1 ห้อง ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 เชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริงกับโลกคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 2 ออกแบบแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 พัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้เป็นทางการ และขั้นที่ 4 การสะท้อนคิดสู่ชีวิตจริง ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในทิศทางที่ดีขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ ศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และ พฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้น ซึ่งผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยมี ขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย
2. การกำหนดกรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็น คณิตศาสตร์
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ได้มาจากการเลือกโดยอาสาสมัคร (volunteer sampling) โดยผู้วิจัยรับสมัคร นักเรียนที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมในการวิจัยครั้งนี้ จากนั้นใช้การสุ่มอย่างง่ายเพื่อให้ได้ กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 15 คน และเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากนักเรียนใน กลุ่มเป้าหมายที่มีทักษะการสื่อสารที่ดีและกล้าแสดงออก จำนวน 3 คน เป็นนักเรียนเป้าหมาย (target students) ในการสัมภาษณ์เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมความฉลาดรู้ ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง โดยพิจารณาจากงานเขียนในใบกิจกรรม การแสดงความคิดเห็น และการนำเสนอแนวคิดในชั้นเรียน

2. การกำหนดกรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เพื่อกำหนดกรอบ แนวคิดของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

2.1 ความมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิ และรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1) ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ 2) ด้านการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และ 3) ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

2.2 ขอบเขตของการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที ซึ่งแต่ละแผนการเรียนรู้ผู้วิจัยจะระบุนรายละเอียดต่าง ๆ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ไม่เกินชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต และสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ที่สอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) 2 เรื่อง ได้แก่ 1) ปริมาณ และ 2) ปริภูมิและรูปทรง

ในแต่ละคาบเรียนนักเรียนจะได้ใช้แนวคิดและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการจัดการโครงสร้างของสถานการณ์ชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ แก้ปัญหาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ แล้วนำผลเฉลยที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์ชีวิตจริง รวมถึงได้มีส่วนร่วมในการอภิปราย แสดงความคิดเห็น และนำเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงขั้นตอนของกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์จากแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เเชิญปัญหาชีวิตจริง ครูนำเสนอสถานการณ์ในชีวิตจริง และตั้งประเด็นที่ต้องการคำอธิบายหรือตั้งข้อสงสัยที่ต้องการคำตอบ แล้วกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงนั้น

ขั้นที่ 2 จัดการปัญหาชีวิตจริงให้สอดคล้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูตั้งประเด็นคำถามและกระตุ้นให้นักเรียนระบุแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาชีวิตจริง และหาส่วนสำคัญของสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ต้องคิดออกมาในรูปคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 แปลงปัญหาชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูตั้งประเด็นคำถามและกระตุ้นให้นักเรียนสร้างข้อสมมติเพื่อตัดความเป็นจริงบางอย่างของปัญหาชีวิตจริงออกไป ใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอปัญหาชีวิตจริงตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อแปลงปัญหาชีวิตให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูให้นักเรียนลงมือหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ รวมถึงใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสนับสนุนและโต้แย้งแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 5 ตอบปัญหาชีวิตจริง ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนนำคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้อธิบายปัญหาชีวิตจริง ครูกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ชีวิตจริง พร้อมทั้งตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนระบุข้อจำกัดของคำตอบนั้น

2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้และการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบเรียน โดยผู้วิจัยแบ่งคาบเรียนทั้งหมดเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4) ช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 5 – 7) และช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 8 – 10) ซึ่งแต่ละช่วงมีรายละเอียด ดังนี้

ช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4) คาบเรียนที่ 1 เป็นกิจกรรมสำหรับแนะนำกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาชีวิตจริงอย่างง่าย คาบเรียนที่ 2 – 3 เป็นกิจกรรมสำหรับฝึกฝนกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริง โดยนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อนำไปสู่การแปลงปัญหาชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 1 – 3) จากนั้นนักเรียนแต่ละคนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และตอบปัญหาชีวิตจริงด้วยตนเอง (ขั้นที่ 4 – 5) โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ คาบเรียนที่ 4 เป็นกิจกรรมสำหรับตรวจสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาชีวิตจริง โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง (ขั้นที่ 1) จากนั้นนักเรียนแต่ละคนดำเนินการตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ต่อด้วยตนเองเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาชีวิตจริง (ขั้นที่ 2 – 5) แล้วนำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหา

ช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 5 – 7) คาบเรียนที่ 5 – 6 เป็นกิจกรรมสำหรับฝึกฝนกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริงที่ไม่คุ้นเคย โดยนักเรียนอภิปรายร่วมกัน

เพื่อนำไปสู่การแปลงปัญหาชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 1 – 3) จากนั้นนักเรียนแต่ละคนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และตอบปัญหาชีวิตจริงด้วยตนเอง (ขั้นที่ 4 – 5) โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ คาบเรียนที่ 7 เป็นกิจกรรมสำหรับตรวจสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง (ขั้นที่ 1) จากนั้นนักเรียนแต่ละคนดำเนินการตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ต่อด้วยตนเองเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาชีวิตจริง (ขั้นที่ 2 – 5) แล้วนำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาร่วมกัน

ช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 8 – 10) คาบเรียนที่ 8 – 9 เป็นกิจกรรมสำหรับฝึกฝนกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยและซับซ้อน โดยนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อนำไปสู่การแปลงปัญหาชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ขั้นที่ 1 – 3) จากนั้นนักเรียนแต่ละคนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และตอบปัญหาชีวิตจริงด้วยตนเอง (ขั้นที่ 4 – 5) โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ คาบเรียนที่ 10 เป็นกิจกรรมสำหรับตรวจสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยและซับซ้อน โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อทำความเข้าใจปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง (ขั้นที่ 1) จากนั้นนักเรียนแต่ละคนดำเนินการตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ต่อด้วยตนเองเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาชีวิตจริง (ขั้นที่ 2 – 5) แล้วนำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาร่วมกัน

หลังจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ครบทั้ง 10 คาบเรียน จะทดสอบนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 คาบเรียน คือ คาบเรียนที่ 11 – 12 ซึ่งเป็นการทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

ตาราง 4 รายละเอียดโดยสังเขปของการจัดการเรียนรู้และการทดสอบหลังจัดการเรียนรู้

คาบเรียนที่	รายละเอียด
1	กิจกรรมค่าบริการหอสุมุด เป็นกิจกรรมสำหรับแนะนำกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยใช้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างง่าย ซึ่งเป็นปัญหาในบริบทส่วนตัว และสถานการณ์ของปัญหาเกี่ยวข้องกับกรให้คำแนะนำในการเลือกจ่ายค่าธรรมเนียมในการเข้าใช้บริการหอสุมุดเพื่อให้ประหยัดมากที่สุด โดยอาศัยข้อมูลจริงบนเว็บไซต์ของหอสุมุด

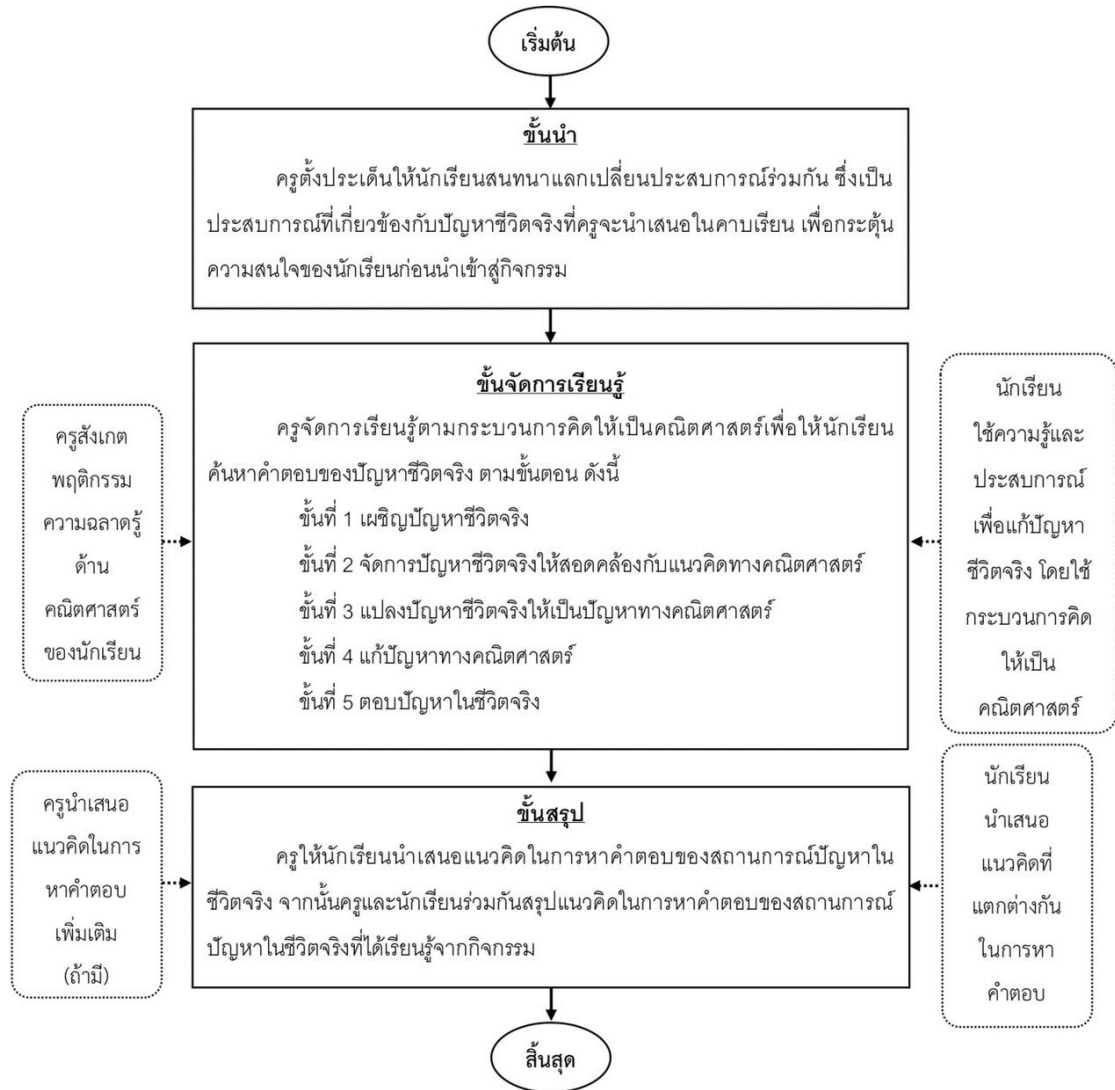
ตาราง 4 (ต่อ)

คาบเรียนที่	รายละเอียด
2	กิจกรรมกล่องใส่ช็อกโกแลต เป็นกิจกรรมสำหรับฝึกฝนกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริง ซึ่งเป็นปัญหาในบริบททางการงานอาชีพ และสถานการณ์ของปัญหาเกี่ยวข้องกับการออกแบบและคำนวณหาขนาดของกล่องใส่ช็อกโกแลตให้มีลักษณะตามที่กำหนด
3	กิจกรรมน้ำส้มคั้น เป็นกิจกรรมสำหรับฝึกฝนกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริง ซึ่งเป็นปัญหาในบริบททางการงานอาชีพ และสถานการณ์ของปัญหาเกี่ยวข้องกับการคำนวณเพื่อตั้งราคาขายน้ำส้มคั้นให้ได้กำไรตามที่กำหนด
4	กิจกรรมศูนย์บริการฉีดวัคซีน เป็นกิจกรรมสำหรับตรวจสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาชีวิตจริง โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นปัญหาในบริบททางวิทยาศาสตร์ และสถานการณ์ของปัญหาเกี่ยวข้องกับการประมาณจำนวนที่นั่งที่อาคารแห่งหนึ่งสามารถรองรับจำนวนผู้ใช้บริการฉีดวัคซีนได้ ภายใต้มาตรการการเว้นระยะห่างเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส
5	กิจกรรมกระปุกออมสินจากขวดน้ำ เป็นกิจกรรมสำหรับฝึกฝนกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริงที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งเป็นปัญหาในบริบทส่วนตัว และสถานการณ์ของปัญหาเกี่ยวข้องกับการประมาณจำนวนเงินที่สามารถออมได้เมื่อหยอดกระปุกจนเต็ม
6	กิจกรรมลานจอดรถ เป็นกิจกรรมสำหรับฝึกฝนกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริงที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งเป็นปัญหาในบริบททางสังคม และสถานการณ์ของปัญหาเกี่ยวข้องกับการออกแบบลานจอดรถและคำนวณหาจำนวนรถยนต์ที่ลานจอดรถนั้นสามารถรองรับได้ โดยอาศัยข้อมูลจากตัวอย่างขนาดของรถยนต์จริงบางยี่ห้อและบางรุ่น

ตาราง 4 (ต่อ)

คาบเรียนที่	รายละเอียด
7	กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า เป็นกิจกรรมสำหรับตรวจสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาชีวิตจริงที่ไม่คุ้นเคย โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นปัญหาในบริบทส่วนตัว และสถานการณ์ของปัญหาเกี่ยวข้องกับการวางแผนจ่ายเงินค่าสินค้าและแบ่งส่วนลดที่ได้รับจากรายการส่งเสริมการขายอย่างยุติธรรม
8	กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม เป็นกิจกรรมสำหรับฝึกฝนกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริงที่ไม่คุ้นเคยและซับซ้อน ซึ่งเป็นปัญหาในบริบททางวิทยาศาสตร์ และสถานการณ์ของปัญหาเกี่ยวข้องกับการคำนวณเพื่ออธิบายขนาดของโรงเรียนสาธิตเกษตร โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมบน Google Maps
9	กิจกรรมกระดาษห่อกล่องคุกกี้ เป็นกิจกรรมสำหรับฝึกฝนกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริงที่ไม่คุ้นเคยและซับซ้อน ซึ่งเป็นปัญหาในบริบททางการงานอาชีพ และสถานการณ์ของปัญหาเกี่ยวข้องกับการออกแบบและคำนวณขนาดของกระดาษห่อของขวัญสำหรับห่อกล่องคุกกี้ที่มีลักษณะและขนาดตามที่กำหนด
10	กิจกรรมสอยดาวระดมทุน เป็นกิจกรรมสำหรับตรวจสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาชีวิตจริงที่ไม่คุ้นเคยและซับซ้อน โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นปัญหาในบริบททางสังคม และสถานการณ์ของปัญหาเกี่ยวข้องกับการวางแผนสำหรับจัดกิจกรรมสอยดาวเพื่อให้สามารถระดมทุนได้ตามจำนวนเงินที่ตั้งเป้าหมายไว้
11	ทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบ 2 สถานการณ์ ได้แก่ สถานการณ์ร้านค้าในปั้มน้ำมัน และสถานการณ์บ่อเลี้ยงปลาตก
12	ทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบ 2 สถานการณ์ ได้แก่ สถานการณ์เครื่องชงกาแฟ และสถานการณ์ข้าวโพดปิ้ง

สำหรับการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน
ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) เครื่องมือสำหรับจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ 2) เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.1 เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที ซึ่งแต่ละแผนการเรียนรู้ผู้วิจัยจะระบุนายละเอียดต่าง ๆ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ไม่เกินชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต และสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ที่สอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) 2 เรื่อง ได้แก่ 1) ปริมาณ และ 2) ปริภูมิและรูปทรง โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายและขอบเขตของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน

3.1.2 รวบรวมสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงและปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ และเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง จากนั้นแสดงวิธีหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ โดยละเอียด

3.1.3 ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบเรียน โดยระบุนายละเอียดต่าง ๆ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยออกแบบทั้งหมด 12 แผน เพื่อคัดเลือกเหลือ 10 แผน

3.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบขึ้น พร้อมจุดมุ่งหมายและขอบเขตของการจัดการเรียนรู้ที่กำหนด เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยกำหนดระดับคะแนนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

คะแนน	+1	หมายถึง	ใช้ได้
คะแนน	0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน	-1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้

จากนั้นคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence หรือ IOC) ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน แล้วคัดเลือกแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จำนวน 10 แผน

ซึ่งได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 ถึง 1.00 (รายละเอียดตามภาคผนวก ก)

3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองจัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มนำร่องจำนวน 15 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยผู้วิจัยรับสมัครนักเรียนที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม จากนั้นใช้การสุ่มอย่างง่ายเพื่อให้ได้กลุ่มนำร่อง จำนวน 15 คน ซึ่งไม่ใช่ นักเรียนในกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้ โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้จัดการเรียนรู้ และมีผู้ช่วยวิจัย จำนวน 2 คน เป็นผู้สังเกตการจัดการเรียนรู้ และหลังจัดการเรียนรู้แต่ละคาบเรียนผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันประเมินความเหมาะสมและสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

3.1.6 ปรับแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม เพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2 เครื่องมือสำหรับวัดและประเมินผล

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ประกอบด้วย 1) แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง 2) แบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง และ 3) แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

3.2.1 แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้สำหรับวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) เนื้อหาที่ใช้ในแบบทดสอบเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ไม่เกินชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต และสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ที่สอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) 2 เรื่อง ได้แก่ 1) ปริมาณ และ 2) ปริภูมิและรูปทรง มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

3.2.1.1 ศึกษาความหมาย นิยามเชิงปฏิบัติการ และวิเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

3.2.1.2 ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรงที่ไม่เกินชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3.2.1.3 ศึกษาตัวอย่างแบบทดสอบด้านคณิตศาสตร์ในโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA) ขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ที่ใช้เนื้อหา เรื่อง ปริมาณ และปริภูมิและรูปทรง

3.2.1.4 กำหนดกรอบการสร้างแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) แล้วดำเนินการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบอัตนัย จำนวน 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 2 ข้อ แต่ละสถานการณ์วัดความสามารถครบทั้ง 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 25 ของคะแนนเต็ม 2) ด้านการใช้มโนทัศน์ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และ 3) ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 25 ของคะแนนเต็ม โดยผู้วิจัยสร้างข้อสอบ จำนวน 6 สถานการณ์ เพื่อคัดเลือกเหลือ 4 สถานการณ์

3.2.1.5 สร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนข้อสอบ โดยเป็นการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ ซึ่งผู้วิจัยสังเคราะห์จาก 1) รายละเอียดกิจกรรมที่นักเรียนทำในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามกรอบการประเมิน PISA 2018 และ 2) เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (ด้านสมรรถนะ) ของสุณิสา สุมิตรณะ (2555) โดยมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนจำแนกตามความสามารถ 3 ด้าน ดังนี้

ตาราง 5 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

1. ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์	
1.1 การระบุเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในบริบทโลกความจริง	
2 คะแนน	ระบุเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในบริบทโลกความจริง ได้ถูกต้องทั้งหมด และเพียงพอในการแปลงปัญหาให้เป็นคณิตศาสตร์
1 คะแนน	ระบุเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในบริบทโลกความจริง ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือยังเพียงพอในการแปลงปัญหาให้เป็นคณิตศาสตร์
0 คะแนน	ระบุเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในบริบทโลกความจริง ไม่ถูกต้องทั้งหมดหรือไม่ระบุ

ตาราง 5 (ต่อ)

1.2 การสร้างข้อสมมติของสถานการณ์ให้อยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้	
2 คะแนน	สร้างข้อสมมติของสถานการณ์ให้อยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้
1 คะแนน	สร้างข้อสมมติของสถานการณ์ได้บางส่วน แต่ยังไม่เพียงพอที่จะสามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ หรือ สร้างข้อสมมติของสถานการณ์ได้ แต่สามารถนำไปวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
0 คะแนน	ไม่สร้างข้อสมมติของสถานการณ์ที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ หรือสร้างข้อสมมติของสถานการณ์ที่ไม่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้
1.3 การนำเสนอตัวแทนของสถานการณ์หรือปัญหาให้เป็นคณิตศาสตร์	
1 คะแนน	นำเสนอตัวแทนของสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม
0 คะแนน	นำเสนอตัวแทนของสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม หรือไม่นำเสนอ
2. ด้านการไข่มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
2.1 การวางแผนและเลือกใช้ยุทธวิธีในการหาคำตอบ	
2 คะแนน	ระบุวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน และเลือกใช้ยุทธวิธีหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
1 คะแนน	ระบุวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปไม่ได้ และเลือกใช้ยุทธวิธีหรือวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้
0 คะแนน	ไม่ระบุ/ระบุวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ไม่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้
2.2 การใช้ข้อเท็จจริง วิธีการ และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ	
2 คะแนน	แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง อธิบายได้ชัดเจน นำไปสู่การได้คำตอบที่ถูกต้อง
1 คะแนน	แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือแก้ปัญหาไม่สำเร็จ แต่มีร่องรอยการดำเนินการที่นำไปสู่การแก้ปัญหา
0 คะแนน	แสดงวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ไม่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหา หรือไม่มีร่องรอยการแก้ปัญหา

ตาราง 5 (ต่อ)

2.3 การสะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ และการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	
1 คะแนน	อธิบายและแสดงเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล
0 คะแนน	อธิบายและแสดงเหตุผลไม่สมเหตุสมผล หรือไม่อธิบายและไม่แสดงเหตุผล
3. ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	
3.1 การตีความคำตอบทางคณิตศาสตร์กลับเข้าสู่บริบทของปัญหาชีวิตจริง	
1 คะแนน	ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับเข้าสู่บริบทของปัญหาชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม
0 คะแนน	ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับเข้าสู่บริบทของปัญหาชีวิตจริงได้ไม่เหมาะสมหรือไม่ตีความ
3.2 การประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริง	
2 คะแนน	ประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริงได้และอธิบายได้อย่างชัดเจน
1 คะแนน	ประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริงได้และอธิบายให้เข้าใจได้เพียงบางส่วน
0 คะแนน	ไม่สามารถประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาชีวิตจริงได้
3.3 การเข้าใจขอบเขตและข้อจำกัดของมโนทัศน์และคำตอบทางคณิตศาสตร์	
2 คะแนน	ระบุข้อจำกัดของมโนทัศน์และคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน
1 คะแนน	ระบุข้อจำกัดของมโนทัศน์และคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ชัดเจน
0 คะแนน	ไม่สามารถระบุข้อจำกัดของมโนทัศน์และคำตอบทางคณิตศาสตร์

3.2.1.6 นำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเกณฑ์การตรวจให้คะแนนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบที่ต้องการวัด และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในแบบทดสอบ

3.2.1.7 นำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเกณฑ์การตรวจให้คะแนนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบที่ต้องการวัด และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในแบบทดสอบ โดยกำหนดระดับคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อ ดังนี้

คะแนน	+1	หมายถึง	ใช้ได้
คะแนน	0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน	-1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้

จากนั้นคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence หรือ IOC) ของข้อสอบแต่ละข้อ ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน แล้วคัดเลือกสถานการณ์ที่ข้อสอบแต่ละข้อมีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มนำร่อง ซึ่งได้ข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ (รายละเอียดตามภาคผนวก ก)

3.2.1.8 นำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มนำร่อง (กลุ่มเดียวกับกลุ่มนำร่องที่ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบของนักเรียนรายบุคคล และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบโดยคำนวณค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบ จำนวน 4 สถานการณ์ โดยให้ข้อสอบแต่ละข้อมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.41 ถึง 0.68 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.31 ถึง 0.67 จากนั้นคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Method) โดยต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง เท่ากับ 0.83 (รายละเอียดตามภาคผนวก ก)

3.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง เป็นแบบสังเกตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อสังเกตและบันทึกพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาชีวิตจริงโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยแบบตรวจสอบรายการ (observation checklist) และแบบบันทึกภาคสนาม (field note) โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตและบันทึกในแต่ละคาบเรียน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.2.2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายและขอบเขตของแบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

3.2.2.2 วิเคราะห์องค์ประกอบและพฤติกรรมบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

3.2.2.3 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง โดยการกำหนดรายการพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

3.2.2.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ที่สร้างขึ้น พร้อมจุดมุ่งหมายและขอบเขตที่กำหนดไว้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของรายการพฤติกรรมกับนิยามและองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยกำหนดระดับคะแนนของพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แต่ละรายการ ดังนี้

คะแนน	+1	หมายถึง	ใช้ได้
คะแนน	0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน	-1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้

จากนั้นคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence หรือ IOC) ของพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แต่ละรายการ ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน แล้วคัดเลือกรายการพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้รายการพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่มีดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 ทุกรายการ (รายละเอียดตามภาคผนวก ก)

3.2.2.5 นำแบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มนำร่อง (กลุ่มเดียวกับกลุ่มนำร่องที่ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย จำนวน 2 คน เป็นผู้สังเกตและบันทึกพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละคาบเรียน

3.2.2.6 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันวิเคราะห์ผลการสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนกลุ่มนำร่อง เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญและแนวทางในการทดลองกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

3.2.2.7 ปรับปรุงแบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ให้เหมาะสมสำหรับเป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

3.2.3 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหาชีวิตจริงที่แสดงถึงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน เป้าหมายเป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสัมภาษณ์หลังจัดการเรียนรู้แต่ละคาบเรียน และบันทึกวิดีโอขณะสัมภาษณ์ทุกครั้ง มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.2.3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายและขอบเขตของแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

3.2.3.2 วิเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับความสามารถและพฤติกรรมแต่ละด้านของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

3.2.3.3 สร้างแบบสัมภาษณ์ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิ และรูปทรง โดยการสร้างข้อคำถามสำหรับใช้เป็นประเด็นในการสัมภาษณ์ตามความสามารถและพฤติกรรมแต่ละด้านของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

3.2.3.4 นำแบบสัมภาษณ์ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิ และรูปทรง ที่สร้างขึ้น พร้อมจุดมุ่งหมายและขอบเขตที่กำหนดไว้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในแบบสัมภาษณ์ โดยกำหนดระดับคะแนนของข้อคำถามแต่ละข้อ ดังนี้

คะแนน	+1	หมายถึง	ใช้ได้
คะแนน	0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน	-1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้

จากนั้นคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence หรือ IOC) ของข้อคำถามแต่ละข้อ ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เพื่อใช้เป็นประเด็นในการสัมภาษณ์ ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ (รายละเอียดตามภาคผนวก ก)

3.2.3.5 นำแบบสัมภาษณ์ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิ และรูปทรง ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 3 คน ซึ่งคัดเลือกจากกลุ่มนำร่อง (กลุ่มเดียวกับกลุ่มนำร่องของกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์) ที่มีทักษะการสื่อสารที่ดีและกล้าแสดงออก โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสัมภาษณ์นักเรียนหลังจัดการเรียนรู้แต่ละคาบเรียน และบันทึกวิดีโอขณะสัมภาษณ์ทุกครั้ง

3.2.3.6 วิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนทั้ง 3 คน เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญและแนวทางในการทดลองกับ กลุ่มเป้าหมายต่อไป

