

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน  
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วรนุช หลวงจันทร์

การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
พฤษภาคม 2564  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วศ. พ.

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์)  
อาจารย์ที่ปรึกษา



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

พฤษภาคม 2564

## ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ ที่ปรึกษาและคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ อีกทั้ง ยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นในตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม อาจารย์ประจำภาควิชา คณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อารงโสทธิสกุล อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก และนางลักขณา อุบแก้ว ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านวังหินของ จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จนทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สมบูรณ์ และมีคุณค่า

ขอขอบคุณ นางพิมพ์เสน ทองนีก ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านวังชะนาง และนายสมิตร คล้ายขำ ครูประจำการที่มีประสบการณ์สอนคณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านวังชะนาง จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งในการเก็บข้อมูล ตลอดจนเป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้และสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านวังชะนาง จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นอย่างดี

กราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติมิตร และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญ และคอยส่งเสริมสนับสนุนในทุกๆ ด้านเสมอมา ตลอดจนขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชา การศึกษาทุกท่าน และขอใจเพื่อนนิสิตปริญญาโทที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ต่อไป

วรรณช หลวงจันทร์

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ผู้ศึกษาค้นคว้า	วรรณช หลวงจันทร์
ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบุลย์พิพัฒน์
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563
คำสำคัญ	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ร้อยละและอัตราส่วน

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางและผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้เข้าร่วมวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 17 คน ของโรงเรียนประถมขนาดกลางในจังหวัดเพชรบูรณ์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 3 วงจร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและการวิเคราะห์แบบแยกประเด็น ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร 3) ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4) วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ 5) ทำซ้ำ และ 6) ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ ครูควรใช้สถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น จากนั้น ครูควรยกตัวอย่างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย แล้วให้นักเรียนลงมือสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของตนเองให้เหมาะสมกับการแก้ปัญหา รวมถึงครูควรใช้คำถามกระตุ้นในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง สำหรับผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถพัฒนาการหาข้อสรุปของปัญหาได้ดีที่สุด รองลงมา คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล และการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา ตามลำดับ



**Title** THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL REASONING  
ABILITY THROUGH LEARNING ACTIVITIES FOCUSED  
ON MATHEMATICAL MODELING IN PERCENTAGES  
AND RATIOS FOR STUDENTS IN GRADE 6

**Authors** Woranuch Luangjan

**Advisor** Assistant Professor Wanintorn Poonpaiboonpipat, Ph.D.

**Academic Paper** Independent Study M.Ed. in Mathematics,  
Naresuan University, 2020

**Keywords** Mathematical modeling, Mathematical reasoning,  
Percentage and ratio

#### ABSTRACT

This research aimed to study guidelines and effects of learning activities focused on mathematical modeling to develop mathematical reasoning abilities in percentage and ratio of Grade 6 students. The participants were 17 students of a medium-sized primary school in Phetchabun Province in the second semester of the academic year 2020. Three cycle of classroom action research were used in this study which the research tools were lesson plans, learning activity sheets, reflection form and mathematical reasoning test. The data were analyzed by content analysis and analytic scoring. The results of the research showed that learning activities focused on mathematical modeling to develop mathematical reasoning abilities consists of 6 steps: 1) identifying problems 2) making assumptions and identifying variables 3) implementing mathematical processes 4) analyzing and evaluating results 5) repeating and 6) using mathematical models. There are issues that should be highlighted. Teachers should use problem situations that are closed to the students' real life which might make students more enthusiastic in learning. Then, teachers should give examples of various mathematical models and let students create their own mathematical models that are suitable for solving problems. Finally, teachers should use questions to engage students in each step which might help students to continue their activities. The result of the development of mathematical reasoning abilities. Students can develop the best conclusions about the problem. This is followed by finding the relationship between the data and considering the reasonableness of the conclusions of the problem, respectively.

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1	บทนำ..... 1
	ความเป็นมาของปัญหา..... 1
	คำถามของการศึกษา..... 5
	จุดมุ่งหมายของการศึกษา..... 6
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6
	ขอบเขตของงานวิจัย..... 6
	นิยามศัพท์เฉพาะ..... 7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9
	หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)..... 10
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์..... 11
	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์..... 19
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 35
3	วิธีดำเนินการวิจัย..... 41
	ผู้เข้าร่วมวิจัย..... 41
	รูปแบบการวิจัย..... 41
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 42
	ขั้นตอนการดำเนินการทำวิจัย..... 51
	การเก็บและรวบรวมข้อมูล..... 52
	วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล..... 53

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	58
ตอนที่ 1 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	58
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์.....	80
5 บทสรุป.....	94
สรุปผลการวิจัย.....	94
อภิปรายผลการวิจัย.....	97
ข้อเสนอแนะ.....	102
บรรณานุกรม.....	104
ภาคผนวก.....	110
ประวัติผู้วิจัย.....	153

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของ การดำเนินการและนำไปใช้.....	10
2 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบอัตนัย ทักษะ/กระบวนการให้เหตุผล ของกรรมิวิชาการ.....	32
3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อเป็นแนวทางให้ครูใช้เป็นกรอบในการประเมิน คุณภาพของนักเรียนด้านการให้เหตุผล.....	32
4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	33
5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์กับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	34
6 ตารางแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะจำแนกตามวัตถุประสงค์ ของงานวิจัย.....	43
7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์กับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม.....	44
8 แสดงกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	47
9 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหากับองค์ประกอบของ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	49
10 แสดงตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในแบบทดสอบข้อที่ 1 กับองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์...	50
11 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล.....	55
12 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการหาข้อสรุปของปัญหา.....	55
13 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา....	56

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 แสดงเกณฑ์การจัดระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	57
15 แสดงสรุปผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3.....	75
16 แสดงกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แต่ละองค์ประกอบ.....	81
17 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	92

## สารบัญญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	42
2 แสดงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	52
3 แสดงพัฒนาการความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลระหว่าง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3.....	82
4 แสดงการระบุปัญหาและความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียน กลุ่ม 3 ในใบกิจกรรมที่ 1.....	83
5 แสดงการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลข้อปัญหาในรูปของตัวแปรของนักเรียน กลุ่ม 1 ในใบกิจกรรมที่ 1.....	83
6 แสดงการระบุปัญหาและความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียน กลุ่ม 4 ในใบกิจกรรมที่ 2.....	84
7 แสดงการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลข้อปัญหาในรูปของตัวแปรของนักเรียน กลุ่ม 2 ในใบกิจกรรมที่ 2.....	84
8 แสดงการระบุปัญหาและความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียน กลุ่ม 1 ในใบกิจกรรมที่ 3.....	85
9 แสดงการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลข้อปัญหาในรูปของตัวแปรของนักเรียน กลุ่ม 4 ในใบกิจกรรมที่ 3.....	85
10 แสดงพัฒนาการความสามารถในการหาข้อสรุปของปัญหา ระหว่างการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3.....	86
11 แสดงการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาของนักเรียน กลุ่ม 3 ในใบกิจกรรมที่ 1.....	86
12 แสดงการพิจารณาคำตอบที่ได้หรือข้อสรุปของปัญหาของนักเรียนกลุ่ม 2 ในใบกิจกรรมที่ 1.....	87
13 แสดงการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาของนักเรียน กลุ่ม 4 ในใบกิจกรรมที่ 2.....	87

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
14 แสดงการพิจารณาคำตอบที่ได้หรือข้อสรุปของปัญหาของนักเรียนกลุ่ม 4 ในใบกิจกรรมที่ 2.....	87
15 แสดงการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาของนักเรียน กลุ่ม 2 ในใบกิจกรรมที่ 3.....	88
16 แสดงการพิจารณาคำตอบที่ได้หรือข้อสรุปของปัญหาของนักเรียนกลุ่ม 3 ในใบกิจกรรมที่ 3.....	88
17 แสดงพัฒนาการความสามารถในการพิจารณาความสัมพันธ์สมผลของข้อสรุปของ ปัญหาระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3.....	89
18 แสดงภาพการอธิบายการนำตัวแบบไปใช้ในสถานการณ์อื่นของนักเรียนกลุ่ม 2 ในใบกิจกรรมที่ 1.....	90
19 แสดงภาพการอธิบายความสัมพันธ์สมผลของนักเรียนกลุ่ม 3 ในใบกิจกรรมที่ 2.....	90
20 แสดงภาพการอธิบายการนำตัวแบบไปใช้ในสถานการณ์อื่นของนักเรียนกลุ่ม 4 ในใบกิจกรรมที่ 2.....	91
21 แสดงภาพการอธิบายความสัมพันธ์สมผลของนักเรียนกลุ่ม 4 ในใบกิจกรรมที่ 2.....	91

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 8)

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตรจริงประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 4) โดยทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หนึ่งที่มีความสำคัญที่ควรส่งเสริมและพัฒนา คือ ความสามารถในการให้เหตุผล ดังที่ วิชัย เสวกงาม (2557) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนและสามารถใช้ชีวิตรอย่างประสบความสำเร็จในศตวรรษที่ 21 นั้น ครูต้องมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและสามารถสอนให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง การสอนความรู้ในเนื้อหาผนวกกับการใช้สถานการณ์ที่จะช่วยให้นักเรียนวินิจฉัยและแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและสามารถดึงทรัพยากรมาใช้ได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนเรียนรู้และเข้าใจกฎและหลักการของอาชีพที่นักเรียนจะประกอบในอนาคต ซึ่งพื้นฐานสำคัญอันจะทำให้ นักเรียนประสบความสำเร็จได้นั้น นอกจากการรู้หนังสือ (Literacy) การรู้ตัวเลข (Numeracy) แล้ว ความสามารถในการให้เหตุผล (reasoning ability) ยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตรประจำวันได้



จากการศึกษาผลการศึกษานวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2558 (Trends in International Mathematics and Science Study 2015, TIMSS 2015) ซึ่งเป็นโครงการที่สมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (International Association for the Evaluation of Educational Achievement: IEA) ดำเนินการร่วมกับประเทศสมาชิกเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยวิชาคณิตศาสตร์ มีการประเมินในด้านเนื้อหา ได้แก่ จำนวน พีชคณิต เรขาคณิต และข้อมูลและโอกาส และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการให้เหตุผล ซึ่งในปี 2015 ที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนวิชาคณิตศาสตร์โดยคะแนนเฉลี่ย คือ 431 ซึ่งน้อยกว่าค่ากลางของการประเมินที่กำหนดไว้ที่ 500 คะแนน โดยนักเรียนไทยส่วนใหญ่ยังมีระดับความสามารถทางการเรียนในระดับต่ำ (มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 400-474 คะแนน) ซึ่งเป็นระดับที่นักเรียนมีความรู้พื้นฐานอยู่บ้าง และมีนักเรียนที่มีได้คะแนนต่ำกว่า 400 อยู่เป็นจำนวนมาก โดยในการทำข้อสอบ พบว่า นักเรียนไทยทำข้อสอบแบบเลือกตอบได้มากกว่าแบบเขียนตอบ ในการทำข้อสอบแบบเขียนตอบนักเรียนตอบคำถามได้ไม่ชัดเจน ตอบไม่ตรงคำถาม ตอบคำถามไม่ครบ ไม่สามารถเขียนคำอธิบายที่ต้องแสดงเหตุผลประกอบ และเมื่อพิจารณาผลการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน การถามตอบระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน และการทดสอบโดยข้อสอบแบบอัตนัยเพื่อให้นักเรียนแสดงคำตอบพร้อมทั้งแสดงที่มาของคำตอบของชั้นเรียนของผู้วิจัย พบว่า นักเรียนไม่สามารถทำแบบทดสอบดังกล่าวได้ทุกข้อ สามารถตอบคำถามได้เพียงสั้นๆ เท่านั้น ไม่สามารถอธิบายหรือบอกเหตุผลในการตอบคำถามได้ และจากการที่ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนสามารถทำข้อสอบแบบเลือกตอบได้มากกว่าแบบเขียนตอบเช่นกัน และเมื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผลนักเรียนก็ไม่สามารถอธิบายได้ว่าได้คำตอบมาได้ด้วยวิธีใด ซึ่งการให้เหตุผลเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ศาสตร์อื่นๆ การแสดงเหตุผลมีค่ามากกว่าคำตอบที่ได้จากการแสดงคำตอบ เพราะการให้เหตุผลจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้จักคิด คิดอย่างมีเหตุผล ดังที่ อัมพร ม้าคนอง (2553, น. 49) กล่าวว่า การที่นักเรียนได้คำตอบถูกต้องแต่ใช้เหตุผลผิดเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากเมื่อนักเรียนไม่ทราบว่าที่ผิดนั้น ผิดเพราะเหตุใด ดังนั้น สิ่งที่ดีกว่าการได้คำตอบถูกต้องแต่เหตุผลผิด คือ การได้คำตอบที่ผิดแต่ความสามารถค้นพบวิธีการอย่างเป็นเหตุผล อะไรผิด และผิดเพราะอะไร อีกทั้งการให้เหตุผลมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น ช่วยพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์คิดอย่างมีเหตุผล มีระเบียบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ ทำให้สามารถตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงควรเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผล ซึ่งจัดว่าเป็นความสามารถที่ช่วยในการนำความรู้ไปใช้ประกอบการตัดสินใจและการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่างๆ และเมื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาดังกล่าว พบว่า สาเหตุหนึ่งของปัญหานี้ มาจากตัวครูเอง เนื่องจากครูยังจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ ดังที่ ศิริมา วงษ์สกุลดี (2558) ที่ได้กล่าวถึงครูที่จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบเก่า ที่เน้นการบรรยายเนื้อหาและฝึกเนื้อหา ครูเป็นผู้กำหนดรูปแบบการ เรียนรู้ให้กับนักเรียน ไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างนักเรียนในห้องเรียน และผลจากการศึกษาในประเด็นที่เกี่ยวกับการจัดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ของประเทศไทยในช่วงที่ผ่านมา พบว่าการจัดการเรียนการสอนยังคงมีปัญหา เพราะแม้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่นักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล ซึ่งปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถ นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2555ก, น. 1) สอดคล้องกับการวิเคราะห์ชั้นเรียนของผู้วิจัยว่า ครูยังใช้วิธีการสอน แบบบรรยายและเน้นการท่องจำ และนักเรียนยังขาดการฝึกฝนความสามารถในการให้เหตุผลทำให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายที่มาของคำตอบ หรืออ้างอิงถึงคำตอบที่ได้

ครูจำเป็นต้องศึกษาและสรรหาวิธีการสอนใหม่ๆ ที่ช่วยพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับบริบทและความหลากหลายของนักเรียน ดังเช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (2558) กล่าวว่า รูปแบบการศึกษาคณิตศาสตร์แนวใหม่ไม่ใช่มีเฉพาะสาระความรู้ แต่จะต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะบอกว่าการเรียนควรจะทำอะไร เพื่อเชื่อมโยงบริบทหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพ จึงเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญประการหนึ่งของการศึกษาไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกระแสการปฏิรูปการศึกษาในปัจจุบันที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพของตนเอง การจัดกิจกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ จึงควรมีความหลากหลายเพื่อส่งเสริมความสามารถของ นักเรียนที่แตกต่างกัน อีกทั้งสอดคล้องกับบริบทและความเหมาะสมของเนื้อหาที่สอนให้มากที่สุด เพื่อประโยชน์ในการเรียนรู้ของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้วิจัยกล่าวไว้ข้างต้น นั่นคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical modeling) เป็นกระบวนการที่ใช้คณิตศาสตร์ เป็นตัวแสดงแทน วิเคราะห์ สร้างข้อคาดการณ์หรือข้อมูลเชิงลึก อื่นๆ ที่อยู่ในสถานการณ์จริง (GAIMME, 2016) โดยที่จุดสำคัญคือเน้นไปที่กระบวนการสร้างตัวแบบ

เชิงคณิตศาสตร์ ตัวแบบจะมีการทำซ้ำและประกอบกับการแก้ไขเป็นจำนวนหลายครั้ง มากไปกว่านั้น ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังประกอบไปด้วยตัวคำถามที่มีหลายระดับ การใช้ปัญหาปลายเปิดที่ต้องการให้นักเรียนสร้างตัวเลือกที่เป็นจริงเกี่ยวกับวิธีการที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์สร้างสมมติฐานและวิธีการที่จะกำหนดผลกระทบของการใช้วิธีการนั้นๆ องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มีดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา ครูเลือกปัญหาในชีวิตจริงที่มีความใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียนหรือเป็นที่น่าสนใจ และให้นักเรียนทำการตัดสินใจว่าจะสามารถประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับปัญหานี้ได้หรือไม่ ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร นักเรียนเลือกส่วนที่สำคัญในสถานการณ์ แล้วกำหนดความสัมพันธ์และตัดสินใจเลือกความสัมพันธ์ที่กำหนดไว้เพื่อสร้างข้อคำถามสำหรับสถานการณ์ ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กัน หรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ นักเรียนทำการพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลและความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เมื่อนำกลับมาอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริง ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ นักเรียนลงมือทำกระบวนการใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้งเพื่อแก้ไขผิดพลาดของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หรือเป็นการขยายตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไป ประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ พร้อมทั้งรายงานผลของการใช้และผลลัพธ์ที่ได้รวมไปถึงตัดสินใจในการนำไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นี้ นักเรียนจะได้รับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มี 3 ประเด็นย่อย (วีรพล เทพบรรหาร, 2560) ได้แก่ ประเด็นที่ 1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ประเด็นที่ 2 การหาข้อสรุปของปัญหา ประเด็นที่ 3 การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา ระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอน โดยขั้นตอนที่ 1 และ 2 ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะทำให้เห็นความสามารถในการให้เหตุผลในประเด็นที่ 1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เนื่องจากนักเรียนต้องตัดสินใจเลือกตัวแปรให้มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ ในขั้นตอนที่ 3 และ 4 ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะพัฒนาในประเด็นที่ 2 การหาข้อสรุปของปัญหา เนื่องจากนักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และหาข้อสรุปของปัญหาอย่างสมเหตุสมผล และในขั้นตอนที่ 5 และ 6 จะช่วยให้พัฒนานักเรียนในประเด็นที่ 3 การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริงได้อย่างสมเหตุสมผล ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูจะมีบทบาทในการจัดระเบียบ ตรวจสอบ จัดกลุ่ม

ซึ่งในขั้นการประเมินนักเรียน ครูจะต้องมีการประเมินนักเรียนโดยที่จะเน้นไปการให้นักเรียนได้อธิบายถึงกระบวนการในการทำหรือวิธีการทำงานแบบกลุ่มของนักเรียน แต่ว่าผลลัพธ์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้เนื่องด้วยนักเรียนมีอิสระในการเลือกตัวแปรเพื่อทำการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งส่วนสำคัญที่สุดในการประเมินนักเรียนนั้นอยู่ที่กระบวนการทำงานของนักเรียนซึ่งไม่ใช่ดูเพียงแค่ผลลัพธ์ที่ได้ออกมา (GAIMME, 2016) จากการวิเคราะห์ขั้นตอนและงานวิจัยที่มีขั้นตอนใกล้เคียงกันจึงมีความเป็นไปได้ที่แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนได้

ผู้วิจัยจึงสนใจจะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเนื้อหา เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน เนื่องจากเนื้อหาเรื่องนี้อยู่ในสาระจำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้ (หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551) ซึ่งมีความสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และเป็นเนื้อหาที่นักเรียนที่ผู้วิจัยทำการศึกษามีปัญหามากที่สุด ซึ่งพิจารณาได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) โดยมาตรฐาน ค1.1 เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ และผู้วิจัยหวังว่าถ้านักเรียนมีความสามารถในการสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์และพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย และต่อยอดสำหรับคณิตศาสตร์ระดับสูงขึ้นไปได้อย่างมีความเข้าใจลึกซึ้ง และครูสามารถใช้เป็นแนวทางต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

### คำถามของการศึกษา

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรเป็นอย่างไร
2. เมื่อเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วนเป็นอย่างไร

### จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เนื้อหาสาระจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

2. เป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

### ขอบเขตของงานวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา ได้แก่ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของกระทรวงศึกษาธิการ โดยมีเนื้อหา 3 เรื่องย่อย ดังนี้

1.1 การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ

1.2 อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน และมาตราส่วน

1.3 การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน

2. ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแห่งหนึ่ง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 17 คน

3. ระยะเวลาศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ในปีการศึกษา 2563 จำนวน 12 คาบ คาบละ 60 นาที เริ่มสอนตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2563 ถึงวันที่ 8 เมษายน 2563

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

4.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

## นियามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีกระบวนการในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา ครูสร้างปัญหาในชีวิตจริงที่มีความใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียนหรือเป็นที่น่าสนใจและให้นักเรียนทำการตัดสินใจว่าจะสามารถประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับปัญหานี้ได้หรือไม่ ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงที่ต้องการจะรู้ ต้องการจะทำหรือต้องการจะเข้าใจที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร นักเรียนเลือกส่วนที่สำคัญในสถานการณ์แล้วกำหนดความสัมพันธ์ในรูปแบบของตัวแปร พร้อมแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้เป็นภาษาคณิตศาสตร์ในรูปแบบของตัวแปรที่สัมพันธ์กัน โดยครูมีบทบาทในการให้คำแนะนำเป็นรายกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กันหรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ โดยครูทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการที่นักเรียนทำและให้คำแนะนำเพื่อพัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ นักเรียนทำการพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลและความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เมื่อนำกลับมาอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริง ครูอธิบายแนวทางในการวิเคราะห์ให้กับนักเรียนและทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตการณ์ รวมถึงตรวจสอบการวิเคราะห์ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ นักเรียนลงมือทำกระบวนการใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้งเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูมีบทบาทเป็นผู้สังเกตการณ์และให้คำแนะนำ

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น พร้อมทั้งการตัดสินใจในการนำไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้สังเกตการณ์ ตรวจสอบและให้คำแนะนำเกี่ยวกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในปัญหาและสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อหาความสัมพันธ์และการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล มีองค์ประกอบย่อย 3 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

2.2 การหาข้อสรุปของปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

2.3 การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา เป็นความสามารถในการอธิบายข้อสรุปปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์สนับสนุน หรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล

ในการวิจัยนี้ประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า "การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์" ผู้ศึกษาได้ศึกษาตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

- 1.1 สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้
- 1.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์
- 1.3 คำอธิบายรายวิชา

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- 2.2 หลักการและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- 2.3 บทบาทครูในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

- 3.1 ความหมายของการให้เหตุผลและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 3.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 3.3 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 3.4 แนวทางในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 3.5 การวัดและการประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.5.1 ประเภทของการวัดและการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.5.2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 4.1 งานวิจัยในประเทศ
- 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ



หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

### 1. สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551) ได้กำหนดสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ไว้ 3 สาระประกอบด้วย สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น โดยในงานวิจัยนี้จะใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งประกอบด้วยสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

#### สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

### 2. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551) ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้ ในเรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.6	2. เขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณ 2 ปริมาณ จากข้อความหรือสถานการณ์ โดยที่ปริมาณแต่ละปริมาณเป็นจำนวนนับ	1. อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากันและมาตราส่วน
	3. หาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้	2. การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วนการแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ
	3.1 แสดงวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ	
	3.2 แสดงวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ	
	2-3 ชั้นตอน	

### 3. คำอธิบายรายวิชา

อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน และมาตราส่วน การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ โดยการจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า ฝึกทักษะ โดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะและกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้เห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ มีระเบียบ รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความเชื่อมั่นในตนเอง

จากการศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ คำอธิบายรายวิชา คณิตศาสตร์ ในเรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยเลือกทำวิจัยกับเนื้อหาเรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน เนื่องจากเนื้อหาเรื่องร้อยละและอัตราส่วน ประกอบด้วยเนื้อหาย่อยดังนี้ อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน และมาตราส่วน การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ ซึ่งปัญหาเหล่านี้เป็นปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน และมีลำดับขั้นตอนในการพิจารณาหาคำตอบ และหากในแต่ละขั้นตอนนักเรียนสามารถให้เหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล ก็จะสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

#### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

Mathematical model มีการใช้คำแทนในภาษาไทยหลากหลายคำ เช่น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ตัวแบบคณิตศาสตร์ แบบจำลองคณิตศาสตร์ โมเดลเชิงคณิตศาสตร์ สมการคณิตศาสตร์ โมเดลทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้คำว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นคำแทน โดยยึดตามการใช้คำแทนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555)

#### 1. ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

มีหน่วยงานทางการศึกษา นักวิชาการ นักวิจัยได้ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ไว้ว่าเป็น

โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายลักษณะ บางอย่างของสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษา ซึ่งอาจกล่าวง่ายๆ ว่าเป็นสื่อที่ใช้อธิบายสมมติฐานต่างๆ และผลที่ปรากฏในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษาในรูปแบบของคณิตศาสตร์ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มีหลากหลาย เช่น สมการ อสมการ กราฟ รูปเรขาคณิต ซ้ายงาน และแผนภาพต้นไม้ การนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาใช้ เป็นการนำคณิตศาสตร์มาช่วยแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเกิดสถานการณ์หรือปรากฏการณ์นั้นๆ ซึ่งอาจนำไปสู่การหาทางเลือกที่เหมาะสมในการหาคำตอบสำหรับแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจนั้น เรียกกระบวนการที่ใช้ในการหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่า การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical modelling)

ศิริชชรินทร์ ยศสวรินทร์ (2559, น. 251-252) ได้ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ว่าหมายถึง นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ หรือฟังก์ชันโดยจะมีกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงนั้น แล้วอธิบายสถานการณ์จริงเหล่านั้น

Kim, & Kim (2010, p. 109) ได้กล่าวว่า การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการสร้างสมรรถนะทางด้านความคิดสร้างสรรค์ และทัศนคติในการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยมุ่งเน้นไปที่การสืบเสาะหาความรู้

GAIMME (2016, p. 8) ได้กล่าวว่า การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้คณิตศาสตร์เพื่อเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์การคาดการณ์หรือให้ข้อมูลเชิงลึกในปรากฏการณ์โลกแห่งความจริง

โดยสรุป ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง นิพจน์ สมการ อสมการ รูปภาพ แบบแปลนแผนที่ กราฟ หรือฟังก์ชัน แต่ในงานวิจัยนี้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน จะหมายถึง สมการ ตาราง รูปภาพ หรือกราฟที่ได้จากโจทย์ปัญหาร้อยละและอัตราส่วน และการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา และมีกระบวนการในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

## 2. ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เริ่มต้นด้วยการนำเสนอสถานการณ์จริงที่ไม่มีการดัดแปลงเพื่อทำการหารูปแบบในการแก้ปัญหาและทำการนำกลับมาใช้กับปัญหานั้น ในชีวิตจริง มากไปกว่านั้น ยังสามารถนำมาเป็นประเด็นในการพูดคุยในปัญหาที่แปลกออกไป หรือ

จะเป็นสิ่งที่ลึกลับต่างๆ หรือกระบวนการที่ควรนำมาทำในทางคณิตศาสตร์ (Heather, Gould et al., 2012)