3.2.3.7 ปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ให้เหมาะสมสำหรับเป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre – experimental research) โดยมีแบบแผนการวิจัย แบบกลุ่มเดียวทดสอบหลังเรียน (One – Shot Case Study) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่ทำการทดลองกับกลุ่มเดียวโดยให้ตัวแปรอิสระ มีการทดสอบหลังการทดลองเพียงครั้งเดียว แล้วพิจารณาผลการทดลอง

4.2 การดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 12 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที โดยแบ่งเป็นคาบเรียนสำหรับจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ จำนวน 10 คาบเรียน และสำหรับทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ (ทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง) จำนวน 2 คาบเรียน ซึ่งการดำเนินการทดลองมีรายละเอียด ดังนี้

4.2.1 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ให้แก่กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 15 คน โดยระหว่างจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 2 คน สังเกตและบันทึกพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของกลุ่มเป้าหมาย

4.2.2 ผู้วิจัยตรวจและวิเคราะห์งานเขียนในใบกิจกรรม จากนั้นสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมาย จำนวน 3 คน เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง โดยแยกสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลหลังจัดการเรียนรู้แต่ละคาบเรียน และบันทึกวิดีโอขณะสัมภาษณ์ทุกครั้ง

4.2.3 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของกลุ่มเป้าหมาย หลังจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ครบทั้ง 10 คาบเรียน โดยใช้ระยะเวลาในการทดสอบ จำนวน 2 คาบเรียน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์เชิงปริมาณ คือ คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ซึ่งมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1.1 ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง เพื่อให้คะแนนกับนักเรียนเป็นรายบุคคล

5.1.2 คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) มัธยฐาน (Med) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

5.1.3 คำนวณร้อยละของคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนเป็นรายบุคคล และหาจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

5.1.4 ทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้การทดสอบทวินาม ที่ระดับนัยสำคัญ .05

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ประกอบด้วย 1) งานเขียนในใบกิจกรรมของกลุ่มเป้าหมาย 2) ผลการสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของกลุ่มเป้าหมาย และ 3) ผลการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนเป้าหมาย ซึ่งมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.2.1 รวบรวมผลการสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง และผลการสัมภาษณ์ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง จากผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย

5.2.2 บันทึกข้อมูลเพิ่มเติมที่ได้จากการบันทึกวิดีโอขณะสัมภาษณ์

5.2.3 จำแนกข้อมูลพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ตามการแสดงออกในด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1) ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ 2) ด้านการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และ 3) ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

5.2.4 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง โดยใช้การตีความและการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis)

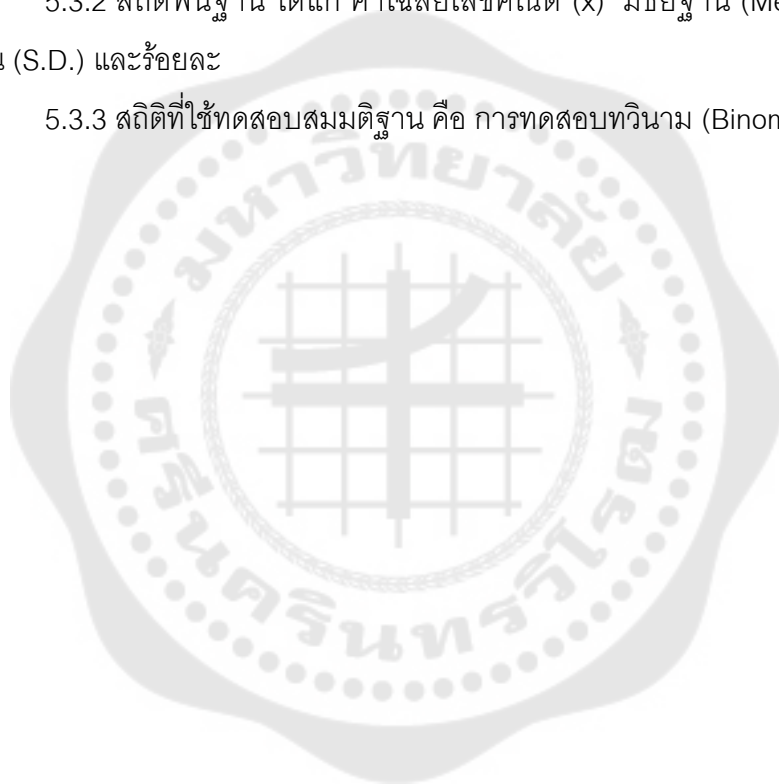
ซึ่งผู้วิจัยอธิบายและชี้แจงเพื่อให้ผู้ช่วยวิจัยทั้ง 2 คน เข้าใจจุดมุ่งหมายและขอบเขตของการวิเคราะห์ข้อมูล แล้วแยกกันวิเคราะห์ข้อมูลอย่างอิสระ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน

5.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.3.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

5.3.2 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) มัธยฐาน (Med) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และร้อยละ

5.3.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน คือ การทดสอบทวินาม (Binomial Test)



บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ซึ่งจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

ตอนที่ 2 พฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

ตอนที่ 1 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

1.1 คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยวิเคราะห์จากคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ซึ่งวิเคราะห์โดยจำแนกคะแนนตามความสามารถ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ 2) ด้านการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และ 3) ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงวิเคราะห์คะแนนรวมของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยนำคะแนนมาคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัถฐาน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x})	ร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิต	มัถฐาน (Med)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
คะแนนด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์	20	15.20	76.00	15	1.47

ตาราง 6 (ต่อ)

คะแนนแบบทดสอบวัด ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิ และรูปทรง	คะแนน เต็ม	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต (\bar{x})	ร้อยละ ของ ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	มัธยฐาน (Med)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
คะแนนด้านการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์	40	28.00	70.00	28	3.34
คะแนนด้านการตีความและ ประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	20	13.27	66.35	13	2.19
คะแนนรวม	80	56.47	70.58	57	6.20

จากตาราง 6 พบว่า คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็น คณิตศาสตร์ สามารถแสดงคะแนนจำแนกตามความสามารถ 3 ด้าน และคะแนนรวม ดังนี้

- 1) คะแนนด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.00 ของคะแนนเต็ม มัธยฐาน เท่ากับ 15 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.47 คะแนน
- 2) คะแนนด้านการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 28.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.00 ของคะแนนเต็ม มัธยฐาน เท่ากับ 28 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.34 คะแนน
- 3) คะแนน ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.27 คะแนน คิดเป็น ร้อยละ 66.35 ของคะแนนเต็ม มัธยฐาน เท่ากับ 13 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.19 คะแนน
- 4) คะแนนรวม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 56.47 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.58 ของ คะแนนเต็ม มัธยฐาน เท่ากับ 57 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6.20 คะแนน

1.2 การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย ผู้วิจัยจึงนำคะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนเป็นรายบุคคลมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จากนั้นใช้การทดสอบทวินามเพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย ซึ่งได้ผลการทดสอบ ดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

จำนวนนักเรียนเป้าหมาย	จำนวนนักเรียนที่มี ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม (ร้อยละ)	ค่าสัดส่วนทดสอบ	ค่าพี (P-Value)
15	13 (86.67)	0.60	.027*

* ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตาราง 7 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 พฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

ผู้วิจัยวิเคราะห์พฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ จากข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม ได้แก่ 1) งานเขียนในใบกิจกรรม 2) ผลการสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง และ 3) ผลการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

งานเขียนในใบกิจกรรม เป็นงานเขียนของกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 15 คน ได้มาจากการบันทึกคำตอบของนักเรียนลงในใบกิจกรรมระหว่างแก้ปัญหาชีวิตจริงโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ทั้งหมด 10 คาบเรียน คาบเรียนละ 1 กิจกรรม ซึ่งแบ่งคาบเรียนทั้งหมดเป็น 3 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 - 4) คาบเรียนที่ 1 เป็นกิจกรรมสำหรับแนะนำกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยใช้ปัญหาชีวิตจริงอย่างง่าย คาบเรียนที่ 2 - 3 เป็นกิจกรรมสำหรับฝึกฝนกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริง และคาบเรียนที่ 4 เป็นกิจกรรมสำหรับตรวจสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาชีวิตจริงโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 5 - 7) คาบเรียนที่ 5 - 6 เป็นกิจกรรมสำหรับฝึกฝนกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริงที่ไม่คุ้นเคย และคาบเรียนที่ 7 เป็นกิจกรรมสำหรับตรวจสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาชีวิตจริงที่ไม่คุ้นเคยโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 8 - 10) คาบเรียนที่ 8 - 9 เป็นกิจกรรมสำหรับฝึกฝนกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริงที่ไม่คุ้นเคยและซับซ้อน และคาบเรียนที่ 10 เป็นกิจกรรมสำหรับตรวจสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหาชีวิตจริงที่ไม่คุ้นเคยและซับซ้อน โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

ผลการสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิ และรูปทรง ได้จากการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 15 คน สังเกตและบันทึกโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มาจากห้องที่ต่างกัน จำนวน 3 ห้องเรียน แต่ละห้องเรียนจะมีนักเรียนคละความสามารถกัน กลุ่มเป้าหมายมีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในปีการศึกษา 2563 ตั้งแต่ 2.5 ถึง 4 โดยมีผลการเรียนเป็น 4 จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 ผลการเรียนเป็น 3.5 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ผลการเรียนเป็น 3 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ผลการเรียนเป็น 2.5 จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 โดยกลุ่มเป้าหมายมีผลการเรียนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในปีการศึกษา 2563 เท่ากับ 3.20

ผลการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ได้มาจากการสัมภาษณ์เพื่อศึกษาข้อมูลเชิงลึกจากนักเรียนเป้าหมาย จำนวน 3 คน โดยผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนหลังจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน พร้อมทั้งบันทึกวิดีโอขณะสัมภาษณ์ ซึ่งข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความสามารถและพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนเป้าหมาย มีดังนี้

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในปีการศึกษา 2563 เป็น 4 ชอบใจทฤษฎีที่ทำทลายความสามารถ คิดคำนวณได้อย่างรวดเร็ว กระตือรือร้นในการเรียนและการทำกิจกรรม แสดงความคิดเห็นและแบ่งปันประสบการณ์ในชั้นเรียนอย่างสม่ำเสมอ และมีความสามารถในการสื่อสารที่ดี

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในปีการศึกษา 2563 เป็น 3 ช่างซักถาม ร่วมมือในการตอบคำถามและอภิปรายในชั้นเรียนสม่ำเสมอ และมีความสามารถในการสื่อสารที่ดี

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในปีการศึกษา 2563 เป็น 2.5 เรียนรู้้อย่างค่อยเป็นค่อยไป ค่อนข้างใช้เวลาในการคิดและการคำนวณ มีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียนอย่างสม่ำเสมอ และมีความสามารถในการสื่อสารที่ดี

ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์พฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง จำแนกตามพฤติกรรม 3 ด้าน ประกอบด้วย

- 1) ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์
- 2) ด้านการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 3) ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

2.1 ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยวิเคราะห์คะแนนระดับการแสดงออกของพฤติกรรมด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยสังเกตและบันทึกลงในแบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ระหว่างจัดการเรียนรู้แต่ละคาบเรียนในช่วงที่ 1 – 3 ซึ่งจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ของคาบเรียนที่เป็นกิจกรรมสำหรับตรวจสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละช่วงของการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย คาบเรียนที่ 4 กิจกรรมศูนย์บริการคิดวัคซีน คาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า และคาบเรียนที่ 10 กิจกรรมสอยดาวระดมทุน ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ระดับการแสดงออกของพฤติกรรมด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์

พฤติกรรม	คะแนนระดับการแสดงออก	ช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 4)		ช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 7)		ช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 10)	
		จำนวนนักเรียน	คะแนนรวม	จำนวนนักเรียน	คะแนนรวม	จำนวนนักเรียน	คะแนนรวม
1. ระบุ "ความรู้ทางคณิตศาสตร์" ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาชีวิตจริงได้ถูกต้อง	0 : ไม่แสดงออก	3	0	2	0	0	0
	1 : แสดงออกไม่ชัดเจน	7	7	5	5	3	3
	2 : แสดงออกชัดเจน	5	10	8	16	12	24
	คะแนนเฉลี่ยของระดับการแสดงออก	1.13		1.40		1.80	
2. ระบุ "ข้อมูลสำคัญ" ในสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงที่ต้องนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ครบถ้วน	0 : ไม่แสดงออก	0	0	0	0	0	0
	1 : แสดงออกไม่ชัดเจน	8	8	5	5	3	3
	2 : แสดงออกชัดเจน	7	14	10	20	12	24
	คะแนนเฉลี่ยของระดับการแสดงออก	1.47		1.67		1.80	
3. ระบุ "ข้อสมมติ" เพื่อให้ปัญหาชีวิตจริงอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้	0 : ไม่แสดงออก	4	0	3	0	0	0
	1 : แสดงออกไม่ชัดเจน	9	9	8	8	7	7
	2 : แสดงออกชัดเจน	2	4	4	8	8	16
	คะแนนเฉลี่ยของระดับการแสดงออก	0.87		1.07		1.53	

ตาราง 8 (ต่อ)

พฤติกรรม	คะแนนระดับ การแสดงผล	ช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 4)		ช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 7)		ช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 10)	
		จำนวน นักเรียน	คะแนน รวม	จำนวน นักเรียน	คะแนน รวม	จำนวน นักเรียน	คะแนน รวม
		4. ใช้ “ภาษา สัญลักษณ์ หรือ ตัวแทนทาง คณิตศาสตร์” เพื่อนำเสนอ สถานการณ์ ของปัญหา ชีวิตจริงเป็น คณิตศาสตร์ได้ อย่างเหมาะสม	0 : ไม่แสดงผล	0	0	1	0
	1 : แสดงออก ไม่ชัดเจน	8	8	5	5	6	6
	2 : แสดงออก ชัดเจน	7	14	9	18	9	18
	คะแนนเฉลี่ย ของระดับ การแสดงผล	1.47		1.53		1.60	

จากตาราง 8 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของระดับการแสดงผลของพฤติกรรมด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกรายการ ซึ่งรายการพฤติกรรมที่มีคะแนนเฉลี่ยของระดับการแสดงผลของช่วงที่ 3 เพิ่มขึ้นจากช่วงที่ 1 เรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ 1) ระบุ “ความรู้ทางคณิตศาสตร์” ที่ต้องใช้ในการปัญหาชีวิตจริงได้ถูกต้อง คะแนนเพิ่มขึ้น 0.67 คะแนน 2) ระบุ “ข้อสมมติ” เพื่อทำให้ปัญหาชีวิตจริงอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ คะแนนเพิ่มขึ้น 0.66 คะแนน 3) ระบุ “ข้อมูลสำคัญ” ในสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงที่ต้องนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ครบถ้วน คะแนนเพิ่มขึ้น 0.33 คะแนน และ 4) ใช้ “ภาษา สัญลักษณ์ หรือ ตัวแทนทางคณิตศาสตร์” เพื่อนำเสนอสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงเป็นคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม คะแนนเพิ่มขึ้น 0.13 คะแนน

สำหรับรายละเอียดพฤติกรรมด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยจะนำเสนอตามลักษณะที่ค้นพบจากการวิเคราะห์ โดยจำแนกตามการแสดงผล ดังนี้

2.1.1 การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในบริบทชีวิตจริง

(1) นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาชีวิตจริงได้ถูกต้องและครบถ้วนมากขึ้น

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4) นักเรียนส่วนใหญ่ระบุเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนบางคนที่ระบุเนื้อหาหรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหา ซึ่งต่อมาในช่วงที่ 2 - 3 (คาบเรียนที่ 5 – 10) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและครบถ้วน ยังพบนักเรียนบางคนที่ระบุได้ไม่ครบถ้วน แต่ไม่พบนักเรียนที่ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหา โดยมีตัวอย่างคำตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนที่ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาชีวิตจริงได้ถูกต้องและครบถ้วนมากขึ้น ดังภาพประกอบ 6 - 8

ข้อ 2 นักเรียนต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใดบ้างในการออกแบบกล่องใส่ช็อกโกแลต

.....

ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

.....

.....

ภาพประกอบ 6 คำตอบเกี่ยวกับการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 2 กิจกรรมกล่องใส่ช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

จากภาพประกอบ 6 นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน ยังขาดความรู้ เรื่อง “ทรงกลม” โดยคาบเรียนที่ 2 กิจกรรมกล่องใส่ช็อกโกแลต เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนออกแบบและคำนวณหาขนาดของกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่สามารถใส่ช็อกโกแลตที่มีลักษณะคล้ายทรงกลม จำนวน 4 ชิ้น ได้พอดี จากการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลที่ระบุมาชัดเจนในสถานการณ์และเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการคำตอบ จึงระบุเพียงความรู้ เรื่อง “ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก” ซึ่งเป็นลักษณะของกล่องใส่ช็อกโกแลต แต่ความรู้ เรื่อง “ทรงกลม” เป็น

ลักษณะของข้อกโแลตที่นักเรียนต้องพิจารณาเองจากภาพประกอบสถานการณ์ จึงละเอียดที่จะระบุเป็นคำตอบ ดังบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

ผู้วิจัย : “นอกจากใช้ความรู้ เรื่อง ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่เขียนตอบมา
ยังต้องใช้ความรู้ เรื่อง อื่น ๆ ในการออกแบบกล่องอีกไหมครับ”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 : “ตอนนี้ผมนึกออกอีกเรื่อง คือ ทรงกลม ครับ จริง ๆ แล้วผมก็ใช้ความรู้
ทรงกลม แต่ไม่ได้เขียนไปครับ”

ผู้วิจัย : “แล้วทำไมถึงไม่ได้เขียนลงไปตอนที่ตอบคำถามในใบกิจกรรมครับ”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 : “ผมมีแต่สนใจคำถามครับ โจทย์ให้ออกแบบกล่อง แล้วก็เขียนบอก
ลักษณะของกล่องมาชัดเจนในโจทย์เลย แต่ทรงกลมโจทย์ไม่ได้บอก
ต้องดูจากรูปเอาเองครับ ผมก็เลยไม่ได้นึกถึงตอนที่ตอบคำถาม”

ข้อ 2 นักเรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างในการหาคำตอบ

- ความยาว

- รูปสี่เหลี่ยม

- พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม

ภาพประกอบ 7 คำตอบเกี่ยวกับการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์

ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 4 กิจกรรมศูนย์บริการจิตต์เวชชิน ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

จากภาพประกอบ 7 นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด แต่ระบุความรู้ เรื่อง “พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม” เกินมาด้วย ซึ่งไม่ได้นำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยคาบเรียนที่ 4 กิจกรรมศูนย์บริการจิตต์เวชชิน เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนประมาณจำนวนที่นั่งที่อาคารแห่งหนึ่งสามารถรองรับการบริการได้ จากการตรวจคำตอบในส่วนของการแสดงวิธีหาคำตอบ พบว่า นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการลงมือวาดรูปจำลองการจัดเรียงที่นั่ง เพื่อคำนวณหาจำนวนแถวและจำนวนที่นั่งในแต่ละแถว จึงไม่ได้ใช้ความรู้ เรื่อง “พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม” ตามที่ระบุไว้ และจากการสัมภาษณ์นักเรียน ได้ข้อสรุปว่า

นักเรียนคาดเดาจากความเคยชินกับการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับบริเวณต่าง ๆ ซึ่งมักจะให้
คำนวณหาพื้นที่ ดังบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

ผู้วิจัย : “ทำไมคุณถึงคิดว่าต้องใช้ความรู้ เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ในการหา
จำนวนที่นั่งครับ”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 : “ผมเห็นว่าเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับบริเวณที่มีพื้นที่ คล้าย ๆ กับพวก
ที่ดิน สนาม สวน ก็เลยคิดว่าน่าจะต้องได้หาพื้นที่ครับ พอทำเสร็จก็รู้สึกว่า
ไม่ได้ใช้ เลยไม่ได้ลบคำตอบออกครับ”

ข้อ 3 นักเรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดในการคำนวณหาจำนวนรถยนต์ที่ลานจอดรถสามารถ
รองรับได้

- ความยาว

- รูปสี่เหลี่ยม

ภาพประกอบ 8 คำตอบเกี่ยวกับการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 6
กิจกรรมลานจอดรถ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

จากภาพประกอบ 8 นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่
ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด โดยคาบเรียนที่ 6 กิจกรรมลานจอดรถ เป็นกิจกรรมที่ให้
นักเรียนออกแบบลานจอดรถ และคำนวณหาจำนวนรถยนต์ที่สามารถจอดได้ และจาก
การสัมภาษณ์นักเรียนได้ข้อมูลว่า นักเรียนเรียนรู้จากข้อผิดพลาดในกิจกรรมที่ 4 ดังบทสัมภาษณ์
ต่อไปนี้

ผู้วิจัย : “กิจกรรมนี้ให้ออกแบบลานจอดรถ ซึ่งใช้ที่ดินรูปสี่เหลี่ยม ทำไมคราวนี้
คุณไม่คิดว่าต้องใช้ความรู้ เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ละครับ”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 : “คราวนี้ผมใช้วิธีการเหมือนตอนที่ทำโจทย์สถานการณ์ที่นั่งชิวคั้ง
ก็เลยรู้ว่าไม่ต้องหาพื้นที่ หาแค่ความยาวกับลองวาดรูปดูก็พอครับ”

(2) นักเรียนระบุข้อมูลสำคัญในสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงได้ครบถ้วนมากขึ้น

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4) นักเรียนส่วนใหญ่ระบุข้อมูลสำคัญในสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน ทั้งนี้ไม่พบนักเรียนที่ไม่สามารถระบุข้อมูลสำคัญได้ ซึ่งต่อมาในช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 5 – 7) นักเรียนส่วนใหญ่ระบุข้อมูลสำคัญในสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงได้ครบถ้วน และในช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 8 – 10) นักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด สามารถระบุข้อมูลสำคัญในสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงได้ครบถ้วนทุกกิจกรรม โดยมีตัวอย่างคำตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนที่ระบุข้อมูลสำคัญในสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงได้ครบถ้วนมากขึ้น ดังภาพประกอบ 9 – 11

ข้อ 1 ข้อมูลใดบ้างที่ต้องนำมาใช้ในการคำนวณหาราคาขายเพื่อให้ได้กำไรตามที่เจ้าของร้านต้องการ

1) ราคาซื้อ

2) ราคาขอ

3) กำไรที่ต้องการ

ภาพประกอบ 9 คำตอบเกี่ยวกับการระบุข้อมูลสำคัญในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 3 กิจกรรมน้ำส้มคั้น ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

จากภาพประกอบ 9 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 ระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ไม่ครบถ้วนในคาบเรียนที่ 3 กิจกรรมน้ำส้มคั้น ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนคำนวณว่าจะต้องตั้งราคาขายน้ำส้มคั้นเท่าไรเพื่อให้ได้กำไรตามที่กำหนด โดยนักเรียนระบุได้เพียงครึ่งของข้อมูลสำคัญทั้งหมด ยังขาดอีก 3 รายการ ได้แก่ 1) จำนวนส้มที่ได้ต่อกิโลกรัม 2) จำนวนขวดที่ได้ต่อแพ็ค และ 3) จำนวนส้มที่ใช้ในการทำน้ำส้มคั้น 1 ขวด ซึ่งจากการสัมภาษณ์ได้ข้อมูลว่า นักเรียนไม่ได้ไตร่ตรองอย่างถี่ถ้วนว่าต้องใช้ข้อมูลใดบ้าง จึงระบุข้อมูลเพียงข้อมูล “ราคา และกำไร” ซึ่งเกี่ยวข้องกับชัดเจนกับสิ่งที่สถานการณ์ของปัญหานี้ต้องการคำตอบ ดังบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

ผู้วิจัย : “ทำไมตอนแสดงวิธีหาคำตอบคุณใช้ข้อมูลหลายอย่างเลย แต่ระบุ
ข้อมูลที่ต้องนำมาใช้คำนวณไว้แค่ ราคาและกำไร ละครับ”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 : “ตอนตอบผมเห็นว่าโจทย์ถามหาราคาขาย ก็คงใช้แค่ราคาของที่ซื้อ
เอามาบวกเพิ่มให้ได้กำไรครับ ไม่ทันได้คิดครับว่าตอนหาต้นทุน
ก็ต้องใช้จำนวนสัมด้วย”

ข้อ 1 ข้อมูลใดบ้างที่ต้องนำมาใช้วางแผนในการจ่ายเงินค่าสินค้า

1) ราคาสั่งซื้อของยกเว้นภาษี

2) ภาษีและมูลค่าเพิ่มที่ซื้อ

ภาพประกอบ 10 คำตอบเกี่ยวกับการระบุข้อมูลสำคัญในใบกิจกรรม
ของคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้าของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

จากภาพประกอบ 10 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 ระบุข้อมูลสำคัญ
ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ไม่ครบถ้วนในคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า ซึ่งเป็น
กิจกรรมที่ให้นักเรียนแนะนำวิธีการจ่ายเงินเพื่อให้ได้รับส่วนลดมากที่สุด และแนะนำวิธีการแบ่ง
ส่วนลดอย่างยุติธรรม โดยระบุข้อมูลสำคัญขาดไปเพียงรายการเดียว คือ สินค้าที่แต่ละคนซื้อ

ข้อ 2 ข้อมูลใดบ้างที่ต้องนำมาใช้ในการวางแผนเพื่อคำนวณขนาดของกระดาษห่อของขวัญ

1) รูปทรง และขนาดของกล่อง

2) ลักษณะของกระดาษห่อของขวัญที่ต้องการ

3) วิธีการห่อกล่อง

ภาพประกอบ 11 คำตอบเกี่ยวกับการระบุข้อมูลสำคัญในใบกิจกรรม
ของคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อกล่องของขวัญ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

จากภาพประกอบ 11 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 ระบุข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนในคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อกล่องคุกกี้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนคำนวณหาขนาดของกระดาษห่อของขวัญที่สามารถห่อกล่องคุกกี้ได้พอดี

(3) นักเรียนทำสัญลักษณ์เพื่อเน้นข้อมูลสำคัญและเงื่อนไขในสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงมากขึ้น

จากการวิเคราะห์งานเขียนในใบกิจกรรม พบว่า ในช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 - 4) นักเรียนจำนวนน้อยที่ทำสัญลักษณ์เพื่อเน้นข้อมูลและเงื่อนไขสำคัญที่ปรากฏในสถานการณ์ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ชีตเส้นใต้ วงกลม ใช้ปากกาเน้นข้อความ เป็นต้น ต่อมาในช่วงที่ 2 - 3 (คาบเรียนที่ 5 - 10) มีนักเรียนมากกว่าครึ่งของทั้งหมดที่ทำสัญลักษณ์เพื่อเน้นข้อมูลและเงื่อนไขสำคัญที่ปรากฏในสถานการณ์ ไม่พบนักเรียนที่ไม่สามารถระบุข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญที่ปรากฏในสถานการณ์ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนบางคนเขียนร่องรอยการคิดแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลและเงื่อนไขสำคัญที่ปรากฏในสถานการณ์ โดยมีตัวอย่างร่องรอยในใบกิจกรรมของนักเรียนที่ทำสัญลักษณ์เพื่อเน้นข้อมูลสำคัญและเงื่อนไขในสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงมากขึ้น ดังภาพประกอบ 12 - 14

ใบกิจกรรม “กล่องใส่ช็อกโกแลต”

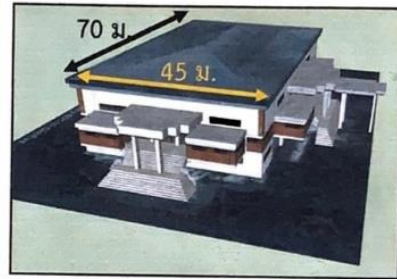
สถานการณ์ : ร้านค้าแห่งหนึ่งผลิตช็อกโกแลตที่มีรูปทรงและขนาด ดังภาพ เจ้าของร้านต้องการเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์จากถุงพลาสติกเป็นกล่องกระดาษ จึงต้องออกแบบกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากสำหรับบรรจุช็อกโกแลตจำนวน 4 ชิ้น หากเจ้าของร้านขอให้นักเรียนช่วยออกแบบกล่องให้สามารถบรรจุช็อกโกแลตได้พอดี นักเรียนจะออกแบบกล่องอย่างไร และมีขนาดเท่าไร

ภาพประกอบ 12 ร่องรอยของการทำสัญลักษณ์เพื่อเน้นข้อมูลสำคัญและเงื่อนไขในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 2 กิจกรรมกล่องใส่ช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1

ใบกิจกรรม “ศูนย์บริการฉีดวัคซีน”

สถานการณ์ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เปิด “ศูนย์บริการฉีดวัคซีน KU สู้ COVID-19” โดยใช้ “อาคารจักรพันธ์เพ็ญศิริ” เป็นสถานที่ให้บริการฉีดวัคซีนให้กับประชาชน ซึ่งเป็นอาคาร 2 ชั้น ตัวอาคารกว้างประมาณ 45 เมตร และยาวประมาณ 70 เมตร ชั้นบนของอาคารจัดเป็นที่นั่งสำหรับรอรับการฉีดวัคซีน จุดบริการฉีดวัคซีน และที่นั่งพักสังเกตอาการหลังจากฉีดวัคซีน โดยเว้นระยะห่างของที่นั่งเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของ COVID-19

1.5 ม.



ภาพอาคารและแบบจำลองอาคารจักรพันธ์เพ็ญศิริ



ภาพบรรยากาศการให้บริการที่ชั้นบนของอาคารจักรพันธ์เพ็ญศิริ

50 ซม. x 50 ซม.

ถ้าต้องการประชาสัมพันธ์เชิญชวนประชาชนมาใช้บริการ “ศูนย์บริการฉีดวัคซีน KU สู้ COVID-19” ควรจะนำเสนอข้อมูลว่าศูนย์บริการฉีดวัคซีนแห่งนี้สามารถรองรับจำนวนผู้รับบริการพร้อมกันได้ประมาณกี่คน ?

ภาพประกอบ 13 ร้อยรอยของการทำสัญลักษณ์เพื่อนำเสนอข้อมูลสำคัญและเงื่อนไขในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 4 กิจกรรมศูนย์บริการฉีดวัคซีน ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1

ใบกิจกรรม “ส่วนลดในห้างสรรพสินค้า”

สถานการณ์ : ร้านชุดและอุปกรณ์กีฬาแห่งหนึ่งในห้างสรรพสินค้า จัดรายการส่งเสริมการขาย (promotion) โดยมีรายละเอียดและเงื่อนไข ดังนี้

สินค้า	รายการส่งเสริมการขาย	
ชุดกีฬา	ซื้อ 1 ชิ้น	ลดราคา 20% ✓
	ซื้อ 2 ชิ้นขึ้นไป	ลดราคา 30% ✗
อุปกรณ์กีฬา	ซื้อครบ 1,500 บาท ได้รับส่วนลด 200 บาท ✓	

พี่และน้องคู่นี้ต้องการซื้อสินค้า ดังนี้

พี่ต้องการซื้อเสื้อฟุตบอล ราคา 1,200 บาท และลูกฟุตบอล ราคา ลูกละ 949 บาท > 1,500

น้องต้องการซื้อไม้แบดมินตัน ราคาไม้ละ 1,050 บาท


เลือก


ความลด %


ไม่หมด

→ พี่

→ น้อง







หากพี่น้องคู่นี้ขอคำแนะนำจากนักเรียนเกี่ยวกับการจ่ายเงินค่าสินค้า นักเรียนจะแนะนำอย่างไร และหากได้รับส่วนลดควรแบ่งส่วนลดกันอย่างไรจึงจะยุติธรรม

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ?

ภาพประกอบ 14 ร้อยรอยของการทำสัญลักษณ์เพื่อนำเสนอข้อมูลสำคัญและเงื่อนไขในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1

จากภาพประกอบ 12 – 14 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 ทำสัญลักษณ์โดยขีดเส้นใต้เพื่อนำเสนอข้อมูลสำคัญและเงื่อนไข เขียนชื่อเรียกสิ่งต่าง ๆ ลงบนภาพในสถานการณ์ของคาบเรียนที่ 2 กิจกรรมกล่องใส่ช็อกโกแลต ต่อมาในคาบเรียนที่ 4 กิจกรรมศูนย์บริการฉีดวัคซีน นักเรียนทำสัญลักษณ์โดยขีดเส้นใต้ข้อมูลสำคัญ เขียนกรอบล้อมรอบเงื่อนไขของสถานการณ์ เติมข้อสมมติจากการสังเกตลงบนภาพประกอบของสถานการณ์ และขีดเส้นเน้นย้ำประเด็นคำถามของสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริง สำหรับในคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า นักเรียนโยงลูกศรจับคู่ข้อมูลสินค้าที่ซื้อกับเงื่อนไขของรายการส่งเสริมการขาย แสดงร่องรอยการตรวจสอบเงื่อนไขโดยทำเครื่องหมายถูกทำเงื่อนไขที่ใช้ได้ และทำเครื่องหมายผิดทำยเงื่อนไขที่ใช้ไม่ได้ นอกจากนี้ยังมีร่องรอยแสดงการวางแผนในการค้นหาคำตอบของปัญหาชีวิตจริง

2.1.2 การสร้างข้อสมมติเพื่อทำให้ปัญหาชีวิตจริงอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้

จากการวิเคราะห์พฤติกรรม พบว่า นักเรียนสร้างข้อสมมติเพื่อทำให้ปัญหาชีวิตจริงอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น โดยในการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4) นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการสร้างข้อสมมติหรือการตัดความเป็นจริงบางอย่างที่ไม่สำคัญของสถานการณ์ ซึ่งในคาบเรียนที่ 1 – 2 มีนักเรียนหลายคนที่ตั้งข้อสังเกตและซักถามข้อมูลเพิ่มเติม โดยนักเรียนเข้าใจว่าสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงที่เผชิญอยู่นั้นให้ข้อมูลมาไม่ครบถ้วน และมีนักเรียนหลายคนที่คิดตามความเข้าใจของตนเองและละเอียดที่จะเขียนเป็นข้อสมมติ ทำให้สร้างข้อสมมติได้ไม่ครอบคลุมและไม่เพียงพอในการใช้คณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหา ซึ่งต่อมาในช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 5 – 7) นักเรียนเริ่มคุ้นเคยและมีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสมมติมากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างข้อสมมติหรือตัดความเป็นจริงบางอย่างที่ไม่สำคัญของสถานการณ์เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์ได้ แต่ยังทำได้ไม่สมบูรณ์ มีนักเรียนบางคนที่ยังคิดตามความเข้าใจของตนเองและละเอียดที่จะเขียนเป็นข้อสมมติ และในช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 8 – 10) นักเรียนส่วนใหญ่สร้างข้อสมมติหรือตัดความเป็นจริงบางอย่างที่ไม่สำคัญของสถานการณ์ได้สมบูรณ์และเพียงพอที่จะวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์ ซึ่งมีตัวอย่างคำตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนที่สร้างข้อสมมติหรือตัดความเป็นจริงบางอย่างเพื่อทำให้ปัญหาชีวิตจริงอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น ดังภาพประกอบ 15 – 17

ข้อ 4 นักเรียนตั้งข้อสมมติอะไรบ้าง เพื่อให้ตนเองสามารถคำนวณเพื่อให้คำแนะนำได้

..... สมมติให้เพื่อนและคนของเพื่อนเข้าใช้บริการหอสมุดทุกวันศุกร์

ภาพประกอบ 15 คำตอบเกี่ยวกับการตั้งข้อสมมติในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้บริการหอสมุดของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

จากภาพประกอบ 15 พบว่านักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 สามารถสร้างข้อสมมติในสถานการณ์ของคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้บริการหอสมุด ได้เพียงพอในการทำให้ปัญหาอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ยังไม่สมบูรณ์ ควรเพิ่มเติมข้อสมมติว่าคุณพ่อของเพื่อนนำบัตรสมาชิกมาทุกครั้งที่ใช้บริการ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้ไม่เสียค่าบริการเพิ่มเติม

นอกเหนือจากที่เสียค่าบริการรายปีไปแล้ว และจากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างทำกิจกรรมพบว่านักเรียนซักถามข้อมูลเพิ่มเติมโดยเข้าใจว่าสถานการณ์ให้ข้อมูลมาไม่ครบถ้วน เช่น “ทำไมโจทย์ไม่ได้บอกมาว่าเขากับคุณพ่อเข้าหอสมุดกี่ครั้งล่ะครับ”

ข้อ 3 นักเรียนตั้งข้อสมมติหรือตัดข้อเท็จจริงอะไรบ้าง เพื่อให้ตนเองสามารถคำนวณหาคำตอบได้

.....
 ไม่สนใจค่าไปรษณีย์อื่น ๆ ที่เห็น ต้นทุนนอกภาษีและจวด

ภาพประกอบ 16 คำตอบเกี่ยวกับการตั้งข้อสมมติในใบกิจกรรม
 ของคาบเรียนที่ 3 กิจกรรมน้ำส้มคั้นของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

จากภาพประกอบ 16 พบว่านักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 สร้างข้อสมมติในสถานการณ์ของคาบเรียนที่ 3 กิจกรรมน้ำส้มคั้น ได้ไม่เพียงพอในการทำให้ปัญหาอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ ควรเพิ่มเติมข้อสมมติว่าเกี่ยวกับปริมาณน้ำส้มที่คั้นได้ และจำนวนส้มที่ได้ต่อ 1 กิโลกรัม จากการสัมภาษณ์นักเรียนสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนคิดตามความเข้าใจของตนเองว่าส้มแต่ละผลให้ปริมาณน้ำส้มเท่ากัน และการซื้อส้มแต่ละกิโลกรัมได้จำนวนส้มเท่ากัน จึงละเอียดที่จะเขียนเป็นข้อสมมติ ทั้งนี้เพราะนักเรียนคุ้นเคยจากประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาที่ผ่านมา ดังบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

ผู้วิจัย : “คุณคิดว่าการซื้อส้มแต่ละกิโลกรัม ได้ผลส้มเท่ากันทุกกิโลกรัม
 ไหมครับ”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 : “ต้องเท่ากันครับ”

ผู้วิจัย : “ทำไมถึงคิดว่าเท่ากันครับ”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 : “ปกติทำโจทย์ในแบบฝึกหัด ถ้าซื้อของเหมือนกัน ราคาก็ต้องเท่ากัน
 น้ำหนักก็ต้องเท่ากัน ไม่งั้นจะซื้อการหารไม่ได้ครับ
 แล้วโจทย์นี้ผมก็ต้องหารเพื่อหารราคาส้มแต่ละผลด้วย
 แสดงว่าต้องได้ส้มเท่ากันทุกกิโลฯ ครับ”

ผู้วิจัย : “ถ้านำส้มแต่ละผลมาคั้น จะได้น้ำส้มเท่ากันไหมครับ”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 : “ต้องเท่ากันเหมือนเดิม”

ข้อ 4 นักเรียนตั้งข้อสมมติหรือตัดข้อเท็จจริงอะไรบ้าง เพื่อให้ตนเองสามารถออกแบบและคำนวณหาขนาดของกระดาษห่อของขวัญได้

- 1) สมมติให้กล่องที่เป็นทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 10 นิ้ว และสูง 6 นิ้ว
- 2) ไม่สนใจรอยพับจากทวิภาคกระดาษห่อของขวัญ ใช้แทนกัน

ภาพประกอบ 17 คำตอบเกี่ยวกับการตั้งข้อสมมติในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 9 กระดาษห่อกล่องคุกกี้ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

จากภาพประกอบ 17 พบว่านักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 สร้างข้อสมมติเพื่อทำให้ปัญหาในสถานการณ์ของคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อกล่องคุกกี้ อยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์

นอกจากนี้เมื่อผู้วิจัยเปรียบเทียบข้อสมมติที่นักเรียนแต่ละคนสร้างขึ้นเพื่อทำให้ปัญหาอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สร้างข้อสมมติที่สำคัญได้ในทำนองเดียวกัน แต่มีรายละเอียดแตกต่างกัน ซึ่งแสดงถึงความละเอียดของการคิดและการคำนวณที่แตกต่างกัน ดังภาพประกอบ 18 – 19 และบางกิจกรรมนักเรียนสร้างข้อสมมติแตกต่างกันตามประสบการณ์ของตนเอง ดังภาพประกอบ 20 – 21

ข้อ 3 นักเรียนตั้งข้อสมมติหรือตัดข้อเท็จจริงอะไรบ้าง เพื่อให้ตนเองสามารถออกแบบและคำนวณหาขนาดของกล่องได้

- สมมติว่าเส้นค่าเฉลี่ยของโกแลตเป็นทรงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 3 ซม.
- สมมติว่ากล่องใส่ช็อกโกแลตเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
- สมมติว่าความหนาของกระดาษห่อจำโน้มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวขึ้น 1 ซม.
- ไม่สนใจจุดกระดาษห่อช็อกโกแลต

ภาพประกอบ 18 คำตอบเกี่ยวกับการตั้งข้อสมมติในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 2 กิจกรรมกระดาษห่อช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

ข้อ 3 นักเรียนตั้งข้อสมมติหรือตัดข้อเท็จจริงอะไรบ้าง เพื่อให้ตนเองสามารถออกแบบและคำนวณหาขนาดของกล่องได้

- 1) สมมติให้ ใ้ช้กระดาษเป็นทรงกลม กี่เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ซม.
- 2) สมมติให้กล่องเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
- 3) ไม่สนใจความหนากระดาษและกาว

ภาพประกอบ 19 คำตอบเกี่ยวกับการตั้งข้อสมมติในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 2 กิจกรรมกระดาษห่อช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

จากภาพประกอบ 18 – 19 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 และ 3 สร้างข้อสมมติหลัก ๆ ที่สำคัญในการทำงานเดียวกัน แต่มีรายละเอียดที่แตกต่างกัน คือ นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 คิดรายละเอียดเกี่ยวกับความหนาของกระดาษห่อช็อกโกแลต แต่นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 ไม่สนใจรายละเอียดดังกล่าว ทั้งนี้ นักเรียนทั้งสองคนสามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และหาคำตอบได้สอดคล้องตามข้อสมมติที่ตนเองสร้างขึ้น

ข้อ 3 นักเรียนตั้งข้อสมมติหรือตัดข้อเท็จจริงอะไรบ้าง เพื่อให้ตนเองสามารถคำนวณหาคำตอบได้

1. สมมติให้กระดาษชั้น 2 เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 45 ซม. x 70 ซม.
2. สมมติให้จัดก้นกล่องระยะห่าง 1.5 ซม.
3. สมมติให้ก้นกล่อง 1 ตัว ใช้พื้นที่ 50 ซม. x 50 ซม.
4. สันนิษฐานกระดาษที่ใช้จัดก้นกล่อง ไม่สนใจกระดาษที่ใช้ทำอย่างอื่น

.....

ภาพประกอบ 20 คำตอบเกี่ยวกับการตั้งข้อสมมติในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 4 กิจกรรมศูนย์บริการฉีดวัคซีน ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1

ข้อ 3 นักเรียนตั้งข้อสมมติหรือตัดข้อเท็จจริงอะไรบ้าง เพื่อให้ตนเองสามารถคำนวณหาคำตอบได้

- สมมติว่า บริเวณภายในอาคารเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง
45 ม. 66 ล. ยาว 70 ม.

- ระยะห่างของที่นั่งแต่ละที่เท่ากับ 2 ม.

- สมมติว่าฐานของที่นั่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่กว้างเท่ากับ
50 ซม.

- ไม่สนใจพื้นที่ที่เสียไปจากทราฟิกระหว่างที่นั่ง
นอกเหนือจากการใช้จัดเรียงที่นั่ง

ภาพประกอบ 21 คำตอบเกี่ยวกับการตั้งข้อสมมติในใบกิจกรรม
ของคาบเรียนที่ 4 กิจกรรมศูนย์บริการชีวิตดีขึ้น ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

จากภาพประกอบ 20 – 21 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 และ 2 สร้างข้อ
สมมติหลัก ๆ ที่สำคัญในการทำงานเหมือนกัน แต่มีรายละเอียดที่แตกต่างกัน คือ นักเรียนเป้าหมาย
คนที่ 1 สมมติให้การจัดเรียงที่นั่งเว้นระยะห่าง 1.5 เมตร แต่นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 สมมติให้
การจัดเรียงที่นั่งเว้นระยะห่าง 2 เมตร และจากการสัมภาษณ์สรุปได้ว่านักเรียนสร้างข้อสมมติ
โดยอาศัยประสบการณ์ของตนเอง ดังบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

ผู้วิจัย : “ทำไมคุณถึงสร้างข้อสมมติว่าจัดที่นั่งโดยเว้นระยะห่างเท่านี้ครับ”

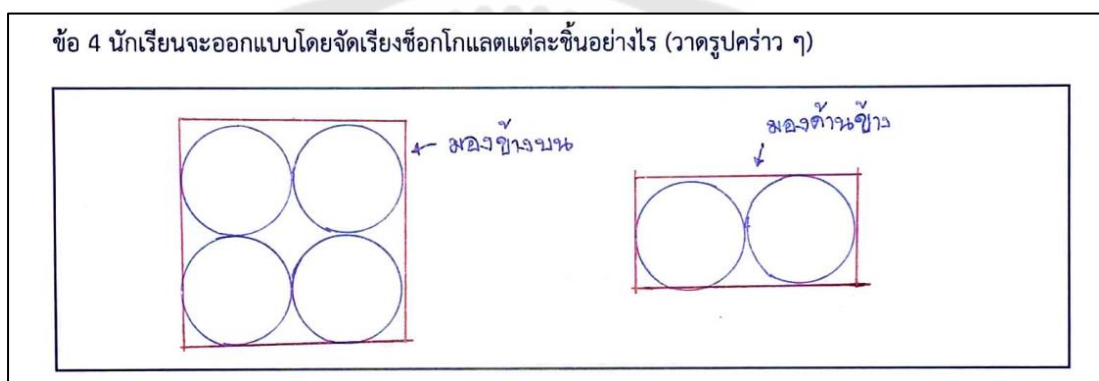
นักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 : “ปกติที่หนูไปร้านอาหารก็เห็นเว้นห่างกันแค่หนึ่งเมตรครึ่งนะคะ
แล้วดูจากในรูปก็น่าจะประมาณนั้นนะคะ”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 : “ผมเว้นห่าง 2 เมตร ตามที่เคยได้ยืนมาตลอดว่าไปที่ไหนก็ให้ห่างกัน
2 เมตร ถึงจะปลอดภัยครับ”

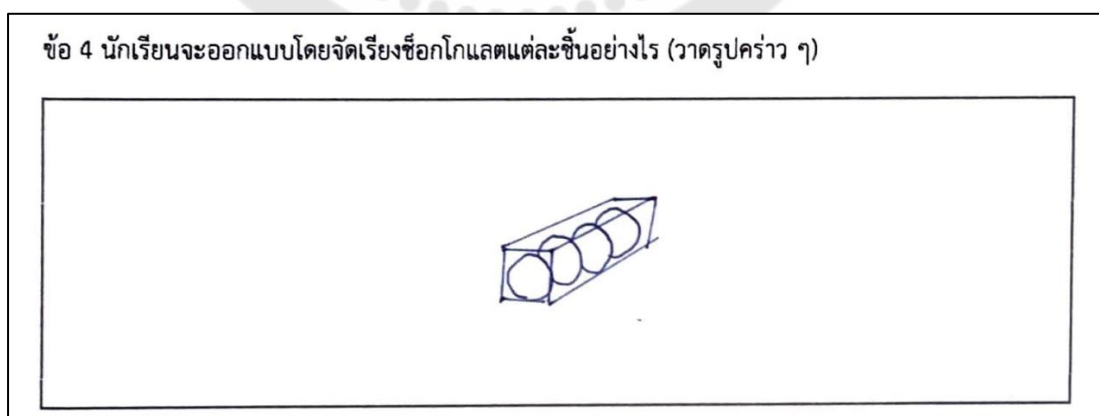
2.1.3 การนำเสนอตัวแทนของสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์

นักเรียนส่วนใหญ่มีการเขียนข้อมูลจากสถานการณ์เป็นภาษาหรือสัญลักษณ์ทาง
คณิตศาสตร์ และนำเสนอตัวแทนของสถานการณ์หรือปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รูปเรขาคณิต
สองมิติ รูปเรขาคณิตสามมิติ ประโยคสัญลักษณ์ ข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล
ในสถานการณ์ เป็นต้น ซึ่งในแต่ละกิจกรรมนักเรียนส่วนใหญ่จะนำเสนอในรูปแบบเดียวกัน

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนบางคนสามารถเลือกนำเสนอตัวแทนของสถานการณ์หรือปัญหาที่ลดความซับซ้อนหรือความยุ่งยากในการคิด ซึ่งแตกต่างจากการนำเสนอตัวแทนของสถานการณ์ของนักเรียนส่วนใหญ่ เช่น คาบเรียนที่ 2 กิจกรรมกล่องใส่ช็อกโกแลต มีนักเรียนใช้วงกลมเพื่อวางแผนคำนวณแทนวัตถุที่คล้ายทรงกลม ดังภาพประกอบ 22 – 23 และคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อกล่องคุกกี้ มีนักเรียนใช้ทรงกระบอกเป็นตัวแทนของกล่องคุกกี้ และนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของกล่องคุกกี้กับขนาดของกระดาษห่อของขวัญ โดยใช้รูปคลี่ของทรงกระบอก ซึ่งช่วยให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและหาคำตอบของปัญหา ดังภาพประกอบ 24 – 25

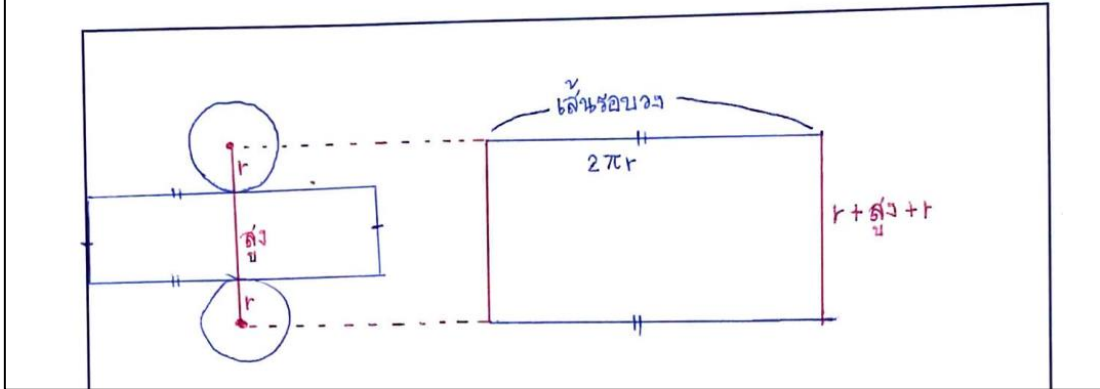


ภาพประกอบ 22 การนำเสนอตัวแทนของช็อกโกแลตและกล่องใส่ช็อกโกแลตในคาบเรียนที่ 2 กล่องใส่ช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 (แตกต่างจากนักเรียนส่วนใหญ่)



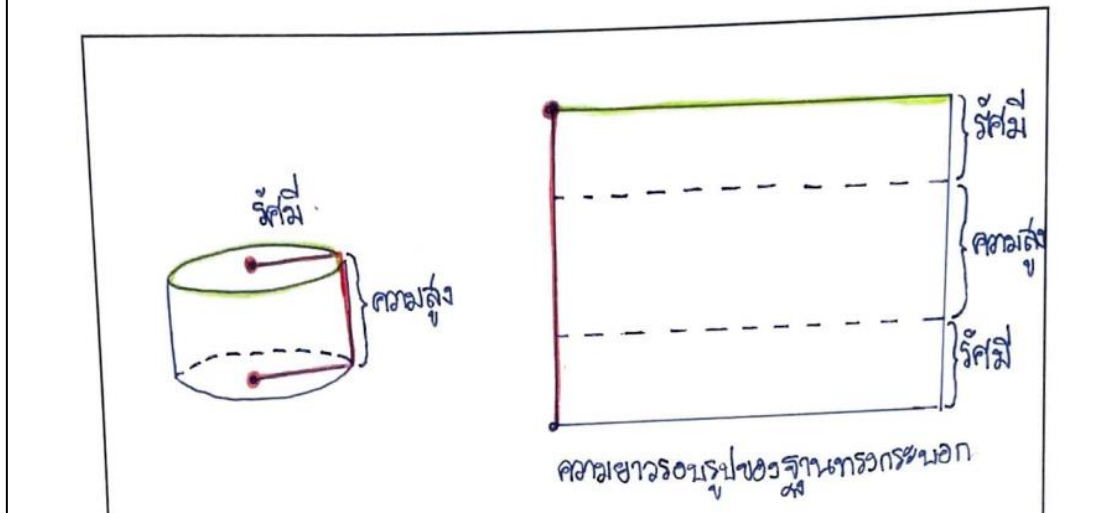
ภาพประกอบ 23 การนำเสนอตัวแทนของช็อกโกแลตและกล่องใส่ช็อกโกแลตในคาบเรียนที่ 2 กล่องใส่ช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 (คล้ายกับนักเรียนส่วนใหญ่)

ข้อ 5 นักเรียนมีวิธีการคำนวณหาขนาดของกระดาษห่อของขั้วญ้อย่างไร (แสดงการคำนวณ พร้อมทั้งวาดรูป และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของขนาดกระดาษห่อของขั้วญกับขนาดกล่องคุกกี้)



ภาพประกอบ 24 การนำเสนอตัวแทนของกล่องคุกกี้และกระดาษห่อของขั้วญในคาบเรียนที่ 9 กระดาษห่อกล่องคุกกี้ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 (แตกต่างจากนักเรียนส่วนใหญ่)

ข้อ 5 นักเรียนมีวิธีการคำนวณหาขนาดของกระดาษห่อของขั้วญ้อย่างไร (แสดงการคำนวณ พร้อมทั้งวาดรูป และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของขนาดกระดาษห่อของขั้วญกับขนาดกล่องคุกกี้)