เทพสุตา เกตุทอง (2551, น. 9-10) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำกระบวนการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้โดยมีหลักการสำคัญของกระบวนการ คือ เน้นการแก้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง หรือสถานการณ์ปัญหาเสมือนในชีวิตจริง โดยการแทนสถานการณ์ปัญหาด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แล้วนำคำตอบคณิตศาสตร์ไปอธิบายสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน และแต่ละขั้นตอนอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา (Description) หมายถึง ขั้นของการทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหา ซึ่งอาจเป็นสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงหรือสถานการณ์ปัญหาเสมือนในชีวิตจริง ซึ่งสถานการณ์ปัญหาเหล่านั้นอาจอยู่ในรูปของโจทย์ปัญหา ไดอะแกรม สูตร ตารางข้อมูล โดยใช้ความรู้พื้นฐานและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา การระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง การระบุความสัมพันธ์ของตัวแปร การให้ความสำคัญกับตัวแปร แล้วแทนสถานการณ์ปัญหาด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของไดอะแกรม สูตร ตาราง กราฟ ตัวแปร นิพจน์ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน สัญลักษณ์

ขั้นตอนที่ 2 การจัดการเชิงคณิตศาสตร์ (Manipulation) หมายถึง ขั้นของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้มโนทัศน์ หลักการทางคณิตศาสตร์ และยุทธวิธีต่างๆ ในการดำเนินการ

ขั้นตอนที่ 3 การทำนายคำตอบ (Prediction) หมายถึง ขั้นของการแปลความหมาย (Interpreting) ของคำตอบ การพิจารณาและวินิจฉัยคำตอบที่ได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้คำตอบทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคำตอบที่ได้ไปทำนายสถานการณ์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบ (Verification) หมายถึง ขั้นของการพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้ โดยที่รายละเอียดของการหาข้อมูลมาสนับสนุนคำตอบ การสะท้อนความคิดเห็น การประเมินคำตอบที่ได้อย่างมีวิจารณญาณ และการนำเสนอคำตอบ

วีรพล เทพบรรหาร (2560, น. 258) ได้กล่าวไว้ว่า การใช้ตัวแทนทางความคิดและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการตีความและใช้ตัวแทนทางความคิดเห็นแทนข้อมูลหรือเงื่อนไขในปัญหาเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเลือกหรือการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์แล้วใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เลือกหรือสร้างร่วมกับความรู้ทางทักษะทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การถอดรหัส (Decoding) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาด้วยการตีความกับบริบทของปัญหา (background theme) ข้อมูลทางคณิตศาสตร์ (data) และการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่สามารถอธิบายหรือเป็นตัวแทนการกระทำต่างๆ ของปัญหา (operating schemes) และเงื่อนไขหรือข้อจำกัด (the constraints) จากนั้น หาสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อจำกัด

ขั้นตอนที่ 2 การใช้ตัวแทน (Representing) เป็นขั้นตอนของการใช้ตัวแทนความคิด (mental model) แทนข้อมูลทางคณิตศาสตร์หรือเงื่อนไขจากข้อที่ 1 เพื่อให้เข้าใจข้อมูลทางคณิตศาสตร์หรือเงื่อนไขในปัญหาให้ชัดเจนขึ้น โดยตัวแทนทางความคิดนั้นสามารถแสดงได้ในหลายลักษณะ ผ่านการวาดรูปประกอบสถานการณ์ การกำหนดตัวแปรเพื่อแทนสิ่งที่ไม่ทราบค่าการเขียนกราฟคร่าวๆ รวมถึงการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปประโยคภาษาที่เข้าใจง่ายขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การประมวลผล (Processing) เป็นขั้นตอนของการนำตัวแทนทางความคิดที่ใช้ในขั้นที่ 2 กับความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มาประมวลผลเพื่อสร้างหรือเลือกตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) ให้สัมพันธ์กับปัญหารวมถึงการกำหนดวิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 (Implementing) เป็นขั้นตอนของการดำเนินการหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้จากขั้นที่ 3 ร่วมกับเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่มีความเฉพาะกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากนั้นพิจารณาความสมเหตุสมผลและความสอดคล้องของคำตอบกับเงื่อนไขในปัญหา รวมถึงการขยายแนวทางการแก้ปัญหาเดิมไปสู่สถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ใกล้เคียง

สกล ตั้งเกาสกุล (2560, น. 444-445) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการแปลงสถานการณ์ปัญหาระหว่างในโลกจริงกับคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการอธิบายหาคำตอบ หรือพยากรณ์คำตอบของปัญหาสถานการณ์ในโลกจริงที่มีความคลุมเครือ จำเป็นต้องพิจารณาข้อมูล หรือปัจจัยสำคัญเพื่อสร้างข้อตกลงเบื้องต้น สร้างสมมติฐาน แล้วจึงใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของปัญหาคำตอบของปัญหาในโลกจริงอย่างเหมาะสม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในโลกจริง โดยการอ่าน ตีความ และสรุปใจความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาให้เข้าใจง่ายด้วยรูปแบบต่างๆ เช่น การเขียนบรรยายสรุปความ การวาดแผนภาพประกอบ หรือการสร้างแบบจำลองอื่นๆ

ขั้นตอนที่ 2 การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น โดยการวิเคราะห์เพื่อกำหนดตัวแปร สมมติฐานขอบเขตและ หรือ ข้อมูลที่สำคัญต่อการดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยการพิจารณา วิเคราะห์ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถเป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณ การแก้สมการ การหาแบบรูป

ขั้นตอนที่ 5 การแปลความหมายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยการอธิบายผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาให้สอดคล้องตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดแล้วพิจารณาความสมเหตุสมผล ความสอดคล้องเหมาะสมของผลลัพธ์ และดำเนินการตรวจสอบทบทวนกระบวนการทั้งหมดอีกครั้ง เพื่อยืนยันเป็นข้อสรุป ซึ่งตรวจสอบแล้วพบข้อผิดพลาด หรือข้อขัดแย้งระหว่างผลลัพธ์ที่ได้กับสถานการณ์ปัญหา ให้ดำเนินการแก้ไข และดำเนินการตามกระบวนการอีกครั้งให้ถูกต้อง และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้น

ขั้นตอนที่ 6 การนำผลลัพธ์ โดยการสรุปของผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้ผ่านการตรวจสอบผลลัพธ์ การทำซ้ำเพื่อยืนยันข้อสรุป และปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว

คันสนีย์ เณรเทียน (2560, น. 238-253) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงโดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ด้วยการจำลองคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ และใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ และนำคำตอบที่ได้ไปตอบปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งได้ออกแบบกระบวนการของการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (modelling process) ไว้อย่างหลากหลาย กระบวนการหนึ่ง คือ วงจรการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Blum (2011) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 อ่านทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the task) โดยพิจารณาสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นรวมถึงข้อความของปัญหาโดยละเอียด

ขั้นตอนที่ 2 ทำปัญหาให้ง่ายขึ้น (Simplifying/structuring) เป็นขั้นที่มีการกำหนดเงื่อนไขและขอบเขตของสถานการณ์ที่ ต้องการศึกษา (การจำลองสถานการณ์) และนำสิ่งที่จำลองได้มานำเสนอข้อมูลให้เห็นภาพจริงชัดเจน มากขึ้น (การจำลองภาพจริง)

ขั้นตอนที่ 3 คิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematizing) เป็นขั้นที่ต้องจัดการข้อมูลที่ได้ให้อยู่ในรูปแบบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (Making mathematically) เป็นขั้นที่ดำเนินการหาคำตอบเชิงคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้

ขั้นตอนที่ 5 แปลความหมาย (Interpretation) เป็นขั้นที่ต้อง นำคำตอบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ไปแปลความให้มีความสอดคล้องกับบริบทในชีวิตจริง (คำตอบจริง)

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบความเหมาะสม (Validation) เป็นขั้นที่มีการตรวจสอบความเหมาะสมของคำตอบที่ได้เมื่อเทียบกับเงื่อนไขและขอบเขตของสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา

ขั้นตอนที่ 7 นำเสนอ (Presenting) เป็นขั้นที่นำเสนอคำตอบ ที่ได้มาเพื่ออธิบายสถานการณ์จริงที่กำหนดไว้

Cheng (2001, p. 65) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ การแนะนำให้นักเรียนรู้จักตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ผ่านปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งแปลงปัญหาดังกล่าวโดยใช้หลักการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ช่วยในการหาคำตอบ เช่น การสร้างลานจอดรถที่มีอยู่อย่างจำกัดโดยใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติ การสร้างกล่องที่มีความจุมากที่สุดโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับอนุพันธ์ การศึกษาเกี่ยวกับอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรโดยใช้ความรู้เรื่องฟังก์ชันชี้กำลัง

Hernández, Levy, Felton-Koestler, & Zbiek (2016, p. 338) ได้กล่าวไว้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ GAIMME (2016) คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีกระบวนการในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา ครูเลือกปัญหาในชีวิตจริง ที่มีความใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียนหรือเป็นที่น่าสนใจ และให้นักเรียนทำการตัดสินใจว่านักเรียนจะสามารถประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับปัญหานี้ได้หรือไม่ ซึ่งนักเรียนได้ระบุสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงที่ต้องการจะรู้ ต้องการจะทำหรือต้องการจะเข้าใจที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างข้อคำถามของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร ครูให้นักเรียนเลือกสิ่งที่เป็นส่วนสำคัญในสถานการณ์และกำหนดความสัมพันธ์และทำการตัดสินใจที่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับความสัมพันธ์นั้นที่กำหนดไว้เพื่อสร้างข้อคำถามสำหรับสถานการณ์ โดยครูมีบทบาทในการให้คำแนะนำ

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูให้นักเรียนทำการแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้เป็นภาษาคณิตศาสตร์ในรูปแบบของตัวแปร รูปแบบทาง

คณิตศาสตร์นี้จะถูกเรียกว่าเป็น ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์พร้อมทั้งดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ ครูให้นักเรียนทำการพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลและความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เมื่อนำกลับมาอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริง

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ ครูให้นักเรียนลงมือทำกระบวนการใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้งเพื่อแก้ข้อผิดพลาดของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หรือเป็นการขยายตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความสอดคล้องของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้ทำการสร้างวิเคราะห์แล้ว

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูให้นักเรียนนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ พร้อมทั้งรายงานผลของการใช้และผลลัพธ์ที่ได้รวมไปถึงตัดสินใจในการนำไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

จากการศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของ GAIMME (2016) เนื่องจากมีขั้นตอนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่าขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา และ ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลในด้านที่ 1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล นักเรียนต้องตัดสินใจเลือกตัวแปรให้มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ได้อย่างถูกต้องและอธิบายได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการ และขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ สอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลในด้านที่ 2 การหาข้อสรุปของปัญหา นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและหาข้อสรุปของปัญหาอย่างสมเหตุสมผล และในขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ และขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลในด้านที่ 3 การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริงได้อย่างสมเหตุสมผล เป็นการตัดสินใจเลือกใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น

### 3. บทบาทครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้ต่างๆ นั้น สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งคือบทบาทของครูที่จะมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสืบค้นและรวบรวมดังรายละเอียด ดังนี้

วิจารณ์ พานิช (2556, น. 20-21) กล่าวไว้ว่า การเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 "ครู" ต้องเปลี่ยนบทบาทเป็น "โค้ช" ด้วยเนื่องจากในปัจจุบัน ความรู้มีมาก ครูจะจัดการอย่างไรเพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้ให้หมด ผลวิจัยแนะนำว่าให้สอนเฉพาะที่สำคัญๆ นักเรียนสามารถนำความรู้



ไปบูรณาการและต่อยอดได้ ส่วนความรู้ที่ไม่ได้สอน นักเรียนจะเรียนรู้ได้เอง สิ่งสำคัญในการเรียน การสอนในทศวรรษที่ 21 คือ ต้องเปลี่ยนวิธีการของการศึกษา คือเปลี่ยนเป้าหมายจาก “ให้ความรู้” ไปสู่ “ให้ทักษะ” เปลี่ยนจาก “ครูเป็นหลัก” เป็น “นักเรียนเป็นหลัก”

ชัยอนันต์ สมทวณิช (2540, น. 112) กล่าวไว้ว่า ความรู้เกิดจากการสร้างขึ้นโดยตัวนักเรียน ครูต้องมีบทบาทในการจัดการศึกษา ประกอบด้วย การจัดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม สร้างสรรค์ การคิดของนักเรียนสอดคล้องกับความจำเป็น ความต้องการ และความเป็นไปได้ ในปัจจุบันของพวกเขา

สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ (2556, น. 2) ได้เขียนว่า บทบาทและความสำคัญของครูได้ ลดน้อยลงเนื่องจากความเปลี่ยนแปลงก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ไอแพด หรือสมาร์ทโฟน แค่เพียงปลายนิ้วสัมผัส สารพัดคำตอบก็แสดงขึ้นมาได้อย่างรวดเร็ว ทันใจ ผิดกับ ภาพของครูที่ยืนสอนหน้าชั้นเรียนคอยบอกให้นักเรียนจดหรือท่องจำสิ่งที่ควรรู้ภาพของนักเรียนที่ อ่านเอกสารประกอบหรือเลคเชอร์โน้ตไปพลาจๆ ระหว่างครุยายหน้าห้องภาพของครูครูที่พยายาม สร้างปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน ด้วยการสอดส่องดูว่ามีนักเรียนคนใดหลับ พุดคุยกันไม่สนใจการสอน ของครูก็จะคอยเรียกนักเรียนให้ตอบคำถามหรือทำโทษโดยวิธีการที่เหมาะสมกับเด็ก

GAIMME (2016, pp. 20-21) กล่าวว่า ครูจะมีบทบาทในการจัดระเบียบ ตรวจสอบ จัดกลุ่มใหม่ ซึ่งในชั้นการประเมินนักเรียน ครูจะต้องมีการประเมินนักเรียนโดยที่จะเน้นไปการให้ นักเรียนได้อธิบายถึงกระบวนการในการทำ หรือวิธีการทำงานแบบกลุ่มของนักเรียน แต่ว่าผลลัพธ์ นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้เนื่องด้วยนักเรียนมีอิสระในการเลือกตัวแปรเพื่อทำการสร้างตัวแบบ ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งส่วนสำคัญที่สุดในการประเมินนักเรียนนั้นอยู่ที่กระบวนการทำงานของ นักเรียนและผลลัพธ์ที่ได้ออกมา โดยแนวทางในการปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับครูเพื่อสนับสนุน การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) การเลือกพัฒนาปัญหาในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 2) การคาดการณ์ถึงคำตอบที่นักเรียนจะตอบ 3) พัฒนากระบวนการที่อำนวยความสะดวกให้นักเรียนสามารถ สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ 4) จัดระเบียบในการจัดการเรียนรู้และการดำเนินกิจกรรมของ นักเรียน 5) ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียน 6) ใช้คำถามที่แตกต่างเพื่อช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหาได้อย่างทันที 7) ให้ความสำคัญในการประเมินกระบวนการให้มากกว่า ผลลัพธ์ โดยตัวอย่างคำถามที่ควรใช้นั้น ได้แก่ “คำถามแบบไหนที่นักเรียนคิดว่าเกี่ยวข้องกับ สถานการณ์นี้” “มีข้อมูลอะไรบ้างที่สถานการณ์นี้ต้องการ” “นักเรียนคิดว่ามีกลยุทธ์ไหนที่จะ สามารถใช้ในการแก้ปัญหา” เป็นต้น

จากการสืบค้นข้อมูลบทบาทของครูแสดงให้เห็นว่า ในปัจจุบันครูควรมีบทบาท ดังนี้

- 1) ครูควรทำหน้าที่เปรียบเสมือนกับโค้ช ซึ่งคอยจัดระเบียบ ชี้แนะแนวทาง ให้คำแนะนำ เป็นที่ปรึกษาให้กับนักเรียนซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้ที่สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
- 2) ครูควรจัดให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกัน และ
- 3) ครูต้องคอยตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน โดยงานวิจัยนี้จะขอยึดบทบาทของครูตาม GAIMME (2016) ซึ่งเป็นบทบาทครูที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

### ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

#### 1. ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สถาบัน องค์กรและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2553, น. 50) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้ออ้างทั่วไป และการหาข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการที่สิ่งต่างๆ เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน

วรรณารถ อยู่สุข (2555, น. 33) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลประกอบไปด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์และความสามารถในการอธิบายข้อสรุปโดยใช้ข้อมูลในการสนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล

สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2556) ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถด้านเหตุผล (Reasoning Abilities) หมายถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อมด้านสังคมศาสตร์และเศรษฐศาสตร์ และด้านการดำเนินชีวิต โดยการวิเคราะห์ สังเคราะห์ประเมินค่าแก้ปัญหา หรือตัดสินใจอย่างมีหลักการและเหตุผลบนพื้นฐานของข้อมูลสถานการณ์หรือสารสนเทศที่เพียงพอ โดยยึดหลักคุณธรรมและจริยธรรม

วิชัย เสวกงาม (2557, น. 207-223) ได้กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่เป็นอิสระจากความรู้เดิมที่ได้มาการให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาองค์ความรู้ในขณะที่ความสามารถในการให้เหตุผลนี้จะทำหน้าที่เป็นสิ่งที่ช่วยเสริมต่อให้เด็กเกิดความสามารถในด้านอื่นๆ และ

ความสามารถในการให้เหตุผลในวัยเด็กสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียน มหาวิทยาลัยและผลของการปฏิบัติงานในการประกอบอาชีพได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนจะนำไปใช้พัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานและการดำรงชีวิต

O' Daffer, & Thornquist (1993, p. 43) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) เป็นส่วนหนึ่งของการคิดเชิงคณิตศาสตร์และให้ความหมายเกี่ยวกับความคิดทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง การใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิดค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดสร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิดและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนั้น

Krulik, & Rudnick (1993, p. 3) ได้กล่าวถึง การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้โดยสรุปดังนี้ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการค้นหาข้อสรุปจากการสังเกตและการคาดเดาจากข้อมูลที่กำหนดให้ เพื่อนำมาสร้างข้อความคาดการณ์และนักเรียนต้องสามารถที่จะอธิบายและแสดงเหตุผลเกี่ยวกับข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปนั้น ซึ่งข้อสรุปข้างต้นนั้นก็จะมีความเกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้ใหม่ต่อไป

Russell (1999, p. 1) ได้กล่าวถึง การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ โดยสรุปดังนี้ คณิตศาสตร์เป็นโครงข่ายของความคิดที่สัมพันธ์กันระหว่างการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และรากฐานของการให้เหตุผลการสร้างข้อสรุปที่เป็นนัยทั่วไปในเชิงคณิตศาสตร์ยังช่วยให้การแก้ปัญหาและสนับสนุนนักเรียนเพื่อให้สามารถมองเห็นถึงโครงสร้างพื้นฐานของปัญหา และปัญหาที่กว้างขึ้นต่อไป

จากความหมายของหน่วยงานและนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสรุป ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดและอธิบายข้อสรุปซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล

## 2. ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาระดับมัธยมศึกษา หรือสถาบันการศึกษา ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2553, น. 48) กล่าวถึง การให้เหตุผลมีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ ทุกวัยในแต่ละวันมนุษย์ต้องให้เหตุผลกับคนอื่นและต้องการเหตุผลจากคนอื่นไม่ว่าจะเป็นเรื่อง เล็กน้อยหรือเรื่องสำคัญมากมนุษย์ต้องการคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผลและคนส่วนใหญ่รับได้ ด้วยเหตุนี้ การฝึกการให้เหตุผลจึงเป็นเรื่องจำเป็นที่นักเรียนต้องฝึกฝนให้เกิดเป็นทักษะหรือ ความชำนาญ

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กำหนดให้ความสามารถในการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่ง ในสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นมาตรฐาน 1 ในสาระหลักที่จำเป็นสำหรับ นักเรียนทุกคน โดยอ้างถึงในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 39) ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องใช้การคิดอย่างเป็นระบบคิดอย่างมีเหตุผลต้องใช้เหตุผลมาช่วย ในการเรียนรู้และแก้ปัญหา ซึ่งการให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด อย่างมีเหตุผลคิดอย่างเป็นระบบสามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมการคิดอย่างมี เหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้ สิ่งใหม่ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต ดังนั้นการคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญของ การสอนคณิตศาสตร์ โดยการสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผลดีกว่าการสอน แบบให้จดจำการสอนคณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลจะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชา คณิตศาสตร์สามารถจดจำได้และนานกว่าเดิม

Artzt, & Yolo-Femia (1999, p. 115) ได้กล่าวถึง ความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ว่าเป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ ปัญหาหรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้ หากปราศจากการให้เหตุผล

National Council of Teachers of Mathematics (2000, pp. 262-267) กล่าวโดยสรุปว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์เป็นการแสดงวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนา และแสดงข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่หลากหลาย คนที่มีเหตุผลและคิดวิเคราะห์มีแนวโน้ม ที่จะสังเกตรูปแบบโครงสร้างหรือความสม่ำเสมอในสถานการณ์จริงและวัตถุสัญลักษณ์ การพิสูจน์ ทางคณิตศาสตร์เป็นวิธีการอย่างเป็นทางการในการแสดงเหตุผล

Brodie (2009) กล่าวโดยสรุปว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่นักคณิตศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อเป็นเส้นทางเชื่อมต่อการสร้างและการสื่อสารระหว่าง แนวคิดหนึ่งกับแนวคิดถัดไป เมื่อนักเรียนสร้างเส้นทางเหล่านี้พวกเขาจะเข้ามามีส่วนร่วมและสนุก กับวิชาคณิตศาสตร์ มีความเข้าใจเหตุผลและหลักการทำงานของแนวคิด และสามารถพัฒนา รูปแบบองค์ความรู้ที่เชื่อมโยงกัน

จากที่กล่าวมา สามารถสรุปความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น ทักษะที่ช่วยพัฒนาให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็น สามารถตัดสินใจได้อย่างมั่นใจ และยังเป็นทักษะที่ช่วยให้การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสมบูรณขึ้น ดังนั้น การฝึกการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์จึงเป็นเรื่องจำเป็นที่ครูจะต้องฝึกฝนนักเรียนให้เกิดเป็นทักษะหรือความชำนาญ

### 3. ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถจำแนกได้เป็นประเภทต่างๆ ตามเหตุผล ในการจำแนก ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2553, น. 50-54) แบ่งประเภทการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า มีหลายลักษณะ ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงตรรก (Logical reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ใช้ในการคิดเชิง ตรรกะ ประกอบด้วย การให้เหตุผล 2 ประเภทต่อไปนี้

1.1 การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลตาม การคิดแบบอุปนัยซึ่งเป็นการคิดจากข้อเท็จจริงย่อย โดยการสังเกตลักษณะร่วมที่สำคัญหรือ แบบแผนของสิ่งที่พบเพื่อนำไปสู่กฎเกณฑ์หลักการทั่วไปการให้เหตุผลแบบนี้จึงใช้ข้อมูลที่เป็นจริง จากข้อมูลย่อยไปสู่ข้อสรุปหรือความจริงทั่วไปหรือเป็นการมองเห็นตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง แล้วใช้ เหตุผลสรุปความสัมพันธ์ในรูปแบบทั่วไปของตัวอย่างเหล่านั้น

1.2 เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลแบบตาม การคิดแบบนิรนัย ซึ่งเป็นการคิดจากกฎเกณฑ์หลักการหรือข้อสรุปทั่วไปสู่ข้อเท็จจริงย่อยการให้ เหตุผลแบบนี้จึงเป็นการใช้ข้อสรุปหรือหลักเกณฑ์ทั่วไปที่ยอมรับกันว่าเป็นจริงโดยมีการพิสูจน์ มาแล้วเป็นหลักในการหาข้อสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎหรือเกณฑ์นั้น

2. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยใช่ ความคิดเกี่ยวกับสัดส่วนทางสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและตัวเลขและข้อมูลเชิงคุณภาพการให้ เหตุผลเชิงสัดส่วนมีหลายลักษณะ ดังต่อไปนี้

2.1 การให้เหตุผลเชิงคุณภาพ (Qualitative reasoning) เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนและเศษส่วน

2.2 การให้เหตุผลเชิงตัวเลข (Numerical reasoning) เป็นการให้คนที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข

3. การให้เหตุผลเชิงปริภูมิ (Spatial reasoning) เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์หรือสิ่งที่ปรากฏในมิติต่างๆ เช่น ภาพ 2 มิติหรือทรงสามมิติและการให้เหตุผลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตทั้งในมิติเดียวกันและมิติต่างกัน

กฤษมันต์ วัฒนาวงศ์ (2554) ได้กล่าวถึง พื้นฐานทักษะการใช้เหตุผลเป็นกระบวนการทางปัญญาที่อยู่ในรูปแบบต่างๆ จำแนกเพื่อการศึกษาและทำความเข้าใจได้ 3 กลุ่มดังนี้

1. ทักษะการจดจำบันทึกและการเรียก (Storage and Retrieval Skills) เป็นสมรรถนะในการถ่ายโอน ส่งผ่านข้อมูลความรู้จากสมองในส่วนความจำระยะยาว (Long-term Memory) ที่ทำหน้าที่เข้ารหัสจัดเก็บข้อมูล สารสนเทศ เมื่อมีการพบเห็นสิ่งใหม่ก็สามารถนำสาระความรู้ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้นานแล้วออกมาได้ ตัวอย่างของทักษะในการจัดเก็บและเรียกใช้คือการสร้างภาพสำนึก (Visual Imagery Mediation) ซึ่งเป็นสภาวะของการสร้างตัวแทนของข้อมูลความรู้ต่างๆ ทั้งในรูปของ ภาพ เสียง ท่าทาง หรือภาพลักษณ์ที่เป็นตัวแทนของสิ่งที่ได้จดจำไว้ วิธีการที่เรียกว่า ยุทธวิธีช่วยจำ หรือ Mnemonic Strategies ตัวอย่างของการพัฒนาสมรรถนะของทักษะด้านการจำบันทึกและเรียกใช้

2. ทักษะการจับคู่สัมพันธ์ (Matching Skills) เป็นสมรรถนะในการค้นหาความเหมือนและความแตกต่างของปรากฏการณ์ระหว่างสิ่งที่มีอยู่แล้วในความจำกับสิ่งใหม่ที่ได้พบ แยกออกเป็นสมรรถนะย่อยๆ เพื่อความเข้าใจได้อีก 5 สมรรถนะ ได้แก่ 1) สมรรถนะด้านการจัดกลุ่ม (Categorization) 2) สมรรถนะด้านสัมพันธ์ความต่าง (Extrapolation) 3) สมรรถนะด้านสัมพันธ์ความเหมือน (Analogical Reasoning) 4) สมรรถนะด้านการประเมินตรรกะ (Evaluation of logic) 5) สมรรถนะด้านการประเมินเพื่อการตัดสินคุณค่า (Evaluation of Value)

3. ทักษะการดำเนินการจัดการ (Execution Skills) เป็นสมรรถนะสุดท้ายในกระบวนการทางปัญญาของทักษะการใช้เหตุผลซึ่งมีความหมายเหมือนกับการบริหารงานของผู้บริหารงานในองค์กรต่างๆ ที่มีภารกิจหลายอย่างทั้งด้านบุคลากรการเงินการผลิตการขายการบริการ เป็นต้น สมรรถนะในด้านนี้แยกออกเป็นสมรรถนะย่อยเพื่อความเข้าใจได้อีก 2 สมรรถนะได้แก่