ภาพประกอบ 25 การนำเสนอตัวแทนของกล่องคุกกี้และกระดาษห่อของขั้วญ ในคาบเรียนที่ 9 กระดาษห่อกล่องคุกกี้ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 (คล้ายกับนักเรียนส่วนใหญ่)

2.2 ด้านการเข้าชมโน้ตค้น ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยวิเคราะห์คะแนนระดับการแสดงผลออกของพฤติกรรมด้านการเข้าชมโน้ตค้น ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยสังเกตและบันทึกลงในแบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระหว่างจัดการเรียนรู้แต่ละคาบเรียนในช่วงที่ 1 – 3 ซึ่งจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ของคาบเรียนที่เป็นกิจกรรมสำหรับตรวจสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละช่วงของการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย คาบเรียนที่ 4 กิจกรรมศูนย์บริการคิดวัคซีน คาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า และคาบเรียนที่ 10 กิจกรรมสอยดาวระดมทุน ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ระดับการแสดงผลออกของพฤติกรรมด้านการเข้าชมโน้ตค้น ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

พฤติกรรม	คะแนนระดับการแสดงผลออก	ช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 4)		ช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 7)		ช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 10)	
		จำนวนนักเรียน	คะแนนรวม	จำนวนนักเรียน	คะแนนรวม	จำนวนนักเรียน	คะแนนรวม
1. ระบุ “วิธีการ/ขั้นตอน” ในการแก้ปัญหาได้ชัดเจน	0 : ไม่แสดงผลออก	4	0	1	0	0	0
	1 : แสดงออกไม่ชัดเจน	7	7	6	6	4	4
	2 : แสดงออกชัดเจน	4	8	8	16	11	22
	คะแนนเฉลี่ยของระดับการแสดงผลออก	1.00		1.46		1.73	
2. เลือกใช้ “ยุทธวิธี/วิธีการ” ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม	0 : ไม่แสดงผลออก	6	0	4	0	2	0
	1 : แสดงออกไม่ชัดเจน	1	1	0	0	0	0
	2 : แสดงออกชัดเจน	8	16	11	22	13	26
	คะแนนเฉลี่ยของระดับการแสดงผลออก	1.13		1.47		1.73	

ตาราง 9 (ต่อ)

พฤติกรรม	คะแนนระดับ การแสดงผล	ช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 4)		ช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 7)		ช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 10)	
		จำนวน นักเรียน	คะแนน รวม	จำนวน นักเรียน	คะแนน รวม	จำนวน นักเรียน	คะแนน รวม
		3. เขียน “วิธีการ หาคำตอบทาง คณิตศาสตร์” ได้ถูกต้อง	0 : ไม่แสดงผล	3	0	1	0
	1 : ผลลัพธ์ ไม่ชัดเจน	7	7	7	7	5	5
	2 : ผลลัพธ์ ชัดเจน	5	10	7	14	9	18
	คะแนนเฉลี่ย ของระดับ การแสดงผล	1.13		1.40		1.53	
4. มี “การตรวจสอบ ความสมเหตุ สมผล / ความถูกต้อง” ของผลลัพธ์ จากการคำนวณ	0 : ไม่แสดงผล	5	0	2	0	1	0
	1 : ผลลัพธ์ ไม่ชัดเจน	4	4	7	7	7	6
	2 : ผลลัพธ์ ชัดเจน	6	12	6	12	7	14
	คะแนนเฉลี่ย ของระดับ การแสดงผล	1.07		1.27		1.33	

จากตาราง 9 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของระดับการแสดงผลของพฤติกรรมด้านการใช้มีโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกรายการ ซึ่งรายการพฤติกรรมที่มีคะแนนเฉลี่ยของระดับการแสดงผลของช่วงที่ 3 เพิ่มขึ้นจากช่วงที่ 1 เรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ 1) ระบุ “วิธีการ/ขั้นตอน” ในการแก้ปัญหาได้ชัดเจน คะแนนเพิ่มขึ้น 0.73 คะแนน 2) เลือกใช้ “ยุทธวิธี/วิธีการ” ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม คะแนนเพิ่มขึ้น 0.60 คะแนน 3) เขียน “วิธีการหาผลเฉลยทางคณิตศาสตร์” ได้ถูกต้อง คะแนนเพิ่มขึ้น 0.40 คะแนน และ 4) มี “การตรวจสอบความสมเหตุสมผล/ความถูกต้อง” ของผลลัพธ์จากการคำนวณ คะแนนเพิ่มขึ้น 0.26 คะแนน

สำหรับรายละเอียดพฤติกรรมด้านการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยจะนำเสนอตามลักษณะที่ค้นพบจากการวิเคราะห์โดยจำแนกตามพฤติกรรมย่อย ดังนี้

2.2.1 การระบุวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหา

(1) นักเรียนระบุวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4) นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการระบุวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยนักเรียนส่วนใหญ่เขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจนหรือเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ต่อเนื่องกัน แม้ว่านักเรียนเหล่านั้นจะสามารถลงมือแก้ปัญหาจนได้คำตอบก็ตาม ซึ่งต่อมาในช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 5 – 7) นักเรียนเริ่มเรียนรู้และคุ้นเคยกับการระบุวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยนักเรียนสามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น หรือระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ต่อเนื่องมากขึ้น และในช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 8 – 10) ทุกกิจกรรมมีนักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่สามารถระบุวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน โดยมีตัวอย่างคำตอบใบกิจกรรมของนักเรียนที่ระบุวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น ดังภาพประกอบ 26 – 28

ข้อ 5 นักเรียนวางแผนหรือใช้วิธีการใดในการคำนวณเพื่อให้คำแนะนำ

นำค่ารวมเงินรายวันคูณกับจำนวนวันศุกร์ใน 1 ปี

ภาพประกอบ 26 คำตอบเกี่ยวกับวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้จ่ายบริการหอสมุด ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

จากภาพประกอบ 26 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 อธิบายวิธีการในการคำนวณเพื่อหาคำตอบของปัญหาชีวิตจริงในคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้จ่ายบริการหอสมุดได้ถูกต้อง แต่ยังขาดความต่อเนื่อง นักเรียนอธิบายข้ามขั้นตอนโดยไม่ได้อธิบายวิธีการคำนวณหาจำนวนวันศุกร์ทั้งหมดใน 1 ปี ก่อนที่จะคำนวณในขั้นตอนต่อไปตามที่ระบุในคำตอบ

ข้อ 5 นักเรียนจะมีวิธีการใดอย่างไรในการแบ่งส่วนลดจากการซื้อสินค้า

1) พี่ได้รับ ส่วนลด จากการซื้อ ได้ ก็จำ เพียงคนเดียว

2) แบ่ง ส่วนลด จากการซื้อ อุปกรณ์ กีฬา โดยคิดเป็น เปอร์เซ็นต์

ภาพประกอบ 27 คำตอบเกี่ยวกับวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม
ของคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

จากภาพประกอบ 27 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 อธิบายวิธีการในการคำนวณเพื่อหาคำตอบของปัญหาชีวิตจริงในคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า ได้ถูกต้อง ครบถ้วน แต่ยังอธิบายรายละเอียดได้ไม่ชัดเจน เนื่องจากในคำตอบข้อ 2) นักเรียนไม่ได้ระบุว่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยเทียบกับราคารวมของอุปกรณ์กีฬา และแบ่งส่วนลดกันตามเปอร์เซ็นต์ของราคาอุปกรณ์กีฬาที่แต่ละคนซื้อ ทั้งนี้เมื่อตรวจคำตอบในส่วนของการแสดงวิธีหาคำตอบพบว่านักเรียนสามารถดำเนินการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ข้อ 6 นักเรียนจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบ และทำได้อย่างไร

แบ่งจุดของแต่ละวงเวียน ตามรูปนกพิราบ เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และรูปสี่เหลี่ยม

คานงมู รูป วัดตามขอบแต่ละด้านในเส้นที่ก่อน แล้วนำอัตราส่วนด้านวงกลมตามขอบจริง

ของในแต่ละด้าน จากนั้นนำพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม แต่ละรูป แล้วนำมาบวกกัน

ภาพประกอบ 28 คำตอบเกี่ยวกับวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม
ของคาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

จากภาพประกอบ 28 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 อธิบายวิธีการในการคำนวณเพื่อหาคำตอบของปัญหาชีวิตจริงในคาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม

ได้ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดได้อย่างชัดเจน ซึ่งกิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนคำนวณหาพื้นที่ของโรงเรียนโดยใช้ข้อมูลจากแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม

(2) นักเรียนแสดงร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหามากขึ้น

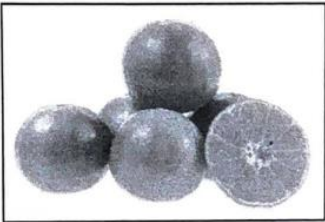


การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4) ไม่พบนักเรียนที่แสดงร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม มีเพียงการทำสัญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อเน้นข้อมูลสำคัญ ต่อมาในช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 5 – 7) ทุกกิจกรรมพบนักเรียน จำนวน 4 – 5 คน ที่แสดงร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนเขียนลงในใบกิจกรรมในส่วนที่เป็นสถานการณ์ และในช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 8 – 10) มีนักเรียนแสดงร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหาจำนวนเพิ่มขึ้นจากช่วงที่ 2 และนักเรียนส่วนใหญ่แสดงร่องรอยการวางแผนแก้ปัญหาที่มีรายละเอียดชัดเจนมากขึ้น โดยมีตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียนที่มีร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหามากขึ้น ดังภาพประกอบ 29 – 31

ใบกิจกรรม “น้ำส้มคั้น”

สถานการณ์ : เจ้าของร้านอาหารแห่งหนึ่ง เรียนรู้สูตรในการทำน้ำส้มคั้นจากอินเทอร์เน็ตเพื่อจะทำขายในร้านอาหารของตนเอง เมื่อทดลองทำและชิมรสชาติแล้วพึงพอใจกับสูตรน้ำส้มคั้นสูตรหนึ่ง ซึ่งใช้ส้มเขียวหวาน 2 ผล ผสมกับส้มโชกุน 3 ผล ได้น้ำส้มประมาณ 1 ขวดพอดี จากการสำรวจราคาส้มแต่ละพันธุ์และขวดสำหรับบรรจุได้ข้อมูล ดังนี้

ส้มเขียวหวานราคา	กิโลกรัมละ 25 บาท	ได้ส้มประมาณ 8-10 ผลต่อกิโลกรัม
ส้มโชกุนราคา	กิโลกรัมละ 45 บาท	ได้ส้มประมาณ 6-8 ผลต่อกิโลกรัม
ขวดสำหรับบรรจุ	แพ็คเกจละ 120 บาท	ได้ขวด 50 ขวดต่อแพ็คเกจ

ถ้าเจ้าของร้านต้องการขายน้ำส้มให้ได้กำไรขวดละ 8 บาท ควรจะตั้งราคาขายกี่บาท


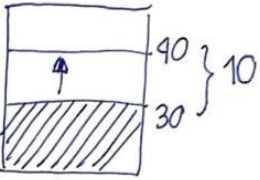




ภาพประกอบ 29 ร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 3
กิจกรรมน้ำส้มคั้น ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

จากภาพประกอบ 29 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 ไม่แสดงร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 3 กิจกรรมน้ำส้มคั้น โดยมีเพียงร่องรอยการทำสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น ชีดเส้นใต้ เพื่อเน้นข้อมูลสำคัญในสถานการณ์เท่านั้น

ใบกิจกรรม “กระปุกออมสินจากขวดน้ำ”

สถานการณ์ : นักเรียนคนหนึ่งออมเงินโดยใช้ขวดน้ำพลาสติกเป็นกระปุกออมสิน ซึ่งฉลากข้างขวดน้ำระบุปริมาณสุทธิเท่ากับ 550 มิลลิลิตร และกระปุกใบนี้ใช้ออมเงินเฉพาะเหรียญ 1 บาทเท่านั้น นักเรียนนี้ต้องการทราบว่าเมื่อหยอดกระปุกจนเต็มจะออมเงินได้กี่บาท จึงได้ทำการทดลองเพื่อหาปริมาณของเหรียญ 1 บาท โดยใส่เหรียญ 1 บาท จำนวน 31 เหรียญ ลงในบีกเกอร์ (beaker) ซึ่งทำให้ระดับน้ำในบีกเกอร์เพิ่มขึ้นจาก 30 มิลลิลิตร เป็น 40 มิลลิลิตร จะสามารถประมาณจำนวนเงินออมทั้งหมดเมื่อหยอดกระปุกจนเต็มได้อย่างไร

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ข้อ 1 ข้อมูลใดบ้างที่ต้องนำมาใช้ในการคำนวณหาจำนวนเงินออมทั้งหมดเมื่อหยอดกระปุกจนเต็ม

$$31:10 \quad \xrightarrow{\quad} \quad :550$$

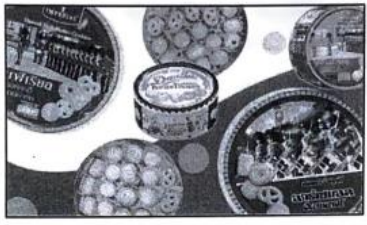
$$\quad \quad \quad \times 55 \quad \quad \quad \times 55$$

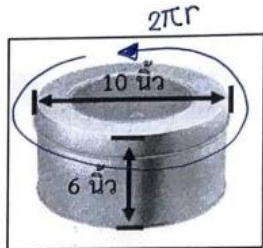
ภาพประกอบ 30 ร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 5 กิจกรรมกระปุกออมสินจากขวดน้ำ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

จากภาพประกอบ 30 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 แสดงร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 5 กิจกรรมกระปุกออมสินจากขวดน้ำ ซึ่งรายละเอียดของร่องรอยเป็นวิธีการคำนวณที่นำไปสู่การหาคำตอบของปัญหาเหลือเพียงการอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม และแสดงการคำนวณหาผลลัพธ์อีกเล็กน้อย นักเรียนก็จะสามารถหาคำตอบของปัญหาได้สำเร็จ

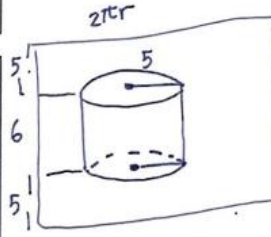
ใบกิจกรรม “กระดาษห่อกล่องคุกกี้”

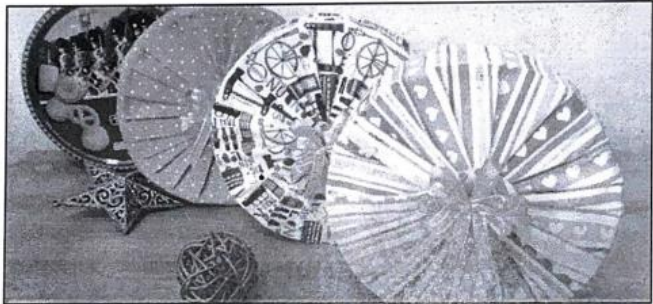
สถานการณ์ : ร้านขนมแห่งหนึ่งขายคุกกี้โฮมเมด โดยบรรจุใส่กล่องที่มีลักษณะคล้ายกล่องคุกกี้ทั่วไปและมีขนาดดังภาพ เจ้าของร้านต้องการให้พนักงานเตรียมกระดาษห่อของขวัญจำนวนมากสำหรับให้บริการห่อกล่องคุกกี้เพื่อเป็นของขวัญในช่วงเทศกาลต่าง ๆ โดยต้องการใช้กระดาษห่อของขวัญที่ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าในการห่อกล่องคุกกี้ กล่องละ 1 แผ่น นักเรียนจะสามารถช่วยเหลือนักงานในการคำนวณเพื่อหาขนาดของกระดาษห่อของขวัญได้อย่างไร





$d = 10 \rightarrow r = \frac{10}{2} = 5$





ภาพประกอบ 31 ร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม
ของคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อกล่องคุกกี้ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

จากภาพประกอบ 31 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 แสดงร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหาและร่องรอยการหาผลลัพธ์จากการคำนวณบางส่วนลงในใบกิจกรรมคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อกล่องคุกกี้ ซึ่งรายละเอียดของร่องรอยเป็นวิธีการหาคำตอบของปัญหา เหลือเพียงการอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม และแสดงการคำนวณหาผลลัพธ์อีกเพียงเล็กน้อย นักเรียนก็จะได้คำตอบของสถานการณ์ในกิจกรรมนี้

2.2.2 การเลือกใช้ยุทธวิธีหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีหรือวิธีการที่สามารถหาคำตอบของปัญหาชีวิตจริงได้ มีนักเรียนเพียงส่วนน้อยที่ไม่สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีหรือวิธีการที่สามารถหาคำตอบของปัญหาชีวิตจริงได้ในบางกิจกรรม นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนบางคนสามารถอธิบายเหตุผลประกอบการตัดสินใจเลือกใช้ยุทธวิธีหรือวิธีการในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น ในคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 เลือกใช้วิธี

การแก้ปัญหาโดยคิดส่วนลดของอุปกรณ์กีฬาเป็นเปอร์เซ็นต์ของราคาอุปกรณ์กีฬาารวมกัน แล้วแบ่งส่วนลดกันตามเปอร์เซ็นต์ของราคาอุปกรณ์ที่แต่ละคนซื้อ ดังภาพประกอบ 32 ซึ่งในระหว่างจัดการเรียนรู้นักเรียนอีกคนเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยให้แบ่งส่วนลดกันคนละครึ่ง แต่นักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 ได้แย้งว่าเป็นวิธีแบ่งส่วนลดที่ไม่ยุติธรรม จากการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 นักเรียนสามารถอธิบายพร้อมยกตัวอย่างได้ชัดเจน ดังบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

ผู้วิจัย : “ทำไมคุณคิดว่าวิธีการแบ่งส่วนลดคนละครึ่ง เป็นวิธีการที่ไม่ยุติธรรม”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 : “ถ้าแบ่งส่วนลดคนละครึ่ง คนที่ซื้อของราคาแพงกว่าจะเสียเปรียบคะ สมมติว่าต้องซื้อของครบ 100 บาท ถึงได้ส่วนลด 20 บาท ถ้าหนูซื้อของ 90 บาท แล้วเพื่อนซื้อ 10 บาท จ่ายรวมกัน เพื่อนก็ได้ของฟรี แต่หนูได้ลดไปแค่ 10 บาท ต้องจ่าย 80 บาท แบบนี้หนูหาซื้อเพิ่มเองอีก 10 บาท ให้ครบ 100 บาท จะคุ้มกว่าคะ ได้ของเพิ่ม แต่จ่าย 80 บาท เท่าเดิมเลย”

ข้อ 5 นักเรียนจะมีวิธีการใดในการแบ่งส่วนลดจากการซื้อสินค้า

.....^{ซื้อ}ได้ส่วนลด 20% จากชุดกีฬาคนเดียว และส่วนลดจากอุปกรณ์กีฬา 200 บาท.....
 หนูไปคิดเป็น % ของราคารวมของอุปกรณ์กีฬา แล้วแบ่งกันตาม % ของราคาอุปกรณ์ที่แต่ละคนซื้อ

ภาพประกอบ 32 คำตอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม
 ของคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1

คาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาในการคำนวณหาพื้นที่ของรูปหกเหลี่ยมที่เป็นขอบเขตขอโรงเรียน โดยแบ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่ตนเองทราบสูตรในการคำนวณพื้นที่ ดังภาพประกอบ 33 ซึ่งจากการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี แต่เลือกใช้วิธีที่ง่ายต่อการคำนวณ ดังบทสัมภาษณ์ต่อไปนี้

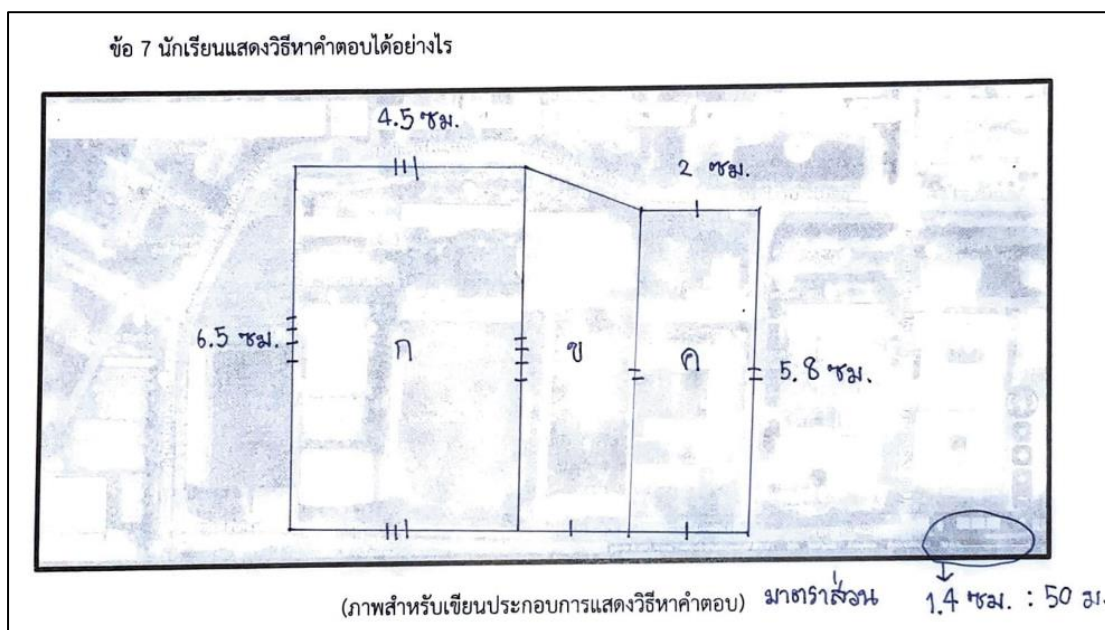
ผู้วิจัย : “นอกจากวิธีการที่คุณใช้หาคำตอบ ยังมีวิธีการอื่นในการหาคำตอบอีกไหมครับ”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 : “มีอีกครับ แบ่งโรงเรียนเป็นรูปอื่น ๆ ก็หาพื้นที่ได้ครับ”

ผู้วิจัย : “แล้วทำไมถึงเลือกแบ่งตามวิธีนี้ล่ะครับ”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 : “จริง ๆ จะแบ่งรูปหกเหลี่ยมเป็นรูปสามเหลี่ยม 4 รูป ก็ได้ครับ

แต่มันจะต้องวัดอีกหลายด้านกว่าเดิม แล้วก็คิดเลขยากขึ้นด้วยครับ”



ภาพประกอบ 33 คำตอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม
ของคาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

2.2.3 การแสดงวิธีการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4) นักเรียนยังไม่คุ้นเคยในการเขียนแสดงวิธีหาคำตอบที่ไม่ได้มีตัวอย่างขั้นตอนการเขียนเหมือนในหนังสือเรียน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนโดยมุ่งเน้นแสดงการคำนวณเพียงอย่างเดียว แต่ยังไม่ขาดการอธิบาย หรือเขียนเพียงข้อความสั้น ๆ ทั้งนี้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงวิธีหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ต่อมาในช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 5 – 7) นักเรียนส่วนใหญ่เขียนแสดงวิธีหาคำตอบโดยมีการอธิบายเพิ่มมากขึ้น และในช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 8 – 10) นักเรียนส่วนใหญ่เขียนแสดงวิธีหาคำตอบได้ชัดเจน มีตัวอย่างคำตอบในใบ

กิจกรรมของนักเรียนที่แสดงวิธีการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนมากขึ้น ดังภาพประกอบ 34 – 36

ข้อ 6 นักเรียนมีวิธีคำนวณอย่างไรว่าการจ่ายค่าธรรมเนียมการใช้บริการแบบใดประหยัดกว่ากัน และประหยัดกว่าเท่าไร (แสดงวิธีการคำนวณ)

รายวัน $365 \div 7$ ได้ 52 ~~๕๓~~ ๑

$52 \times 20 = 1,040$ บาท

รายปี ๘๐๐ บาท

รายวัน ประหยัดกว่ารายปี $1,040 - 800 = 240$ บาท

ภาพประกอบ 34 คำตอบเกี่ยวกับการแสดงวิธีการหาคำตอบในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้บริการห้องสมุดของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

ข้อ 5 นักเรียนมีวิธีการคำนวณหาจำนวนเงินออมทั้งหมดเมื่อหยอดกระปุกจนเต็มอย่างไร (แสดงการคำนวณ)

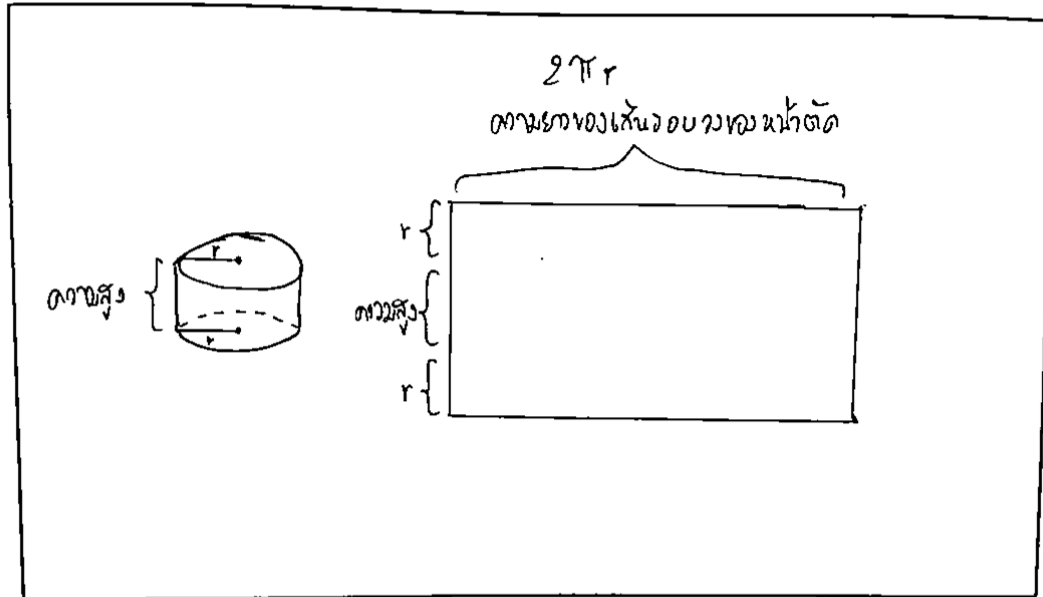
$31 \text{ เหรียญ} : 10 \text{ มล.} = 31 \times 55 \text{ เหรียญ} : 10 \times 55 \text{ มล.}$

$= 1,705 \text{ เหรียญ} : 550 \text{ มล.}$

ดังนั้น จำนวนเงินออมทั้งหมดเมื่อหยอดกระปุกจนเต็ม เท่ากับ 1,705 บาท

ภาพประกอบ 35 คำตอบเกี่ยวกับการแสดงวิธีการหาคำตอบในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 5 กิจกรรมกระปุกออมสินจากขวดน้ำ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

ข้อ 5 นักเรียนมีวิธีการคำนวณหาขนาดของกระดาษห่อของขวัญอย่างไร (แสดงการคำนวณ พร้อมทั้งวาดรูป และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของขนาดกระดาษห่อของขวัญกับขนาดกล่องคุกกี้)



กระดาษห่อของขวัญ เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

$$\text{ความยาว} = 2\pi r$$

$$\approx 2 \times 3.14 \times 5 \text{ นิ้ว}$$

$$\approx 31.4 \text{ นิ้ว}$$

$$\text{ความกว้าง} = 5 + 6 + 5 \text{ นิ้ว}$$

$$= 16 \text{ นิ้ว}$$

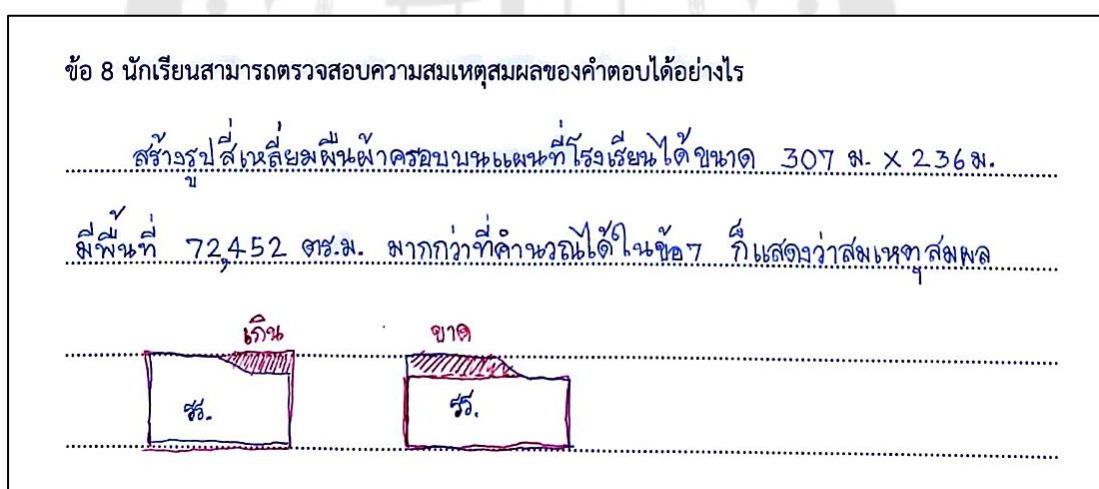
ภาพประกอบ 36 คำตอบเกี่ยวกับการแสดงวิธีการหาคำตอบในใบกิจกรรม
ของคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อกล่องคุกกี้ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

จากภาพประกอบ 34 – 36 พบว่า ในคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้จ่ายบริการห้องสมุด
นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 แสดงวิธีหาคำตอบของปัญหาโดยเน้นการคำนวณ มีการเขียนข้อความ
สั้น ๆ โดยเฉพาะในส่วนของการหาผลหารที่ไม่มีการอธิบายเพิ่มเติม ต่อมาในคาบเรียนที่ 5

กิจกรรมกระปุกออมสินจากขวดน้ำ นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบของปัญหาได้ค่อนข้างชัดเจน ซึ่งจะสมบูรณ์มากขึ้นหากนักเรียนอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับอัตราส่วนที่ใช้ในการหาคำตอบ และในคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อกล่องคุกกี้ นักเรียนมีการอธิบายลักษณะของกระดาษห่อของขวัญก่อนที่จะแสดงการคำนวณหาขนาด ซึ่งเป็นการแสดงวิธีหาคำตอบของปัญหาได้อย่างชัดเจน

2.2.4 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลหรือตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์จากการคำนวณ

นักเรียนส่วนใหญ่คุ้นเคยและสามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์จากการคำนวณได้ เช่น ตรวจสอบความถูกต้องของผลหาร โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างการคูณกับการหาร เป็นต้น แต่นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์จากการคำนวณ ต้องอภิปรายร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดในการตรวจสอบความสมเหตุสมผล โดยมีตัวอย่างคำตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนที่สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลได้อย่างเหมาะสม ดังภาพประกอบ 37



ภาพประกอบ 37 คำตอบเกี่ยวกับการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1

จากภาพประกอบ 37 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของพื้นที่ของโรงเรียนที่คำนวณได้ในคาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม โดยใช้วิธีสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ล้อมรอบบริเวณโรงเรียนในแผนที่ แล้วคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งถ้าพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมากกว่าพื้นที่ของโรงเรียนที่คำนวณได้ จะสรุปได้ว่า

พื้นที่ของโรงเรียนที่คำนวณได้นั้นสมเหตุสมผล และจากการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนมีวิธีตรวจสอบความสมเหตุสมผลอีก 1 วิธี ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนอธิบายเพิ่มเติมและวาดรูปประกอบการอธิบายลงในใบกิจกรรม ดังบทสัมภาษณ์

ผู้วิจัย : “นอกจากวิธีการที่คุณใช้หาคำตอบ ยังมีวิธีการอื่นในการหาคำตอบอีกไหมครับ”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 : “ถ้าไม่สร้างสี่เหลี่ยมครอบโรงเรียน ก็สร้างสี่เหลี่ยมข้างในโรงเรียนก็ได้ค่ะ แต่หาพื้นที่แล้วต้องน้อยกว่าพื้นที่โรงเรียน ถึงจะสมเหตุสมผล”

2.3 ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยวิเคราะห์คะแนนระดับการแสดงออกของพฤติกรรมด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยสังเกตและบันทึกลงในแบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ระหว่างจัดการเรียนรู้แต่ละคาบเรียนในช่วงที่ 1 – 3 ซึ่งจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ของคาบเรียนที่เป็นกิจกรรมสำหรับตรวจสอบความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละช่วงของการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยคาบเรียนที่ 4 กิจกรรมศูนย์บริการฉีดยุคชื่น คาบเรียนที่ 7 กิจกรรมสวนลดในห้างสรรพสินค้า และคาบเรียนที่ 10 กิจกรรมสอยดาวระดมทุน ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ระดับการแสดงออกของพฤติกรรมด้านด้านการตีความและประเมิน
ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

พฤติกรรม	คะแนนระดับ การแสดงออก	ช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 4)		ช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 7)		ช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 10)	
		จำนวน นักเรียน	คะแนน รวม	จำนวน นักเรียน	คะแนน รวม	จำนวน นักเรียน	คะแนน รวม
1. ใช้ “คำตอบ/ ผลลัพธ์ทาง คณิตศาสตร์” เพื่ออธิบาย ปัญหาชีวิตจริง ได้อย่าง เหมาะสม	0 : ไม่แสดงออก	4	0	3	0	0	0
	1 : แสดงออก ไม่ชัดเจน	3	3	2	2	3	3
	2 : แสดงออก ชัดเจน	8	16	10	20	12	24
	คะแนนเฉลี่ย ของระดับ การแสดงออก	1.27		1.47		1.80	
2. ระบุ “ข้อจำกัด” ของวิธีการและ คำตอบทาง คณิตศาสตร์ ได้ถูกต้อง	0 : ไม่แสดงออก	6	0	4	0	2	0
	1 : แสดงออก ไม่ชัดเจน	5	5	4	4	4	4
	2 : แสดงออก ชัดเจน	4	8	7	14	9	18
	คะแนนเฉลี่ย ของระดับ การแสดงออก	0.87		1.20		1.47	
3. อธิบาย/เขียน “เหตุผล” เพื่อ โต้แย้งหรือ สนับสนุน ข้อสรุปได้อย่าง สมเหตุสมผล	0 : ไม่แสดงออก	5	0	5	0	3	0
	1 : แสดงออก ไม่ชัดเจน	6	6	4	4	4	4
	2 : แสดงออก ชัดเจน	4	8	6	12	8	16
	คะแนนเฉลี่ย ของระดับ การแสดงออก	0.93		1.07		1.33	

จากตาราง 10 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของระดับการแสดงออกของพฤติกรรมด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกรายการ ซึ่งรายการพฤติกรรมที่มีคะแนนเฉลี่ยของระดับการแสดงออกของช่วงที่ 3 เพิ่มขึ้นจากช่วงที่ 1 เรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ 1) ระบุ “ข้อจำกัด” ของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง คะแนนเพิ่มขึ้น 0.60 คะแนน 2) ใช้ “คำตอบ/ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์” เพื่ออธิบายปัญหาชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม คะแนนเพิ่มขึ้น 0.53 คะแนน และ 3) อธิบาย/เขียน “เหตุผล” เพื่อโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล คะแนนเพิ่มขึ้น 0.40 คะแนน

สำหรับรายละเอียดพฤติกรรมด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยจะนำเสนอตามลักษณะที่ค้นพบจากการวิเคราะห์ โดยจำแนกตามพฤติกรรมย่อย ดังนี้

2.3.1 การใช้คำตอบทางคณิตศาสตร์ตอบปัญหาชีวิตจริง

(1) นักเรียนใช้คำตอบทางคณิตศาสตร์ตอบปัญหาชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4) พบว่า นักเรียนหลายคนยังไม่คุ้นเคยกับปัญหาชีวิตจริง ซึ่งมีรายละเอียดในสถานการณ์มากกว่าโจทย์ปัญหาทั่วไปที่นักเรียนคุ้นเคย ไม่สามารถจับประเด็นคำถามหลักในสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงได้ จึงตอบปัญหาชีวิตจริงไม่สอดคล้องกับสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการคำตอบ ทั้งนี้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบปัญหาชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม ต่อมาในช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 4 – 7) นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับปัญหาชีวิตจริงมากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่ทำสัญลักษณ์เพื่อเน้นข้อความที่เป็นคำถามหลักในสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงลงในใบกิจกรรม นักเรียนที่ตอบปัญหาชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสมมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากช่วงที่ 1 และในช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 8 – 10) นักเรียนที่ตอบปัญหาชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสมมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากช่วงที่ 2 และบางกิจกรรมไม่พบนักเรียนที่ไม่สอดคล้องกับสิ่งที่สถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงต้องการคำตอบ และไม่พบนักเรียนที่ตอบปัญหาชีวิตจริงไม่เหมาะสม โดยมีตัวอย่างคำตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนที่ใช้ผลเฉลยทางคณิตศาสตร์ตอบปัญหาชีวิตจริงได้เหมาะสมมากขึ้น ดังภาพประกอบ 38 – 39

ข้อ 7 นักเรียนจะสรุปลักษณะและขนาดของกล่องใส่ช็อกโกแลตที่ออกแบบอย่างไร

.....กล่องเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ลักษณะดินแถมแนวยา ให้ช็อกโกแลตได้ 4 ชิ้น

ภาพประกอบ 38 คำตอบเกี่ยวกับการตอบปัญหาชีวิตจริงในใบกิจกรรม
ของคาบเรียนที่ 2 กิจกรรมกล่องใส่ช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

ข้อ 6 นักเรียนสามารถสรุปขนาดของกระดาษห่อของขวัญได้อย่างไร

.....กระดาษ ห่อของขวัญ เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 16 นิ้ว และยาว 21.4 นิ้ว

ภาพประกอบ 39 คำตอบเกี่ยวกับการตอบปัญหาชีวิตจริงในใบกิจกรรม
ของคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อกล่องคุกกี้ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

จากภาพประกอบ 38 – 39 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 ตอบปัญหาชีวิตจริงได้ไม่สอดคล้องกับคำถามหลักในสถานการณ์ของคาบเรียนที่ 2 กิจกรรมกล่องใส่ช็อกโกแลต ซึ่งคำถามหลักของสถานการณ์ คือ “นักเรียนจะออกแบบกล่องอย่างไร และมีขนาดเท่าไร” แต่นักเรียนเขียนคำตอบโดยอธิบายลักษณะและขนาดของกล่องตามเงื่อนไขที่ระบุไว้ในสถานการณ์ สำหรับคำตอบที่เหมาะสมของคำถามย่อยในข้อนี้ ควรจะระบุความกว้าง ความยาว และความสูงของกล่อง และต่อมาในคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อกล่องคุกกี้ ซึ่งมีคำถามหลักของสถานการณ์ คือ “นักเรียนจะสามารถช่วยเหลือพนักงานในการคำนวณเพื่อหาขนาดของกระดาษห่อของขวัญได้อย่างไร” ซึ่งนักเรียนสามารถตอบคำถามย่อยได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับคำถามหลักของสถานการณ์

(2) นักเรียนใช้คำตอบทางคณิตศาสตร์ตอบปัญหาชีวิตจริง โดยอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจนมากขึ้น

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4) นักเรียนส่วนใหญ่ตอบปัญหาชีวิตจริงโดยเขียนคำตอบหรือข้อสรุปสั้น ๆ ไม่ได้การอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม ต่อมาในช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 5 – 7) นักเรียนส่วนใหญ่ตอบปัญหาชีวิตจริงเขียนคำตอบหรือข้อสรุปและมีการอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม แต่ยังมีนักเรียน

บางคนที่ยังเขียนคำตอบหรือข้อสรุปเพียงสั้น ๆ และตอบไม่ครบทุกประเด็นคำถาม และในช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 8 – 10) ทุกกิจกรรมมีนักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่สามารถตอบปัญหาชีวิตจริงโดยอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจน โดยมีตัวอย่างคำตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนที่ใช้คำตอบทางคณิตศาสตร์ตอบปัญหาชีวิตจริง โดยอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจนมากขึ้น ดังภาพประกอบ 40 – 42

ข้อ 7 สรุปว่านักเรียนจะให้คำแนะนำเพื่อนอย่างไร

ควรจ่ายค่าธรรมเนียมการใช้บริการแบบรายปี

ภาพประกอบ 40 คำตอบเกี่ยวกับการตอบปัญหาชีวิตจริงในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้จ่ายบริการหอสมุด ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

ข้อ 6 นักเรียนจะสรุปคำตอบของสถานการณ์นี้อย่างไร

เมื่อขอยอดกระปุกออมสินจะมีเหรียญ 1 บาท ประมาณ 1,705 เหรียญ

คิดเป็นเงิน 1,705 บาท

ภาพประกอบ 41 คำตอบเกี่ยวกับการตอบปัญหาชีวิตจริงในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 5 กิจกรรมกระปุกออมสินจากขวดน้ำ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

ข้อ 9 นักเรียนจะนำคำตอบจากการคำนวณไปอธิบายและตอบคำถามว่า “โรงเรียนสาธิตเกษตรกว้างใหญ่แค่ไหน” ได้อย่างไร

โรงเรียนสาธิตเกษตร มีพื้นที่ประมาณ 67,764.8 ตร.ม.
ส่วนที่กว้างที่สุด 232.1 ม. ส่วนที่ยาวที่สุด 303.5 ม.

ภาพประกอบ 42 คำตอบเกี่ยวกับการตอบปัญหาชีวิตจริงในใบกิจกรรม
ของคาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

จากภาพประกอบ 40 – 42 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 ตอบปัญหาชีวิตจริงของสถานการณ์ในคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้จ่ายบริการหอสมุด โดยเขียนเพียงข้อสรุปสั้น ๆ ไม่ได้อธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม ซึ่งคำตอบของคำถามย่อมนี้อาจชัดเจนขึ้นถ้านักเรียนให้เหตุผลประกอบข้อสรุป เช่น “เพราะประหยัดกว่าการจ่ายค่าบริการแบบรายวัน” ต่อมาในคาบเรียนที่ 5 กิจกรรมการระดมสมองจากขบวนการ มีคำถามหลักของสถานการณ์ คือ “จะสามารถประมาณจำนวนเงินออมทั้งหมดเมื่อหยุดการระดมจนเต็มได้อย่างไร” โดยนักเรียนสามารถสรุปจำนวนเงินที่คำนวณได้ซึ่งเป็นคำตอบที่ตรงประเด็น และได้อธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดของเหรียญและจำนวนเหรียญที่หยุดได้ก่อนจะสรุปคำตอบ และในคาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม มีคำถามหลักของสถานการณ์ คือ “โรงเรียนสาธิตเกษตรกว้างใหญ่แค่ไหน” ซึ่งนักเรียนใช้พื้นที่ที่คำนวณได้โดยประมาณจากแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมเพื่ออธิบายขนาดของโรงเรียนสาธิตเกษตร และอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมโดยระบุส่วนที่กว้างที่สุดและส่วนที่ยาวที่สุดของบริเวณโรงเรียน เนื่องจากมีการอธิบายรายละเอียดที่มากกว่านักเรียนส่วนใหญ่ในห้องเรียน ผู้วิจัยจึงสัมภาษณ์เพิ่มเติมได้ข้อมูล ดังบทสัมภาษณ์

ผู้วิจัย : “ทำไมจึงต้องระบุส่วนที่กว้างที่สุด และส่วนที่ยาวที่สุดของโรงเรียน”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 : “ผมคิดว่าถ้าบอกแค่พื้นที่โรงเรียน คนอื่นอาจจะคิดภาพไม่ออกว่าโรงเรียนจะมีพื้นที่เป็นแบบไหน จะกว้าง ๆ หรือจะแคบ ๆ แต่เป็นแนวยาวไปเลย ถ้าบอกส่วนที่กว้างสุดกับยาวสุดไป มันจะคิดภาพง่ายขึ้นครับ โรงเรียนก็อยู่แค่นีกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าไปเลย ไม่ใหญ่เกินกรอบนั้นครับ”

2.3.2 การระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4) นักเรียนหลายคนยังไม่เข้าใจและไม่ได้คำนึงถึงข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนเข้าใจว่าคำตอบหรือผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่คำนวณได้นั้น ใช้งานในบริบทชีวิตจริงได้อย่างแน่นอน มีนักเรียนบางคนเข้าใจข้อจำกัดของวิธีการและผลเฉลยทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจากการวิเคราะห์คำตอบในใบกิจกรรมพบว่านักเรียนที่สามารถสร้างข้อสมมติเพื่อทำให้ปัญหาชีวิตจริงอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์ จะสามารถระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ต่อมาในช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 5 – 7) ระหว่างจัดการเรียนรู้ นักเรียนหลายคนมีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนส่วนใหญ่ระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง โดยนักเรียนหลายคนสามารถอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจนมากขึ้น และในช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 8 – 10) นักเรียนที่สามารถระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและอธิบายได้ชัดเจนมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากช่วงที่ 2 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนบางคนสามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้สามารถนำคำตอบทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในบริบทชีวิตจริงได้อย่างสมบูรณ์ โดยมีตัวอย่างคำตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนที่ระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจนมากขึ้น ดังภาพประกอบ 43 – 45 และตัวอย่างคำตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนที่เข้าใจข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี ดังภาพประกอบ 46

ข้อ 8 หากตัดกระดาษตามรูปคลี่ของกล่องที่นักเรียนออกแบบ จะสามารถพับเป็นกล่องเพื่อใช้งานจริงได้หรือไม่ อย่างไร

..... ใช้งานได้จริง เพราะคำนวณมาแล้วว่าได้ 4 ชิ้น

ภาพประกอบ 43 คำตอบเกี่ยวกับการระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 2 กิจกรรมกล่องใส่ช็อกโกแลต ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

ข้อ 7 นักเรียนคิดว่าถ้าหยุดกระปุกจนเต็มแล้วนำเหรียญทั้งหมดออกมานับ จำนวนเหรียญที่นับได้ควรจะมากกว่า เท่ากับ หรือน้อยกว่าจำนวนเหรียญที่คำนวณได้ เพราะเหตุใด

.....จำนวนเหรียญที่นับได้จริง จะ น้อยกว่าจำนวน เหรียญที่คำนวณได้ เพราะ คำนวณโดย
ไปสนใจที่ทางระนาบเหรียญในทศ ถ้ามีที่วางจะให้เหรียญได้จริง.....

ภาพประกอบ 44 คำตอบเกี่ยวกับการระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์
ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 5 กิจกรรมกระปุกออมสินจากขวดน้ำ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

ข้อ 7 หากตัดกระดาษห่อของขวัญตามขนาดที่นักเรียนคำนวณได้ จะสามารถใช้ในการห่อกล่องคุกกี้ได้
จริงหรือไม่ อย่างไร

.....สามารถ ห่อ กล่องคุกกี้ ได้จริง แต่อาจไม่สวยงาม เพราะกระดาษเป็นกึ่งมัน กึ่งมันกึ่งมัน
.....กระดาษห่อ ของกล่อง จะทำให้กระดาษส่วน และเนื้อสีไม่ชัด จึงหันกระดาษห่อให้กว้าง
.....และห่อขึ้นอีกเล็กน้อย เพื่อให้ห่อได้พอดี.....

ภาพประกอบ 45 คำตอบเกี่ยวกับการระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์
ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อกล่องคุกกี้ ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

จากภาพประกอบ 43 – 45 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 ไม่เข้าใจและไม่ได้
คำนึงถึงข้อจำกัดของวิธีการและผลเฉลยทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ในคาบเรียนที่ 2
กิจกรรมกล่องใส่ช็อกโกแลต เนื่องจากในกิจกรรมนักเรียนออกแบบกล่องใส่ช็อกโกแลตเป็นรูปคลี่
ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ถ้านักเรียนจะนำไปใช้งานจริงต้องคำนึงถึงวิธีการพับและประกอบเป็น
กล่องด้วย เช่น ไม่ตัดกระดาษตามรูปคลี่แต่ตัดให้เหลือส่วนที่ยื่นออกมาจากรูปคลี่ไว้สำหรับทากาว
ซึ่งจากการสัมภาษณ์สรุปได้ว่านักเรียนเชื่อว่าถ้าคำนวณได้ถูกต้องแล้ว ผลลัพธ์หรือคำตอบทาง
คณิตศาสตร์จะต้องใช้ในบริบทชีวิตจริงได้อย่างแน่นอน ต่อมาในคาบเรียนที่ 5 กิจกรรมกระปุก
ออมสินจากขวดน้ำ นักเรียนเข้าใจและสามารถระบุข้อจำกัดของวิธีการที่ใช้ในการประมาณจำนวน
เหรียญได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน และในคาบเรียนที่ 9 กิจกรรมกระดาษห่อ

กล่องคู่มือ นักเรียนสามารถระบุข้อจำกัดของขนาดกระดาษห่อของขวัญที่คำนวณได้ถูกต้อง อธิบายได้ชัดเจน และสามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อจำกัดเพื่อให้สามารถนำขนาดของกระดาษที่คำนวณไปใช้ได้จริงในบริบทชีวิตจริง

ข้อ 10 นักเรียนคิดว่าแต่ละคนจะได้คำตอบเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....คำตอบจะต่างกัน แต่ที่ควรจะได้ใกล้เคียงกัน น่าจะต่างกันตรงที่การวาดเศษ
แบ่งรูป การวัดความยาว และหาประมาณทศนิยม

ภาพประกอบ 46 คำตอบเกี่ยวกับการระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 1

จากภาพประกอบ 46 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 สามารถระบุข้อจำกัดของวิธีการและผลลัพธ์จากการคำนวณหาพื้นที่ของโรงเรียนในสถานการณ์ของคาบเรียนที่ 8 กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจน และจากการสัมภาษณ์สรุปได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับข้อจำกัดของวิธีการและผลลัพธ์เป็นอย่างดี ดังบทสัมภาษณ์

ผู้วิจัย : “ทำไมจึงคิดว่าแต่ละคนคำนวณหาพื้นที่ได้ไม่เท่ากัน”

นักเรียนเป้าหมายคนที่ 1 : “วิธีของหนูทำได้แค่ประมาณพื้นที่ ของเพื่อนก็น่าจะเหมือนกันนะคะ

ตอนวาดรูปล้อมรอบโรงเรียน แต่ละคนคงได้รูปไม่เท่ากัน ตอนวัด

ก็อาจไม่เท่ากันอีก แต่ต่างกัน 1 มิลลิเมตรก็ได้พื้นที่ไม่เท่ากันแล้วคะ

ตอนคิดเลขหนูก็ปัดทศนิยมด้วย แต่ยังไงถ้าตอนหาพื้นที่ทุกคนคิดเลขกันได้อีก คำตอบต้องได้ใกล้เคียงกันคะ”

2.3.3 การโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงที่ 1 – 3 นักเรียนหลายคนสามารถโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้อย่างสมเหตุสมผล โดยนักเรียนมีแนวโน้มที่จะอธิบายเหตุผลได้ชัดเจนมากขึ้น มีตัวอย่างคำตอบในใบกิจกรรมของนักเรียน ดังภาพประกอบ 47 – 49 และนอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนบางคนสามารถโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ซับซ้อนได้อย่างสมเหตุสมผล แต่ไม่สามารถโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้ มีตัวอย่างคำตอบในใบกิจกรรมของนักเรียน ดังภาพประกอบ 50 – 52

ข้อ 8 เจ้าหน้าที่หอสมุดให้คำแนะนำว่า “ถ้าเช่าใช้บริการบ่อย ๆ การจ่ายค่าธรรมเนียมแบบรายปีจะประหยัดกว่า” นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร

เห็นด้วย เพราะประหยัดกว่า

ภาพประกอบ 47 คำตอบเกี่ยวกับการโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้บริการหอสมุด ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

ข้อ 6 นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความต่อไปนี้หรือไม่ อย่างไร “ถ้าราคาส้มเขียวหวานแพงขึ้นกว่าเดิม กิโลกรัมละ 10 บาท ควรจะขึ้นราคาน้ำส้มคั้นขวดละ 10 บาท เช่นกัน เพื่อให้ได้กำไรเท่าเดิม”

ไม่เห็นด้วย เพราะ น้ำส้มคั้น 1 ขวด ใช้ส้มเขียวหวานไม่ถึง 1 กก.