3.1 สมรรถนะด้านการอธิบายขยายความ (Elaboration)

3.2 สมรรถนะด้านการแก้ปัญหา (Problem Solving)

นาเดีย กองเปิง (2555, น. 48-49) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Abstraction ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้สรุปรูปแบบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ใน 3 ลักษณะ คือ

1. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) หมายถึงความสามารถในการวิเคราะห์และระบุความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสังเกตสิ่งๆ ที่รวมกันหลายตัวอย่าง และนำสิ่งเหล่านั้นมาสรุปในรูปแบบทั่วไป

2. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive Reasoning) หมายถึงความสามารถในการใช้กฎข้อตกลงบทนิยามรู้สิ่งที่เคยรับทราบมาก่อนว่าเป็นจริงมาใช้ในการพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความจริงเหล่านั้นและสามารถหาข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลได้

3. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional Reasoning) หมายถึงความสามารถในการใช้ความรู้เกี่ยวกับสัดส่วนในการหาคำตอบในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง

วิชัย เสวกงาม (2557, น. 207-233) ได้แบ่งความสามารถในการให้เหตุผลออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เริ่มต้นด้วยการอ้างถึงกฎโดยทั่วไปเพื่อยืนยันผลสรุปที่เฉพาะเจาะจงกับเนื้อใดเป็นการยืนยันข้อสรุปที่เฉพาะเจาะจงจากกฎหรือข้อสรุปที่เป็นนายโดยทั่วไปถ้าโครงหรือข้อสรุปที่เป็นนายโดยทั่วไปที่นำมาอ้างนั้นเป็นจริงและข้อสรุปที่เกิดขึ้นต้องเป็นจริงด้วยและข้อสรุปนั้นต้องเป็นไปตามข้ออ้างอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เริ่มต้นด้วยการสังเกตที่มีความเฉพาะเจาะจงและจำกัดอยู่ในขอบเขตและวิธีการที่จะได้ข้อสรุปทั่วไปที่อาจเป็นไปได้แต่เชื่อว่าจะไม่เกิดข้อผิดพลาดทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหลักฐานเชิงประจักษ์ที่รวมกันไว้จากกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นการอ่านข้อเท็จจริงเฉพาะย่อยไปสู่ข้อสรุปที่เป็นนาย โดยทั่วไปการวิจัยทางวิทยาศาสตร์จำนวนมากจึงดำเนินการด้วยวิธีอุปนัยซึ่งเป็นการรวบรวมหลักฐานเพื่อมองหาทุกแบบแล้วตั้งสมมติฐานจากนั้นจึงทดสอบและพัฒนาเป็นทฤษฎีที่อธิบายสิ่งที่พบ การให้เหตุผลอุปนัยอาจเรียกได้ว่าเป็นการอ้างเหตุผลในชีวิตประจำวันเกี่ยวข้องกับการลงข้อสรุปที่มีความไม่แน่นอนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเหตุผลความน่าจะเป็นรวมถึงข้อสรุปที่มีแนวโน้มเหมาะสมและน่าเชื่อถือ

3. การให้เหตุผลเชิงอธิบาย (Abductive Reasoning) เริ่มต้นด้วยชุดที่ไม่สมบูรณ์ของการสังเกตและวิธีการที่จะอธิบายความเป็นไปได้ทั้งหมดสำหรับชุดที่ไม่สมบูรณ์นั้นการให้เหตุผลเชิงอธิบายทำให้การตัดสินใจที่ดีที่สุดในชีวิตประจำวันขึ้นกับข้อมูลที่อยู่ในมือซึ่งมักจะไม่มีสมบรูณ์การให้เหตุผลเชิงอธิบาย เป็นการให้เหตุผลที่พิจารณาข้ออ้างที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุดในการได้มา

ซึ่งข้อสรุปหรือเป็นการคาดเดาเหตุการณ์อย่างมีหลักการที่เป็นการอธิบายข้อสรุปที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นเพียงการถึงความน่าจะเป็นแต่ไม่ได้ยืนยันว่าเหตุการณ์ที่ถูกต้อง

4. การให้เหตุผลเชิงอุปมา (Analogical Reasoning) เป็นวิธีการประมวลผลข้อมูลที่มีการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันระหว่างแนวคิดใหม่กับแนวคิดที่เข้าใจแล้วและใช้ความคล้ายคลึงกันนั้น เพื่อให้เข้าใจแนวคิดใหม่การให้เหตุผลเชิงตัวมาเป็นรูปแบบของการให้เหตุผลแบบอุปนัยเพราะมุ่งที่จะทำความเข้าใจในสิ่งที่มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นจริงมากกว่าการนิรนัยเพื่อพิสูจน์สิ่งที่เป็นการให้เหตุผลเชิงอุปมานี้ สามารถนำมาใช้เป็นวิธีการเรียนรู้ข้อมูลใหม่และเป็นส่วนหนึ่งของการอ้างเหตุผลที่ใช้อย่างแพร่หลาย นอกจากนี้การให้เหตุผลเชิงอุปมาอยู่ที่ความสามารถของสมองในการสร้างรูปแบบด้วยการสร้างความสัมพันธ์สมองจะเข้าใจแนวคิดใหม่ได้ง่ายขึ้นและรวดเร็ว ถ้าสมองเคยรับรู้รูปแบบที่คล้ายกันหรือเหมือนกันกับแนวคิดใหม่นั้น

5. การให้เหตุผลเชิงจริยธรรม (Moral Reasoning) เป็นกิจกรรมทางจิตสำนึกที่ประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลงในการกำหนดข้อมูลเกี่ยวกับผู้คนเพื่อให้สามารถเข้าถึงการตัดสินใจทางจริยธรรมเหตุผลเชิงจริยธรรมช่วยในการตัดสินใจว่าควรทำหรือไม่ควรทำอะไร เพื่อดำรงไว้ซึ่งจริยธรรมการอ้างเหตุผลทางจริยธรรมเป็นการใช้เหตุผลอย่างมีหลักการและน่าเชื่อถือการตัดสินใจทางจริยธรรม อาจใช้การให้เหตุผลเชิงจริยธรรมที่ชัดเจนที่ถูกผิดควรทำไม่ควรทำได้ง่าย แต่ถ้ามีเงื่อนไขที่ซับซ้อนขึ้นมากเกี่ยวกับการตัดสินใจและการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมอาจต้องมีการจัดลำดับความสำคัญด้วย

Baroody, & Coslick (1993, pp. 2-59) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลนั้นมี 3 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลเชิงอย่างรู้ (Intuitive reasoning) ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้ (insight) หรือเกิดจากกลางสังหรณ์ ไม่ได้มีข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดในการตัดสินใจจึงตัดสินใจจากข้อมูลที่เห็นหรือจากความรู้สึกภายในเหตุผลเชิงอย่างรู้จึงเป็นเหตุผลที่วางอยู่บนสิ่งที่ปรากฏหรือข้อสมมติฐานซึ่งสิ่งปรากฏอาจถูกหรือผิดก็ได้

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการใช้ข้อความหรือสิ่งที่จริงอยู่แล้วเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

3. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการใช้ข้อมูลของสมาชิกบางสมาชิกในเซต 1 เพื่อนำไปสู่กรณีทั่วไปหรือนำไปสู่สมาชิกทุกตัวในเซตนั้น



Coony, Brown, Dossey, Sharge, & Wittman (1996, pp. 8-10) ได้เสนอการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 4 ประเภทดังต่อไปนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ได้จากการสังเกตเห็นสิ่งๆ ที่ร่วมกันจากหลายตัวอย่างหรือการทดลองซ้ำหลายครั้งแล้วสรุปออกมาอย่างมีเหตุมีผลสนับสนุน

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากหลักการทั่วไปหรือหลักการใหญ่ๆ แล้วอ้างอิงไปยังที่ที่ต้องการที่มีความจำเพาะเจาะจง

3. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงซึ่งสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับสัดส่วนในการคำนวณเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำตอบที่ได้มา

4. การให้เหตุผลเชิงปริภูมิ (Spatial Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่มีมิติเป็น 2 มิติหรือ 3 มิติ

ข้อมูลข้างต้นพบว่านักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกประเภทของการให้เหตุผลที่หลากหลายมีทั้งที่เหมือนกันและแตกต่างกันไปตามเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกแต่ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญและพบเห็นค่อนข้างมาก คือ การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) ซึ่งเป็นการคิดจากข้อเท็จจริงย่อยโดยการสังเกตลักษณะร่วมที่สำคัญหรือแบบแผนของสิ่งที่พบเพื่อนำไปสู่กฎเกณฑ์หรือหลักการทั่วไปและการให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive Reasoning) ซึ่งเป็นการคิดจากกฎเกณฑ์หลักการเข้าถึงข้อสรุปทั่วไปสู่ข้อเท็จจริงย่อย

#### 4. แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากความสามารถในการให้เหตุผลนั้นเป็นความสามารถหรือทักษะที่มีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตของนักเรียน อีกทั้งยังเป็นทักษะที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะอื่นๆ ได้อีกด้วย นักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวทางในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้หลายแนวทาง ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2553, น. 49-50) กล่าวถึง ประเด็นในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ดังต่อไปนี้

1. หาข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
2. ใช้ความรู้และข้อมูลในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และในการอธิบายความคิดของตนเอง
3. เข้าใจและสามารถใช้กระบวนการให้เหตุผลในสถานการณ์เฉพาะใดๆ
4. สร้าง ทดสอบและประเมินข้อความคาดการณ์และข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

5. ให้เหตุผลโดยใช้การอุปนัยและการนิรนัยและในทางคณิตศาสตร์
6. ตรวจสอบและประเมินความคิดของตน
7. เห็นคุณค่าและความสำคัญของการให้เหตุผลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคณิตศาสตร์และสามารถนำไปใช้ได้

#### สิ่งที่ควรเพิ่ม

1. การให้เหตุผลในชีวิตประจำวัน ในการทำงาน และบริบทที่หลากหลาย
2. ลักษณะของการให้เหตุผลที่อยู่ในการเรียนวิชาอื่นๆ
3. การให้เหตุผลแบบอุปนัยและแบบนิรนัย

วรรณารถ อยู่สุข (2555, น. 43) ได้กล่าวถึง แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยการจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ได้ให้เหตุผลผ่านการอธิบายและเขียนบรรยายโดยมีการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์วางแผนการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างความคาดการณ์ข้อสรุปและการตัดสินใจหรือยืนยันข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลและได้เสนอหลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ประการ คือ

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลแสดงแนวคิดอย่างอิสระผ่านการพูดหรือเขียน
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบคำถามหาข้อสรุปพร้อมทั้งยืนยันคำตอบหรือข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมได้ร่วมกันระดมความคิดสืบค้นหา
4. จัดกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม

พีชาณิกา เพชรสังข์ (2557, น.41) เสนอแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์คือต้องฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลายและต่อเนื่องผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดพูดอธิบายชี้แจงด้วยเหตุผลจึงควรจัดกิจกรรมโดยใช้แนวทางการสืบเสาะเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสในการสืบค้นคาดการณ์ค้นหาวิธีการพิสูจน์สังเกตแบบรูปรวมถึงครูควรจัดบรรยากาศให้กับนักเรียนรู้สึกกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นในกรณีต่างๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ โดยทั่วไปเข้าใจกันว่าการฝึกให้รู้จักให้เหตุผลที่ง่ายที่สุด คือ การฝึกจากการเรียนเรขาคณิตตามแบบยูคลิด เพราะมีโจทย์เกี่ยวกับการให้เหตุผลมากมาย มีทั้งการให้เหตุผลอย่างง่าย ปานกลาง และยาก แต่แท้ที่จริงแล้วการฝึกให้นักเรียนรู้จักคิด

และให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้นสามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาอื่นๆ ด้วย

องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุมีผลและรู้จักให้เหตุผล มีดังนี้

1. ควรให้นักเรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่นักเรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของนักเรียนที่จะคิด และให้เหตุผลในการหาคำตอบได้
2. ให้นักเรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง
3. ครูช่วยสรุปและชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่า เหตุผลของนักเรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร

Baroody, & Coslick (1993, pp. 2-30) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลคณิตศาสตร์ว่าควรจัดการเรียนการสอนตามลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. ควรบูรณาการการให้เหตุผลกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมการให้เหตุผลแบบอย่างรู้และแบบอุปนัยเพื่อคาดการณ์และการให้เหตุผลแบบนิรนัยง่าย ๆ
2. ควรมีการชี้แนะให้นักเรียนได้เห็นว่ามีรูปแบบที่แตกต่างกันมากมายทั้งกฎเกณฑ์ในสถานการณ์ต่างๆ
3. การใช้กิจกรรมที่มีการจำแนกอย่างชัดเจน
4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินการคาดการณ์และการนิรนัยอย่างมีแบบแผน

Ross (1998, pp. 252-255) กล่าวถึง แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล โดยสรุปว่า การที่จะให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลนั้นครูควรจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำให้คณิตศาสตร์เป็นเสมือนสิ่งที่มีชีวิตชีวา น่าตื่นเต้น และมีบทบาทหน้าที่สำคัญในการศึกษาของนักเรียนทุกคนตลอดทั้งปีการศึกษา และครูควรเข้าใจถึงธรรมชาติของการให้เหตุผลและสามารถอธิบายแนวคิดเชิงประจักษ์อย่างมีหลักการเพื่อความเข้าใจและสามารถตีความสถานการณ์ต่างๆ ได้ บทบาทที่กล่าวมานั้นสามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลาย

Malloy (1999, p. 20) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาโดยเสนอให้ใช้แนวทางในการสืบสอบ (inquiry Approach) ในการส่งเสริมการให้นักเรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการตรวจสอบ และเชื่อมโยงความรู้ในทัศนคติต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

National Council of Teachers of Mathematics (2000, pp. 262-267) กล่าวโดยสรุปว่า การพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียนควรทำอย่างสม่ำเสมอ จัดบรรยากาศในการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล อีกทั้งตรวจสอบพัฒนาการของการให้เหตุผลของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอสนับสนุนการอภิปรายการให้เหตุผลของนักเรียนและครู

Heaton (2000, p. 15) กล่าวถึง แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลว่า การที่ครูพยายามบอกนักเรียนว่าถูกหรือผิดเท่านั้นไม่ใช่สิ่งที่จำเป็นหรือสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล หากแต่ครูจะต้องอธิบายโดยการนำเอาสิ่งที่นักเรียนพยายามคิดหรือกำลังคิดมานักเรียนคิดผิด เข้าใจผิดในขั้นตอนไหนจึงจะทำให้ให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล

Brodie (2009) กล่าวถึง แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลว่า ภูเขาสำคัญในการสอนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ คือ ประเภทและวิธีการของงานที่นักเรียนมีส่วนร่วม และรูปแบบของปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูครูและนักเรียน

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยสรุปแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถหรือทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ส่งเสริมและเปิดโอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลแนวคิดของตนเองอย่างอิสระและยืนยันเหตุผลด้วยข้อเท็จจริงในสถานการณ์ที่หลากหลายและสม่ำเสมอ สำหรับวิธีการสอนที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้นอาจทำได้ด้วยวิธีการใช้คำถาม (Questioning) และการสืบสอบ (Inquiry Approach)

##### 5. การวัดและการประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้กล่าวถึงการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะกล่าวถึงประเภทของการวัดและการประเมิน รวมทั้งเกณฑ์การวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

##### ประเภทของการวัดและการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากแนวคิดขององค์กร สถาบันการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวถึง การประเมินผลทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ประเมินได้จากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะ ดังต่อไปนี้

1. รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา
2. เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลและลงข้อสรุป
3. ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

วีรพล เทพบรรหาร (2560, น. 55) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มี 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เป็นความสามารถในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

2. การหาข้อสรุปของปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างสมเหตุสมผล

3. การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา เป็นความสามารถในการอธิบายข้อสรุปปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล

TIMSS (2015, pp. 9-10) ได้กล่าวว่า ด้านการใช้เหตุผล เป็นการแก้ปัญหาโดยการรวมเอาปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปัญหาที่ซับซ้อนและการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน โดยพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ด้านการให้เหตุผลตามนิยามของโครงการ TIMSS มีดังนี้

1. วิเคราะห์ (Analyze) เลือก อธิบาย หรือใช้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน นิพจน์ ปริมาณ และรูปเรขาคณิต
2. สร้างข้อสรุปทั่วไป (Generalize) สร้างคำอธิบายเพื่อแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบทั่วไปหรือในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ได้
3. สังเคราะห์ (Integrate/Synthesize) เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำเสนอและกระบวนการในการแก้ปัญหา
4. ประเมิน (Evaluate) ประเมินกลยุทธ์ที่หลากหลายในการแก้ปัญหา
5. ลงข้อสรุป (Draw Conclusions) การอ้างเหตุผลที่สมเหตุสมผลโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานและหลักฐาน
6. ตรวจสอบ (Justify) สร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุนกลยุทธ์หรือวิธีการแก้ปัญหา

Sternberg (1999 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2553, น. 56) กล่าวว่า ในการพัฒนาทักษะและการประเมินการให้เหตุผลของนักเรียน ครูต้องคำนึงกระบวนการทางปัญญา 5 ชั้น คือ

1. การระบุปัญหา
2. การสร้างกลวิธีเพื่อแก้ปัญหา
3. การสร้างมโนภาพจากข้อมูลในปัญหา
4. การวางแผนและการจัดการทรัพยากรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
5. การทำกับและประเมินคำตอบ

จากการศึกษาและวิเคราะห์แนวทางการวัดและการประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้างต้น พบว่า องค์ประกอบที่สำคัญในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มี 3 ประเด็นหลัก คือ การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล การหาข้อสรุป และการตรวจสอบความสมเหตุสมผล ผู้วิจัยเลือกใช้แนวทางของ วีรพล เทพบรรหาร (2560) เมื่อพิจารณาองค์ประกอบแสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แล้วพบว่ามีความสอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยมีองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มี 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เป็นความสามารถในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
2. การหาข้อสรุปของปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างสมเหตุสมผล
3. การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา เป็นความสามารถในการอธิบายข้อสรุปปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล

เกณฑ์การวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้เสนอเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ ดังนี้

กรมวิชาการ (2546) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนการทำข้อสอบอัตรัยทักษะ/กระบวนการให้เหตุผล ไว้ดังนี้

ตาราง 2 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบอัตนัย ทักษะ/กระบวนการ  
ให้เหตุผลของกรมวิชาการ

ระดับคะแนน/ ความหมาย	ผลการทำข้อสอบอัตนัย	ความสามารถ ในการให้เหตุผล
4/ดีมาก	การแสดงวิธีชัดเจน สมบูรณ์คำตอบถูกต้องครบถ้วน	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3/ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้องครบถ้วน	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วนและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2/พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนหรือไม่แสดงวิธีทำ คำตอบถูกต้องครบถ้วน หรือการแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์แต่คำตอบไม่ถูกต้องขาดการตรวจสอบ	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1/ต้องปรับปรุง	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน แต่อยู่ในทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0/ไม่พยายาม	ทำไม่ได้ถึงเกณฑ์	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินนักเรียนด้านการให้เหตุผล เพื่อเป็นแนวทางให้ครูใช้เป็นกรอบในการประเมินคุณภาพของนักเรียนไว้ดังนี้

ตาราง 3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อเป็นแนวทางให้ครูใช้เป็นกรอบในการประเมิน  
คุณภาพของนักเรียนด้านการให้เหตุผล

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
4/ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3/ดี	มีการอ้างอิงถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2/พอใช้	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1/ควรแก้ไข	มีความพยายามในการเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0/ ต้องปรับปรุง	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

วีรพล เทพบรรหาร (2560, น. 55) ได้ให้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล การหาข้อสรุปของปัญหา และการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหาไว้ ดังนี้

ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
<b>1. การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล</b>	
3	นักเรียนวิเคราะห์และเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
2	นักเรียนวิเคราะห์และเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
1	นักเรียนวิเคราะห์และเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องเพียงเล็กน้อย
0	นักเรียนไม่เขียนตอบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ หรือเขียนแสดงความสัมพันธ์แต่ไม่ถูกต้อง
<b>2. การหาข้อสรุปของปัญหา</b>	
3	นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
2	นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
1	นักเรียนใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องเพียงเล็กน้อย
0	นักเรียนไม่ใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์หาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา หรือใช้ข้อมูลและความรู้ทางคณิตศาสตร์แต่ไม่ถูกต้อง
<b>3. การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา</b>	
3	นักเรียนเขียนอธิบายเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุปปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลถูกต้องและชัดเจน
2	นักเรียนเขียนอธิบายเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุปปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
1	นักเรียนเขียนอธิบายเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุปปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลถูกต้องเพียงเล็กน้อย
0	นักเรียนไม่เขียนอธิบายสนับสนุนหรือไม่เขียนคัดค้านข้อสรุปปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือเขียนอธิบายข้อสรุปแต่ไม่ถูกต้อง



จากแนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังกล่าวข้างต้นสำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากลักษณะพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากงานของ วีรพล เทพบรรหาร (2560, น. 55) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ซึ่งวัดความสามารถใน 3 ด้าน คือ 1) การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2) การหาข้อสรุปของปัญหา และ 3) การพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อสรุปของปัญหา

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้จริง และการหาข้อสรุปของปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งมีความสอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบ
ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา	การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล
ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร	
ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์	การหาข้อสรุปของปัญหา
ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์	
ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ	การพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อสรุปของปัญหา
ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	

จากตารางข้างต้น ผู้วิจัยได้แสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูเลือกปัญหาในชีวิตจริง ที่มีความใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียน และให้นักเรียนทำการตัดสินใจว่าจะสามารถประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับปัญหานี้ได้หรือไม่ ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงที่ต้องการจะรู้ ต้องการจะทำหรือต้องการ

จะเข้าใจที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วนำไปสู่การสร้างข้อคำถามของนักเรียน และขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเลือกส่วนที่สำคัญ ในสถานการณ์ แล้วกำหนดความสัมพันธ์และตัดสินใจเลือกความสัมพันธ์ที่กำหนดไว้เพื่อสร้าง ข้อคำถาม สำหรับสถานการณ์พร้อมแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้เป็นภาษาคณิตศาสตร์ ในรูปแบบของตัวแปรที่สัมพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลในด้านที่ 1 การหา ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล นักเรียนต้องมองความสัมพันธ์ของสถานการณ์และตัดสินใจเลือก ตัวแปรให้มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการ เป็นขั้นที่นักเรียนนำตัวแปรทาง คณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กัน หรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อม ทั้งดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ และขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และ ประเมินผลลัพธ์ นักเรียนทำการพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลและความเป็นไปได้ของตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ เมื่อนำกลับมาอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริง สอดคล้องกับความสามารถในการให้ เหตุผลด้านที่ 2 การหาข้อสรุปของปัญหา นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และหาข้อสรุปของปัญหาอย่างสมเหตุสมผล

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำนักเรียนลงมือทำกระบวนการใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้งเพื่อแก้ข้อผิดพลาด ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หรือเป็นการขยายตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และ ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไป ประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น รวมไปถึง ตัดสินใจในการนำไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง สอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผล ในด้านที่ 3 การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกใช้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริงได้อย่างสมเหตุสมผล เป็นการตัดสินใจเลือกใช้ตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์และประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. งานวิจัยในประเทศ

ศิริชรินทร์ ยศสรวินทร์ (2559) ศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการใช้ตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีทคณิตของนักเรียนด้วยกิจกรรม การเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง นักเรียนใช้เวลา ในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริงมากขึ้น และเขียนอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง

ได้มากขึ้น ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาได้มากขึ้น และเขียนตัวไม่ทราบค่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญได้ครบถ้วนและสอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาได้มากขึ้น ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมกับสถานการณ์จริงได้มากขึ้น พร้อมทั้งอธิบายกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น และนักเรียนที่ได้คำตอบถูกต้องของปัญหาทางคณิตศาสตร์มีจำนวนมากขึ้น สำหรับด้านการแปลความหมาย คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง นักเรียนเขียนอธิบายการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความถูกต้องและความสม เหตุสมผลของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น ตลอดจนเขียนบรรยายหรืออธิบายคำตอบของ สถานการณ์จริงได้มากขึ้น เช่นกัน

วีรพล เทพบรรหาร (2560) ได้ศึกษาผลการใช้ตัวแทนทางความคิดและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับแนวคิดการสอนแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ผลการวิจัย พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ตัวแทนทางความคิดและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับแนวคิดการสอนแนะให้รู้คิด มีพัฒนาการดีขึ้นนักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้ดีขึ้น และนักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้ดีขึ้น รวมถึงในขั้นตอนของการสรุปคำตอบนักเรียนมีความตระหนักรู้ในการตรวจสอบคำตอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ดีขึ้น เนื่องจากการใช้ตัวแทนทางความคิดและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับแนวคิดการสอนแนะให้รู้คิดเน้นให้นักเรียนได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล มีการใช้ตัวแทนทางความคิดแทนข้อมูลเพื่อให้เข้าใจปัญหาได้ชัดเจนขึ้น การประมวลความรู้ความเข้าใจเพื่อสร้างหรือเลือกตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้สัมพันธ์กับปัญหา รวมถึงการกำหนดวิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหา และดำเนินการหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่มีความเฉพาะกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดำเนินการ และการพิจารณาความสมเหตุสมผลและความสอดคล้องของคำตอบกับเงื่อนไขในปัญหา ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีความสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ชนน คันทาว์ตรี (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางและผลการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์และ เรื่อง ลำดับ อนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 36 คน และใช้รูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งจะใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพแบบการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา พบว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญกับการเลือกสถานการณ์ที่มีความน่าสนใจหรือใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียน ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิดและการอภิปรายเพื่อส่งเสริมการวิเคราะห์ ตีความ และประเมินผลลัพธ์ สำหรับผลของการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ พบว่า มีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3-4 คือ นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ได้เหมาะสมและสอดคล้องสามารถสร้างตัวแปรเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในการทำกระบวนการเชิงคณิตศาสตร์ เลือกใช้หลักการได้อย่างถูกต้อง และสามารถเลือกสถานการณ์พร้อมอธิบายการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม

อมรรัตน์ เตยหอม (2563) ศึกษาผลการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด ที่มีขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอน พบว่า การจัดกิจกรรม 6 ขั้นตอน ที่มีความสามารถในการให้เหตุผล ชั้นที่ 3 ชั้นเพื่อนคู่คิด และชั้นที่ 4 ชั้นทำงานกลุ่ม เป็นชั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันแสดงแนวคิด หาความสัมพันธ์ และแสดงข้อสรุปที่สมเหตุสมผลในเรื่อง การคูณ การหาร แบบรูปโจทย์ปัญหา และการสร้างโจทย์ปัญหา โดยใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร มาอธิบายจนได้ข้อสรุป โดยครูตั้งประเด็นของปัญหาหรือเสนอสถานการณ์ปัญหา ให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบของตนเองก่อน เมื่อได้คำตอบของตนเองแล้ว จากนั้นให้นักเรียนนำคำตอบมาอภิปรายร่วมกับคู่ของตน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สนทนาซักถาม อภิปรายเนื้อหา รวมถึงแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด พร้อมทั้งให้การให้เหตุผลประกอบ โดยใช้แบบฝึกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนแต่ละคู่ที่ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในคู่ของตนเองได้ข้อสรุปแล้ว ให้นำมาอภิปรายรวมกันกับกลุ่มของตนเองและเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มได้ซักถามอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ซึ่งกันและกันอีกครั้ง เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งส่งผลให้ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนสูงขึ้น