ถ้าขึ้นราคาไม่ถึง 10 บาท

ภาพประกอบ 48 คำตอบเกี่ยวกับการโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 3 กิจกรรมน้ำส้มคั้น ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

ข้อ 10 พิจารณาเหตุการณ์ต่อไปนี้ว่าเป็นไปได้หรือไม่ อย่างไร

“น้องต้องการซื้อถุงเท้าเพิ่ม 1 คู่ ราคาคู่ละ 99 บาท แต่เมื่อคำนวณเงินที่ต้องจ่ายใหม่อีกครั้งพบว่าไม่ต้องจ่ายเงินเพิ่มจากเดิมที่คำนวณไว้ และยังมีเหลือเงินอีกจำนวนหนึ่ง”

เป็นไปได้ เพราะ ถ้าซื้อถุงเท้า 1 คู่ จะเหลือเงินอีก 2 คู่

ถ้าให้ ได้ส่วนลดเหลือจาก 20% เงิน 30% หรือลดเต็มขึ้น 10%

ส่วนลดเต็มของเสื้อคู่แรก $\frac{10}{100} \times 1200 = 120$ บาท

ก็มากกว่าราคาถุงเท้าแล้ว ดังนั้นจ่ายเงินถุงเท้าได้

ภาพประกอบ 49 คำตอบเกี่ยวกับการโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์
ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 2

จากภาพประกอบ 47 – 49 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 2 ให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ได้ไม่สมเหตุสมผลเท่าที่ควรในคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้จ่ายบริการหอสมุด เนื่องจากขาดการอธิบายรายละเอียดที่ชัดเจน นักเรียนควรจะตีความคำว่า “บ่อย” โดยคำนวณเพื่อระบุจำนวนครั้งที่ใช้บริการหอสมุดให้ชัดเจนว่าต้องใช้บริการอย่างน้อยกี่ครั้งต่อปี จึงจะประหยัดกว่า ต่อมาในคาบเรียนที่ 3 กิจกรรมน้ำส้มคั้น นักเรียนสามารถให้เหตุผลโต้แย้งข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล และมีการอธิบายรายละเอียดได้ค่อนข้างชัดเจน แต่ไม่ได้แสดงการคำนวณประกอบการให้เหตุผล และในคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า นักเรียนสามารถให้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบอย่างสมเหตุสมผล โดยอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจนและแสดงการคำนวณประกอบการให้เหตุผล

ข้อ 8 เจ้าหน้าที่หอสมุดให้คำแนะนำว่า “ถ้าใช้บริการบ่อย ๆ การจ่ายค่าธรรมเนียมแบบรายปี จะประหยัดกว่า” นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ อย่างไร

เห็นด้วย ถ้าเข้าเกิน 40 ครั้ง จะประหยัดกว่า

$$\begin{array}{r} 40 \\ 20 \overline{)800} \\ \underline{80} \\ 00 \\ \underline{0} \\ 0 \\ \underline{0} \\ 0 \end{array}$$

ภาพประกอบ 50 คำตอบเกี่ยวกับการโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์
ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้บริการหอสมุด ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

ข้อ 6 นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความต่อไปนี้หรือไม่ อย่างไร “ถ้าราคาส้มเขียวหวานแพงขึ้นกว่าเดิมกิโลกรัมละ 10 บาท ควรจะขึ้นราคาน้ำส้มคั้นขวดละ 10 บาท เช่นกัน เพื่อให้ได้กำไรเท่าเดิม”

เห็นด้วย ถ้าส้มแพงขึ้น 10 บาท ก็ต้องขึ้นน้ำส้มคั้น 10 บาท จึงได้กำไรเท่าเดิม

ภาพประกอบ 51 คำตอบเกี่ยวกับการโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์
ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 3 กิจกรรมน้ำส้มคั้น ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

ข้อ 10 พิจารณาเหตุการณ์ต่อไปนี้ว่าเป็นไปได้หรือไม่ อย่างไร

“น้องต้องการซื้อถุงเท้าเพิ่ม 1 คู่ ราคาคู่ละ 99 บาท แต่เมื่อคำนวณเงินที่ต้องจ่ายใหม่อีกครั้งพบว่าไม่ต้อง
จ่ายเงินเพิ่มจากเดิมที่คำนวณไว้ และยังเหลือเงินอีกจำนวนหนึ่ง”

เป็นไปได้ นกต. แล้ว ซื้อสินค้า ผก. ขึ้น ก็ต้องจ่ายเงินผก. ขึ้น

ภาพประกอบ 52 คำตอบเกี่ยวกับการโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์
ในใบกิจกรรมของคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า ของนักเรียนเป้าหมายคนที่ 3

จากภาพประกอบ 50 – 52 พบว่า นักเรียนเป้าหมายคนที่ 3 ให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ได้สมเหตุสมผลในคาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้บริการหอสุมุด นักเรียนสามารถอธิบายรายละเอียดโดยคำนวณประกอบการให้เหตุผลเพื่อระบุว่าต้องใช้บริการมากกว่า 40 ครั้ง จึงจะทำให้การจ่ายค่าธรรมเนียมแบบรายปีประหยัดกว่า ต่อมาในคาบเรียนที่ 3 กิจกรรมน้ำส้มคั้น นักเรียนไม่สามารถโต้แย้งข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ไม่สมเหตุสมผลได้ และอธิบายเหตุผลแบบคล้อยตามโดยใช้การคัดลอกข้อมูลจากข้อสรุปนั้น และในคาบเรียนที่ 7 กิจกรรมส่วนลดในห้างสรรพสินค้า นักเรียนไม่สามารถให้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องได้ และอธิบายเหตุผลได้ไม่สมเหตุสมผล ซึ่งจากการสัมภาษณ์สรุปได้ว่านักเรียนให้เหตุผลโดยใช้ประสบการณ์ของตนเอง



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ได้มาจากการเลือกโดยอาสาสมัคร (volunteer sampling) โดยผู้วิจัยรับสมัครนักเรียนที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมในการวิจัยครั้งนี้ จากนั้นใช้การสุ่มอย่างง่าย เพื่อให้ได้กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 15 คน และเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากนักเรียนในกลุ่มเป้าหมายที่มีทักษะการสื่อสารที่ดีและกล้าแสดงออก จำนวน 3 คน เป็นนักเรียนเป้าหมาย (target students) ในการสัมภาษณ์เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมการความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง โดยพิจารณาจากงานเขียนในใบกิจกรรม การแสดงความคิดเห็น และการนำเสนอแนวคิดในชั้นเรียน

2. การกำหนดกรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน

10 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที โดยเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ไม่เกินชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต และสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ที่สอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) 2 เรื่อง ได้แก่ 1) ปริมาณ และ 2) ปริภูมิและรูปทรง

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที 2) แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย ข้อสอบ 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 2 ข้อ 3) แบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง เป็นแบบสังเกตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อบันทึกพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาชีวิตจริงโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยแบบตรวจสอบรายการ (observation checklist) และแบบบันทึกภาคสนาม (field note) โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตและบันทึกในแต่ละคาบเรียน 4) แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสอบถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหาชีวิตจริงที่แสดงถึงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนเป้าหมายเป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสัมภาษณ์หลังการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบเรียน

ผู้วิจัยนำเครื่องมือทั้งหมดที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งจุดมุ่งหมายและขอบเขตที่กำหนดไว้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในเครื่องมือ แล้วปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มนำร่อง จำนวน 15 คน แล้วปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งเพื่อให้เหมาะสมสำหรับนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre – experimental research) โดยมีแบบแผนการวิจัย แบบกลุ่มเดียวทดสอบหลังเรียน (One – Shot Case Study) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่มีกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว มีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มทดลอง และทำการทดสอบหลังการทดลองเพียงครั้งเดียว แล้วพิจารณาผลการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 12 คาบเรียน เป็นคาบเรียนสำหรับจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ จำนวน 10 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที ในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้จัดการเรียนรู้ และสังเกตพฤติกรรมนักเรียน โดยมีอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 2 ท่าน เป็นผู้ช่วยวิจัย ทำหน้าที่สังเกตพฤติกรรมนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบเรียนผู้วิจัยจะทำหน้าที่สัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมาย จำนวน 3 คน และหลังจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 10 คาบเรียน ผู้วิจัยจะดำเนินการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 90 นาที

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์เชิงปริมาณ คือ คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยจะตรวจแบบทดสอบเพื่อให้คะแนนความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์กับนักเรียนเป็นรายบุคคล คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบ จากนั้นคำนวณร้อยละของคะแนนนักเรียนรายบุคคล และหาจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม เพื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้การทดสอบทีวินาม

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ประกอบด้วย งานเขียนของนักเรียนในใบกิจกรรมในชั้นเรียน ผลการสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และผลการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งจะรวบรวมผลการสังเกตผลการสังเกตพฤติกรรมและผลการสัมภาษณ์จากผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย บันทึกข้อมูลเพิ่มเติมที่ได้จากการบันทึกวิดีโอ จำแนกข้อมูลพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ตามการแสดงออกในด้านต่าง ๆ และวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมโดยใช้การตีความและการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis)

สรุปผลการวิจัย

1. ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. พฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

ผลการวิเคราะห์งานเขียนในใบกิจกรรม ผลการสังเกตพฤติกรรม และผลการสัมภาษณ์ พบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาชีวิตจริงมากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่แสดงพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ชัดเจนขึ้นตามลำดับ ซึ่งสรุปรายละเอียดพฤติกรรมได้ ดังนี้

2.1 ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์

นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และครบถ้วนมากขึ้น สามารถระบุข้อมูลสำคัญในสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงได้ครบถ้วนมากขึ้น พยายามทำความเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงโดยทำสัญลักษณ์เพื่อเน้นข้อมูลสำคัญและเงื่อนไขในสถานการณ์มากขึ้น สร้างข้อสมมติเพื่อทำให้ปัญหาชีวิตจริงอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น และสามารถนำเสนอตัวแทนของสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษา สัญลักษณ์ หรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้

2.2 ด้านการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักเรียนสามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้นหรือระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ต่อเนื่องมากขึ้น พยายามค้นหาวิธีการแก้ปัญหาโดยแสดงร่องรอยการวางแผนในการแก้ปัญหามากขึ้น สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ แสดงวิธีการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนมากขึ้น และสามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์จากการคำนวณได้

2.3 ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนสามารถใช้คำตอบทางคณิตศาสตร์ตอบปัญหาชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสมและอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจนมากขึ้น สามารถระบุข้อจำกัดของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจนมากขึ้น และสามารถโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์โดยอธิบายเหตุผลได้ชัดเจนมากขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ 1) มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิ และรูปทรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย และ 2) แสดงพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ชัดเจนขึ้น ทั้งนี้ความสามารถและพฤติกรรมเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับ พัฒนาการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ในผลการวิจัยของ แพร่ไหม สามารถ (2555, น. 95-96) ที่พบว่า หลังจากนักเรียนได้เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

อาจสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ซึ่งผลการวิจัยอาจมีสาเหตุหรือปัจจัยที่สำคัญ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และแนวปฏิบัติของผู้วิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ จะได้ใช้แนวคิดและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการจัดการโครงสร้างของปัญหาชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ แก้ปัญหาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ แล้วนำผลเฉลยที่ได้ไปอธิบายปัญหาชีวิตจริง รวมถึงได้ มีส่วนร่วมในการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน นำเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ซึ่งผู้วิจัยมีแนวปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 เฝ้ามองปัญหาชีวิตจริง ก่อนที่ผู้วิจัยจะนำเสนอสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงในแต่ละคาบเรียน ผู้วิจัยจะกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยชวนนักเรียนสนทนาอย่างไม่เป็นทางการและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงในคาบเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะเกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ตัวอย่างเช่น คาบเรียนที่ 1 กิจกรรมค่าใช้บริการหอสมุด ผู้วิจัยชวนนักเรียนสนทนาโดยใช้คำถาม ได้แก่ “นักเรียนเข้าใช้บริการห้องสมุดของโรงเรียนบ่อยไหม” “ใครเคยเข้าใช้บริการหอสมุดของ ม.เกษตรฯ บ้าง” “ใครทราบบ้างว่าหอสมุดของ ม.เกษตรฯ อยู่ที่ไหน” เป็นต้น และเมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงเสร็จแล้ว จะให้นักเรียนสรุปคำถามหลักของสถานการณ์นั้น ๆ และตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยให้นักเรียนเล่าสถานการณ์โดยสรุปตามที่ตนเองเข้าใจ หรือตั้งคำถามเพิ่มเติมที่นักเรียนจะต้องอ่านข้อมูลจากสถานการณ์เพื่อตอบคำถาม

การจัดการเรียนรู้และแนวปฏิบัติในชั้นตอนนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาในชีวิตจริง และสามารถระบุประเด็นที่ต้องการคำอธิบายหรือข้อสงสัยที่ต้องการหาคำตอบของสถานการณ์ได้ ซึ่งเป็นหนึ่งในความสามารถและพฤติกรรมด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้และแนวปฏิบัติในชั้นตอนนี้สอดคล้องกับ “หลักการใช้บริบทชีวิตจริงและการเข้าใจปัญหา” ซึ่งเป็นหนึ่งในหลักการสำคัญของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ สุณิสสา สุมิรัตนะ (2555, น. 163) และสอดคล้องกับ รุ่งทิภา บุญมาโตน และคนอื่น ๆ (2561, น. 52) ที่อธิบายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ควรเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยจัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับชีวิตจริง นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับ “บริบทที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์” ตามแนวคิดของ อัมพร ม้าคอง (2559, น. 70) ซึ่งสรุปได้ว่า เป็นบรรยากาศที่ไม่เคร่งเครียดจนทำให้นักเรียนไม่สะดวกใจที่จะคิดหรือทำกิจกรรม และเป็นบริบทที่สะท้อนปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง

ขั้นที่ 2 จัดการปัญหาชีวิตจริงให้สอดคล้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนระบุข้อมูลสำคัญและเงื่อนไขของสถานการณ์ในชีวิตจริงนั้น เช่น “ข้อมูลสำคัญหรือเงื่อนไขที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาคืออะไรบ้าง” “ข้อมูล นำไปใช้ในการแก้ปัญหาอย่างไร” “เงื่อนไข สำคัญอย่างไร” “ถ้าไม่มีเงื่อนไข จะเป็นอย่างไร” เป็นต้น จากนั้นกระตุ้นให้นักเรียนหาส่วนสำคัญของสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายหรือหาคำตอบ แล้วให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาชีวิตจริง และใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกให้เหตุผลและอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม เช่น “ทำไมจึงคิดว่าความรู้ เรื่อง เกี่ยวข้องกับปัญหานี้” “ความรู้ เรื่อง เกี่ยวข้องกับปัญหานี้อย่างไร” เป็นต้น การจัดการเรียนรู้และแนวปฏิบัติในชั้นตอนนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถระบุข้อมูลสำคัญ เงื่อนไข และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาชีวิตจริงได้ ซึ่งเป็นหนึ่งในความสามารถและพฤติกรรมด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้และแนวปฏิบัติในชั้นตอนนี้สอดคล้องกับ “หลักการใช้บริบทชีวิตจริงและการเข้าใจปัญหา” ซึ่งเป็นหนึ่งในหลักการสำคัญของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ สุณิสสา สุมิรัตนะ (2555, น. 163) นอกจากนี้ความสามารถและพฤติกรรมของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้อย่างสอดคล้องกับพัฒนาการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหา ในผลการวิจัยของ แพร่ไหม สามารถ (2555, น. 95-96) ที่พบว่า หลังจากนักเรียนได้

เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ นักเรียนเกือบทั้งหมดสามารถวิเคราะห์ปัญหาโดยระบุข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญของปัญหาได้ครบถ้วน

ขั้นที่ 3 แปลงปัญหาชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสมมติหรือตัดความเป็นจริงบางอย่างของสถานการณ์ โดยตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อคำตอบของปัญหา เช่น “มีอะไรบ้างที่ส่งผลต่อ” “จะคำนวณหา จะต้องทราบอะไรบ้าง” “อะไรที่ไม่ส่งผลหรือส่งผลเพียงเล็กน้อยต่อ” “อะไรที่ส่งผลอย่างมากต่อ” ซึ่งการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนในชั้นเรียนส่งผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อคำตอบของปัญหาได้เป็นอย่างดี จากนั้นให้นักเรียนสร้างข้อสมมติหรือตัดความเป็นจริงบางอย่างของสถานการณ์ด้วยตนเอง และให้นักเรียนใช้ภาษา สัญลักษณ์ หรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในนำเสนอปัญหาชีวิตจริงตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้และแนวปฏิบัติในขั้นตอนนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างข้อสมมติเพื่อทำให้ปัญหาชีวิตจริงอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำเสนอสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นหนึ่งในความสามารถและพฤติกรรมด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้และแนวปฏิบัติในขั้นตอนนี้สอดคล้องกับ “หลักการมีปฏิสัมพันธ์และสื่อสารแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกับผู้อื่น” ซึ่งเป็นหนึ่งในหลักการสำคัญของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ สุณิสา สุมิรัตน์ (2555, น. 163) นอกจากนี้ความสามารถและพฤติกรรมของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ยังสอดคล้องกับพัฒนาการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดในผลการวิจัยของแพรวไหม สามารถ (2555, น. 97-98) ที่พบว่า หลังจากนักเรียนได้เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ใช้ตัวแทนความคิดเพื่อทำความเข้าใจปัญหาและแสดงการแก้ปัญหา โดยสื่อความหมายได้ชัดเจนมากขึ้น

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเปิดโอกาสและให้เวลากับนักเรียนในการค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และกระตุ้นให้นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาโดยให้อธิบายวิธีการหรือระบุขั้นตอนในการหาคำตอบ จากนั้นให้นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบ เมื่อนักเรียนได้คำตอบแล้ว ผู้วิจัยจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบ เช่น “จะทราบได้อย่างไรว่าผลลัพธ์ที่คำนวณได้ถูกต้องหรือสมเหตุสมผล” “ควรจะได้ผลลัพธ์จากการคำนวณประมาณเท่าไร” เป็นต้น จากนั้นให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน อภิปรายความแตกต่าง ข้อดี และข้อจำกัดของแต่ละวิธี เพื่อให้นักเรียนได้เห็นตัวอย่างการแก้ปัญหาที่หลากหลายและเพิ่มประสบการณ์ในการแก้ปัญหาชีวิตจริง นอกจากนี้ผู้วิจัยจะให้

ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) จากการเขียนแสดงวิธีการหาคำตอบของนักเรียนในคาบเรียนถัดไป การจัดการเรียนรู้และแนวปฏิบัติในชั้นตอนนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถระบุวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ เลือกใช้ยุทธวิธีหรือวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และมีการตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์จากการคำนวณ ซึ่งเป็นหนึ่งในความสามารถและพฤติกรรมด้านการไข่มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้และแนวปฏิบัติในชั้นตอนนี้สอดคล้องกับ “หลักการใช้วิธีแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นมาจากการประเมินสถานการณ์ปัญหา” ซึ่งเป็นหนึ่งในหลักการสำคัญของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ สุณิสสา สุมิรัตนะ (2555, น. 163) และสอดคล้องกับ รุ่งทิวา บุญมาโดน และคนอื่น ๆ (2561, น. 52) ที่อธิบายการวัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนพบเจอปัญหาชีวิตจริงและได้ลงมือหาทางแก้ไขปัญหานั้นด้วยตนเอง นอกจากนี้แนวปฏิบัติของผู้วิจัยที่ให้โอกาสและให้เวลากับนักเรียนในการเรียนรู้และลงมือแก้ปัญหา ยังสอดคล้องกับ “บริบทที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์” ตามแนวคิดของ อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 70)

ขั้นที่ 5 ตอบปัญหาชีวิตจริง ผู้วิจัยให้นักเรียนใช้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อธิบายปัญหาชีวิตจริง จากนั้นใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายข้อจำกัดของวิธีการหรือผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ และให้นักเรียนสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ จากนั้นอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ตัวอย่างการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล การจัดการเรียนรู้และแนวปฏิบัติในชั้นตอนนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถใช้คำตอบทางคณิตศาสตร์ตอบปัญหาชีวิตจริงได้ ระบุข้อจำกัดของคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้ และโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งเป็นหนึ่งในความสามารถและพฤติกรรมด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ความสามารถและพฤติกรรมของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ พัฒนาการของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหา ในผลการวิจัยของแพรวไหม สามารถ (2555, น. 96) ที่พบว่า หลังจากนักเรียนได้เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีจำนวนนักเรียนที่สามารถสรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหาเพิ่มมากขึ้น

2. สถานการณ์และบริบทของปัญหาชีวิตจริงที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้

สถานการณ์และบริบทของปัญหาชีวิตจริงที่ผู้วิจัยนำมาจัดการเรียนรู้ในการวิจัยครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นสถานการณ์และบริบทที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มเป้าหมาย เช่น กิจกรรมค่าใช้จ่ายบริการหอสมุดเกี่ยวข้องกับหน่วยงานบริการวิชาการที่นักเรียนมีสิทธิ์ในการเข้าใช้บริการโดยไม่เสีย

ค่าธรรมเนียม และนักเรียนหลายคนมีประสบการณ์ในการเข้าใช้บริการ กิจกรรมศูนย์บริการจิต วัคซีนเกี่ยวข้องกับอาคารที่อยู่บริเวณใกล้โรงเรียน และนักเรียนหลายคนคุ้นเคยเป็นอย่างดี กิจกรรมแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมเกี่ยวข้องกับแผนที่ของโรงเรียน และกิจกรรมสอยดาวระดมทุน เกี่ยวข้องกับชุมนุมกิจกรรมที่จัดขึ้นในงานประจำปีของโรงเรียน และนักเรียนหลายคนเคยเข้าร่วม กิจกรรม เป็นต้น นอกจากนี้กิจกรรมอื่น ๆ ยังเป็นสถานการณ์และบริบทที่นักเรียนสามารถพบเจอ ได้ในชีวิตจริง ส่งผลให้นักเรียนเห็นความสำคัญและมีเจตคติที่ดีในการเรียนรู้ โดยนักเรียนให้ ความสนใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและแบ่งปัน ประสบการณ์ร่วมกันอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งวิจัยสังเกตจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น การตั้งคำถามเพิ่มเติมในประเด็นที่ตนเองสนใจ การสอบถามถึงสถานการณ์ของกิจกรรม ในการเรียนรู้ครั้งถัดไป ความพยายามในการแก้ปัญหาที่แสดงออกผ่านงานเขียนในใบกิจกรรม เป็นต้น สอดคล้องกับ สกส. ตั้งเก้าสกุล (2560, น. 16) ที่อธิบายว่า การใช้บริบทมีความสำคัญต่อ การส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณค่า กระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจและมุ่งมั่นใน การแก้ปัญหา

3. พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

เนื่องจากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการเลือกโดย อาสาสมัคร (volunteer sampling) ซึ่งผู้วิจัยสุ่มนักเรียนจำนวน 15 คน จากนักเรียนทั้งหมดที่สนใจ และสมัครเข้าร่วมกิจกรรม ดังนั้นนักเรียนส่วนใหญ่จึงให้ความร่วมมือในตอบคำถาม มีส่วนร่วมใน การเรียนรู้ และรับผิดชอบในการส่งใบกิจกรรม ซึ่งส่งผลให้การจัดการเรียนรู้เกิดประสิทธิผล

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เป็นการจัด การเรียนรู้ที่ฝึกฝนให้นักเรียนแก้ปัญหาชีวิตจริง ซึ่งจากการวิจัย พบว่า ส่งผลให้นักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนแสดง พฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ชัดเจนขึ้น ดังนั้นครูจึงควรจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการ คิดให้เป็นคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หรือนักเรียนชั้นอื่น ๆ โดยจัด การเรียนรู้ในรูปแบบกิจกรรมเสริมหลักสูตรเพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการประมวลความรู้ ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้และใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาชีวิตจริง ซึ่งควรจัด การเรียนรู้นอกเวลาเรียนปกติ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ต้องให้เวลากับนักเรียนในการคิดและลงมือ

แก้ปัญหา ระยะเวลาที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมประมาณ 90 นาที ทั้งนี้ควรเลือกใช้บริบทและสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนหรือนักเรียนมีโอกาสได้พบเจอในชีวิตจริง เพื่อให้ นักเรียนเกิดความสนใจและเห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้ นอกจากนี้ควรเลือกปัญหาที่มีระดับความซับซ้อนสอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นกิจกรรมที่ใช้ศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป อาจปรับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเป็นเนื้อหาอื่น ๆ ที่จัดกลุ่มตามแนวคิดของ OECD ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) และความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data) เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาชีวิตจริงโดยใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องที่แตกต่างไปจากเดิม รวมถึงอาจปรับเปลี่ยนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นเรียนอื่น ๆ เพื่อให้มีกิจกรรมที่ฝึกฝนและสร้างประสบการณ์ในการแก้ปัญหาชีวิตจริงอย่างต่อเนื่องในทุกชั้นเรียน ซึ่งอาจมีส่วนช่วยในการเสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.2 เนื่องจากงานวิจัยนี้ ศึกษาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์และพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ และผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนแสดงพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ชัดเจนขึ้น ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ดังนั้นจึงควรวิจัยโดยออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาว่า การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร รวมถึงศึกษาพัฒนาการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้

บรรณานุกรม

- Cambridge Mathematics. (2019). Using realistic contexts in mathematics. *Espresso*(18), 1-2.
- De Lange, J. (2003). Mathematics for Literacy B. L. Madison และ L. A. Steen *Quantitative Literacy : Why Numeracy Matters for Schools and Colleges*. New Jersey: The National Council on Education and the Disciplines.
- DENİZ, Ö., และ UYGUR-KABAEEL, T. (2017). Students' Mathematization Process of Concept of Slope within the Realistic Mathematics Education. *Hacettepe University Journal of Education*, 32(1), 123-142.
- Haara, F. O., Bolstad, O. H., และ Jenssen, E. S. (2017). Research on mathematical literacy in schools – Aim, approach, and attention. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 5(3), 285-313.
- Jablonka, E. (2003). Mathematical Literacy A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, และ F. K. S. Leung *Second International Handbook of Mathematics Education* (75-102). Great Britain: Kluwer Academic Publishers.
- Lestariningsih, Amin, S. M., Lukito, A., และ Lutfianto, M. (2018). Students' Mathematisation in Solving Mathematical Literacy Problems with Space and Shape Contents. *Journal of Physics: Conference Series*, 1108, 012083.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills : A New Framework for Assessment*. Paris: OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2009). *PISA 2009 Assessment Framework - Key competencies in reading, mathematics and science*.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2003). *The PISA 2003 assessment framework – mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Paris: OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2018). *PISA 2021*

Mathematics Framework (Second Draft). Paris: OECD Publishing.

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD Publishing.

PISA Thailand สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). เกี่ยวกับ PISA.

<https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/>

Sumirattana, S., Makanong, A., และ Thipkong, S. (2017). Using realistic mathematics education and the DAPIC problem-solving process to enhance secondary school students' mathematical literacy. *Kasetrart Journal of Social Sciences*, 38(2017), 307-315.

แพรวไหม สามารถ. (2555). การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์. (ปริญญาโท). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (วิทยานิพนธ์, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์).

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กิติโรจน์ บัณฑิตนันทะ, วิชัย เสวกงาม, และ อัมพร ม้าคนอง. (2563). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 48(3), 21-40.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). ตัวอย่างการประเมินผลนานาชาติ PISA: คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.

จุฑามาส โจชัยชาญ, และ วิเชียร อังรังโสติสกุล. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(3), 37-46.

ชานนท์ จันทร์. (2554). *ประมวลสาระชุดวิชา การจัดการประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 9 - 15*. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

ทองยศ สกุลยา. (2561). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ด้วยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการ

- แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญาโท). มหาวิทยาลัย
นเรศวร, พิษณุโลก. (การศึกษาคำว่าอิสระ, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา).
- มะลิวรรณ งามยิ่ง. (2563). การพัฒนาหลักสูตรความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับ
ประถมศึกษา. (ปริญญาเอก). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (วิทยาการทางการ
ศึกษาและการจัดการเรียนรู้).
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2553). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ อักษร M - Z. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- ราชบัณฑิตยสภา. (2562). ทำไมจึงต้องสร้างความฉลาดรู้ : ศึกษาจากปรากฏการณ์และทำนาย
อนาคต. กรุงเทพฯ: บริษัท เอพิซ อินเทอร์เน็ต จำกัด.
- รุ่งทิศา บุญมาโตน, วรินทร์ สุภาพ, และ รัชฎา วิริยะพงศ์. (2561). การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบท
เป็นฐาน. วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 29(2), 51-61.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ผลการ
ประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้
บ้าง. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). ผลการ
ประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558).
การศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนไทย : การพัฒนา – ผลกระทบ – ภาวะถดถอยใน
ปัจจุบัน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สกล ตั้งแก้วสกุล. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวความคิดการใช้บริบทเป็นฐาน
ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยง
ความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
(ปริญญาโท). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (การศึกษาคณิตศาสตร์).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). ทักษะและกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3 แก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดโรงพิมพ์วิจิตรพันธ์ พี.
พี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). กรอบโครงสร้างการประเมินผล
นักเรียนโครงการ PISA 2015. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). PISA 2021 กับการประเมินความ

ฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์. *FOCUS* ประเด็นจาก PISA, 53.