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

Chan (2016) ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนในห้องเรียนคณิตศาสตร์ ประเทศสิงคโปร์ พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มจากสองโรงเรียนที่เป็นนักเรียนที่มีความสามารถสูง มีพัฒนาการในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ดี แม้ว่าจะเป็นครั้งแรกในการเรียนรู้เรื่องการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่ต้องเจอกับสถานการณ์ปัญหาที่รายละเอียดค่อนข้างยาก แต่นักเรียนก็ยังสามารถสร้างตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ สามารถตีความคำตอบ วิธีการที่ทำให้เกิดความคาดหวังและมองถึงความสำเร็จที่รออยู่ นักเรียนได้แสดงให้เห็นถึงการหาคำตอบที่เป็นตัวแบบได้ ในระหว่างกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนมีการพัฒนาทางความคิดเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะนำไปสู่การหาคำตอบใน ขั้นตอนสุดท้ายของการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์โปรโตคอลทำให้พบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ได้ดีและนักเรียนยังสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนตามหลักสูตรมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน และสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และพัฒนาการในการนำเสนอเป็นสิ่งที่คู่ขนานกันมา ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับนักเรียน

Chan (2016) ได้ศึกษาการประเมินสมรรถนะการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 กลุ่ม ในการสร้างตัวแบบครั้งแรก ผลการประเมินสมรรถนะของนักเรียนอยู่ในระดับ 1 และ 2 ของเกณฑ์ที่ออกแบบโดยนักวิจัย เป็นการทำให้นักเรียนเผชิญกับความท้าทายในการกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์จากปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง ด้วยการตั้งสมมติฐาน การศึกษาเกี่ยวกับการสร้างครูในการสร้างปัญหาและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ในระหว่างการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในระดับปฐมภูมิ พบว่า นักออกแบบน้องใหม่สามารถทำงาน การสร้างตัวแบบได้ แม้ว่าจะมีระดับความสามารถที่แตกต่างกัน การสร้างตัวแบบซับซ้อนสำหรับเด็ก นักเรียนต้องการความสามารถมากมายในการแก้ปัญหการสร้างตัวแบบได้สำเร็จ โดยทั่วไป นักออกแบบรุ่นใหม่ ๆ แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการสร้างข้อสมมติฐานค่อนข้างอ่อนแอ เนื่องจากการคำนวณไม่สามารถกล่าวได้ว่าเป็นการแยกตัวออกจากความสามารถทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องใช้การผสมผสานระหว่างตัวแบบและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์เพื่อจัดการกับประเด็นต่างๆ ที่แตกต่างกันของงาน การประเมินนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในแง่ของการทำ สมมติฐาน การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการตีความเทียบกับการประเมินแบบกระดาษและ ปากกา หรือกิจกรรมกลุ่มอื่นๆ

English (2006) ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถม งานวิจัยนี้เป็นการตรวจสอบการพัฒนาความคิดสำหรับเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่พวกเขาทำงานครอบคลุมปัญหาการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การสร้างคู่มือผู้บริโภคนในการตัดสินใจซื้อมันฝรั่ง ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองจัดการเรียน 3 ปี ปัญหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ถูกนำมาใช้ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการแก้ปัญหาแบบเดิม ต้องใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของเด็กในการสร้างและพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการในรูปแบบของความสัมพันธ์ที่มีการกระทำให้อยู่ในรูปทั่วไป และ นำมาใช้ใหม่ การรายงานนี้ คือ การวิเคราะห์รายละเอียดของวงจรของการพัฒนาเด็กกลุ่มหนึ่งที่ แก้ปัญหาแล้วสรุปการกระทำทางคณิตศาสตร์แสดงโดยกลุ่มทั้งหมด การรายงานจุดวิกฤตที่สะท้อนในรูปแบบของพวกเขา ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาโครงสร้าง และกระบวนการผ่านการแก้ปัญหาที่มีเป้าหมายการพัฒนาเด็ก รวมถึงการสร้างระบบการดำเนินงานสำหรับการกำหนดโครงสร้าง การคัดเลือก การจำแนกประเภทและปัจจัยการจัดอันดับ ข้อมูลเชิงปริมาณ และคุณภาพ และการเปลี่ยนแปลงปริมาณได้

Kim, & Kim (2010) ได้ศึกษาพฤติกรรมความมุ่งมั่นในชั้นเรียนของนักเรียนในประเทศเกาหลีใต้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งมีทั้ง 3 ขั้นตอนหลัก 1) ค้นหาตัวแบบ ซึ่งจะผ่านการทำความเข้าใจ ระบุประเด็นสำคัญ สร้างไอเดีย ทำข้อตกลงของตัวแบบ 2) สืบค้นและค้นหาตัวแบบ ซึ่งเป็นการสร้างตัวแสดง แทน 3) การประยุกต์ตัวแบบ เป็นการเชื่อมโยงให้เข้ากับเนื้อหาหรือสถานการณ์ โดยมีวัตถุประสงค์ คือ ศึกษาทักษะในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ และเพื่อพัฒนาทัศนคติในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีการตรวจสอบจากพฤติกรรมความมุ่งมั่นในชั้นเรียนของนักเรียน ด้วยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้การจัดการเรียนการสอนที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อเปรียบเทียบระดับพฤติกรรม ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีการพัฒนาประสบการณ์ ทัศนคติ และความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์มากขึ้น ซึ่งนักเรียนได้ใช้ทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง มีความยืดหยุ่นในการใช้ความรู้และมีการใช้กระบวนการคิดทั้งไปแล้วย้อนกลับ จนนักเรียนสามารถสามารถใช้ทักษะในการแก้ไขปัญหาได้เป็นอย่างดี

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้ศึกษาไปนั้น จะเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการศึกษาจากสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน ทำให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพของตน รู้จักคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหา สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และนักเรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ ครูควรจะมีความรู้ที่ดีเกี่ยวกับแนวคิดของการสร้างตัวแบบต่างๆ และควรเห็นคุณค่าของการเรียนการสอนที่มีการใช้การสร้างตัวแบบ และควรจัดประสบการณ์การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้คุ้นเคย เพื่อส่งเสริมทักษะการใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริงของพวกเขา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและมาตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ขั้นตอนการดำเนินการทำวิจัย
5. การเก็บและรวบรวมข้อมูล
6. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 17 คน ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ประกอบด้วย นักเรียนชาย จำนวน 6 คน และนักเรียนหญิง จำนวน 11 คน จากการเลือกแบบเจาะจง

#### รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis, & McTaggart (2000) เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนใน 1 วงจร ได้แก่

1. ขั้นวางแผน (Plan)
2. ขั้นปฏิบัติการ (Act)
3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)
4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect)



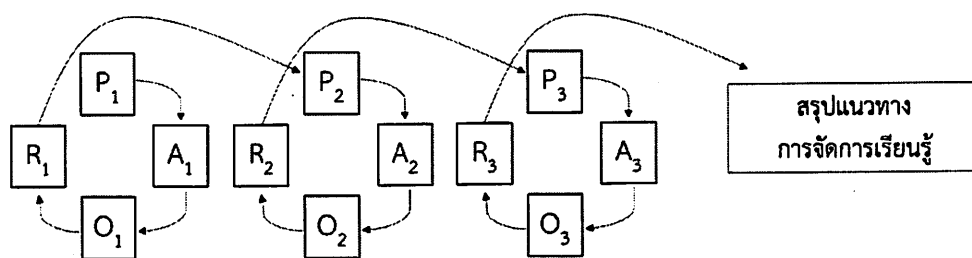
ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ และการแก้สมการ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีลักษณะ ทำซ้ำทั้งหมด 3 วงจร แบ่งได้ดังนี้

วงจรที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ

วงจรที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน

วงจรที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน

โดยลักษณะของวงจรทั้ง 3 แสดงดังภาพ 1



ภาพ 1 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

##### 1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา ทั้งหมด 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ จำนวน 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน จำนวน 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน จำนวน

4 ชั่วโมง

##### 1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.2.1 แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.2 ใบกิจกรรม

### 1.2.3 แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ และอัตราส่วน

โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะจำแนกตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ตารางแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะจำแนกตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ที่	จุดประสงค์	เครื่องมือที่ใช้
1	เพื่อศึกษาแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2. แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2	เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	1. ใบกิจกรรม 2. แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน

## 2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นไปตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

### 2.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้จดบันทึก บรรยายเหตุการณ์ ปัญหา และสิ่งที่เกิดขึ้น แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นอย่างไร มีความเหมาะสมหรือไม่ ควรแก้ไขปรับปรุงอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการ เรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนซึ่งพัฒนามาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1.3 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล แล้วแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

2.1.4 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ สำหรับเนื้อหาที่จะใช้ในการวิจัยในหัวข้อเรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน

2.1.5 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

แผนที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	จำนวนชั่วโมง	ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
1	โจทย์ปัญหาร้อยละ	ล้อมรั้วกันเถาะ	4	รูปภาพ สมการ หรือ ตาราง
2	อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน	ไวรัส	4	รูปภาพ สมการ หรือ ตาราง
3	โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน	ร้านแฮมเบอร์เกอร์	4	สมการ หรือ ตาราง

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แต่ละแผน ประกอบด้วย

- 1) ชื่อแผนการเรียนรู้
- 2) มาตรฐานและตัวชี้วัด
- 3) จุดประสงค์การเรียนรู้

4) กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ของการจัดการเรียนรู้ที่เน้น การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบในสถานการณ์จริง

5) สื่อการเรียนรู้

6) แหล่งการเรียนรู้

7) การวัดและประเมินผล

2.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้า อิสระและผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

2.1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญตาม ประเด็น ต่อไปนี้

1) การแบ่งเวลาในแต่ละขั้นตอนที่ระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ไม่สอดคล้องกับเวลาเรียนตามจริงของนักเรียน

2) การเขียนข้อคำถามในแผนและในใบกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึง การได้มาของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ชัดเจน

2.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและผู้เชี่ยวชาญ และนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง อีกครั้ง

2.1.9 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนา ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินการจัด การเรียนรู้ต่อไป

## 2.2 แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยขณะที่ดำเนินกิจกรรม โดยมีผู้ร่วมสะท้อนผลการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นครูประจำการกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยร่วมด้วยครูประจำการ จะทำการจดบันทึก บรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในแต่ละวงจรว່ว่าเป็นอย่างไร มีความเหมาะสม หรือไม่ สามารถช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร และ ควรแก้ไขปรับปรุงอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

2.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการและหลักการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2.2 กำหนดขอบเขตของการสังเกต ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยสามารถ ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้จริงหรือไม่ อย่างไร โดยพิจารณาจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละชั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีปัญหาและอุปสรรคอย่างไร และมีแนวทางแก้ไขปรับปรุงอย่างไร

2.2.3 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้า อิสระตรวจ เพื่อพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.2.5 นำแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสม ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

2.2.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของอาจารย์ ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อคำถาม ยังไม่ชัดเจนในบางประเด็น เช่น ในขั้นตอนที่ 2 คำถามยังไม่นำไปสู่การให้นักเรียนกำหนดตัวแปร ได้ชัดเจน ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผล ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุง ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีการปรับเพิ่มข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงคำตอบ ได้ตรงกับประเด็นในการพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่จะเกิดขึ้นกับ

นักเรียนในขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

### 2.2.7 จัดทำแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

## 2.3 ใบกิจกรรม

ผู้วิจัยสร้างใบกิจกรรมขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ใบกิจกรรมจะเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนจะเขียนบันทึกลงในใบกิจกรรมในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ รายละเอียดแสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่	ใบกิจกรรมที่	สถานการณ์	เนื้อหาคณิตศาสตร์
1	1	ล้อมรั้วกันเถาะ	พื้นที่ รั้อยละ
2	2	ไวรัส	อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน
3	3	ร้านแฮมเบอร์เกอร์	อัตราส่วนที่เท่ากัน

ซึ่งแต่ละใบกิจกรรม มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างใบกิจกรรมของนักเรียน

2.3.2 ศึกษาลักษณะของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.3.3 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

2.3.4 ศึกษาเนื้อหารายวิชา ค16101 คณิตศาสตร์ เรื่อง รั้อยละและอัตราส่วน

2.3.5 กำหนดขอบข่ายการบันทึกข้อมูลของนักเรียน

2.3.6 สร้างใบกิจกรรมของนักเรียน

2.3.7 นำใบกิจกรรมของนักเรียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและ

ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสม ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

2.3.8 ปรับปรุงใบกิจกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ตามประเด็นต่อไปนี้

1) ข้อคำถามในใบกิจกรรมกว้างมากเกินไป อาจส่งผลให้การเขียนตอบไม่ชัดเจน ไม่ตรงจุดประสงค์

2) ใบกิจกรรมไม่น่าสนใจ ผู้วิจัยได้ปรับรูปแบบกิจกรรมให้มีสีสัน และมีภาพประกอบให้สอดคล้องกับสถานการณ์

3) เกณฑ์การวัดและประเมินผลไม่ครอบคลุมกับใบกิจกรรม

นำใบกิจกรรมมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

2.3.9 จัดทำใบกิจกรรมฉบับสมบูรณ์

2.4 แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน

แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย สร้างเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ดำเนินการสร้าง ดังนี้

2.4.1 ศึกษาความหมาย นิยามเชิงปฏิบัติการและวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.3 ศึกษาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2.4.4 สร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ตามสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ และกำหนดอัตราส่วนจำนวนข้อสอบในแต่ละหัวข้อตามความเหมาะสม ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหากับองค์ประกอบ  
ของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เนื้อหา เรื่อง ร้อยละ และอัตราส่วน	องค์ประกอบของความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	สถานการณ์	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	ใช้จริง
1. โจทย์ปัญหา ร้อยละ	- การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล	น้ำเต้านู้เพื่อสุขภาพ  ร้านขายโทรศัพท์	2	1
	- การหาข้อสรุปของปัญหา			
	- การพิจารณาความสมเหตุสมผล ของข้อสรุปของปัญหา			
2. อัตราส่วน และมาตราส่วน	- การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล	เด็กชอบทดลอง  โรงงานขนม	2	1
	- การหาข้อสรุปของปัญหา			
	- การพิจารณาความสมเหตุสมผล ของข้อสรุปของปัญหา			
3. โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับ อัตราส่วนและ มาตราส่วน	- การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล	อาหารเดริเวอรี่  เศรษฐกิจพอเพียง  บริษัทรถยนต์  หุ้นส่วน	4	2
	- การหาข้อสรุปของปัญหา			
	- การพิจารณาความสมเหตุสมผล ของข้อสรุปของปัญหา			
รวม			8	4

โดยแบบในการสร้างแบบทดสอบใน 1 ข้อจะต้องครอบคลุมทั้ง 3 ลักษณะ  
ของกรอบการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและ  
มาตราส่วน ดังนี้

1) การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เป็นความสามารถในการใช้ความรู้  
คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์  
ปัญหาที่กำหนดให้

2) การหาข้อสรุปของปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ข้อมูลจากปัญหา  
หรือสถานการณ์ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์  
ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล



3) การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา เป็นความสามารถในการอธิบายข้อสรุปปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล

2.4.5 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ชนิดอัตนัย จำนวน 8 ข้อ โดยครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตาราง 9 และกำหนดรูปแบบของแบบทดสอบเป็นแบบเขียนตอบอิสระ โดยข้อคำถามที่ใช้ในแบบทดสอบจะแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการให้เหตุผล ดังตัวอย่างข้อคำถามในแบบทดสอบข้อที่ 1 ในตาราง 10

ตาราง 10 แสดงตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในแบบทดสอบข้อที่ 1 กับองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ข้อคำถาม	องค์ประกอบในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
1. จงอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำเชื่อมต่อน้ำเต้าน้ำหนึ่งถุง	การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล
2. จงเขียนแนวคิดและข้อสรุปจากคำถามต่อไปนี้ "ถ้าลูกค้าต้องการซื้อน้ำเต้าน้ำแบบหวานน้อย จำนวน 20 ถุง และแบบหวานปกติ จำนวน 35 ถุง แม่ค้าจะต้องเตรียมน้ำเชื่อมไว้ปริมาณเท่าใด"	การหาข้อสรุปของปัญหา
3. "ถ้านักเรียนซื้อน้ำเต้าน้ำแบบหวานปกติ 2 ถุง จะได้ปริมาณน้ำเชื่อมเท่ากับน้ำเต้าน้ำแบบหวาน 1 ถุง "ข้อความข้างต้นเป็นจริงหรือไม่ พร้อมให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบ"	การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา

2.4.6 นำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.4.7 นำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า

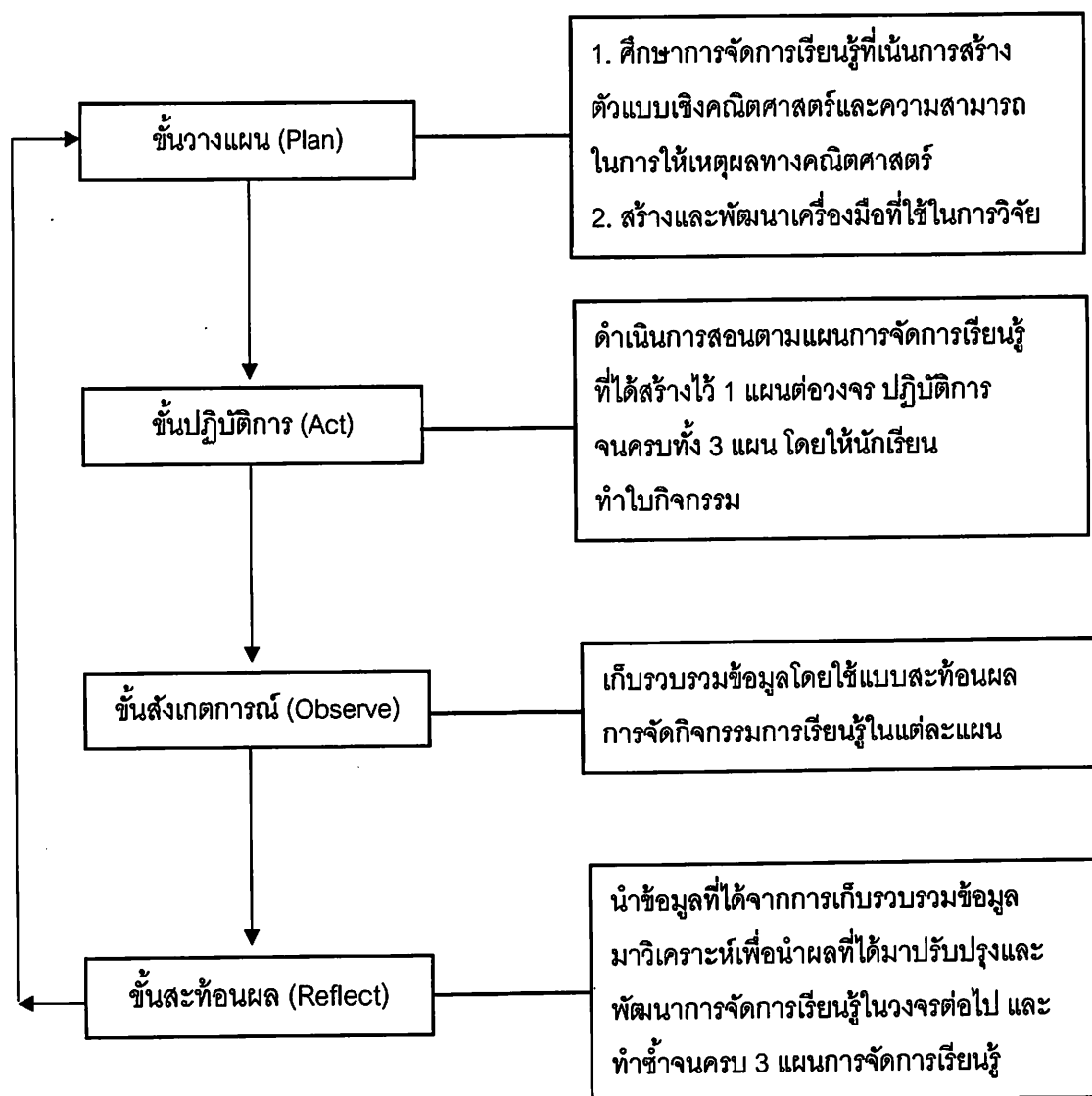
1) บางสถานการณ์มีความใกล้เคียงตัวนักเรียนมากเกินไป เช่น หุ่นส่วน และ บริษัทรถยนต์ ควรเป็น สถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันนักเรียน หรือควรปรับให้เป็นบทบาทของผู้ปกครอง อยู่ในสถานการณ์แทน 2) รูปภาพใช้แสดงในสถานการณ์ควรมีความสมจริง เพื่อไม่ให้นักเรียน เกิดความสับสน และเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน 3) ระบุหน่วยที่ใช้ในแต่ละสถานการณ์ ให้ชัดเจน ผู้วิจัยจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้น นำไปให้อาจารย์ ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

2.4.8 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและผู้เชี่ยวชาญ และคัดเลือกแบบทดสอบ จำนวน 4 ข้อ จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

2.4.9 จัดทำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วนฉบับสมบูรณ์

#### ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนดังภาพ 2 ต่อไปนี้



ภาพ 2 แสดงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

### การเก็บและรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ประเมินทิศและชี้แจงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย
2. ดำเนินการตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ในชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ตามชั่วโมงปกติของโรงเรียนโดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง

3. ในระหว่างทำการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ผู้วิจัยและครูประจำการร่วมกันสังเกต การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และจดบันทึกลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และนักเรียน เขียนบันทึกลงในใบกิจกรรม

4. เมื่อจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูประจำการ จากนั้นผู้วิจัยจะนำผลที่ได้มา ทำการสะท้อนผลเพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

5. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียน ทำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 4 ข้อ เป็นรายบุคคล โดยใช้ เวลา 2 ชั่วโมง

6. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

#### วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ ต่างๆ มาวิเคราะห์ โดยการวิเคราะห์นั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตามวัตถุประสงค์ทั้ง 2 ข้อได้แก่

1. เพื่อศึกษาแนวการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ ดังตาราง 6 โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนด้วยการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ เมื่อสิ้นสุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และจะวิเคราะห์ภาพรวม ทั้งหมดเมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ ครบทั้ง 3 วงจร โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ ดังนี้

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์ ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผล การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากผู้วิจัยและครูประจำการ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ผู้วิจัยทำการจัดระเบียบเนื้อหาของข้อมูลตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ ได้แก่ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร 2) ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และ 3) แนวทางการปรับปรุงแก้ไข ปัญหาสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป โดยประเด็นเหล่านี้จะแสดงถึงความเกี่ยวข้องต่อการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

1.2 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่มีความสอดคล้องกันมาจัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล โดยมีประเด็นการจัดกลุ่มข้อมูล ดังนี้ 1) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2) ปัญหาและอุปสรรค และ 3) แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

1.3 ผู้วิจัยทำการสรุปข้อมูล โดยรายงานผลในลักษณะการเขียนบรรยายผลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้น ปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ไข เพื่อทำการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1.4 ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource triangulation) โดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูประจำการ ประกอบการสรุปว่าแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ควรเป็นอย่างไร โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์และพิจารณาว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ และการตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ โดยตรวจจากการนำข้อมูลพร้อมผลการวิเคราะห์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและครูประจำการตรวจสอบกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อยืนยันความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ใบกิจกรรมเมื่อสิ้นสุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และจะวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดพร้อมกับวิเคราะห์แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ ครบทั้ง 3 วงจร จำนวน 12 ชั่วโมง จากนั้น นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาพิจารณาตรวจสอบถึงความสอดคล้องของข้อมูล โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

## 2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมของนักเรียน

2.1.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม โดยให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็น (Analytic Scoring) ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้นตามองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบ ของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 11-13

ตาราง 11 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

ระดับคุณภาพ	พฤติกรรม
ดี (2)	นักเรียนสามารถระบุปัญหาและเขียนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา และระบุความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
พอใช้ (1)	นักเรียนสามารถระบุปัญหา เขียนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา หรือระบุความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง
ปรับปรุง (0)	นักเรียนไม่สามารถระบุปัญหาและเขียนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งไม่สามารถระบุความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ตาราง 12 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการหาข้อสรุปของปัญหา

ระดับคุณภาพ	พฤติกรรม
ดี (2)	นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา สามารถบอกความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ และสามารถหาข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
พอใช้ (1)	นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา สามารถบอกความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ หรือสามารถหาข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง
ปรับปรุง (0)	นักเรียนไม่สามารถใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา ไม่สามารถบอกความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ และไม่สามารถหาข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ตาราง 13 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุป  
ของปัญหา

ระดับ คุณภาพ	พฤติกรรม
ดี (2)	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุปปัญหาหรือ สถานการณ์ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลถูกต้อง และชัดเจน
พอใช้ (1)	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุปปัญหาหรือ สถานการณ์ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลถูกต้อง บางส่วน
ปรับปรุง (0)	นักเรียนไม่เขียนอธิบายสนับสนุนหรือไม่เขียนคัดค้านข้อสรุปปัญหาหรือสถานการณ์ ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือเขียนอธิบายข้อสรุปแต่ไม่ถูกต้อง

2.1.2 ผู้วิจัยทำการรวบรวมคะแนนเพื่อจัดระดับความสามารถในการให้เหตุผล  
ทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น

2.1.3 ผู้วิจัยเปรียบเทียบระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
ที่ได้จากใบกิจกรรมที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งหากผลคะแนนของนักเรียนสูงขึ้นตามใบกิจกรรมที่ได้จากวงจร  
ปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3 แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้มีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล  
ทางคณิตศาสตร์ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัย  
สร้างขึ้นสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผล  
ทางคณิตศาสตร์

2.2.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผล  
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยวิเคราะห์การเขียนคำตอบและให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัย  
กำหนดขึ้น ดังตาราง 11 - 13

2.2.2 ผู้วิจัยทำการรวบรวมคะแนนเพื่อจัดระดับความสามารถในการให้เหตุผล  
ทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น ดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงเกณฑ์การจัดระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
จากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
17 – 24	ดี
9 – 16	พอใช้
ต่ำกว่า 9	ควรปรับปรุง

จากตาราง 14 ระดับคะแนนแต่ละระดับกำหนดขึ้นเพื่อแสดงถึงภาพรวมของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการตรวจด้วยเกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ

2.2.3 ผู้วิจัยเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ โดยหากผลคะแนนของนักเรียนเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

2.2.4 ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมของนักเรียนและแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องและทิศทางของข้อมูล โดยตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล (Methodological Triangulation) ของแหล่งข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมของนักเรียนและแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์และพิจารณาถึงผลการดำเนินการว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ อย่างไร



## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) มีจุดมุ่งหมาย 2 ข้อ ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพของผลการวิจัยแบ่งเป็นสองส่วน คือ แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งข้อมูลวิจัยได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

**ตอนที่ 1 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้เป็นวงจรปฏิบัติการ ทั้งสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการ โดยในส่วนตัวของแต่ละวงจรปฏิบัติการจะทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาแนวทางการพัฒนาหรือปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ จากนั้นทำการปรับปรุง แผนการจัดการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติการต่อไปจนสิ้นสุดทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีลักษณะ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง ล้อมรั้วกันเถาะ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาและตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ล้อมรั้วกันเถาะ โดยนำเสนอกระบวนการในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และคำตอบที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมและ

ให้เหตุผลในแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง และสามารถตัดสินใจในการนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งครูมีบทบาทในการให้คำแนะนำกับนักเรียน

ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และกระตุ้นให้นักเรียนแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการใช้คำถามกระตุ้น ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องและครอบคลุมมากขึ้น จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุปแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนจนได้แนวข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาหรือละเอียด

2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง ไวรัส โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาและตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไวรัส โดยนำเสนอกระบวนการในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และคำตอบที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมและให้เหตุผลในแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง และสามารถตัดสินใจในการนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งครูมีบทบาทในการให้คำแนะนำกับนักเรียนในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และกระตุ้นให้นักเรียนแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการใช้คำถามกระตุ้น ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องและครอบคลุมมากขึ้น จากนั้น นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุปแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนจนได้แนวข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับอัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน

3. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง ร้านแฮมเบอร์เกอร์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาและตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ร้านแฮมเบอร์เกอร์ โดยนำเสนอกระบวนการในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และคำตอบที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมและให้เหตุผลในแต่ละขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง และสามารถตัดสินใจในการนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งครูมีบทบาทในการให้คำแนะนำกับนักเรียนในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และกระตุ้นให้นักเรียนแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยการใช้คำถามกระตุ้น ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องและครอบคลุมมากขึ้น จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุปแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนจนได้แนวข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน

#### วงจรรูปปฏิบัติการที่ 1

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรรูปปฏิบัติการที่ 1 มีลักษณะการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

### ชั้นวางแผนการดำเนินงาน (Plan: P)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ ในรายวิชาพื้นฐาน ค16101 คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ร้อยละและอัตราส่วน ประกอบด้วย 3 เรื่อง ได้แก่ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน และการแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน โดยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

โดยผู้วิจัยได้ทำการเตรียมในส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ไปกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งให้ผู้เชี่ยวชาญและครูประจำการทำการตรวจสอบและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ ไปกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับการใช้ในห้องเรียนจริง

ผู้วิจัยจัดเตรียมเอกสาร โดยจำแนกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) เอกสารสำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมในการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลจากไปกิจกรรม 2) เอกสารสำหรับครูประจำการ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และแบบสังเกตพฤติกรรมในการจัดการเรียนรู้ และ 3) เอกสารสำหรับนักเรียน ประกอบด้วย ไปกิจกรรม แบบสังเกตพฤติกรรมในการจัดการเรียนรู้ และวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเอกสารที่เป็นไปกิจกรรม ผู้วิจัยได้ออกแบบสถานการณ์ปัญหาให้มีความใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียน พร้อมจัดทำภาพประกอบสถานการณ์เพื่อเพิ่มความเข้าใจให้นักเรียน สามารถเข้าถึงสถานการณ์ได้ง่ายขึ้น และดึงดูดความสนใจในการแก้ปัญหายิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดเตรียม

ปากกา ดินสอ ยางลบ ปากกาเคมี และกระดาษสำหรับทดเลขหรือแสดงแนวคิดคร่าวๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน

การจัดเตรียมสถานที่หรือห้องเรียนในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นลักษณะกิจกรรมกลุ่มๆ ละ 4-5 คน ซึ่งจะจัดโต๊ะเรียนแบบกลุ่ม เพื่อสะดวกต่อการเข้ากลุ่มการดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ และการนำเสนอและอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา และคำตอบตามความเหมาะสม

### ขั้นปฏิบัติการ (Act: A)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ให้เวลาจำนวน 4 ชั่วโมง ประกอบด้วย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ครูเริ่มต้นด้วยการนำเสนอสถานการณ์ที่ 1 ล้อมรั้วกันเถาะ ซึ่งเป็นปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน นักเรียนในกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูลและอธิบายความเข้าใจของตนเอง แล้วกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

#### ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

ครูและนักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดตัวแปรที่สำคัญจากข้อความที่กำหนดให้ ในสถานการณ์ พร้อมอธิบายความหมายของความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัว โดยครูใช้คำถามกระตุ้น ให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์มากยิ่งขึ้น

#### ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของปัญหาและให้นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบสมการ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น ที่ครูสามารถแนะนำวิธี โดยการให้คำถามกระตุ้น ให้นักเรียนสามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ และสามารถอธิบายเหตุผลได้

#### ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกลุ่มตนเอง นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตรวจสอบด้วยวิธีการอื่นๆ เพื่อพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกลุ่มตนเอง

### ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกลับไปดำเนินการตามกระบวนการในขั้นตอนที่ 2 หรือขั้นตอนที่ 3 อีกครั้งถ้าคำตอบจากกระบวนการที่ 4 ยังไม่สมเหตุสมผลหรือผลลัพธ์ที่ได้นั้นยังไม่ถูกต้องหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์หรือต้องการที่จะขยายตัวแบบให้มีความครอบคลุมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น หลังจากที่นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 2, 3 และ 4 เรียบร้อยแล้วนั้นเห็นว่าคำตอบที่ได้จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังไม่สามารถตอบคำถามในข้อที่ 1 ได้ยังไม่สมเหตุสมผลหรือผลลัพธ์ที่ได้นั้นยังไม่ถูกต้อง หรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์หรือต้องการที่จะขยายตัวแบบให้มีความครอบคลุมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ให้นักเรียนกลับไปแก้ไขกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนเห็นว่าการกำหนดตัวแปรไม่ผลทำให้คำตอบที่ได้นั้นไม่สมเหตุสมผลก็สามารถกลับไปแก้ไขการกำหนดตัวแปรได้ในข้อที่ 2 ของใบกิจกรรม

### ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ครูให้นักเรียนในกลุ่มนำตัวแบบไปใช้ตอบปัญหาและอธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบ พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการใช้ตัวแบบในชีวิตจริง ครูแนะแนวทางการนำไปใช้

### ขั้นสังเกต (Observe: O)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและครูประจำการทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้ และสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยทำการบันทึกลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของงานวิจัยในครั้งนี้ ภายหลังจากที่ทำการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นลง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ได้รับจากครู โดยนำความรู้ที่ได้จากการนำเข้าสู่บทเรียนและความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง ร้อยละ ซึ่งปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้คือ ล้อมรั้วกันถ่อะ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมองปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น มีความกระตือรือร้น มีความสนใจที่จะแก้ปัญหาและหาคำตอบ มีความท้าทายและไม่เหมือนกับที่เคยได้เรียนมา แต่ก็มีนักเรียนบางกลุ่ม ที่อ่านสถานการณ์ปัญหาแล้วไม่เข้าใจ ครูประจำการให้ข้อเสนอแนะว่า ควรอธิบายปัญหาสถานการณ์ด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย

### ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำไปสู่การหาความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการระบุตัวแปร ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปราย ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกระบุตัวแปรที่มี

ความสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาได้ แต่มีนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถที่จะระบุความสัมพันธ์ของตัวแปร และอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรได้อย่างชัดเจน เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนั้น ยังไม่เข้าใจคำว่า ความสัมพันธ์ของตัวแปร ไม่เข้าใจวิธีการเขียนตอบว่าจะเขียนในลักษณะแบบใด ผู้วิจัยจึงเข้าพูดคุยกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่ออธิบายลักษณะของความสัมพันธ์ ซึ่งก็พบว่านักเรียนบางกลุ่มอธิบายร่วมกับครูได้ แต่ไม่สามารถเขียนอธิบายได้ ผู้วิจัยจึงแนะนำให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกัน โดยในขณะที่มีเพื่อนร่วมกันอภิปราย อาจมีเพื่อนอีกคนทำหน้าที่จดบันทึกในสิ่งที่เพื่อนพูด แล้วจึงค่อยช่วยกันสรุปอีกครั้ง ครูประจำการจึงแนะนำว่า ครูควรยกตัวอย่างและอธิบายความสัมพันธ์ที่เข้าใจง่าย ให้นักเรียนเข้าใจก่อน แล้วค่อยเชื่อมโยงมาสู่เรื่องนี้

#### ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ในขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของปัญหา และใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างได้หลายรูปแบบ เช่น สมการ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น พบว่า นักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น มุ่งมั่นในการหาวิธีการต่างๆ มาแก้ปัญหา และสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนบางกลุ่มสามารถสร้างและหาคำตอบจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ แต่นักเรียนบางกลุ่มยังไม่เข้าใจคำว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงร่วมเข้าพูดคุย และยกตัวอย่างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ ในสถานการณ์อื่น และยังพบอีกว่า นักเรียนบางกลุ่มไม่เขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน ผู้วิจัยจึงใช้คำถามกระตุ้นระหว่งการสร้าง ว่านักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้าง ในการดำเนินการแต่ละขั้นตอน และเน้นย้ำว่าระหว่งนั้นให้จดบันทึกความรู้ที่ใช้ไปด้วย และนอกจากนี้ ยังได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากครูประจำการ ในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม ควรปรับเพิ่มเวลา หรืออาจลดความยาก หรือความซับซ้อนลง

#### ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกลุ่มตนเอง และต้องช่วยกันตรวจคำตอบด้วยวิธีการอื่นๆ เพื่อร่วมกันพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ พบว่า นักเรียนสับสนกับวิธีการตรวจคำตอบว่าต้องทำอย่างไร ผู้วิจัยจึงร่วมพูดคุยและทบทวนความรู้กับนักเรียนทั้งห้องว่า แต่ละวิธีการทางคณิตศาสตร์มีวิธีการตรวจสอบคำตอบอย่างไร เหมือนกันหรือไม่ และวิธีใดเหมาะสม ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจ และหลังจากนั้นยังพบอีกว่า นักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจกับคำว่า สมเหตุสมผล ผู้วิจัยจึงอธิบายความหมายของคำว่าสมเหตุสมผล พร้อมทั้งยกตัวอย่างในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงครูประจำการ

จึงให้ข้อเสนอแนะว่า ควรอธิบายข้อคำถามและควรเน้นย้ำโดยการถามนักเรียนให้แน่ใจว่านักเรียนเข้าใจหรือมีข้อสงสัยในข้อคำถามหรือไม่ ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติกิจกรรม

#### ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนและผู้วิจัยร่วมกันตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินการแต่ละขั้นว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยตรวจสอบทีละขั้นตอนหากขั้นตอนใดไม่สมเหตุสมผลให้ลงมือแก้ไข พบว่า นักเรียนสามารถตรวจสอบแต่ละขั้นตอนได้ และเมื่อพบข้อผิดพลาดนักเรียนในกลุ่มสามารถแก้ไขได้ โดยบางกลุ่มสามารถแก้ไขได้เอง แต่บางกลุ่มก็ได้รับคำแนะนำจากผู้วิจัย ครูประจำการได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า ควรให้นักเรียนจับคู่สองกลุ่ม แล้วช่วยกันตรวจสอบกระบวนการแต่ละขั้น

#### ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนในกลุ่มนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ไปใช้ตอบปัญหาและอธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบ พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการใช้ตัวแบบในชีวิตจริง พบว่า นักเรียนสามารถใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ในการตอบปัญหาและอธิบายได้ ในส่วนของการอธิบายแนวทางในการนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ไปใช้นั้น นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถนำตัวแบบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงในกรณีอื่นๆ ได้ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทบทวนสถานการณ์ และกระบวนการในการสร้างใหม่อีกครั้ง แล้วช่วยกันคิดสถานการณ์ที่ใกล้เคียงก่อน และครูประจำการจึงได้ข้อเสนอแนะว่า เนื่องจากนักเรียนไม่เคยสร้างสถานการณ์ ครูควรเตรียมสถานการณ์มาแล้วให้นักเรียนเลือกว่าสถานการณ์ใดที่เหมาะสมกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

#### ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect: R)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและครูประจำการได้ทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนในการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยปฏิบัติตามขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ ตั้งแต่การวางแผนการ ปฏิบัติ สังเกต และการสะท้อนผล รวมถึงปัญหาและแนวทางในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการต่อไปโดยการสะท้อนผลนั้น จะทำการสะท้อนผลในภาพรวมจากเครื่องมือวิจัยต่างๆ สรุปได้ ดังนี้

1. ปัญหาเรื่องการทำความเข้าใจข้อคำถาม เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคย ถึงแม้สถานการณ์ปัญหาที่นำมาเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำ และข้อคำถามยังเป็นคำถามที่กว้าง และบางข้อระบุนรายละเอียดที่ต้องการให้นักเรียนเขียนอธิบายมากไป นักเรียนจึงเกิดความสับสนในข้อคำถาม ว่าสิ่งที่ต้องการถามคืออะไร ในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรปรับข้อคำถามให้ชัดเจน และควรใช้ภาษาให้เหมาะสมกับนักเรียนมากขึ้น ปรับข้อคำถามที่ยาวเกินไป ที่ต้องการรายละเอียดหลายส่วนให้เป็นข้อย่อย

2. ปัญหาเรื่องการเขียนตอบ เนื่องจากเป็นใบกิจกรรมที่ให้นักเรียนเขียนตอบและอธิบายแต่ละขั้นตอนโดยละเอียด พร้อมทั้งให้ระบุเหตุผลในการตอบแต่ละข้อ ซึ่งเป็นรูปแบบที่นักเรียนไม่คุ้นเคย ทำให้ใช้เวลานานในการทำความเข้าใจในวิธีการเขียน แต่ในการจัดการเรียนรู้ครั้งถัดไป ควรชี้แจงการเขียนตอบโดยละเอียดและมีความชัดเจน ก่อนที่จะเริ่มลงมือเขียน โดยเน้นย้ำการเขียนตอบในแต่ละข้อคำถามและมีการใช้คำถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเพื่อเป็นแนวทางในการตอบคำถาม เช่น ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายแนวคิดในการดำเนินการ จากนั้นสรุปเป็นหัวข้อความรู้ ที่นำมาใช้ ในการแก้ปัญหาและสรุปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นต้น

3. ปัญหาเรื่องการระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา เนื่องจากนักเรียนเข้าใจในระบุนิยามความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้หรือเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา ในการจัดการเรียนรู้ครั้งถัดไป ควรปรับการอภิปราย ภายในกลุ่มเป็นการอภิปรายร่วมกันในห้องเรียน โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนสิ่งที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหา เช่น นักเรียนใช้วิธีใดในการแก้โจทย์ปัญหา ร้อยละได้บ้าง เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกใช้รูปแบบของตารางเป็นตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาในเรื่องร้อยละ จากนั้นอภิปรายร่วมกันแล้วสรุป

4. ปัญหาเรื่องระยะเวลาในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 วางแผนใช้เวลาทั้งหมด 4 ชั่วโมง โดยแบ่งสถานการณ์ออกเป็น 2 ส่วนตามชั่วโมงการสอน คือ ชั่วโมงที่ 1-2 ดำเนินการในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและขั้นสอนในขั้นที่ 1, 2 และ 3 ชั่วโมงที่ 3-4 ดำเนินการต่อในขั้นที่ 4, 5 และ 6 จนถึงขั้นตอนการสรุป พบว่า ในขั้นตอนที่ 2, 3, 4 และ 5 มีการใช้ระยะเวลาในการทำกิจกรรมมากกว่าที่กำหนดไว้ เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการเรียนรู้และรวมไปถึงการเขียนอธิบายในใบกิจกรรม ทำให้ใช้เวลาอธิบายและศึกษาแต่ละขั้นตอนค่อนข้างมาก จึงทำให้เวลาแต่ละขั้นเกินกว่าเวลาที่กำหนด แต่เมื่อสรุปจบกิจกรรมทั้งหมดยังไม่เกิน 4 ชั่วโมง ตามที่กำหนดตามแผน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคงระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นแบบเดิม แต่จะปรับวิธีการในการทำความเข้าใจปัญหาและอธิบายข้อคำถามให้ชัดเจนก่อนที่จะเริ่มลงมือทำกิจกรรม

#### วงจรกิจปฏิบัติการที่ 2

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรกิจปฏิบัติการที่ 2 มีลักษณะการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และผลการปฏิบัติในแต่ละขั้นของวงจรกิจปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้

##### ขั้นวางแผนการดำเนินงาน (Plan: P)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน ดังนี้



### ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ปรับการวิเคราะห์ถึงสถานการณ์ปัญหา จากเดิมให้นักเรียนวิเคราะห์กันในกลุ่ม เป็นการวิเคราะห์ปัญหาร่วมกันทั้งห้องไปพร้อมกับครู เพื่อให้นักเรียนเข้าใจปัญหาได้ดียิ่งขึ้น สำหรับการเขียนตอบในใบกิจกรรมจะปรับบทบาทของครูในการเน้นย้ำลักษณะการเขียนตอบและมีการใช้คำถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเพื่อเป็นแนวทางในการเขียนตอบ

### ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

เพิ่มบทบาทของครูในการร่วมวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันคิด และร่วมกันอธิบายเหตุผลในการเลือกตัวแปร ว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกตัวแปรนั้น แล้วเขียนตอบลงในใบกิจกรรมไปพร้อมๆ กัน

### ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

เพิ่มบทบาทของครูโดยการใช้คำถามให้นักเรียนอธิบายแนวคิดในการดำเนินการ จากนั้นสรุปเป็นความรู้ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาและเขียนเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา สำหรับการเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาครูจะต้องคอยให้คำแนะนำการเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาให้ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนเหตุผลว่า ความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาคืออะไร

### ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ปรับวิธีการวิเคราะห์ โดยครูมีบทบาทในการร่วมวิเคราะห์และตรวจสอบคำตอบ โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นวิธีการตรวจสอบคำตอบและหาความสัมพันธ์

### ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

เพิ่มวิธีการพูดคุยกันระหว่างกลุ่ม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหา เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาด ว่ามีส่วนที่ผิดพลาดเหมือนหรือต่างกัน และร่วมกันหาวิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดได้อย่างถูกต้อง และแต่ละกลุ่มนำมาสรุปเขียนเป็นวิธีการที่ถูกต้องของกลุ่มตัวเอง

### ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

เพิ่มการให้คำปรึกษาและการชี้แนะเกี่ยวกับการนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปใช้ ให้นักเรียนอธิบายแนวคิดในการนำตัวแบบไปใช้ในสถานการณ์อื่น เพื่อชี้แนะให้นักเรียนเลือกสถานการณ์ได้สอดคล้องมากยิ่งขึ้น

### ขั้นปฏิบัติการ (Act: A)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน ใช้เวลาจำนวน 4 ชั่วโมง ประกอบด้วย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ครูเริ่มต้นด้วยการนำเสนอสถานการณ์ที่ 2 ไวรัส ซึ่งเป็นปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน นักเรียนในกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูลและอธิบายความเข้าใจของตนเอง แล้วกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ ครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

### ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

ครูและนักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดตัวแปรที่สำคัญจากข้อความที่กำหนดให้ในสถานการณ์ พร้อมอธิบายความหมายของความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัว โดยครูใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์มากยิ่งขึ้น

### ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของปัญหาและให้นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบสมการ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น ที่ครูสามารถแนะนำวิธี โดยการใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ และสามารถอธิบายเหตุผลได้

### ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกลุ่มตนเอง นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตรวจสอบด้วยวิธีการอื่นๆ เพื่อพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกลุ่มตนเอง

### ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกลับไปดำเนินการตามกระบวนการในขั้นตอนที่ 2 หรือขั้นตอนที่ 3 อีกครั้งถ้าคำตอบจากกระบวนการที่ 4 ยังไม่สมเหตุสมผลหรือผลลัพธ์ที่ได้นั้นยังไม่ถูกต้องหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์หรือต้องการที่จะขยายตัวแบบให้มีความครอบคลุมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น หลังจากที่นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 2, 3 และ 4 เรียบร้อยแล้วนั้น เห็นว่าคำตอบที่ได้จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังไม่สามารถตอบคำถามในข้อที่ 1 ได้ยังไม่สมเหตุสมผลหรือผลลัพธ์ที่ได้นั้นยังไม่ถูกต้องหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์หรือต้องการที่จะขยายตัวแบบให้มีความครอบคลุมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ให้นักเรียนกลับไปแก้ไขกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนเห็นว่าการกำหนดตัวแปรมีผลทำให้คำตอบที่ได้นั้นไม่สมเหตุสมผลก็สามารถกลับไปแก้ไขการกำหนดตัวแปรได้ในข้อที่ 2 ของใบกิจกรรม

### ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ครูให้นักเรียนในกลุ่มนำตัวแบบไปใช้ตอบปัญหาและอธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบ พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการใช้ตัวแบบในชีวิตจริง ครูแนะแนวทางการนำไปใช้

### ขั้นสังเกต (Observe: O)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและครูประจำการทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้ และสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยทำการบันทึกลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของงานวิจัยในครั้งนี้ ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นลง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ได้รับจากครู โดยนำความรู้ที่ได้จากการนำเข้าสู่บทเรียนและความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน ซึ่งปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้คือ ไวรัส ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากขึ้น มีความสนใจที่จะแก้ปัญหาและหาคำตอบ เนื่องจากเริ่มเข้าใจวิธีการมากขึ้นจากแผนที่แล้ว นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และสามารถวิธีการหรือความรู้คณิตศาสตร์ที่จะใช้แก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สามารถบอกเหตุผลได้ชัดเจน ครูประจำการให้ข้อเสนอแนะว่า ควรเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนแสดงเหตุผล

#### ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำไปสู่การหาความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการระบุตัวแปร ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปราย ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกระบุตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาได้ แต่มีนักเรียนส่วนใหญ่เริ่มที่จะระบุความสัมพันธ์ของตัวแปร และอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ แต่ก็ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังไม่สามารถเขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้ ผู้วิจัยจึงครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปร และปรับวิธีการจากเดิมที่สรุปเป็นกลุ่ม ให้เป็นสรุปร่วมกันทั้งห้อง ครูประจำการจึงแนะนำว่า ให้ปรับวิธีการเป็นให้นักเรียนนำเสนอแทน

#### ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ในขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของปัญหา และใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างได้หลายรูปแบบ เช่น สมการ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น เนื่องจากนักเรียนมีประสบการณ์ในการเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาจากแผนที่แล้ว ทำให้นักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น มุ่งมั่นในการหาวิธีการต่างๆ มาแก้ปัญหา

มากยิ่งขึ้น ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างและหาคำตอบจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนใช้เวลาในการคิดและเลือกวิธีการเป็นเวลานาน จนเกินเวลาที่กำหนด ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนคิดเพิ่มในช่วงเวลาพักกลางวัน และยังพบว่า นักเรียนเริ่มเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ แต่ยังสับสนกับวิธีการเขียนอธิบายในส่วนของความรู้ที่ใช้ บางกลุ่มบอกได้ว่าความรู้ที่ใช้คืออะไร แต่อธิบายไม่ได้ ผู้วิจัยจึงร่วมเข้าพูดคุย และแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับการอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และนอกจากนี้ยังได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากครูประจำการ ในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม ควรเพิ่มเวลา ปรับลดกิจกรรม หรือครูควรเน้นให้นักเรียนพยายามทำให้อยู่ในกรอบเวลา

#### ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกลุ่มตนเอง และต้องช่วยกันตรวจคำตอบด้วยวิธีการอื่นๆ เพื่อร่วมกันพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ พบว่า นักเรียนเข้าใจวิธีการตรวจคำตอบมากขึ้น แต่นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถเขียนอธิบายเหตุผลได้ว่า เพราะเหตุใดคำตอบจึงสมเหตุสมผล ผู้วิจัยจึงร่วมพูดคุยกับนักเรียน ปรับวิธีการเขียนเป็นให้นักเรียนพูดอธิบาย คอยชี้แนะจนนักเรียนสามารถเขียนอธิบายได้ ครูประจำการจึงให้ข้อเสนอแนะว่า ควรเน้นย้ำ หรือยกตัวอย่างการให้เหตุผลในประเด็นอื่นให้นักเรียนเข้าใจ

#### ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนและผู้วิจัยร่วมกันตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินการแต่ละขั้นว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยตรวจสอบทีละขั้นตอนหากขั้นตอนใดไม่สมเหตุสมผลให้ลงมือแก้ไข พบว่า นักเรียนสามารถตรวจแต่ละขั้นตอนได้ และเมื่อพบข้อผิดพลาดนักเรียนในกลุ่มสามารถแก้ไขได้ โดยส่วนใหญ่สามารถแก้ไขได้เอง ในขั้นนี้ครูประจำการเห็นว่านักเรียนสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดได้ดีขึ้น

#### ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนในกลุ่มนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ไปใช้ตอบปัญหาและอธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบ พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการใช้ตัวแบบในชีวิตจริง พบว่า นักเรียนสามารถใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ในการตอบปัญหาและอธิบายได้ ในส่วนของการอธิบายแนวทางในการนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ไปใช้นั้น นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกเรื่องที่จะนำไปใช้ได้ แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ในทางคณิตศาสตร์ได้ ผู้วิจัยจึงพูดคุยกับนักเรียนถึงเหตุผลในทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ และชี้แนะแนวทางในการเขียนอธิบายเหตุผลให้ชัดเจน และครูประจำการจึงได้ข้อเสนอแนะว่า เนื่องจาก

นักเรียนไม่เคยสร้างสถานการณ์ ครูควรเตรียมสถานการณ์มา แล้วให้นักเรียนเลือกว่าสถานการณ์ใดที่เหมาะสมกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

### ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect: R)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและครูประจำการได้ทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนในการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยปฏิบัติตามขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ ตั้งแต่การวางแผนการ ปฏิบัติ สังเกต และการสะท้อนผล รวมถึงปัญหาและแนวทางในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการต่อไป โดยการสะท้อนผลนั้น จะทำการสะท้อนผลในภาพรวมจากเครื่องมือวิจัยต่างๆ สรุปได้ ดังนี้

1. ปัญหาเรื่องการเขียนแสดงเหตุผล เนื่องจากนักเรียนมุ่งแต่วิธีการแก้ปัญหา จนทำให้ละเลยการเขียนเหตุผลในแต่ละขั้นตอน ผู้วิจัยจึงปรับวิธีการแยกข้อคำถามในส่วนของ การเขียนแสดงเหตุผลในใบกิจกรรมให้ชัดเจน และเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนแสดงการให้เหตุผลทุกครั้ง ก่อนที่จะไปขั้นถัดไป

2. ปัญหาเรื่องการเขียนตอบ เนื่องจากนักเรียนต้องเขียนตอบในใบกิจกรรมและต้องอธิบายแต่ละขั้นตอนโดยละเอียด พร้อมทั้งให้ระบุเหตุผลในการตอบแต่ละข้อ ซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการอธิบายในลักษณะดังกล่าว ทำให้มีนักเรียนบางกลุ่มที่เข้าใจแต่ยังไม่สามารถเขียนเรียบเรียงข้อความ หรือคำตอบได้ชัดเจน ทำให้เกิดความสับสนในการเขียน ในการจัดการเรียนรู้ครั้งถัดไป ครูคอยเน้นย้ำการเขียนตอบในแต่ละข้อคำถามและมีการใช้คำถามให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น เพื่อเป็นแนวทางในการตอบคำถาม เช่น ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายแนวคิดในการดำเนินการ จากนั้นสรุปเป็นหัวข้อความรู้ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาและสรุปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นต้น