สมบัติ ทำยเรือคำ, กาญจนา จิตกั้งวัน, และ วัชรพงษ์ ราคาแพง. (2559). การพัฒนาการรู้
คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบบูรณาการ. วารสารวิจัยเพื่อพัฒนาสังคมและชุมชน
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 3(3), 11-20.

สุนิสา สุมิรัตน์. (2555). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการรู้คณิตศาสตร์ของ
นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง
และกระบวนการแก้ปัญหา *DAPIC*. (ปริญญาโท). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
(วิทยานิพนธ์, ภาควิชาหลักสูตรและการสอน).

อัมพร ม้าคนอง. (2558). คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม (พ. 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2559). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ (พิมพ์
ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.





ภาคผนวก ก
การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การหาคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ 2) แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง 3) แบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และ 4) แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความชัดเจนของข้อคำถาม โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence หรือ IOC) ซึ่งผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของกิจกรรม/ข้อคำถาม/พฤติกรรม/ประเด็นสัมภาษณ์กับนิยามเชิงปฏิบัติการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยกำหนดระดับคะแนนดังนี้

คะแนน +1	หมายถึง	ใช้ได้
คะแนน 0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน -1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้

จากนั้นคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยให้ข้อสอบแต่ละข้อมีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งใช้สูตรการคำนวณ IOC ดังนี้ (ชานนท์ จันทรา, 2554, น. 14-54 - 14-55)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิด
ให้เป็นคณิตศาสตร์

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	0	+1	+1	3	0.67	ใช้ได้
4	0	+1	+1	3	0.67	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

สถานการณ์ที่	คำถามที่	ผลการพิจารณา ของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

รายการ พฤติกรรมที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ประเด็น สัมภาษณ์ที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

2. วิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นรายข้อ โดยใช้ค่าความยากง่าย (difficulty index: p) และค่าอำนาจจำแนก (discrimination index: r) ของแบบทดสอบ ซึ่งทดลองใช้กับกลุ่มนำร่องแล้วนำมาคำนวณค่าดัชนีความยากง่ายและค่าดัชนีอำนาจจำแนก โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 4 สถานการณ์ โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้ (ชานนท์ จันทรา, 2554, น. 14-56 - 14-57)

ดัชนีความยากง่าย

$$p = \frac{S_u + S_i - (2NX_{\max})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ p คือ ดัชนีความยากง่าย

S_u คือ ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มสูง

	S_i	คือ ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มต่ำ
	N	คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำหรือกลุ่มสูง
	X_{max}	คือ คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
และ	X_{min}	คือ คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

ดัชนีอำนาจจำแนก

$$r = \frac{S_u - S_i}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	r	คือ ดัชนีอำนาจจำแนก
	S_u	คือ ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มสูง
	S_i	คือ ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มต่ำ
	N	คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำหรือกลุ่มสูง
	X_{max}	คือ คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
และ	X_{min}	คือ คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

ตาราง 15 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง

สถานการณ์ที่	ข้อที่	p	r
1	1	0.50	0.67
	2	0.50	0.50
2	1	0.68	0.45
	2	0.41	0.57
3	1	0.47	0.31
	2	0.53	0.43
4	1	0.50	0.50
	2	0.52	0.58

3. คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Method) ซึ่งสูตรการคำนวณ ดังนี้ (ชานนท์ จันทรา, 2554, น. 14-57)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S^2} \right)$$

เมื่อ α คือ สัมประสิทธิ์ค่าความเชื่อมั่น

K คือ จำนวนข้อในแบบทดสอบ

S_i^2 คือ ความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละข้อ

S^2 คือ ความแปรปรวนของข้อมูลทั้งหมด

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง คำนวณโดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.83



ภาคผนวก ข

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย และการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบวัดความฉลาดรู้ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียน กลุ่มเป้าหมายหลังการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ได้ผลคะแนน ดังตาราง 16

ตาราง 16 คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง								รวม (เต็ม 80 คะแนน)	ร้อยละ
	สถานการณ์ที่ 1		สถานการณ์ที่ 2		สถานการณ์ที่ 3		สถานการณ์ที่ 4			
	ข้อ 1 (เต็ม 10 คะแนน)	ข้อ 2 (เต็ม 10 คะแนน)	ข้อ 1 (เต็ม 10 คะแนน)	ข้อ 2 (เต็ม 10 คะแนน)	ข้อ 1 (เต็ม 10 คะแนน)	ข้อ 2 (เต็ม 10 คะแนน)	ข้อ 1 (เต็ม 10 คะแนน)	ข้อ 2 (เต็ม 10 คะแนน)		
1	9	8	7	7	6	8	7	6	58	72.50
2	7	7	7	7	9	6	6	7	56	70.00
3	7	7	5	7	8	7	8	7	56	70.00
4	9	8	9	9	9	9	8	7	68	85.00
5	9	8	8	7	7	7	6	7	59	73.75
6	6	7	6	6	5	5	6	5	46	57.50
7	7	6	7	6	7	8	7	6	54	67.50
8	7	7	7	5	8	7	7	6	54	67.50
9	8	9	7	8	6	7	6	5	56	70.00
10	9	8	8	8	8	7	6	5	59	73.75
11	8	7	6	7	7	9	7	6	57	71.25
12	8	8	7	8	8	7	7	9	62	77.50
13	9	9	9	9	7	8	7	8	66	82.50
14	6	6	7	5	6	7	6	4	47	58.75
15	7	7	6	6	6	6	5	6	49	61.25

การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

การทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้สถิติทดสอบทวินาม (binomial test) มีรายละเอียดดังนี้

กำหนดให้ x แทน จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

ดังนั้น $x = 13$ และ $n = 15$

1. สมมติฐานของการทดสอบ คือ

$$H_0: p \leq 0.6$$

$$H_1: p > 0.6$$

2. ตัวสถิติทดสอบคือ $\Pr(X \geq 13 \text{ เมื่อ } p = 0.60)$

3. ขอบเขตวิกฤตของการทดสอบ คือ

$$\text{ปฏิเสธ } H_0 \text{ ถ้า } \Pr(X \geq 13 \text{ เมื่อ } p = 0.60) < \alpha \text{ เมื่อ } \alpha = 0.01$$

4. ฟังก์ชันความน่าจะเป็น (Probability function) ของตัวแปรสุ่ม x ที่มีการแจกแจงทวินาม คือ

$$f(x) = \begin{cases} \binom{15}{x} (0.6)^x (1 - 0.6)^{n-x} & \text{เมื่อ } x = 13 \\ 0 & \end{cases}$$

$$\text{จะได้ว่า } \Pr(X \geq 13 \text{ เมื่อ } p = 0.60) = 0.027$$

เนื่องจาก $0.027 < 0.05$ เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05



ภาคผนวก ค
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้
กิจกรรม “กล่องใส่ช็อกโกแลต” เวลา 90 นาที **ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 **ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์** : เพื่อให้นักเรียนสามารถ

- 1) วาดรูปคลี่ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
- 2) หาพื้นที่ของรูปที่ประกอบจากรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1.2 **ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์** : เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาชีวิตจริงที่กำหนด (กิจกรรม “กล่องใส่ช็อกโกแลต”) โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

1.3 **ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์** : เพื่อให้นักเรียน

- 1) มีส่วนร่วมในการเรียนรู้
- 2) มีความรับผิดชอบในการทำงาน

2. สาระการเรียนรู้/สาระสำคัญ

2.1 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematisation) เป็นการใช้นิยามและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการจัดการโครงสร้างของสถานการณ์ชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ แก้ปัญหาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ แล้วนำผลเฉลยที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์ชีวิตจริง โดยคำนึงถึงความถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ และความสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของความเป็นจริง ซึ่งกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 **เผชิญปัญหาชีวิตจริง** เป็นการเผชิญสถานการณ์ในชีวิตจริง แล้วพบประเด็นที่ต้องการคำอธิบายหรือพบข้อสงสัยที่ต้องการคำตอบ พร้อมทั้งทำความเข้าใจสถานการณ์ในชีวิตจริงนั้น

ขั้นที่ 2 **จัดการปัญหาชีวิตจริงให้สอดคล้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์** เป็นการระบุประเด็นคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาชีวิตจริง และพิจารณาเพื่อหาส่วนสำคัญของสถานการณ์ในชีวิตจริง

ขั้นที่ 3 **แปลงปัญหาชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์** เป็นการสร้างข้อสมมติเพื่อตัดความเป็นจริงบางอย่างของปัญหาชีวิตจริงออกไป ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอปัญหาชีวิตจริงตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อแปลงปัญหาชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

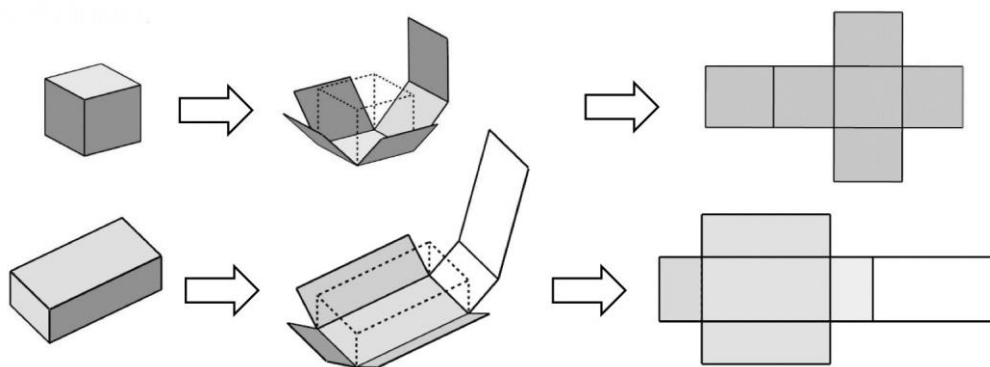
ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการสนับสนุนและโต้แย้งแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 5 ตอบปัญหาชีวิตจริง เป็นการนำคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้อธิบายปัญหาชีวิตจริง พิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบในสถานการณ์ชีวิตจริง พร้อมทั้งระบุข้อจำกัดของคำตอบนั้น

2.2 รูปคลี่ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

รูปเรขาคณิตสองมิติที่สามารถพับให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้เป็น “รูปคลี่” ของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น

ตัวอย่าง ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและรูปคลี่ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก



2.3 การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากอาจหาได้จาก

- 1) พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า = ความกว้าง \times ความยาว
- 2) พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส = ความยาวด้าน \times ความยาวด้าน

3. สื่อการเรียนรู้

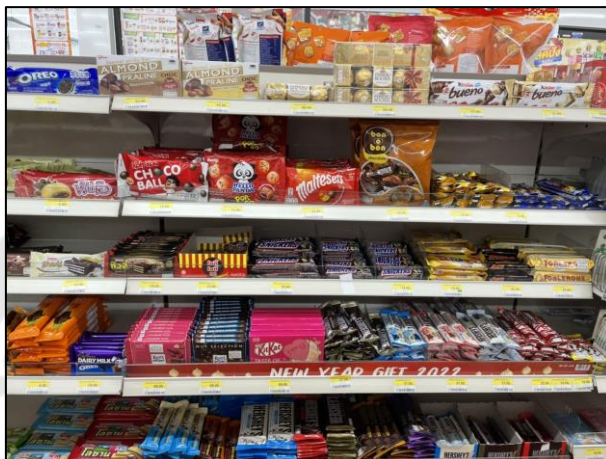
3.1 ใบกิจกรรม “กล่องใส่ช็อกโกแลต”

3.2 ภาพตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ของช็อกโกแลตที่มีจำหน่ายทั่วไป

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำ (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

4.1 ครูชวนนักเรียนสนทนาและแลกเปลี่ยนประสบการณ์เกี่ยวกับ “รูปทรงของช็อกโกแลต” และ “บรรจุภัณฑ์ช็อกโกแลต” ที่วางขายทั่วไป พร้อมทั้งแสดงภาพประกอบ



ขั้นจัดการเรียนรู้ (ใช้เวลาประมาณ 70 นาที)

ขั้นที่ 1 เฝ้าดูปัญหาชีวิตจริง

4.2 ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งแสดงภาพประกอบ ดังนี้

สถานการณ์ : ร้านค้าแห่งหนึ่งผลิตช็อกโกแลตที่มีรูปทรงและขนาด ดังภาพ เจ้าของร้านต้องการเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์จากถุงพลาสติกเป็นกล่องกระดาษ จึงต้องออกแบบกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากสำหรับบรรจุช็อกโกแลตจำนวน 4 ชิ้น หากเจ้าของร้านขอให้นักเรียนช่วยออกแบบกล่องให้สามารถบรรจุช็อกโกแลตได้พอดี นักเรียนจะออกแบบกล่องอย่างไร และมีขนาดเท่าไร



4.3 ครูกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจในสถานการณ์ โดยตั้งคำถามข้อ 1 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย แล้วเขียนคำตอบของตนเองลงในใบกิจกรรม

คำถามข้อ 1 : ข้อมูลใดบ้างที่ต้องนำมาใช้ในการออกแบบกล่อง

4.4 ครูอธิบายเกี่ยวกับการออกแบบกล่องว่าต้องการให้นักเรียนวาดรูปคลี่และระบุขนาดของกล่อง

ขั้นที่ 2 จัดการปัญหาชีวิตจริงให้สอดคล้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์

4.5 ครูตั้งคำถามเกี่ยวกับรูปทรงและการห่อช็อกโกแลต ดังนี้

- ช็อกโกแลตที่ร้านค้าผลิตมีรูปทรงคล้ายรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด

(แนวคำตอบ ทรงกลม)

- ร้านค้าห่อช็อกโกแลตอย่างไร และหลังจากห่อแล้วทำให้รูปทรงเปลี่ยนไปหรือไม่อย่างไร(แนวคำตอบ ห่อด้วยกระดาษฟอยล์ และติดกระดาษด้านข้าง ทำให้รูปร่างเปลี่ยนไปบ้าง แต่ยังคงคล้ายทรงกลม)

4.6 ครูตั้งคำถามข้อ 2 สุ่มนักเรียนให้ตอบคำถามและเขียนคำตอบของตนเองลงในใบกิจกรรม

คำถามข้อ 2 : นักเรียนต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใดบ้างในการออกแบบกล่องใส่ช็อกโกแลต

ขั้นที่ 3 แปลงปัญหาชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.7 ครูตั้งคำถามข้อ 3 ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน แล้วเขียนคำตอบของตนเองลงในใบกิจกรรม

คำถามข้อ 3 : นักเรียนตั้งข้อสมมติหรือตัดข้อเท็จจริงอะไรบ้าง เพื่อให้ตนเองสามารถออกแบบและคำนวณหาขนาดของกล่องได้

ขั้นที่ 4 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.8 ครูตั้งคำถามว่า “นักเรียนจะจัดเรียงช็อกโกแลตทั้ง 4 ชิ้นอย่างไร” แล้วสุ่มถามคำตอบนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนที่จัดเรียงแตกต่างจากเพื่อนได้นำเสนอรูปแบบการจัดเรียงของตนเอง และให้นักเรียนวาดรูปเพื่อตอบคำถามข้อ 4 ในใบกิจกรรม (นักเรียนแต่ละคนอาจจะจัดเรียงแตกต่างกัน)

คำถามข้อ 4 : นักเรียนจะออกแบบโดยจัดเรียงซี่กโกแลตแต่ละชั้นอย่างไร (วาดรูปคร่าว ๆ)

4.9 ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา โดยวาดรูปคี่ของกล่อง พร้อมทั้งแสดงวิธีคำนวณขนาดของกล่อง และให้นักเรียนเขียนคำตอบของข้อ 5 ในใบกิจกรรม

คำถามข้อ 5 : ข้อ 5 นักเรียนจะออกแบบกล่องอย่างไร (วาดรูปคี่ของกล่อง พร้อมทั้งแสดงวิธีคำนวณ)

4.10 ครูตั้งประเด็นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า “เราจะทราบได้อย่างไรว่ากล่องรูปแบบใดที่ประหยัดมากกว่ากัน” (แนวทางของข้อสรุป คือ กล่องที่ประหยัดกว่าควรรใช้กระดาษที่มีพื้นที่น้อยกว่า)

4.11 ครูให้นักเรียนคำนวณหาพื้นที่ของกระดาษที่ใช้ตัดเป็นกล่อง เพื่อตอบคำถามข้อ 6 ในใบกิจกรรม

คำถามข้อ 6 : กระดาษที่ใช้ตัดเป็นกล่องตามที่ออกแบบในข้อ 5 จะมีพื้นที่ทั้งหมดเท่าไร

ขั้นที่ 5 ตอบปัญหาชีวิตจริง

4.11 ครูเลือกนักเรียน 2 คน โดยเลือกนักเรียนที่ออกแบบแตกต่างกัน(ถ้าเป็นไปได้) ให้สรุปลักษณะและขนาดของกล่องใส่ซี่กโกแลตที่ตนเองออกแบบ แล้วให้นักเรียนคนอื่น ๆ ลงความคิดเห็นตามที่เป็นรูป เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าข้อมูลที่สรุปนั้นชัดเจนและเพียงพอหรือไม่ จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 7 ในใบกิจกรรม

คำถามข้อ 7 : นักเรียนจะสรุปลักษณะและขนาดของกล่องใส่ซี่กโกแลตที่ออกแบบอย่างไร

4.12 ครูตั้งคำถามข้อ 8 ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน แล้วเขียนคำตอบของตนเองลงในใบกิจกรรม

คำถามข้อ 8 : หากตัดกระดาษตามรูปคี่ของกล่องที่นักเรียนออกแบบจะสามารถพับเป็นกล่องเพื่อใช้งานจริงได้หรือไม่ อย่างไร

ขั้นสรุป (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

4.13 ครูนำเสนอภาพของกล่องช็อกโกแลตที่วางจำหน่ายทั่วไปและมีลักษณะคล้ายกับกล่องที่นักเรียนออกแบบในกิจกรรมนี้ ดังภาพ



4.14 ครูตั้งคำถามชวนคิดเพิ่มเติม ดังนี้

1) กล่องที่รูปแบบแตกต่างกัน แต่ใส่ช็อกโกแลตได้จำนวน 4 ชิ้นเท่ากัน จะใช้กระดาษเท่ากันหรือไม่ (แนวคำตอบ อาจไม่เท่ากัน)

2) นักเรียนคิดว่ากล่องที่ตนเองออกแบบมีข้อดีหรือลักษณะเด่นอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับกล่องรูปแบบอื่น ๆ (นักเรียนตอบตามความคิดเห็น/ข้อเท็จจริง เช่น เป็นกล่องทรงสูง หยิบจับง่าย ใช้กระดาษน้อยกว่า เป็นต้น)

4.15 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในคาบเรียนตามประเด็นต่อไปนี้

- ลักษณะสำคัญของปัญหาชีวิตจริงในกิจกรรมนี้
- วิธีการแก้ปัญหา
- ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	การประเมินผล
<p>ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์</p> <p>1. เพื่อให้นักเรียนสามารถวาดรูปคลี่ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</p>	<p><u>วิธีวัดผล</u></p> <p>ตรวจความถูกต้องของคำตอบข้อ 5 ในใบกิจกรรม “กล่องใส่ช็อกโกแลต”</p> <p><u>เครื่องมือวัดผล</u></p> <p>ใบกิจกรรม “กล่องใส่ช็อกโกแลต”</p>	<p><u>เกณฑ์การให้คะแนน</u></p> <p>1 คะแนน : มีร่องรอยที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถวาดรูปคลี่ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้อง</p> <p>0 คะแนน : ไม่มีร่องรอยที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถวาดรูปคลี่ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้อง</p> <p><u>เกณฑ์การประเมินผล</u></p> <p>ผ่าน : ได้ 1 คะแนน</p> <p>ไม่ผ่าน : ได้ 0 คะแนน</p>
<p>2. เพื่อให้นักเรียนสามารถหาพื้นที่ของรูปที่ประกอบจากรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก</p>	<p><u>วิธีวัดผล</u></p> <p>ตรวจความถูกต้องของคำตอบข้อ 6 ในใบกิจกรรม “กล่องใส่ช็อกโกแลต”</p> <p><u>เครื่องมือวัดผล</u></p> <p>ใบกิจกรรม “กล่องใส่ช็อกโกแลต”</p>	<p><u>เกณฑ์การให้คะแนน</u></p> <p>1 คะแนน : มีร่องรอยที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถคำนวณหาพื้นที่ของรูปที่ประกอบจากรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้อง</p> <p>0 คะแนน : ไม่มีร่องรอยที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถคำนวณหาพื้นที่ของรูปที่ประกอบจากรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้อง</p> <p><u>เกณฑ์การประเมินผล</u></p> <p>ผ่าน : ได้ 1 คะแนน</p> <p>ไม่ผ่าน : ได้ 0 คะแนน</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	การประเมินผล
<p>ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์</p> <p>เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาชีวิตจริงที่กำหนด (กิจกรรม “กล่องใส่ช็อกโกแลต”) โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์</p>	<p><u>วิธีวัดผล</u></p> <p>ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบทั้งหมดในใบกิจกรรม “กล่องใส่ช็อกโกแลต”</p> <p><u>เครื่องมือวัดผล</u></p> <p>ใบกิจกรรม “กล่องใส่ช็อกโกแลต”</p>	<p><u>เกณฑ์การให้คะแนน</u></p> <p>ให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาชีวิตจริง โดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน (รายละเอียดดังตารางถัดไป)</p> <p><u>เกณฑ์การประเมินผล</u></p> <p>ผ่าน : ได้ 5-10 คะแนน</p> <p>ไม่ผ่าน : ได้ 0-4 คะแนน</p>
<p>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p> <p>1. เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้</p>	<p><u>วิธีวัดผล</u></p> <p>สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในคาบเรียน</p> <p><u>เครื่องมือวัดผล</u></p> <p>แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้</p>	<p>พฤติกรรมที่ประเมินผล มีดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ตอบคำถาม 2) ตั้งคำถาม 3) อภิปราย/แสดงความคิดเห็น 4) แบ่งปันประสบการณ์ <p><u>เกณฑ์การประเมินผล</u></p> <p>ผ่าน : แสดงพฤติกรรมอย่างน้อย 2 รายการ</p> <p>ไม่ผ่าน : แสดงพฤติกรรมน้อยกว่า 2 รายการ</p>
<p>2. เพื่อให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน</p>	<p><u>วิธีวัดผล</u></p> <p>สังเกตพฤติกรรมการทำงานและการส่งงานของนักเรียน</p> <p><u>เครื่องมือวัดผล</u></p> <p>แบบบันทึกพฤติกรรมการทำงานและการส่งงานของนักเรียน</p>	<p>พฤติกรรมที่ประเมินผล มีดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ทำงานครบถ้วน 2) ทำงานเรียบร้อย 3) ส่งงานตรงเวลา 4) ทำงานรอบคอบ/แก้ไขงานที่ผิดพลาด

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	การประเมินผล
		เกณฑ์การประเมินผล ผ่าน : แสดงพฤติกรรมอย่างน้อย 2 รายการ ไม่ผ่าน : แสดงพฤติกรรมน้อยกว่า 2 รายการ

เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาชีวิตจริงโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

การทำความเข้าใจปัญหาชีวิตจริง	
2	ระบุข้อมูลสำคัญจากสถานการณ์ได้ถูกต้องทั้งหมด
1	ระบุข้อมูลสำคัญจากสถานการณ์ได้ถูกต้องบางส่วน
0	ระบุข้อมูลสำคัญจากสถานการณ์ไม่ถูกต้องทั้งหมด หรือไม่ระบุ
การจัดการปัญหาชีวิตจริงให้สอดคล้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์	
2	ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาถูกต้องทั้งหมด
1	ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาถูกต้องบางส่วน
0	ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาไม่ถูกต้องทั้งหมด หรือไม่ระบุ
การแปลงปัญหาชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์	
2	ตั้งข้อสมมติและใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์นำเสนอปัญหาชีวิตจริงตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม
1	ตั้งข้อสมมติได้ไม่เหมาะสม แต่ใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์นำเสนอปัญหาชีวิตจริงตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ หรือตั้งข้อสมมติได้เหมาะสม แต่ไม่สามารถใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์นำเสนอปัญหาชีวิตจริงตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม
0	ไม่สามารถตั้งข้อสมมติและใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์นำเสนอปัญหาชีวิตจริงตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
2	แสดงวิธีหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องทั้งหมด
1	แสดงวิธีหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)	
0	แสดงวิธีหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องทั้งหมด หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ
การตอบปัญหาชีวิตจริง	
2	ตอบปัญหาชีวิตจริงโดยใช้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม และระบุข้อจำกัดของคำตอบได้ถูกต้อง
1	ตอบปัญหาชีวิตจริงโดยใช้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม แต่ไม่สามารถระบุข้อจำกัดของคำตอบได้ถูกต้อง หรือ ไม่สามารถตอบปัญหาชีวิตจริงโดยใช้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่าง เหมาะสม แต่สามารถระบุข้อจำกัดของคำตอบได้ถูกต้อง
0	ไม่สามารถตอบปัญหาชีวิตจริงโดยใช้คำตอบทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม และไม่สามารถระบุข้อจำกัดของคำตอบได้ถูกต้อง

6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

6.1 ด้านนักเรียน

(ระบุ ความรู้ / ทักษะและกระบวนการ / คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่พบ)

.....

.....

.....

.....

6.2 ด้านผู้สอน

(ระบุ ปัญหาที่พบ / ผลการจัดการเรียนรู้ / ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป)

.....

.....

.....

.....

6.3 ด้านอื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

.....