3. ปัญหาเรื่องระยะเวลาในการจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอน ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 วางแผนใช้เวลาทั้งหมด 4 ชั่วโมง พบว่า ในขั้นตอนที่ 2, 3, 4 และ 5 มีการใช้ระยะเวลาในการทำกิจกรรมมากกว่าที่กำหนดไว้ เนื่องจากนักเรียนเริ่มเข้าใจวิธีการและสามารถเขียนอธิบายได้ละเอียดมากขึ้น ทำให้นักเรียนต้องการเวลาในการเขียนตอบมากยิ่งขึ้น จึงทำให้เวลาแต่ละขั้นเกินกว่าเวลาที่กำหนด แต่เมื่อสรุปจบกิจกรรมทั้งหมดยังไม่เกิน 4 ชั่วโมงตามที่กำหนดตามแผน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคงระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นแบบเดิม แต่จะเน้นย้ำให้นักเรียนช่วยกันเรียบเรียงและแบ่งหน้าที่กันเขียนให้ชัดเจนมากขึ้นเพื่อให้เสร็จทันกำหนดเวลา

### วงจรปฏิบัติการที่ 3

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีลักษณะการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และผลการปฏิบัติในแต่ละขั้นของวงจรปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้

### ขั้นวางแผนการดำเนินงาน (Plan: P)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการตามวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาทำการพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และได้ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน ดังนี้ ส่วนใหญ่ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ การเขียนอธิบายเหตุผล ในขั้นตอนนี้ นักเรียนบางกลุ่มเข้าใจเหตุผล แต่สับสนกับวิธีการหรือลักษณะที่จะเขียนแสดงคำตอบ แต่บางผู้วิจัยจึงปรับบทบาทของครูในการเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนแสดงเหตุผล และร่วมพูดคุย เพื่อให้ นักเรียนสามารถเขียนเหตุผลได้อย่างถูกต้อง และในส่วนของเวลาในการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนนี้ เนื่องจากนักเรียนยังทำกิจกรรมอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนด โดยบางขั้นอาจทำเสร็จก่อนเวลา บางขั้นตอนอาจทำเลยเวลา แต่ภาพรวมยังอยู่ในเวลาที่กำหนด ผู้วิจัยยังยึดเวลาตามแผนเดิม แต่ปรับบทบาทของครูให้คอยเน้นย้ำให้นักเรียนทำแต่ละขั้นตอนนี้ให้เสร็จตามเวลา และคอยชี้แนะแนวทางเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจกิจกรรมแต่ละขั้นตอนนี้เพื่อลดเวลาในการอ่านทำความเข้าใจด้วยตนเอง

### ขั้นปฏิบัติการ (Act: A)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน ใช้เวลาจำนวน 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนที่ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ครูเริ่มต้นด้วยการนำเสนอสถานการณ์ที่ 3 ร้านแฮมเบอร์เกอร์ ซึ่งเป็นปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน นักเรียนในกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูลและอธิบายความเข้าใจของตนเอง แล้วกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ ครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

#### ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

ครูและนักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดตัวแปรที่สำคัญจากข้อความที่กำหนดให้ ในสถานการณ์ พร้อมอธิบายความหมายของความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัว โดยครูใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์มากยิ่งขึ้น

#### ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของปัญหาและให้นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบสมการ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น ที่ ครูสามารถแนะนำวิธี โดยการใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้ นักเรียนสามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ และสามารถอธิบายเหตุผลได้

#### ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของตนเอง นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตรวจสอบด้วยวิธีการอื่นๆ เพื่อพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกลุ่มตนเอง

#### ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกลับไปดำเนินการตามกระบวนการในขั้นตอนที่ 2 หรือขั้นตอนที่ 3 อีกครั้งถ้าคำตอบจากกระบวนการที่ 4 ยังไม่สมเหตุสมผลหรือผลลัพธ์ที่ได้นั้นยังไม่ถูกต้องหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์หรือต้องการที่จะขยายตัวแบบให้มีความครอบคลุมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น หลังจากที่นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 2, 3 และ 4 เรียบร้อยแล้วนั้นเห็นว่าคำตอบที่ได้จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังไม่สามารถตอบคำถามในข้อที่ 1 ได้ยังไม่สมเหตุสมผลหรือผลลัพธ์ที่ได้นั้นยังไม่ถูกต้องหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์หรือต้องการที่จะขยายตัวแบบให้มีความครอบคลุมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ให้นักเรียนกลับไปแก้ไขกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนเห็นว่าการกำหนดตัวแปรีผลทำให้คำตอบที่ได้นั้นไม่สมเหตุสมผลก็สามารถกลับไปแก้ไขการกำหนดตัวแปรได้ในข้อที่ 2 ของใบกิจกรรม

#### ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ครูให้นักเรียนในกลุ่มนำตัวแบบไปใช้ตอบปัญหาและอธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบ พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการใช้ตัวแบบในชีวิตจริง ครูแนะแนวทางการนำไปใช้

#### ขั้นสังเกต (Observe: O)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและครูประจำการทำการสังเกตการจัดการเรียนรู้ และสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยทำการบันทึกลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของงานวิจัยในครั้งนี้ ภายหลังจากที่ทำการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นลง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ได้รับจากครู โดยนำความรู้ที่ได้จากการนำเข้าสู่บทเรียนและความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน ซึ่งปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้ก็คือ ร้านแฮมเบอร์เกอร์ ในขั้นนี้ นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดีและนักเรียนมีความเข้าใจในกระบวนการมากขึ้น ซึ่งเห็นได้ว่าสถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการระบุประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้องและช่วยให้มองเห็นสถานการณ์ให้อยู่ในเชิงคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ครูประจำการมีความคิดเห็นว่าเป็นกระบวนการนี้ส่งเสริมให้นักเรียน

คิดสถานการณ์ให้อยู่ในรูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้และทำให้นักเรียนสามารถระบุความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้

#### ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำไปสู่การหาความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนนี้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการระบุตัวแปร ร่วมกันวิเคราะห์และอภิปราย ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกระบุตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาได้ดีขึ้น มีเพียงบางกลุ่มที่ต้องได้รับคำแนะนำจากผู้วิจัย โดยให้นักเรียนค่อยๆ พิจารณาไปที่ละประเด็น ครูประจำการมีความเห็นว่า ในขั้นนี้ นักเรียนสามารถระบุตัวแปรได้ และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ดีขึ้น

#### ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ในขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของปัญหา และใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างได้หลายรูปแบบ เช่น สมการ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น นักเรียนมีพัฒนาการในการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น นักเรียนเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้เสร็จตามเวลา ส่วนใหญ่สามารถอธิบายความรู้ที่ใช้ในแต่ละกระบวนการได้ดีขึ้น ยังมีเพียงบางกลุ่มที่ยังต้องได้รับคำแนะนำจากผู้วิจัย แต่เมื่อผู้วิจัยแนะนำก็สามารถเขียนจนถูกต้องได้ ทำให้ผู้วิจัยและครูประจำการมีความคิดเห็นตรงกันว่า นักเรียนสามารถนำตัวแปรมาจัดในรูปแบบความสัมพันธ์ หรือที่เรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ครูประจำการได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมว่า ครูควรตรวจสอบกระบวนการในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้คำแนะนำกับนักเรียนได้ทันที

#### ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกลุ่มตนเอง และต้องช่วยกันตรวจคำตอบด้วยวิธีการอื่นๆ เพื่อร่วมกันพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ พบว่านักเรียนบางกลุ่มสามารถหาวิธีการตรวจคำตอบได้มากขึ้น แต่นักเรียนส่วนยังไม่สามารถเขียนอธิบายเหตุผลและอธิบายถึงความสมเหตุสมผลของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และคำตอบที่ได้อย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงร่วมพูดคุยกับนักเรียน และชี้แนะจนนักเรียนสามารถเขียนอธิบายได้บางกลุ่ม ผู้วิจัยและครูประจำการเห็นตรงกันว่านักเรียนยังไม่สามารถอธิบายความสมเหตุสมผลได้เท่าที่ควร ครูควรใช้คำถามกระตุ้น



### ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนและผู้วิจัยร่วมกันตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินการแต่ละขั้นว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยตรวจสอบทีละขั้นตอนหากขั้นตอนใดไม่สมเหตุสมผลให้ลงมือแก้ไข พบว่า นักเรียนสามารถตรวจสอบแต่ละขั้นตอนได้ และเมื่อพบข้อผิดพลาดนักเรียนในกลุ่มสามารถแก้ไขได้ โดยส่วนใหญ่สามารถแก้ไขได้เอง ในขั้นนี้ครูประจำการเห็นว่านักเรียนสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดได้ดีขึ้น

### ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนในกลุ่มนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ไปใช้ตอบปัญหาและอธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบ พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการใช้ตัวแบบในชีวิตจริง พบว่านักเรียนบางกลุ่มสามารถอธิบายผลลัพธ์และแนวทางในการหาคำตอบ รวมไปถึงการอธิบายสถานการณ์ที่ตนเองเลือกในการประยุกต์ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกลุ่มตนเองนั้น ส่งเสริมการตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ของกลุ่มตนเองได้ดีขึ้น และสามารถเขียนเหตุผลในการนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้ดี แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปใช้ได้เนื่องจากยังไม่สามารถอธิบายได้ว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ครูประจำการมีความเห็นว่าในกระบวนการนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถประยุกต์แนวคิดหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในสถานการณ์อื่นได้และพิจารณาความสมเหตุสมผลของสถานการณ์ได้ และสำหรับนักเรียนที่ยังไม่สามารถเขียนอธิบายได้ ให้ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยให้กลุ่มที่ทำได้ดี นำเสนอผลงานของตนเองเพื่อเป็นแนวทางให้กับกลุ่มอื่น

### ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect: R)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและครูประจำการได้ทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนในการดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยปฏิบัติตามขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ ตั้งแต่การวางแผนการ ปฏิบัติ สังเกต และการสะท้อนผล รวมถึงปัญหาและแนวทางในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการต่อไป โดยทำการสะท้อนผลในภาพรวมจากเครื่องมือวิจัยต่างๆ สรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการแก้ปัญหา และให้ความรู้ที่พิจารณาข้อสรุปของปัญหาได้ ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาใช้พิจารณาความสมเหตุสมผลของปัญหา และคำตอบของปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยสถานการณ์ปัญหาที่เลือกมามีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสามารถใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา และหาคำตอบของปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล กิจกรรมการเรียนรู้นี้จึงเหมาะสมที่จะใช้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน

ตาราง 15 แสดงสรุปผลการสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบ  
เชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
วงจรถับปฏิบัติภารกิจที่ 1 ถึง 3

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นการสร้างตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์	สภาพปัญหา	วิธีการแก้ปัญหา
1. ระบุปัญหา	<b>วงจรถับปฏิบัติภารกิจที่ 1</b> - นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหา แล้วไม่เข้าใจ - นักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจวิธีการ เขียนตอบจึงทำให้เขียนไม่ตรง ประเด็นกับคำถาม	- ครูอธิบายสถานการณ์ด้วยภาษา ที่เข้าใจง่าย - ครูชี้แจงการเขียนตอบโดยละเอียด และมีความชัดเจน ก่อนที่จะเริ่ม ลงมือเขียน
	<b>วงจรถับปฏิบัติภารกิจที่ 2</b> นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และสามารถวิเคราะห์หรือความรู้ คณิตศาสตร์ที่จะใช้แก้ปัญหาได้ ถูกต้อง แต่ยังไม่สามารถบอก เหตุผลได้ชัดเจน	ครูชี้แจงและเน้นย้ำวิธีการเขียน เหตุผลในการเลือกวิธีการ โดยให้ นักเรียนพิจารณาที่ความสัมพันธ์
	<b>วงจรถับปฏิบัติภารกิจที่ 3</b> สถานการณ์ซับซ้อนขึ้น ทำให้ นักเรียนบางกลุ่มสับสนในการนำ ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา	ครูให้คำแนะนำกับนักเรียนมากขึ้น และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียน แสดงความคิดเห็นออกมา
2. สร้างสมมติฐานและระบุ ตัวแปร	<b>วงจรถับปฏิบัติภารกิจที่ 1</b> - นักเรียนไม่เข้าใจคำว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร - นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถบอก ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ - นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถเขียน อธิบายเหตุผลได้ว่า ทำไมจึงเลือก ตัวแปรเช่นนั้น	ครูอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูล และใช้คำถามกระตุ้นให้เห็น ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากปัญหา

## ตาราง 15 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นการสร้างตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์	สภาพปัญหา	วิธีการแก้ปัญหา
	<b>วงจรถับปฏิบัติกรที่ 2</b> นักเรียนบางกลุ่มสามารถเลือกตัวแปรได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้	ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรและสรุปพร้อมกันทั้งห้อง
	<b>วงจรถับปฏิบัติกรที่ 3</b> นักเรียนบางกลุ่มสับสน กับตัวแปรที่เพิ่มมากขึ้น	ครูให้คำแนะนำเพิ่มเติมจนนักเรียนสามารถระบุตัวแปรได้ โดยให้นักเรียนค่อยๆ พิจารณาไปที่ละประเด็น
<b>3. ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์</b>	<b>วงจรถับปฏิบัติกรที่ 1</b> - นักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์คืออะไร ทำให้เขียนแสดงออกมาในรูปของการบรรยาย - นักเรียนไม่เขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน	- ครูยกตัวอย่างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ ในสถานการณ์อื่น - ครูร่วมพูดคุยกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม และใช้คำถามว่านักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างไร แต่ละขั้นตอนใช้ความรู้อะไรบ้าง แล้วให้นักเรียนบันทึกลงในใบกิจกรรม
	<b>วงจรถับปฏิบัติกรที่ 2</b> - นักเรียนเริ่มเข้าใจวิธีการเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จึงทำให้เขียนละเอียดมากขึ้นส่งผลให้ใช้เวลาในการเขียนคำตอบมากกว่าที่กำหนด - นักเรียนเขียนความรู้ที่ใช้ได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สัมพันธ์กับวิธีการเขียนอธิบาย	- ครูให้นักเรียนทำช่วงพักกลางวัน - ครูแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับการอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

## ตาราง 15 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นการสร้างตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์	สภาพปัญหา	วิธีการแก้ปัญหา
	<p>วงจรปฏิบัติการที่ 3</p> <p>นักเรียนบางกลุ่มเขียนความรู้ที่ใช้ ในการแก้ได้ถูกต้อง แต่ยังเขียน อธิบายเหตุผลที่ใช้ไม่ชัดเจน</p>	<p>ครูเน้นย้ำให้นักเรียนเขียนอธิบาย เหตุผล และสำหรับกลุ่มที่ยัง ไม่เข้าใจครูอธิบายเพิ่มเติม</p>
<p>4. วิเคราะห์และประเมิน ผลลัพธ์</p>	<p>วงจรปฏิบัติการที่ 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนสับสนกับวิธีการตรวจ คำตอบว่าต้องทำอะไร</li> <li>- นักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจกับคำว่า สมเหตุสมผล</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูร่วมพูดคุยและทบทวนความรู้ ว่า แต่ละวิธีการทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการตรวจสอบคำตอบอย่างไร เหมือนกันหรือไม่ และวิธีใด เหมาะสม ให้แต่ละกลุ่มร่วมกัน ตัดสินใจ</li> <li>- ครูอธิบายความหมายของคำว่า สมเหตุสมผล พร้อมทั้งยกตัวอย่าง ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียง</li> </ul>
	<p>วงจรปฏิบัติการที่ 2</p> <p>นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถเขียน อธิบายเหตุผลได้ว่า เพราะเหตุใด คำตอบจึงสมเหตุสมผล</p>	<p>ครูร่วมพูดคุยกับนักเรียน ปรับวิธีการเขียนเป็นให้นักเรียน พูดอธิบาย ครูคอยชี้แนะจนนักเรียน สามารถเขียนอธิบายได้</p>
	<p>วงจรปฏิบัติการที่ 3</p> <p>นักเรียนส่วนยังไม่สามารถเขียน อธิบายเหตุผลและอธิบายถึง ความสมเหตุสมผลของตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์และคำตอบที่ได้ อย่างชัดเจน</p>	<p>ครูจึงร่วมพูดคุยกับนักเรียนและ ชี้แนะวิธีการเขียนที่ถูกต้อง</p>

## ตาราง 15 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นการสร้างตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์	สภาพปัญหา	วิธีการแก้ปัญหา
5. ทำซ้ำ	<p>วงจรปฏิบัติการที่ 1</p> <p>นักเรียนแก้ไขข้อผิดพลาด ที่เกิดขึ้นไม่ได้</p>	<p>- ให้เพื่อนช่วยเพื่อน โดยจับคู่กลุ่ม เพื่อร่วมกันหาวิธีแก้ไข</p> <p>- ครูคอยตรวจสอบความถูกต้อง และให้คำแนะนำจนนักเรียนแก้ไข ข้อผิดพลาดได้</p>
	<p>วงจรปฏิบัติการที่ 2</p> <p>-</p>	
	<p>วงจรปฏิบัติการที่ 3</p> <p>-</p>	
6. ใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์	<p>วงจรปฏิบัติการที่ 1</p> <p>นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่า จะนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ไปใช้ได้อย่างไร</p>	<p>ครูจึงให้นักเรียนทบทวนสถานการณ์ และกระบวนการในการสร้างใหม่ อีกครั้ง แล้วช่วยกันคิดสถานการณ์ ที่ใกล้เคียงก่อน</p>
	<p>วงจรปฏิบัติการที่ 2</p> <p>นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถอธิบาย เหตุผลในการนำตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ อื่นๆ ได้</p>	<p>ครูเข้าร่วมพูดคุยกับนักเรียน ถึงเหตุผลในทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ และชี้แนะแนวทาง ในการเขียนอธิบายเหตุผลให้ชัดเจน</p>
	<p>วงจรปฏิบัติการที่ 3</p> <p>- นักเรียนพิจารณาความสมเหตุ สมผลได้ดีขึ้น แต่ยังไม่ชัดเจน</p> <p>- นักเรียนเลือกสถานการณ์ได้ แต่ยังอธิบายได้ไม่ชัดเจน</p>	<p>- ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ทำได้ดี นำเสนอและอธิบายของกลุ่มตนเอง ให้เพื่อนรับฟัง</p> <p>- ครูให้นักเรียนอธิบายให้ครูฟังก่อน จากนั้นครูค่อยเสนอแนวทางทาง ที่ถูกให้นักเรียนเข้าใจเพิ่มเติม</p>

หลังจากที่ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ จึงสามารถสรุปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เมื่อผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันแล้ว พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหา ผู้วิจัยจึงอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น และปรับสถานการณ์ให้มีความกระชับ ใช้ภาษาที่เข้าใจได้ง่าย เพื่อช่วยกระตุ้นความกระตือรือร้นในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหามากขึ้น ในวงจรปฏิบัติการต่อมา นอกจากนี้นักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจวิธีการเขียนตอบจึงทำให้เขียนไม่ตรงประเด็นกับคำถาม ผู้วิจัยจึงได้ชี้แจงการเขียนตอบโดยละเอียดและมีความชัดเจน ก่อนที่จะเริ่มลงมือเขียนในวงจรปฏิบัติการถัดไป ทั้งนี้ยังได้ปรับข้อคำถามบางข้อให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียนนำปัญหาที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาทำการเปลี่ยนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของปัญหาให้อยู่ในรูปของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจคำว่า ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล จึงส่งผลให้ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ รวมไปถึงไม่สามารถเขียนอธิบายเหตุผลได้ว่า ทำไมจึงเลือกตัวแปรเช่นนั้น ผู้วิจัยจึงอธิบายและใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล ทำให้นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้ดีขึ้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนใช้ความรู้คณิตศาสตร์เพื่อสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการหาข้อสรุป พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์คืออะไร ผู้วิจัยอธิบายยกตัวอย่างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ ในสถานการณ์อื่นที่มีความหลากหลาย ในวงจรที่ 2 พบว่านักเรียนเขียนแสดงตัวแบบได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถเขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน ผู้วิจัยจึงร่วมพูดคุยกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม และใช้คำถามกระตุ้นความคิดให้นักเรียน เช่น นักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างไร แต่ละขั้นตอนใช้ความรู้อะไรบ้าง ในวงจรที่ 2 และ 3 นักเรียนระบุความรู้ที่ได้พอสังเขป

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนไม่สามารถเขียนขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบได้ มีประเด็นที่นักเรียนยังสับสนอยู่หลายอย่าง ได้แก่ นักเรียนส่วนใหญ่สับสนกับวิธีการตรวจคำตอบว่าต้องทำอะไร ความสมเหตุสมผลคืออะไร และการพิจารณาความสมเหตุสมผลทำได้อย่างไร ผู้วิจัยจึงได้ร่วมพูดคุยและทบทวนความรู้ว่า แต่ละวิธีการทางคณิตศาสตร์ มีวิธีการตรวจสอบคำตอบอย่างไร เหมือนกันหรือไม่ และวิธีใดเหมาะสมมีความสมเหตุสมผล ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ สามารถตรวจสอบคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผลได้ดีขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เมื่อนักเรียนตรวจสอบกระบวนการในแต่ละขั้นตอนแล้ว พบว่า นักเรียนบางส่วนพบข้อผิดพลาด แล้วไม่สามารถแก้ข้อผิดพลาดได้ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนช่วยกันหาวิธีการแก้ข้อผิดพลาด โดยจับคู่กลุ่มเพื่อร่วมกันหาวิธีแก้ไข และคอยตรวจสอบและจนนักเรียนสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ดีมากในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถอธิบายได้ว่า จะนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปใช้ได้อย่างไร ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทบทวนสถานการณ์ และกระบวนการในการสร้างใหม่อีกครั้ง แล้วช่วยกันคิดสถานการณ์ที่ใกล้เคียงก่อน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนสามารถเขียนสถานการณ์ได้ดีขึ้น แต่ยังพบว่า นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลในการนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ ผู้วิจัยได้พูดคุยกับนักเรียนถึงเหตุผลในทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ และชี้แนะแนวทางในการเขียนอธิบายเหตุผล และให้นักเรียนได้ร่วมกันอธิบายและแลกเปลี่ยนแนวคิดของกันและกัน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในการอธิบายเหตุผลได้ดีขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแบบเป็นรายกลุ่ม ระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน และวงจร

ปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน โดยมีการบันทึกพฤติกรรมในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากใบกิจกรรมนักเรียนใน 3 องค์ประกอบ คือ 1) การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2) การหาข้อสรุปของปัญหา และ 3) การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา ซึ่งระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มี 3 ระดับ คือ ดี พอใช้ และควรปรับปรุง โดยแต่ละกระบวนการมีรายละเอียด ดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แต่ละองค์ประกอบ

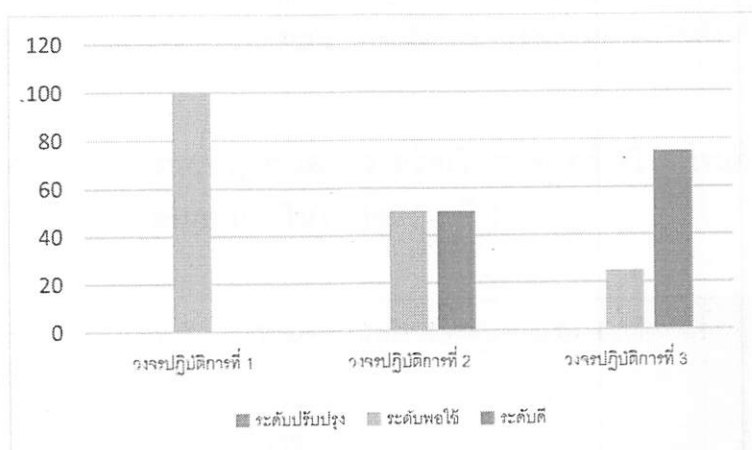
องค์ประกอบ	จำนวนกลุ่มนักเรียน (ร้อยละ)								
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	ดี	พอใช้	ปรับปรุง	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1	0 (0.00)	4 (100.00)	0 (0.00)	2 (50.00)	2 (50.00)	0 (0.00)	3 (75.00)	1 (25.00)	0 (0.00)
2	0 (0.00)	2 (50.00)	2 (50.00)	1 (25.00)	2 (50.00)	1 (25.00)	3 (75.00)	1 (25.00)	0 (0.00)
3	0 (0.00)	1 (25.00)	3 (75.00)	0 (0.00)	3 (75.00)	1 (25.00)	1 (25.00)	3 (75.00)	0 (0.00)

จากตาราง 16 เป็นการแสดงกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลของแต่ละองค์ประกอบ จากการเก็บข้อมูลจากใบกิจกรรมของนักเรียน พบว่า เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการแล้วนั้น ไม่พบนักเรียนกลุ่มใดอยู่ในกลุ่มปรับปรุง โดยนักเรียนมีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเพิ่มขึ้นในแต่ละองค์ประกอบ (ผลคะแนนของใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการแสดงในภาคผนวก) ซึ่งจะเห็นได้ว่า จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ และควรปรับปรุง เป็นส่วนมาก เมื่อมีการปรับกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีระดับความสามารถในการให้เหตุผล ครบทั้ง 3 ระดับ และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลได้ชัดเจนขึ้น อยู่ในระดับดี และพอใช้ กล่าวได้ว่าเมื่อจบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้วนักเรียนส่วนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี โดยมีรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้



### 1.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

การพัฒนาความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 เป็นดังภาพ



ภาพ 3 แสดงพัฒนาการความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3

จากภาพ 3 แสดงให้เห็นว่า

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ในวงจรปฏิบัติการนี้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้อยู่ในระดับพอใช้ เนื่องจากนักเรียนบางกลุ่มสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาได้ แต่ไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่เกิดขึ้นได้ บางกลุ่มระบุปัญหาและบอกความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาได้ แต่ไม่สามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้องได้ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการนี้ครูต้องคอยให้คำแนะนำ และอธิบายตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น ดังภาพ 4 และ 5 นักเรียนสามารถระบุปัญหาสถานการณ์ได้ สามารถความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ได้ แต่ยังไม่ชัดเจน สามารถระบุตัวแปรของความสัมพันธได้ แต่ยังบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรไม่ได้ เนื่องจากนักเรียนยังขาดความเข้าใจในการนำความรู้คณิตศาสตร์มาอธิบายถึงความสัมพันธ์ของปัญหา

1. จากรายงานการสัมภาษณ์ข้างต้นนักเรียนคิดว่ามีสิ่งใดที่เป็นปัญหาของสถานการณ์นั้น

- นักเรียนคิดว่าปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้นคืออะไร มีประเด็นอะไรบ้าง

...พบว่านักเรียนที่เข้าชั้นปีที่ ๑ ของโรงเรียนนี้จะต้องมีความเชี่ยวชาญด้านภาษาอังกฤษ... แต่ในเด็กที่จบมาจากโรงเรียนอื่นที่ไม่ใช่โรงเรียนนี้...  
.....

- นักเรียนใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรในการแก้ปัญหา เพราะเหตุใด

...นักเรียนใช้ความรู้เรื่อง... การหาพื้นที่... จะหาความยาวของรัศมี...  
.....

#### ภาพ 4 แสดงการระบุปัญหาและความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ของนักเรียนกลุ่ม 3 ในใบกิจกรรมที่ 1

2. ให้นักเรียนนำปัญหาจากข้อที่ 1 มากำหนดตัวแปรที่สำคัญที่คาดว่าจะมีผลต่อปัญหาพร้อมทั้งอธิบายว่า  
เพราะเหตุใดจึงระบุตัวแปรเช่นนั้น

- ระบุตัวแปร

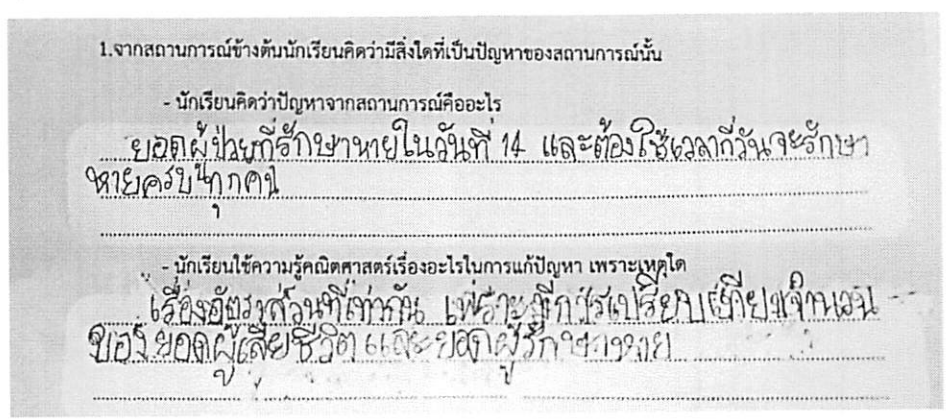
W แทน ความกว้าง

Y แทน ความยาว

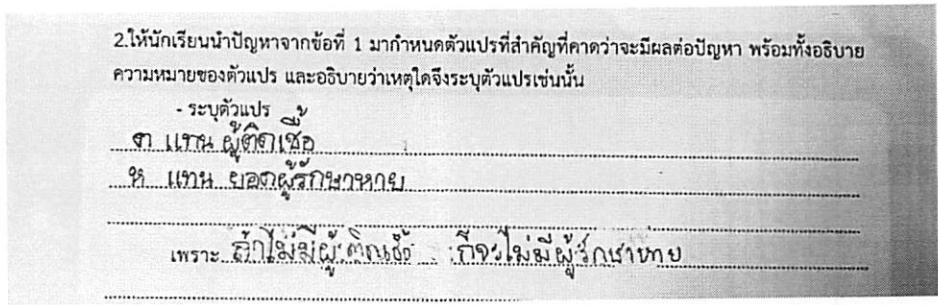
เพราะ... ใช้ได้...  
.....

#### ภาพ 5 แสดงการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลข้อปัญหาในรูปของตัวแปรของนักเรียน กลุ่ม 1 ในใบกิจกรรมที่ 1

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการนี้นักเรียนบางกลุ่มเริ่มมีความเข้าใจ  
ในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้ดีขึ้น ทำให้อยู่ในระดับดีและพอใช้ ที่ร้อยละ 50 เท่ากัน  
นักเรียนเริ่มเข้าใจกระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจ  
ในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และสามารถระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้องได้ และสามารถ  
อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ดังภาพ 6 และ 7 แสดงให้เห็นว่านักเรียนบางกลุ่ม  
เริ่มเขียนอธิบายได้ดีขึ้น แต่ก็ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถเขียนได้เองทันที ครูจึงต้องคอย  
ให้คำแนะนำ



ภาพ 6 แสดงการระบุปัญหาและความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่ม 4 ในใบกิจกรรมที่ 2



ภาพ 7 แสดงการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลข้อปัญหาในรูปของตัวแปรของนักเรียนกลุ่ม 2 ในใบกิจกรรมที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน นักเรียนร้อยละ 75 มีพัฒนาการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้ในระดับดี ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้อง ดังภาพ 8 นักเรียนสามารถระบุปัญหาพร้อมทั้งอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ชัดเจน และภาพ 9 นักเรียนสามารถระบุตัวแปรได้สัมพันธ์กับปัญหาและอธิบายความสัมพันธ์ได้ดีขึ้น

1. จากสถานการณ์ข้างต้นนักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์มีอะไรบ้าง พร้อมทั้งอธิบายว่าปัญหาดังกล่าวนักเรียนจะแก้ปัญหาได้ด้วยความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใด

- นักเรียนคิดว่าปัญหาจากสถานการณ์คืออะไร

สภาพแวดล้อมที่คิดแก้ปัญหาบนเส้นที่แสดงถึงจุดทศนิยมที่ใกล้เคียงกับเศษส่วน

- นักเรียนใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรในการแก้ปัญหา เพราะเหตุใด

ใช้เงื่อนไขของตัวแปรที่ต่างกัน เพื่อใช้ตรวจสอบว่าเงื่อนไขของตัวแปรนั้น

ภาพ 8 แสดงการระบุปัญหาและความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่ม 1 ในใบกิจกรรมที่ 3

2. ให้นักเรียนนำปัญหาจากข้อที่ 1 มากำหนดตัวแปรที่สำคัญที่คาดว่าจะมีผลต่อปัญหา พร้อมทั้งอธิบายความหมายของตัวแปร และอธิบายว่าเหตุใดจึงระบุตัวแปรเช่นนั้น

- ระบุตัวแปร

V คือ จำนวนเงิน F คือ จำนวนเงินที่เก็บออม

T คือ เงินออม

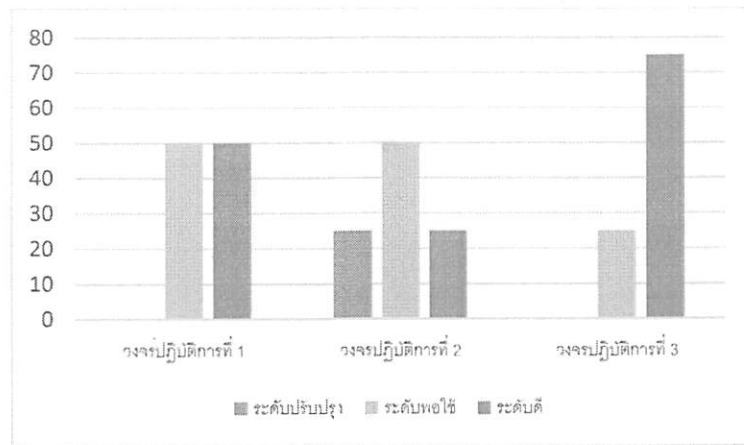
เพราะ ถ้าได้เงินจากการทำงานแล้วแต่ยังไม่ได้นำเงินไปฝากธนาคารแล้วเงินก็จะหมดไปและถ้าไม่ได้นำเงินไปฝากธนาคารแล้วเงินก็จะหมดไปและถ้าไม่ได้นำเงินไปฝากธนาคารแล้วเงินก็จะหมดไป

ภาพ 9 แสดงการระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลข้อปัญหาในรูปของตัวแปรของนักเรียนกลุ่ม 4 ในใบกิจกรรมที่ 3

จากทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการจะเห็นได้ว่า นักเรียนมีพัฒนาการในการหาความสัมพันธ์ของปัญหาได้อย่างชัดเจน ซึ่งพิจารณาได้จากจำนวนร้อยละของนักเรียนในระดับดี ซึ่งเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

1.2 การหาข้อสรุปของปัญหา

การพัฒนาความสามารถการหาข้อสรุปของปัญหา ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 เป็นดังภาพ



ภาพ 10 แสดงพัฒนาการความสามารถในการหาข้อสรุปของปัญหา ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3

จากภาพ 10 แสดงให้เห็นว่า

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ในวงจรปฏิบัติการนี้นักเรียนส่วนมากหาข้อสรุปของปัญหาได้ถูกต้องเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนใหญ่ข้อสรุปจะยังไม่ชัดเจนและไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาหาข้อสรุปได้จึงอยู่ในระดับ พอใช้ และปรับปรุง ซึ่งในวงจรปฏิบัติการนี้ครูต้องคอยแนะนำและช่วยเหลืออยู่มากนักเรียนจึงสามารถดำเนินการหาข้อสรุปได้ถูกต้อง ดังภาพ 11 นักเรียนเริ่มสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ แต่ยังไม่สามารถเขียนสรุปได้ เนื่องจากนักเรียนคุ้นชินกับการแก้ปัญหาแบบเดิมที่มุ่งเน้นเพียงคำตอบ และภาพ 12 นักเรียนยังไม่ตรวจสอบข้อสรุปได้ เนื่องจากนักเรียนสับสนวิธีการในตรวจสอบคำตอบว่าต้องใช้วิธีการใด ครูจึงแนะนำให้ใช้วิธีตรวจสอบคำตอบที่สอดคล้องกับความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้

3.ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้กำหนดไว้ในข้อที่ 2 มาดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถหาคำตอบของปัญหา พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบว่าใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใดในการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน (แสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด)

ลำดับ	สมการ	วิธีทำ	พ.ท. 400
1	$1 \times 1$	$\frac{1^2}{100} \times 16$	$1 \times 1 = 1$
2	$2 \times 2$	$\frac{2^2}{100} \times 20$	$2 \times 2 = 4$
3	$4 \times 4$	$\frac{4^2}{100} \times 25$	$4 \times 4 = 16$
4	$10 \times 10$	$\frac{10^2}{100} \times 40$	$10 \times 10 = 100$
5	$50 \times 50$	$\frac{50^2}{100} \times 200$	$50 \times 50 = 2500$
6	$8 \times 8$	$\frac{8^2}{100} \times 25$	$8 \times 8 = 64$
7	$25 \times 25$	$\frac{25^2}{100} \times 25$	$25 \times 25 = 625$
8	$9 \times 9$	$\frac{9^2}{100} \times 9$	$9 \times 9 = 81$

ภาพ 11 แสดงการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาของนักเรียนกลุ่ม 3 ในใบกิจกรรมที่ 1

4.ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้จากข้อที่ 3 และพิจารณาว่าคำตอบและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นั้นมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถนำไปใช้ได้จริงหรือไม่ พร้อมเขียนอธิบาย (ถ้าคำตอบมีความสมเหตุสมผลแล้วให้ทำข้อที่ 5 ต่อ แต่ถ้ายังไม่สมเหตุสมผลให้กลับไปดำเนินการตามกระบวนการที่ 1-2-3 อีกครั้ง)

คำตอบที่ได้ คือ  $400$   
วิธีตรวจคำตอบ  $40 \times 10 = 400$

ภาพ 12 แสดงการพิจารณาคำตอบที่ได้หรือข้อสรุปของปัญหาของนักเรียนกลุ่ม 2 ในใบกิจกรรมที่ 1

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการนี้ในลำดับขั้นที่มีพัฒนาการด้านนี้เริ่มดีขึ้น นักเรียนสามารถทำได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ดี และพอใช้ ผู้วิจัยสังเกตพบว่ามีนักเรียนส่วนหนึ่งเริ่มที่จะหาข้อสรุปของปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์ แต่ก็ยังมีนักเรียนบางส่วนยังมีความสับสนในการนำข้อมูลจากปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของปัญหา ดังภาพ 13 และ 14

ลำดับ	ตัวเลข	ผลคูณ	ผลบวก	ผลต่าง
1	1	1	1	0
2	2	4	2	2
3	3	9	3	6
4	4	16	4	12
5	5	25	5	20
6	6	36	6	30
7	7	49	7	42
8	8	64	8	56
9	9	81	9	72
10	10	100	10	90
11	11	121	11	110
12	12	144	12	132
13	13	169	13	156
14	14	196	14	182
15	15	225	15	210
16	16	256	16	240

วิธีหาคำตอบคือ  $p + q = 2$  หรือ  $p + q = 2$

นักเรียนมีความรู้คณิตศาสตร์ในปัญหาแต่ละขั้น อย่างไรบ้าง  
 ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยได้ถามนักเรียนว่าทำไมคำตอบที่ได้จึงเป็นคำตอบที่ถูกต้องแล้วจึงว่า  
 ได้คำตอบแล้วผู้วิจัยคือผู้เรียนบางกลุ่มได้คำตอบแล้ว

ภาพ 13 แสดงการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาของนักเรียนกลุ่ม 4 ในใบกิจกรรมที่ 2

4.ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบและทำการวิเคราะห์ว่า คำตอบและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้มานั้นมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถนำไปใช้ได้จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด (เมื่อพิจารณาแล้วคำตอบมีความสมเหตุสมผลให้นักเรียนทำข้อที่ 5 ต่อ แต่ถ้ายังไม่สมเหตุสมผลให้กลับไปดำเนินการตามขั้นที่ 1-2-3 อีกครั้ง)

คำตอบที่ได้ คือ  $14$  จำนวน  $1,407$  ถ้าใจยังไม่เข้าใจให้ดูที่หน้า คณิตวิทยา 11 หน้า 103  
 วิธีตรวจคำตอบ  $2 \times 14 = 28$  หรือ  $1,407 \div 2 = 703.5$

ภาพ 14 แสดงการพิจารณาคำตอบที่ได้หรือข้อสรุปของปัญหาของนักเรียนกลุ่ม 4 ในใบกิจกรรมที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนสามารถหาข้อสรุปของปัญหาได้ถูกต้องและชัดเจนขึ้น ซึ่งพบว่า นักเรียนร้อยละ 75 อยู่ในระดับดี สามารถนำข้อมูลจากปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ได้ดีขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากการตอบคำถามในชั้นเรียนและการทำใบกิจกรรม นอกจากนี้ ในระหว่าง ที่ครูใช้คำถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุปได้อย่างชัดเจนขึ้นด้วย ดังภาพ 15 นักเรียน สามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น และสามารถหาข้อสรุปของปัญหาได้ และภาพ 16 นักเรียนสามารถสรุปคำตอบที่ได้และตรวจคำตอบได้ดีขึ้น

3. ให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์โดยนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้มาขึ้นใน ความสัมพันธ์ของสมการต่อไปนี้ แล้วหาคำตอบของปัญหาที่กล่าวถึงในใบกิจกรรมที่ 3 (และตรวจคำตอบด้วยวิธีตรวจสอบ)

จำนวนเงินค่าจ้าง P	จำนวนชั่วโมงทำงาน X	จำนวนเงินค่าจ้าง Y
2	1	4
4	2	8
6	4	16
14	7	28
28	14	56
50	15	10

หรือ Y เป็นฟังก์ชันของ P หรือ  $Y = P$  และ P เป็นฟังก์ชันของ X  
 สมการที่แสดงความสัมพันธ์ทั้งหมดที่กล่าวมา Y คือ 10 P ก็คือเงิน 10  
 และในฟังก์ชันที่กล่าวมา  
 สมการที่แสดงความสัมพันธ์ทั้งหมดที่กล่าวมา Y คือ 10 P ก็คือเงิน 10  
 สมการที่แสดงความสัมพันธ์ทั้งหมดที่กล่าวมา Y คือ 10 P ก็คือเงิน 10

นักเรียนใช้ความรู้คณิตศาสตร์ใดในแก้ปัญหาแต่ละขั้น อย่างไรบ้าง  
 ตัวอย่างเช่น สมการเชิงเส้นหรือสมการ T และหน่วยต่อคือ E คิดเงิน A เท่าของเงิน  
 และเงิน คือ  $E = A \cdot T$  คิด  $60 \div 4 = 15$   
 ตัวอย่างเช่น สมการ สมการเป็นเงิน V และหน่วยต่อคือ E คิดเงิน B เท่า  
 ของเงิน และเงิน  $E = V \cdot T$  คิด  $60 \div 4 = 15$   
 (จำนวนหน่วย หน่วย ต่อ มีจำนวน 60 บาท)

ภาพ 15 แสดงการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาของนักเรียน กลุ่ม 2 ในใบกิจกรรมที่ 3

2. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบและทำการวิเคราะห์ว่า คำตอบและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้มานั้น มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถนำไปใช้จริงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (เมื่อพิจารณาแล้วคำตอบมีความ สมเหตุสมผลให้นักเรียนทำข้อที่ 5 ต่อ แต่ถ้ายังไม่สมเหตุสมผลให้กลับไปดำเนินการตามขั้นที่ 1-2-3 อีกครั้ง)

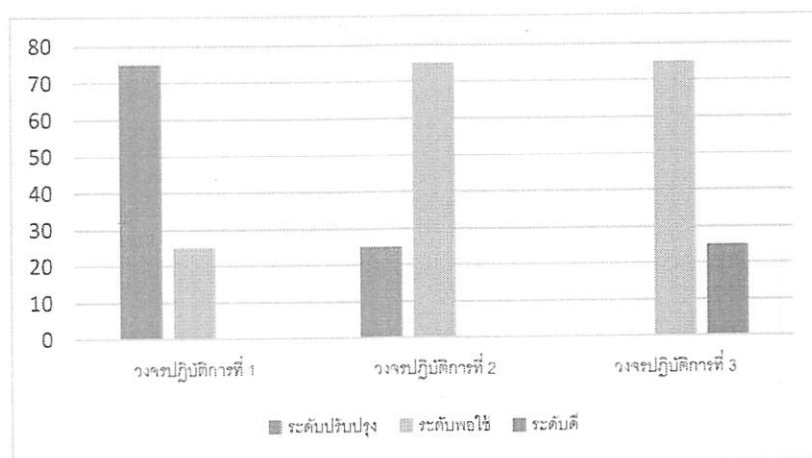
คำตอบที่ได้ คือ ..... อัตราส่วนเงินค่าจ้างต่อเงินชั่วโมงทำงาน คือ 10 : 15  
 วิธีตรวจคำตอบ  $60 \div 2 = 30$   $60 \div 4 = 15$

ภาพ 16 แสดงการพิจารณาคำตอบที่ได้หรือข้อสรุปของปัญหาของนักเรียนกลุ่ม 3 ในใบกิจกรรมที่ 3

จากทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์และความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ได้ถูกต้องและชัดเจนและระดับความสามารถในการใช้ข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์และความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาได้ มีพัฒนาการดีขึ้น อยู่ในระดับดี ซึ่งเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา

การพัฒนาความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 เป็นดังภาพ



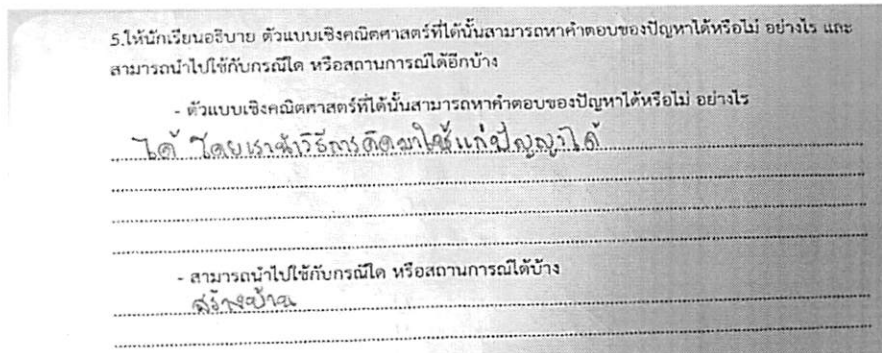
ภาพ 17 แสดงพัฒนาการความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3

จากภาพ 17 แสดงให้เห็นว่า

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ในวงจรปฏิบัติการนี้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหาอยู่ในระดับพอใช้ นักเรียนส่วนมากยังไม่สามารถพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล พบว่าในวงจรปฏิบัติการนี้ส่วนใหญ่ครูจำเป็นต้องใช้การชี้แนะและกระตุ้นการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบของนักเรียนเป็นระยะๆ เนื่องจากนักเรียนส่วนมากไม่ได้คำตอบแล้วจะรีบสรุปทันทีโดยไม่พิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ นักเรียนยังขาดความเข้าใจในการนำความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการอธิบาย และข้อคำถามยังไม่ชัดเจนซึ่งได้ปรับแก้ในวงจรที่ 2 และนักเรียนยังไม่สามารถอธิบายตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้

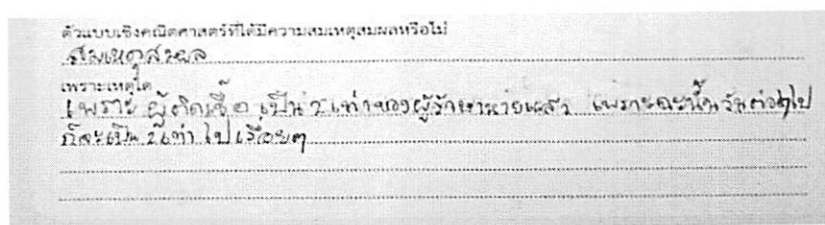


สมเหตุสมผล นักเรียนยังสับสนกับการเขียนอธิบายว่าต้องเขียนในลักษณะใด ส่งผลให้ไม่สามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างชัดเจน ดังภาพ 18



ภาพ 18 แสดงภาพการอธิบายการนำตัวแบบไปใช้ในสถานการณ์อื่นของนักเรียนกลุ่ม 2 ในใบกิจกรรมที่ 1

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการนี้นักเรียนพัฒนาการด้านนี้ดีขึ้นเล็กน้อย อยู่ในระดับดีพอใช้ แต่อย่างไรก็ตามมีนักเรียนบางส่วนที่เริ่มพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหาได้บ้าง แต่นักเรียนส่วนมากอธิบายการนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ แต่ไม่ชัดเจน อธิบายเหตุผลได้ไม่ชัดเจน เมื่อเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยสังเกตเห็นจากการอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปของปัญหาดังตัวอย่าง ดังภาพ 19



ภาพ 19 แสดงภาพการอธิบายความสมเหตุสมผลของนักเรียนกลุ่ม 3 ในใบกิจกรรมที่ 2

นักเรียนสามารถอธิบายตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลมากขึ้น แต่ยังไม่สามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ดังภาพ 20

5. ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้กับสถานการณ์ใดในชีวิตประจำวันได้อีกบ้าง เพราะเหตุใด จึงเลือกใช้กับสถานการณ์นั้น

- ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้นั้นสามารถหาคำตอบของปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

ได้ ใช้ใน ชีวิตประจำวัน เช่น 24 คน วิชาทางตอนเช้ากว่าผู้คิดเข้านอน  
คือ  $24 \div 2 = 12$  เราจะรู้ว่าอีกข้างหนึ่ง 12 คน

- สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันกับการเปิด หรือสถานการณ์ใดบ้าง เพราะเหตุใด

กรณีนี้ ถ้ามี 24 คน เราจะได้ 12 คน ถ้ามี 24 คน เราจะได้ 12 คน

## ภาพ 20 แสดงภาพการอธิบายการนำตัวแบบไปใช้ในสถานการณ์อื่นของนักเรียนกลุ่ม 4 ในใบกิจกรรมที่ 2

วงจรรูปปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น แต่นักเรียนร้อยละ 75 มีพัฒนาการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้ในระดับพอใช้ นักเรียนบางส่วนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น นักเรียนบางกลุ่มสามารถเขียนอธิบายได้เอง บางกลุ่มเริ่มอธิบายได้แต่ยังไม่ชัดเจน ไม่สามารถความรู้คณิตศาสตร์มาอธิบายความสัมพันธ์สมเหตุสมผลได้อย่างชัดเจน โดยครูใช้การสังเกตการตอบคำถามในชั้นเรียน และให้นักเรียนอธิบายคำตอบของตนเอง ครูต้องช่วยเหลือคอยให้คำแนะนำ เพื่อชี้ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์สมเหตุสมผลได้ ดังภาพ 21

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้รับความสมเหตุสมผลหรือไม่

สัมพันธ์สมเหตุสมผล

เพราะเหตุใด

เพราะใช้เศษส่วน 6/6 หรือเป็น 2 เท่า ของจำนวนที่ และใช้ 4 เท่าของ  
จำนวน เป็นส่วนที่เท่ากัน ตั้งใน เรื่องของการทำอาหาร  
แม่มีไข่ 6 ฟอง พี่มีไข่ 1 ฟอง พ่อมีไข่ 1 ฟอง และเรื้อนๆ ไข่ของแม่  
ไปอีก

## ภาพ 21 แสดงภาพการอธิบายความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของนักเรียนกลุ่ม 4 ในใบกิจกรรมที่ 2

จากทั้ง 3 วงจรรูปปฏิบัติการจะเห็นได้ว่า นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการพิจารณาความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหาได้ดีขึ้นตามลำดับ พบว่า นักเรียนอ้างเหตุผลโดยการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบได้บ้างแต่ไม่ชัดเจน ครบถ้วน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเทียบกับ 2 ด้านข้างต้นด้านนี้ยังไม่มีความโดดเด่นชัดเจนมากนักอาจเนื่องจากนักเรียนหลายคนถูกฝึกให้คิดคำนวณอย่างเดียวมานาน เน้นแค่คำตอบที่ได้จนอาจจะละเลยการตรวจสอบความสัมพันธ์สมเหตุสมผล ครูจึงจำเป็นต้องเตือนและชี้แนะอยู่เป็นส่วนใหญ่

## 2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ 1) การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2) การหาข้อสรุปของปัญหา และ 3) การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา โดยมีรายละเอียด ดังตาราง 17

ตาราง 17 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)		
	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	9 (52.94)	7 (41.18)	1 (5.88)
1. การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล	9 (52.94)	8 (47.06)	0 (0.00)
2. การหาข้อสรุปของปัญหา	11 (64.71)	6 (35.29)	0 (0.00)
3. การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา	7 (41.18)	9 (52.94)	1 (5.88)

จากตาราง 17 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ร้อยละ 52.94 มีสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี นักเรียนร้อยละ 41.18 มีสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ และนักเรียนร้อยละ 5.88 มีสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับควรปรับปรุง แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ในระดับดี กล่าวคือ นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของปัญหา และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นมาใช้ในการหาข้อสรุปปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล

เมื่อแยกพิจารณาเป็นองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของปัญหาและหาข้อสรุปของปัญหาได้ อยู่ในระดับดี เมื่อเปรียบเทียบกับผลจากใบกิจกรรม พบว่า เมื่อเทียบระดับความสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของปัญหา และการหาข้อสรุปของปัญหาอยู่ในระดับดี จะให้ได้ว่าระดับความสามารถในการทำแบบทดสอบและใบกิจกรรมมีความสอดคล้องกัน แต่เมื่อพิจารณาผลคะแนนแบบร้อยละ พบว่าในการทำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลมีค่าลดลง เนื่องจากในแต่ละวงจรมักเรียนได้ทำกิจกรรมแบบกลุ่ม มีการคิดร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนสามารถช่วยกันพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของปัญหาได้ดีขึ้น แต่เมื่อนักเรียนต้องทำแบบทดสอบด้วยตนเอง นักเรียนไม่เคยคุ้นเคยกับการทำแบบทดสอบในลักษณะการเขียนตอบอยู่แล้ว นักเรียนจึงไม่สามารถเขียนอธิบายได้อย่างชัดเจน หรือนักเรียนอาจชอบเขียนแบบสั้นๆ ไม่ชอบแสดงรายละเอียดที่ชัดเจนหรืออาจเข้าใจคำตอบแต่เขียนแสดงไม่ได้ นักเรียนมีพื้นฐานการเรียนรู้ที่ต่างกัน ในส่วนการพิจารณาความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา พบว่า นักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา อยู่ในระดับดี ร้อยละ 47.06 ซึ่งสูงขึ้นไปกว่าผลจากใบกิจกรรมที่ทำเป็นกระบวนการกลุ่ม นั่นคือ นักเรียนสามารถใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการพิจารณาความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหาได้ สามารถนำความรู้มาใช้ในการหาข้อสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุปที่ได้ดีขึ้น