7. ภาคผนวก

แบบบันทึกพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้

คำชี้แจง

ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนแสดงออก

เกณฑ์การประเมิน

ผ่าน : แสดงพฤติกรรมอย่างน้อย 2 รายการ

ไม่ผ่าน : แสดงพฤติกรรมน้อยกว่า 2 รายการ

นักเรียนคนที่	พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้				ผลการประเมิน		หมายเหตุ
	ตอบคำถาม	ตั้งคำถาม	อภิปราย/ แสดงความคิดเห็น	แบ่งปัน ประสบการณ์	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

แบบบันทึกพฤติกรรมการทำงานและการส่งงานของนักเรียน

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ลงในช่องการทำงานและการส่งงานที่นักเรียนแสดงออก

เกณฑ์การประเมิน ผ่าน : แสดงพฤติกรรมอย่างน้อย 2 รายการ

 ไม่ผ่าน : แสดงพฤติกรรมน้อยกว่า 2 รายการ

นักเรียนคนที่	พฤติกรรมนักเรียน				ผลการประเมิน		หมายเหตุ
	ทำงานครบถ้วน	ทำงานเรียบร้อย	ส่งงานตรงเวลา	ทำงานรอบคอบ/ แก้ไขงานที่ผิดพลาด	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

ชื่อ - สกุล ชั้น ป. 6/ เลขที่

ใบกิจกรรม “กล่องใส่ช็อกโกแลต”

สถานการณ์ : ร้านค้าแห่งหนึ่งผลิตช็อกโกแลตที่มีรูปทรงและขนาด ดังภาพ เจ้าของร้านต้องการเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์จากถุงพลาสติกเป็นกล่องกระดาษ จึงต้องออกแบบกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากสำหรับบรรจุช็อกโกแลตจำนวน 4 ชิ้น หากเจ้าของร้านขอให้นักเรียนช่วยออกแบบกล่องให้สามารถบรรจุช็อกโกแลตได้พอดี นักเรียนจะออกแบบกล่องอย่างไร และมีขนาดเท่าไร



คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ข้อ 1 ข้อมูลใดบ้างที่ต้องนำมาใช้ในการออกแบบกล่อง

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ 2 นักเรียนต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใดบ้างในการออกแบบกล่องใส่ช็อกโกแลต

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ 3 นักเรียนตั้งข้อสมมติหรือตั้งข้อเท็จจริงอะไรบ้าง เพื่อให้ตนเองสามารถออกแบบ และคำนวณหาขนาดของกล่องได้

.....

.....

.....

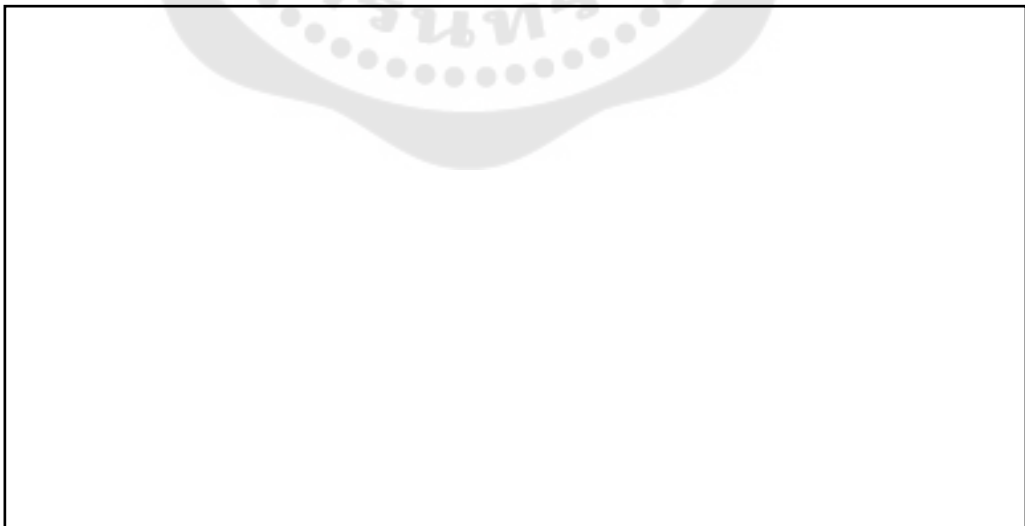
.....

.....

ข้อ 4 นักเรียนจะออกแบบโดยจัดเรียงซ็อกโกแลตแต่ละชั้นอย่างไร (วาดรูปคร่าว ๆ)



ข้อ 5 นักเรียนจะออกแบบกล่องอย่างไร (วาดรูปกล่อง รูปคลี่ของกล่อง พร้อมทั้งแสดงวิธีคำนวณ)



ข้อ 6 กระดาษที่ใช้ตัดเป็นกล่องตามที่ออกแบบในข้อ 5 จะมีพื้นที่ทั้งหมดเท่าไร

ข้อ 7 นักเรียนจะสรุปลักษณะและขนาดของกล่องใส่ช็อกโกแลตที่ออกแบบอย่างไร

ข้อ 8 หากตัดกระดาษตามรูปคลี่ของกล่องที่นักเรียนออกแบบ จะสามารถพับเป็นกล่องเพื่อใช้งานจริงได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....



ตัวอย่างคำตอบ

ข้อ 1 ข้อมูลใดบ้างที่ต้องนำมาใช้ในการออกแบบกล่อง

- 1) จำนวนช็อกโกแลตที่ต้องการบรรจุในกล่อง
- 2) ขนาดของช็อกโกแลต
- 3) รูปทรงของกล่อง
- 4) ขนาดของกล่องที่ต้องบรรจุช็อกโกแลตได้พอดี

ข้อ 2 นักเรียนต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใดบ้างในการออกแบบกล่องใส่ช็อกโกแลต

ปริซึมสี่เหลี่ยมหรือทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และทรงกลม

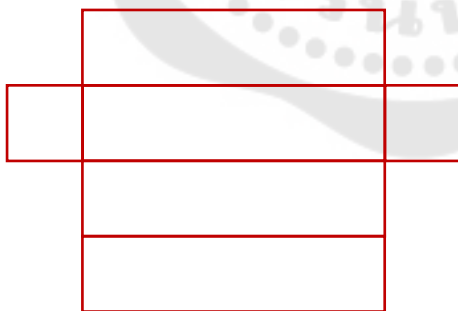
ข้อ 3 นักเรียนตั้งข้อสมมติหรือตัดข้อเท็จจริงอะไรบ้าง เพื่อให้ตนเองสามารถออกแบบและคำนวณหาขนาดของกล่องได้

- 1) สมมติว่าช็อกโกแลตแต่ละชิ้นเป็นทรงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ซม.
- 2) ไม่สนใจความหนาของกระดาษห่อและกระดาษ
- 3) สมมติว่ากล่องมีรูปคลี่เป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ข้อ 4 นักเรียนจะออกแบบโดยจัดเรียงช็อกโกแลตแต่ละชิ้นอย่างไร (วาดรูปคร่าว ๆ)



ข้อ 5 นักเรียนจะออกแบบกล่องอย่างไร (วาดรูปคลี่ของกล่อง พร้อมทั้งแสดงวิธีคำนวณ)



รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีความยาวด้านละ 3 ซม.

รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความกว้าง 3 ซม. และมีความยาว $4 \times 3 = 12$ ซม.

ข้อ 6 กระดาษที่ใช้ตัดเป็นกล่องตามทีออกแบบในข้อ 5 จะมีพื้นที่ทั้งหมดเท่าไร

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส} &= \text{ความยาวด้าน} \times \text{ความยาวด้าน} \\
 &= 3 \times 3 \text{ ตร.ซม.} \\
 &= 9 \qquad \qquad \text{ตร.ซม}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า} &= \text{ความกว้าง} \times \text{ความยาว} \\
 &= 3 \times 12 \quad \text{ตร.ซม.} \\
 &= 36 \quad \text{ตร.ซม.} \\
 \text{พื้นที่ทั้งหมดของกระดาษที่ใช้ตัดเป็นกล่อง} &= (2 \times 9) + (4 \times 36) \quad \text{ตร.ซม.} \\
 &= 162 \quad \text{ตร.ซม.}
 \end{aligned}$$

ข้อ 7 นักเรียนจะสรุปลักษณะและขนาดของกล่องใส่ช็อกโกแลตที่ออกแบบอย่างไร

กล่องเป็นปริซึมทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้าน
ด้านละ 3 ซม. และสูง 12 ซม.

ข้อ 8 หากตัดกระดาษตามรูปคลี่ของกล่องที่นักเรียนออกแบบ จะสามารถพับเป็นกล่องเพื่อใช้งาน
จริงได้หรือไม่ อย่างไร

ไม่สามารถพับเป็นกล่องเพื่อใช้งานจริงได้ เพราะยังขาดส่วนที่จะใช้ทากาวเพื่อประกอบ
เป็นกล่องและอาจต้องเพิ่มขนาดกล่องเล็กน้อยเพื่อให้สามารถบรรจุช็อกโกแลตลงในกล่องได้
เนื่องจากคำนวณโดยไม่สนใจความหนาของกระดาษห่อและกาว

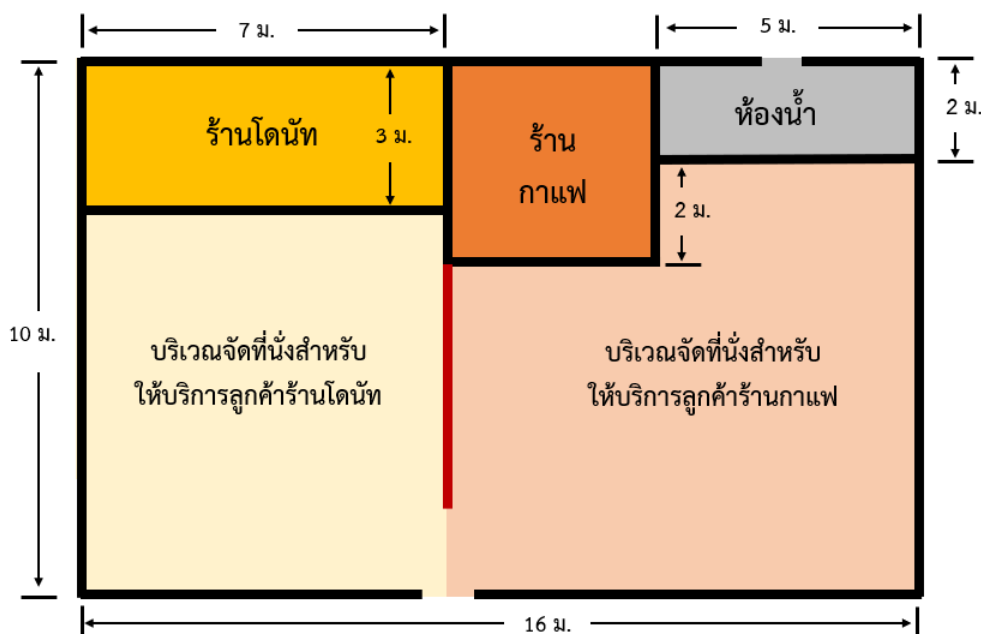
หมายเหตุ : นักเรียนแต่ละคนอาจได้คำตอบในแต่ละข้อแตกต่างกัน ซึ่งต้องพิจารณาตาม
การสร้างข้อสมมติของนักเรียน



ภาคผนวก ง
ตัวอย่างข้อสอบในแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
เรื่อง ปริมาณ ปฏิภูมิและรูปทรง

สถานการณ์ที่ 1 : ร้านค้าในปั๊มน้ำมัน

เจ้าของร้านโดนัทและเจ้าของร้านกาแฟเช่าอาคารหลังหนึ่งในปั๊มน้ำมันเพื่อเปิดร้านร่วมกัน อาคารหลังนี้มีทางเข้าทางเดียว และมีห้องน้ำสำหรับใช้ร่วมกันโดยทางเข้าของห้องน้ำอยู่ภายนอกตัวอาคาร เจ้าของร้านทั้งสองใช้ฉากสีแดงกั้นเพื่อแบ่งบริเวณร้านและจัดสรรพื้นที่ ดังภาพ



คำถามที่ 1 ถ้าเจ้าของปั๊มน้ำมันคิดค่าเช่าอาคาร 30,000 บาทต่อเดือน แล้วเจ้าของร้านทั้งสองต้องแบ่งกันจ่ายค่าเช่าอย่างไรจึงจะยุติธรรม

1) ให้นักเรียนอธิบายแนวคิดที่จะนำไปใช้ตอบคำถามว่า “แบ่งกันจ่ายค่าเช่าอย่างไรจึงจะยุติธรรม”

.....

.....

.....

.....

2) ให้นักเรียนแสดงวิธีคำนวณเพื่อตอบคำถามว่า “ต้องแบ่งกันจ่ายค่าเช่าอย่างไรจึงจะยุติธรรม”

.....

.....

.....

.....

.....

6) ถ้าเจ้าของร้านทั้งสองตกลงนำฉลากสีแดงที่ใช้กันออก แล้วใช้บริเวณจัดที่นั่งสำหรับให้บริการลูกค้าร่วมกัน การแบ่งจ่ายค่าเช่าตามวิธีการที่นักเรียนใช้อย่างยุติธรรมอยู่หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....



ตัวอย่างคำตอบ

คำถามที่ 1 เจ้าของร้านทั้งสองต้องแบ่งกันจ่ายค่าเช่าอย่างไรจึงจะยุติธรรม

1) ให้นักเรียนอธิบายแนวคิดที่จะนำไปใช้ตอบคำถามว่า “แบ่งกันจ่ายค่าเช่าอย่างไรจึงจะยุติธรรม”

คำนวณพื้นที่ของแต่ละร้าน แล้วใช้อัตราส่วนของพื้นที่เพื่อแบ่งกันจ่ายค่าเช่าอาคาร

2) ให้นักเรียนแสดงวิธีคำนวณเพื่อตอบคำถามว่า “แบ่งกันจ่ายค่าเช่าอย่างไรจึงจะยุติธรรม”

$$\text{พื้นที่ของร้านโดนัท} = 7 \times 10 \quad \text{ตารางเมตร}$$

$$= 70 \quad \text{ตารางเมตร}$$

$$\text{พื้นที่ของร้านกาแฟ} = (9 \times 10) - (2 \times 5) \quad \text{ตารางเมตร}$$

$$= 80 \quad \text{ตารางเมตร}$$

ดังนั้น ร้านค้าโดนัทและร้านกาแฟควรแบ่งจ่ายค่าเช่าอาคารตามอัตราส่วน 70 : 80 ตามลำดับ

3) หากใช้วิธีการแบ่งจ่ายค่าเช่าอาคารร้านละเท่า ๆ กัน จะเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

ไม่เหมาะสม เพราะแต่ละร้านใช้พื้นที่ในตัวอาคารไม่เท่ากัน ถ้าจ่ายเท่ากันร้านที่ใช้พื้นที่น้อยกว่าจะเสียผลประโยชน์

4) เจ้าของแต่ละร้านต้องจ่ายค่าเช่าเดือนละกี่บาท

$$\text{แบ่งค่าเช่าอาคาร } 30,000 \text{ บาท เป็น } 70 + 80 = 150 \text{ ส่วน ส่วนละเท่า ๆ กัน}$$

$$\text{จะได้ส่วนละ } 30,000 \div 150 = 200 \text{ บาท}$$

$$\text{ดังนั้น ร้านโดนัทต้องจ่าย } 70 \times 200 = 14,000 \text{ บาท}$$

$$\text{และร้านกาแฟต้องจ่าย } 80 \times 200 = 16,000 \text{ บาท}$$

5) นักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของค่าเช่าที่แต่ละร้านต้องจ่ายได้อย่างไร

ร้านที่ใช้พื้นที่น้อยกว่า จะต้องจ่ายค่าเช่าถูกกว่า

6) ถ้าเจ้าของร้านทั้งสองตกลงนำฉากสีแดงที่ใช้กันออก แล้วใช้บริเวณจัดที่นั่งสำหรับให้บริการลูกค้าร่วมกัน การแบ่งจ่ายค่าเช่าตามวิธีการที่นักเรียนใช้ยังคงยุติธรรมอยู่หรือไม่ อย่างไร

ไม่ยุติธรรมแล้ว เพราะอัตราส่วนของพื้นที่ของทั้งสองร้านจะต่างจากไปเดิม

หมายเหตุ : นักเรียนแต่ละคนอาจได้คำตอบในแต่ละข้อแตกต่างกัน ซึ่งต้องพิจารณาตามวิธีการที่นักเรียนเลือกใช้ในการแก้ปัญหา

คำถามที่ 2 ร้านโดนัทที่ใช้โต๊ะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ 1 เมตร โดยปกติจะจัดเก้าอี้สำหรับนั่งโต๊ะละ 4 ตัว แต่ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 สามารถให้บริการที่นั่งในร้านได้เพียง 25% ของที่นั่งทั้งหมด ร้านโดนัทจะจัดที่นั่งสำหรับให้บริการลูกค้าในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 ได้ประมาณกี่ที่นั่ง

1) นักเรียนต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างในการหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

2) นักเรียนตั้งข้อสมมติอะไรบ้าง เพื่อให้ตนเองสามารถคำนวณหาคำตอบได้

.....

.....

.....

.....

3) ให้นักเรียนอธิบายแนวคิดในการหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

4) ให้นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

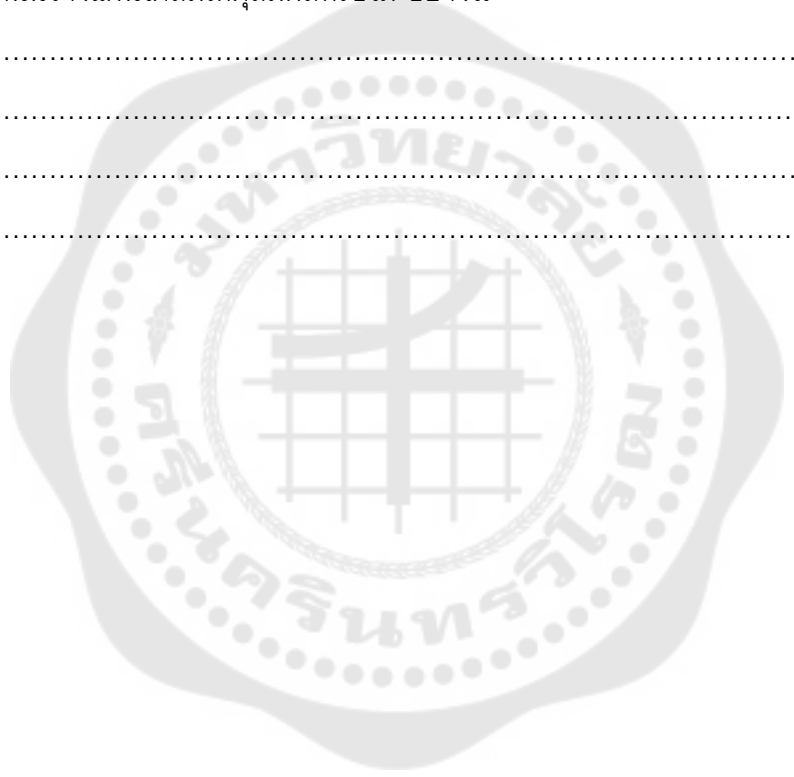
5) ถ้าพนักงานคนหนึ่งวางแผนเพื่อจัดโต๊ะ แล้วคำนวณจำนวนโต๊ะได้ 25 ตัว นักเรียนคิดว่าพนักงานคนนี้วางแผนได้สมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....



ตัวอย่างคำตอบ

คำถามที่ 2 ร้านโดนัทที่ใช้โต๊ะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ 1 เมตร โดยปกติจะจัดเก้าอี้สำหรับนั่งรอบโต๊ะ โต๊ะละ 4 ตัว แต่ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 สามารถให้บริการที่นั่งในร้านได้เพียง 25% ของทั้งหมด ร้านโดนัทจะจัดที่นั่งสำหรับให้บริการลูกค้าในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 ได้ประมาณกี่คน

1) นักเรียนต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างในการหาคำตอบ

1. ความยาว 2. เปอร์เซ็นต์

2) นักเรียนตั้งข้อสมมติอะไรบ้าง เพื่อให้ตนเองสามารถคำนวณหาคำตอบได้

สมมติว่าในต้องเว้นระยะของโต๊ะแต่ละตัว 1.5 เมตร เพื่อใช้สำหรับวางเก้าอี้และเว้นทางเดิน

3) ให้นักเรียนอธิบายแนวคิดในการหาคำตอบ

หาจำนวนโต๊ะแต่ละแถวตามแนวนอนและแนวตั้ง หาจำนวนโต๊ะและเก้าอี้ทั้งหมด แล้วคิด 25% ของจำนวนเก้าอี้ทั้งหมด

4) ให้นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบ



จัดโต๊ะแถวละ 3 ตัว จะเรียงต่อกันยาว $1 + 1.5 + 1 + 1.5 + 1 = 6$ เมตร

จะได้ว่า ทั้งแนวตั้งและแนวนอนจัดโต๊ะได้แถวละ 3 ตัว

ดังนั้น ในสถานการณ์ปกติจัดโต๊ะได้ทั้งหมด $3 \times 3 = 9$ ตัว และเก้าอี้ $9 \times 4 = 36$ ตัว

ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 จะจัดเก้าอี้ได้ $\frac{25}{100} \times 36 = 9$ ตัว

ดังนั้น ร้านโดนัทจะจัดที่นั่งสำหรับให้บริการลูกค้าได้ประมาณ 9 คน

5) ถ้าพนักงานคนหนึ่งวางแผนเพื่อจัดโต๊ะ แล้วคำนวณจำนวนโต๊ะได้ 25 ตัว นักเรียนคิดว่าพนักงานคนนี้วางแผนได้สมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร

ไม่สมเหตุสมผล เพราะจะไม่มีพื้นที่เหลือเพียงพอที่จะจัดเรียงเก้าอี้และเป็นทางเดิน

หมายเหตุ : นักเรียนแต่ละคนอาจได้คำตอบในแต่ละข้อแตกต่างกัน ซึ่งต้องพิจารณาตามการตั้งข้อสมมติของนักเรียน



ภาคผนวก จ

แบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

**แบบสังเกตพฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

วันที่ : เวลา.....

กิจกรรม :

ชื่อนักเรียน : 1. ชั้น เลขที่

2. ชั้น เลขที่

3. ชั้น เลขที่

4. ชั้น เลขที่

5. ชั้น เลขที่

ตอนที่ 1 ตรวจสอบรายการ

การให้คะแนน : 0 หมายถึง ไม่แสดงออก 1 หมายถึง แสดงออกไม่ชัดเจน

2 หมายถึง แสดงออกชัดเจน

พฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	นักเรียนคนที่					ข้อสังเกตเพิ่มเติม
	1	2	3	4	5	
ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์						
1. ระบุ “ความรู้ทางคณิตศาสตร์” ที่เกี่ยวข้อง กับสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงได้ถูกต้อง						
2. ระบุ “ข้อมูลสำคัญ” ในสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงที่ต้องนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ครบถ้วน						
3. ระบุ “ข้อสมมติ” เพื่อให้สถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้						
4. ใช้ “ภาษา สัญลักษณ์ หรือตัวแทนทางคณิตศาสตร์” เพื่อนำเสนอสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม						
ด้านการใช้โมเดล ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์						
5. ระบุ “วิธีการ/ขั้นตอน” ในการแก้ปัญหาได้ชัดเจน						
6. เลือกใช้ “ยุทธวิธี/วิธีการ” ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม						

พฤติกรรมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์	นักเรียนคนที่					ข้อสังเกตเพิ่มเติม
	1	2	3	4	5	
7. เขียน “วิธีการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์” ได้ถูกต้อง						
8. มี “การตรวจสอบความสมเหตุสมผล/ความถูกต้อง” ของผลลัพธ์จากการคำนวณ						
ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์						
9. ใช้ “ผลลัพธ์/คำตอบทางคณิตศาสตร์” เพื่ออธิบายปัญหาชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม						
10. ระบุ “ข้อจำกัด” ของวิธีการและคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง						
11. อธิบาย/เขียน “เหตุผล” เพื่อโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล						

ตอนที่ 2 บันทึกภาคสนาม

2.1 **ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์** (ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในบริบทชีวิตจริง สร้างข้อสมมติเพื่อทำให้สถานการณ์หรือปัญหาอยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ และนำเสนอตัวแทนของสถานการณ์ของปัญหาชีวิตจริงให้เป็นคณิตศาสตร์)

.....

.....

.....

.....

2.2 **ด้านการใช้โมเดล ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์** (ระบุวิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหา เลือกใช้ยุทธวิธีหรือวิธีการในการแก้ปัญหา แสดงวิธีการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลหรือตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์จากการคำนวณ)

.....

.....

.....



ภาคผนวก จ
แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

**แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

วันที่ : เวลา

กิจกรรม :

ชื่อนักเรียน : ชั้น เลขที่

ประเด็นในการสัมภาษณ์	บันทึกคำตอบของนักเรียน
ด้านการแปลงสถานการณ์ให้เป็นคณิตศาสตร์	
1. สถานการณ์ของปัญหานี้มีส่วนใดเกี่ยวข้องกับเนื้อหาหรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวข้องกับเรื่องใด และเกี่ยวข้องอย่างไร	
2. สถานการณ์ของปัญหานี้มีข้อมูลใดเป็นข้อมูลสำคัญที่ต้องนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ และสำคัญอย่างไร	
3. อะไรเป็นข้อจำกัดที่ทำให้สถานการณ์ของปัญหานี้มีความยุ่งยากหรือซับซ้อนในการวิเคราะห์และคำนวณทางคณิตศาสตร์	
4. นักเรียนตั้งข้อสมมติอะไรบ้างเพื่อให้สถานการณ์ของปัญหานี้ อยู่ในรูปที่สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้ และข้อสมมติแต่ละข้อช่วยให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร	
ด้านการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
5. นักเรียนใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหานี้ และทำได้อย่างไร	
6. นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างในการหาคำตอบ และใช้อย่างไร	
7. นอกจากวิธีการที่นักเรียนใช้หาคำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้แล้ว ยังมีวิธีการอื่น ๆ อีกหรือไม่อย่างไร (ถ้ามี นักเรียนเลือกใช้อย่างไร)	

ประเด็นในการสัมภาษณ์	บันทึกคำตอบของนักเรียน
8. นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลหรือตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์/คำตอบทางคณิตศาสตร์อย่างไร	
ด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	
9. สามารถนำผลลัพธ์/คำตอบทางคณิตศาสตร์ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือตอบปัญหาชีวิตจริงได้อย่างไร	
10. วิธีการที่นักเรียนใช้ในการหาคำตอบมีข้อจำกัดอย่างไร	
11. ผลลัพธ์/คำตอบทางคณิตศาสตร์ที่ได้มีข้อจำกัดอย่างไร	
12. (ถ้ามี) นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด	

หมายเหตุ : ใช้สำหรับสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมาย จำนวน 3 คน สัมภาษณ์โดยผู้วิจัย



ภาคผนวก ช
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย
 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ 2) แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้
 ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง 3) แบบสังเกตพฤติกรรมการวัดความฉลาดรู้
 ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง และ 4) แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความฉลาดรู้
 ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ ปริภูมิและรูปทรง มีรายนามดังนี้

1. อาจารย์ ดร.สมภาพ แซ่ลี

สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ
 บ้านสมเด็จเจ้าพระยา

2. นายศราวดี รัตนประยูร

สาขาการวัดและประเมินผลระดับชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
 เทคโนโลยี

3. อาจารย์ชฎานิน ภูเจริญ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตแห่ง
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สมชาย โพธิ์จาทุม
วัน เดือน ปี เกิด	3 ตุลาคม 2538
สถานที่เกิด	สระบุรี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2562 ศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