## บทที่ 5

### บทสรุป

การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีคำถามวิจัย คือ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรเป็นอย่างไร และ 2) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เมื่อเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร ดังจะกล่าวถึงต่อไปตามลำดับ

#### สรุปผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ค้นพบแนวทางที่เหมาะสม ในทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูจะต้องเลือกสถานการณ์ปัญหาที่มีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน หรือเป็นสถานการณ์ปัญหาที่มีความน่าสนใจในปัจจุบัน เช่น สถานการณ์ เกี่ยวกับราคาสินค้า การลดราคา กำไร ขาดทุน ซึ่งจะสอดคล้องกับความรู้คณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ ปัญหา ร้อยละ เป็นต้น เพื่อช่วยกระตุ้นความกระตือรือร้นของนักเรียนในการร่วมกิจกรรม โดยนักเรียน จะต้องสามารถระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์ได้ เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดตัวแปร ในขั้นตอนถัดไปได้้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถระบุความสัมพันธ์ ของปัญหาโดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ได้ ครูจะต้องทำความเข้าใจสถานการณ์นั้นๆ เป็นอย่างดี จะช่วยให้การอธิบายให้นักเรียนได้เข้าใจสถานการณ์ได้ชัดเจน ซึ่งก็จะส่งผลให้นักเรียนระบุ ความสัมพันธ์ของปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร ขั้นตอนนี้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลมากขึ้น เนื่องจากนักเรียนจะต้องทำการเปลี่ยนความสัมพันธ์ของปัญหาให้อยู่ในรูปของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นครูควรเน้นย้ำ ให้คำแนะนำ และอธิบายการสร้างตัวแปรที่ถูกต้อง และคอยใช้คำถามกระตุ้น ตัวอย่างคำถามที่ควรใช้นั้นได้แก่ “ประเด็นใดที่นักเรียนคิดว่าเกี่ยวข้องกับสถานการณ์นี้” “ความรู้คณิตศาสตร์อะไรบ้างที่สถานการณ์นี้ต้องการ” “นักเรียนคิดว่าประเด็นที่เลือกสอดคล้องกับความรู้คณิตศาสตร์ที่เลือกใช้หรือไม่” เป็นต้น เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจแนวทางที่ถูกต้อง นักเรียนจะสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการพิจารณาความสัมพันธ์ เพื่อเปลี่ยนความสัมพันธ์นั้นให้อยู่ในรูปของตัวแปรได้

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนนี้ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการหาข้อสรุปของปัญหา ซึ่งนักเรียนจะได้ดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 โดยการนำตัวแปรที่ได้มาทำการสร้างตัวแบบและหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ โดยครูควรมีตัวอย่างของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงและหลากหลาย จากนั้นครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง ซึ่งครูคอยแนะนำ และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา และการอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ได้ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ ในขั้นตอนนี้จะช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์กระบวนการของนักเรียนว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่ และวิเคราะห์ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่าผลลัพธ์ที่ได้มานั้น มีความเหมาะสมหรือไม่ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ สามารถตรวจสอบผลลัพธ์ได้ได้อย่างไร โดยครูควรให้นักเรียนได้อภิปรายกระบวนการแก้ปัญหาในชั้นเรียน เพื่อให้ นักเรียนได้ใช้ความคิดในการวิเคราะห์ ครูควรหมั่นตรวจสอบว่านักเรียนมีกระบวนการและตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่เน้นให้นักเรียนได้ตรวจสอบกระบวนการตั้งแต่ต้นจนจบอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาด ซึ่งอาจส่งผลต่อผลลัพธ์และความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้ นักเรียนสามารถทำควบคู่ไปกับขั้นตอนที่ 1-4 ได้ ระหว่างที่เจอข้อผิดพลาด นักเรียนจะต้องช่วยกันแก้ไข ปรับปรุงให้ถูกต้อง โดยให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันแก้ปัญหาเองก่อน หรืออาจให้เพื่อนระหว่างกลุ่มร่วมกันพิจารณาและหาวิธีแก้ไขร่วมกัน ซึ่งครูคอยให้คำแนะนำจนนักเรียนสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียน ได้พิจารณาความสมเหตุสมผลของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ แล้วตัดสินใจนำตัวแบบไปประยุกต์ ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ โดยนักเรียนจะต้องอธิบายกระบวนการที่ได้ผลลัพธ์มาอย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล รวมไปถึงสถานการณ์ที่นักเรียนจะนำไปประยุกต์ใช้ ว่าเหตุใดจึงนำไปใช้กับ สถานการณ์นั้น และสามารถดำเนินการได้อย่างไร ซึ่งนักเรียนอาจได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิด ซึ่งกันและกัน จะทำให้นักเรียนได้พูดคุยและปรึกษากัน ทำให้เกิดความรู้ที่หลากหลาย ครูจึงควรจัด ให้นักเรียนได้อธิบายร่วมกัน โดยครูคอยตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ในการประยุกต์ สถานการณ์นั้น

2. ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ และอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลใบกิจกรรมโดยเปรียบเทียบกับผลของแบบทดสอบการรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล การหาข้อสรุปของปัญหา อยู่ในระดับดี ส่วนการพิจารณา ความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา อยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความ สอดคล้องกัน ผลการวิจัยโดยภาพรวม พบว่า นักเรียนที่ได้เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เป็นความสามารถในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาในการนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล จากสถานการณ์ปัญหาเพื่อนำไปสู่การเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง พบว่า ในช่วงแรกนักเรียน ยังไม่สามารถระบุปัญหาได้ และยังไม่สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของปัญหาได้ จึงไม่สามารถ ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้ชัดเจน เนื่องจากนักเรียนไม่แก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา ในลักษณะเช่นนี้ ทำให้ต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ ต่อมานักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลจากสถานการณ์โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาช่วย ในการวิเคราะห์ ได้ถูกต้อง ทำให้สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

2.2 การหาข้อสรุปของปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ข้อมูลจากปัญหาหรือ สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาหรือ สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ พบว่า ในช่วงแรกนักเรียนสามารถหาคำตอบได้ แต่ไม่สามารถ อธิบายได้ว่าข้อมูลจากปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความรู้ทางคณิตศาสตร์

ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาคืออะไร ต่อมานักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นสามารถนำข้อมูลและความรู้  
คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ ตลอดจนสามารถหาข้อสรุปของปัญหา  
และผลลัพธ์ได้อย่างถูกต้อง

2.3 การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา เป็นความสามารถ  
ในการอธิบายข้อสรุปปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์  
สนับสนุน หรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล พบว่า ในช่วงแรกนักเรียนไม่สามารถนำความรู้  
คณิตศาสตร์มาใช้ในการสนับสนุนหรือคัดค้านได้ ส่วนใหญ่มักตอบได้ว่า สมเหตุสมผล แต่ไม่  
สามารถอธิบายได้ ว่าเพราะเหตุใดจึงสมเหตุสมผล ต่อมานักเรียนสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์  
ที่เกี่ยวข้อง หรือนำข้อมูลที่มีมาใช้ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา  
ได้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

#### อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์  
ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน  
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม  
ต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถอภิปรายได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา การเลือกสถานการณ์ปัญหาที่มีความใกล้เคียงกับชีวิต  
ประจำวัน หรือเป็นสถานการณ์ปัญหาที่มีความน่าสนใจในปัจจุบัน ซึ่งนักเรียนอาจไม่เคยได้เรียนรู้  
มาก่อน จะช่วยกระตุ้นความกระตือรือร้นของนักเรียนในการร่วมกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับอำนาจ  
วิชาพล (2556) ที่กล่าวว่า กิจกรรมที่สร้างขึ้นเป็นเรื่องเกี่ยวกับเรื่องใกล้ตัวหรือชีวิตจริงจึงทำให้  
นักเรียนมีความสนใจ พร้อมทั้งเห็นคุณค่าของการเรียนคณิตศาสตร์ว่าสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้  
โดยนักเรียนจะต้องสามารถระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์ได้ เพื่อนำไปใช้ในการกำหนด  
ตัวแปรในขั้นตอนถัดไปได้้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถระบุ  
ความสัมพันธ์ของปัญหาโดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ได้ ครูจะต้องทำความเข้าใจสถานการณ์นั้นๆ  
เป็นอย่างดี จะช่วยให้การอธิบายให้นักเรียนได้เข้าใจสถานการณ์ได้ชัดเจน ซึ่งก็จะส่งผลให้  
นักเรียนระบุความสัมพันธ์ของปัญหาได้ สอดคล้องกับวิชัย เสวกงาม (2557) ครูต้องมีความเข้าใจ  
ในสถานการณ์อย่างลึกซึ้งและสามารถสอนให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดขั้นสูง ซึ่งการสอนความรู้  
ในเนื้อหาผนวกกับการใช้สถานการณ์ จะช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม



ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร นักเรียนร่วมกันทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ซึ่งนักเรียนจะต้องทำการเปลี่ยนความสัมพันธ์ของปัญหาให้อยู่ในรูปของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นครูควรเน้นย้ำ ให้คำแนะนำ และอธิบายการสร้างตัวแปรที่ถูกต้อง และคอยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวทางที่ถูกต้อง นักเรียนจะสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการพิจารณาความสัมพันธ์ เพื่อเปลี่ยนความสัมพันธ์นั้นให้อยู่ในรูปของตัวแปรได้ ซึ่งสอดคล้องกับสกล ตั้งเก้ายกุล (2560) ครูมีหน้าที่กระตุ้นและสนับสนุนความคิดของนักเรียนโดยการใช้คำถามเป็นหลัก คำถามที่ใช้ควรเหมาะสมกับการสนับสนุนการคิดของนักเรียนเป็นคำถามที่มีเงื่อนไขในการตอบที่ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป หรือมีขอบเขตในการตอบที่ไม่กว้างหรือแคบจนเกินไป เป็นคำถามที่สามารถสื่อความหมายได้ง่าย ชัดเจน ตรงประเด็น กระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด การอภิปรายและการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มความสามารถ

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการหาข้อสรุปของปัญหาโดยใช้ข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 โดยการนำตัวแปรที่ได้มาทำการสร้างตัวแบบและหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ ครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง โดยผู้วิจัยคอยแนะนำและให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา อธิบายพร้อมยกตัวอย่างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ ในสถานการณ์อื่น และการอธิบายความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสาวิตรี มูลสุวรรณ (2557) การที่นักเรียนจะสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ และเข้าใจกระบวนการสร้างแผนภาพตัวแทนนั้นในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ นั้น ครูควรมีการจัดเตรียมจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการสอน ลำดับของเนื้อหาที่จะใช้สอน คำถามที่จะใช้ถามนักเรียน ให้มีความสอดคล้องกัน และเหมาะสมกับเวลา

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ นักเรียนจะต้องวิเคราะห์กระบวนการของนักเรียนว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่ และวิเคราะห์ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่าผลลัพธ์ที่ได้มานั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ สามารถตรวจสอบผลลัพธ์ได้ได้อย่างไร ซึ่งเป็นวิธีที่นักเรียนไม่ โดยครูควรเน้นไปที่การอธิบายกระบวนการแก้ปัญหา และพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดในการวิเคราะห์ ครูควรหมั่นตรวจสอบว่านักเรียนมีกระบวนการและตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับ GAIMME (2016) ที่ว่าครูจะมีบทบาทในการจัดระเบียบ ตรวจสอบ จัดกลุ่มใหม่ ซึ่งในชั้นการประเมินนักเรียน ครูจะต้องมีการประเมินนักเรียนโดยที่เน้นไปการให้นักเรียนได้อธิบายถึงกระบวนการในการทำหรือวิธีการทำงานแบบกลุ่มของนักเรียน แต่ว่าผลลัพธ์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้เนื่องด้วยนักเรียน

มีอิสระในการเลือกตัวแปรเพื่อทำการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งส่วนสำคัญที่สุดในการประเมินนักเรียนนั้นอยู่ที่กระบวนการทำงานของนักเรียนและผลลัพธ์ที่ได้ออกมา

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ การที่นักเรียนได้ตรวจสอบกระบวนการตั้งแต่ต้นจนจบอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาด ที่อาจส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้ นักเรียนสามารถทำควบคู่ไปกับขั้นตอนที่ 1-4 ได้ ระหว่างที่เจอข้อผิดพลาดนักเรียนจะต้องช่วยกันแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง โดยให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันแก้ปัญหาเองก่อน หรืออาจให้เพื่อนระหว่างกลุ่มร่วมกันพิจารณาและหาวิธีแก้ไขร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับคันทันนีย์ เณรเทียน (2560) การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ควรเน้นการให้นักเรียนทำงานร่วมกันแบบเป็นกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจเปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหากระตุ้นการคิดโดยใช้คำถามระดับสูง จะช่วยส่งเสริมทักษะการคิดและทักษะการสื่อสารและการร่วมมือให้กับนักเรียนอีกด้วย ซึ่งครูคอยให้คำแนะนำจนนักเรียนสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้พิจารณาความสมเหตุสมผลของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ แล้วตัดสินใจนำตัวแบบไปประยุกต์ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ โดยให้นักเรียนอธิบายกระบวนการที่ได้ผลลัพธ์มาอย่างถูกต้องสมเหตุสมผล รวมถึงไปถึงสถานการณ์ที่นักเรียนจะนำไปประยุกต์ใช้ ว่าเหตุใดจึงนำไปใช้กับสถานการณ์นั้น และสามารถดำเนินการได้อย่างไร ซึ่งนักเรียนจะต้องได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดซึ่งกันและกัน จะทำให้นักเรียนได้พูดคุยและปรึกษากัน ทำให้เกิดความรู้ที่หลากหลาย ครูควรจัดให้นักเรียนได้อธิบายร่วมกัน โดยครูคอยตรวจสอบความถูกต้องและเป็นไปได้ในการประยุกต์สถานการณ์นั้น ซึ่งสอดคล้องกับพีชานิกา เพชรสังข์ (2557) เสนอแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ต้องฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลายและต่อเนื่องผ่านการแลกเปลี่ยนความคิด พูดอธิบายชี้แจงด้วยเหตุผลจึงควรจัดกิจกรรมโดยใช้แนวทางการสืบเสาะเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสในการสืบค้นคาดการณ์ค้นหาวิธีการพิสูจน์สังเกตแบบบูรณาการรวมถึงครูควรจัดบรรยากาศให้กับนักเรียนรู้สึกกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นในกรณีต่างๆ

2. ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการใช้เครื่องมือทั้งสองชนิด ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการจัดการเรียนรู้จำแนกตามองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 นักเรียนพัฒนาความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นที่ 1 ระบุปัญหาและชั้นที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร พบว่า นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา สิ่งที่เป็นประเด็นปัญหา และระบุนิยามคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ซึ่งจากการทำใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการนักเรียนทำได้ดีขึ้นตามลำดับ และนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถดังกล่าวในการทำแบบทดสอบอยู่ในระดับดีขึ้นไป เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงและเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสนใจ ได้แก่ "ล้อมรั้วกันเถาะ" สถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 1 เป็นเรื่องรวมเกี่ยวกับการล้อมรั้วบ้านในพื้นที่จำกัด "ไวรัส" สถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 2 เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับยอดผู้ติดเชื้อไวรัสโควิด 19 และยอดผู้รักษาหาย และ "ร้านแฮมเบอร์เกอร์" สถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 3 เป็นเรื่องราวของร้านแฮมเบอร์เกอร์ที่ต้องจัดเตรียมวัตถุดิบต่างๆ ให้เหมาะสมกับจำนวนที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งจากทั้ง 3 สถานการณ์เป็นสถานการณ์ที่ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น เกิดข้อสงสัย อยากหาคำตอบ ส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจอยากที่จะเรียนรู้ และเนื่องจากสถานการณ์ที่ให้มาเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล นำไปสู่การคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเทพสุดา เกตุทอง (2551) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำกระบวนการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้มีหลักการสำคัญของกระบวนการคือ เน้นการแก้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง หรือสถานการณ์ปัญหาเสมือนในชีวิตจริง และสอดคล้องกับงานวิจัยของชนน คันธาวัดร์ (2562) ที่กล่าวว่า บริบทจากสถานการณ์จำลองเป็นประโยชน์สำหรับการกระตุ้นความสามารถของนักเรียนในวิเคราะห์คำถาม

2.2 นักเรียนพัฒนาความสามารถในการหาข้อสรุปของปัญหา จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และชั้นที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ ในขั้นตอนนี้นักเรียนนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กัน หรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ นักเรียนทำการพิจารณาถึงความสมเหตุสมผล และความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เมื่อนำกลับมาอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริง นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและหาข้อสรุปของปัญหาอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งจากการทำใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการนักเรียนทำได้ดีขึ้นตามลำดับ และนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถดังกล่าวในการทำแบบทดสอบอยู่ในระดับดีขึ้นไป แต่ก็พบว่า นักเรียน

บางคนสามารถหาข้อสรุปของปัญหาได้เมื่อทำกิจกรรมกลุ่ม แต่เมื่อได้ทำแบบทดสอบ พบว่า ยังไม่สามารถหาข้อสรุปของปัญหาได้อย่างชัดเจน หรือบางคนสามารถหาข้อสรุปได้แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าใช้ความรู้อะไรในการแก้ปัญหา อาจเป็นในตอนทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนได้ร่วมพูดคุย อธิบาย แลกเปลี่ยนความรู้กัน รวมไปถึงตัวผู้วิจัยก็ร่วมพูดคุย และใช้คำถามกระตุ้นความคิด นักเรียนจนเกิดความรู้ในการแก้ปัญหา ส่วนในการทำแบบทดสอบนักเรียนไม่สามารถปรึกษา หรือพูดคุยกับใครได้ จึงไม่สามารถหาข้อสรุปของปัญหาได้ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อมรรัตน์ เตยหอม (2563) การให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบของตนเองก่อน เมื่อได้คำตอบของตนเองแล้ว จากนั้นให้นักเรียนนำคำตอบมาอภิปรายร่วมกับคู่ของตน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้สนทนาซักถามอภิปรายเนื้อหา รวมถึงแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อหาคำตอบ ที่ดีที่สุด ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันแสดงแนวคิด หาความสัมพันธ์ และแสดงข้อสรุปได้อย่าง สมเหตุสมผล และสอดคล้องกับผลการวิจัยของอัมพร ม้าคนอง (2554) ที่กล่าวว่า การใช้คำถาม ของครูมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและการมีส่วนร่วมของนักเรียนในชั้นเรียน บางครั้ง เมื่อนักเรียนตอบคำถามหรือคิดไม่ได้ แต่ครูช่วยเหลือด้วยการแนะหรือตั้งคำถามใหม่ที่ง่ายกว่า หรือเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถคิดได้ นักเรียนจะค่อยๆ ตอบได้ และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหา และหาข้อสรุปที่ต้องการได้

2.3 นักเรียนพัฒนาความสามารถในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของ ปัญหา จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นที่ 5 ทำซ้ำ และ ชั้นที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งจากการทำใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการนักเรียนมี พัฒนาการอยู่ในระดับพอใช้ และนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถดังกล่าวในการทำแบบทดสอบ อยู่ในระดับพอใช้เท่านั้น ซึ่งองค์ประกอบนี้นักเรียนมีพัฒนาการค่อนข้างน้อย พบว่า นักเรียนยังไม่ สามารถเขียนอธิบายได้ความสมเหตุสมผลได้ชัดเจน นำความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ในการเขียน อธิบายถึงความสมเหตุสมผลได้เพียงเล็กน้อย จากการที่ผู้วิจัยได้พูดคุยสอบถามนักเรียนระหว่าง ทำกิจกรรมพบว่านักเรียนสามารถอธิบายถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้ โดยสังเกตจาก การตอบคำถามว่านักเรียนสามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใดได้บ้าง นักเรียนสามารถอธิบายได้แต่ยังไม่ละเอียด และเมื่อนักเรียนเขียนบันทึกลงในใบกิจกรรมนักเรียน จึงเขียนได้ไม่ชัดเจน เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการเขียนอธิบาย จึงส่งผลให้เขียนไม่ชัดเจน ในบางประเด็นทำให้ผู้วิจัยได้รับข้อมูลที่ไมเพียงพอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณารัตน์ อยู่สุข (2555) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัด สภาพการณ์ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ได้ให้เหตุผลผ่านการอธิบายและเขียนบรรยายได้เสนอ

หลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างหนึ่งว่า เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลแสดงแนวคิดอย่างอิสระผ่านการพูดหรือเขียน โดยมีการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์วางแผนการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างความคาดการณ์ข้อสรุปและการตัดสินใจหรือยืนยันข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูควรเลือกสถานการณ์ให้เหมาะสม และมีความใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจในการทำกิจกรรม และสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันจะช่วยให้เรียนมองความสัมพันธ์ของปัญหาได้ดีขึ้น

1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูควรให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เช่น การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การอภิปรายร่วมกันระหว่างกลุ่ม และการอภิปรายร่วมกันทั้งห้อง เพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่หลากหลาย ซึ่งจะช่วยให้เรียนแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันคิดในแต่ละขั้นตอนตลอดการทำกิจกรรม ภาษาที่ใช้ควรเป็นภาษาทางคณิตศาสตร์ที่เข้าใจได้ง่าย เพื่อให้นักเรียนสามารถคิดได้อย่างต่อเนื่อง ตลอดจนแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

1.4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูควรจัดเตรียมตัวอย่างของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในหลากหลายรูปแบบในสถานการณ์ที่แตกต่าง จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจรูปแบบการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประเด็นหลักในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

1.5 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูควรอธิบายรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ให้นักเรียนเข้าใจก่อนที่จะเริ่มทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน รวมไปถึงการอธิบายวิธีการเขียนตอบในแต่ละประเด็นให้ชัดเจน จะช่วยให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

## 2. ข้อเสนอแนะในการทำงานวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ที่ต้องบูรณาการความรู้คณิตศาสตร์ที่หลากหลายในการแก้ปัญหา เนื่องจากปัญหาในชีวิตจริงมีความสอดคล้องกับความรู้ในหลายๆ ประเด็น ในการแก้ปัญหาแต่ละครั้ง อาจจะต้องใช้ความรู้ที่หลากหลาย เพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

2.2 ควรศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมหรือพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่นๆ เช่น ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการแก้ปัญหา เป็นต้น เนื่องจากมีองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ เช่น การใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการหาความสัมพันธ์และการแก้ปัญหา จะต้องใช้ทักษะความเชื่อมโยงในการเปลี่ยนสถานการณ์ในโลกจริงให้เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และต้องใช้ทักษะการสื่อสารในเขียน แสดงการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2546). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กฤษมันต์ วัฒนานรงค์. (2554). *การพัฒนาสมรรถนะของพื้นฐานทักษะการใช้เหตุผล*. สืบค้น 22 กรกฎาคม 2562, จาก <https://www.thairath.co.th/content/218036>
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สืบค้น 22 กรกฎาคม 2562, จาก [http://www.thaischool.in.th/\\_files/thaischool/04.pdf](http://www.thaischool.in.th/_files/thaischool/04.pdf)
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์และการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ชนน คันธวัตร์, วรินทร์ สุภาพ, และจักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา*, 30(1), 138-152.
- ชัยอนันต์ สมุทวณิช. (2540). *Good governance กับการปฏิรูปการศึกษา การปฏิรูปการเมือง*. กรุงเทพฯ: สายธาร.
- เทพสุดา เกตุทอง. (2551). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดลพบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นาเดีย กองเบ็ง. (2555). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การกระบวนการแอบสแตรกชันที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



- พีชาณิกา เพชรสังข์, และอัมพร ม้าคนอง. (2557). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษาจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย*, 9(3), 16-30.
- วรรณารถ อยู่สุข. (2555). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตอบใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลัก คณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์.
- วิชัย เสวกงาม. (2557). ความสามารถในการให้เหตุผลความสามารถที่จำเป็นสำหรับนักเรียน ในศตวรรษที่ 21. *วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 42(2), 207-223.
- วีรพล เทพบรรหาร, และไพโรจน์ น่วมน่วม. (2560). ผลการใช้ตัวแทนทางความคิดและตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับแนวคิดการสอนแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา ตอนต้น. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 12(2), 255-272.
- คันสนีย์ เณรเทียน. (2560). การเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านปัญหาในชีวิตจริงที่เน้นการสร้างแบบ จำลองทางคณิตศาสตร์. *วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 45(2), 238-253.
- ศิริชรินทร์ ยศสวรินทร์, รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์, เสริมศรี ไทยแท้, และสุกัญญา หะยีสลา. (2559). กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 30(1), 249-264.
- ศิริมา วงษ์สกุลดี. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เชิงรุกที่มี ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 8(2), 1265-1281.

สกล ตั้งแก้วสกุล, และอัมพร ม้าคนอง. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด  
การใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริม  
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษาจุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย, 12(3), 444-445.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*.  
กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ก). *ทักษะและกระบวนการทาง  
คณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: 3-คิวมีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระ  
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2556*.  
กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *การศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับ  
โรงเรียนไทย: การพัฒนา-ผลกระทบ-ภาวะถดถอยในปัจจุบัน*. สืบค้น 22 กรกฎาคม 2562,  
จาก <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSWUduVm1XWVVIIdlk/view>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS  
2015*. สืบค้น 20 กรกฎาคม 2562, จาก [https://drive.google.com/file/d/19xvsLP\\_bLN8q6wkzX9hVlv\\_TS4hyuGa/view](https://drive.google.com/file/d/19xvsLP_bLN8q6wkzX9hVlv_TS4hyuGa/view)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS  
2015*. สืบค้น 20 กรกฎาคม 2562, จาก <https://drive.google.com/file/d/0Bza8voFmdFsrRGIYbmdPa0pkXzg/view>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระ  
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6*. สืบค้น 20 กรกฎาคม 2562,  
จาก <http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualMathP4-P6.pdf>

สาวิตรี มูลสุวรรณ. (2557). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟไอพีเอสที่มีต่อ  
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการใช้ตัวแทนความคิดทาง  
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต)*.  
กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2556). *นิยามความสามารถของนักเรียนด้านภาษา ด้านคำนวณ และด้านเหตุผล*. กรุงเทพฯ: ชุมชมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ. (2553). *การเปลี่ยนแปลงโลกของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และการพัฒนาสู่ "ครูมืออาชีพ"*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- อมรรัตน์ เตยหอม, สุวรรณมา จุ้ยทอง, และฐิติพร พิชญกุล. (2563). ผลการเรียนรู้รูปแบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 7(3), 2-7.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อำนาจ วิชาพล. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงในชีวิตจริง เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เบญจมราชาลัย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 8(2), 81-87.
- Ang Keng Cheng. (2001). Teaching mathematical modelling in Singapore schools. *The Mathematics Educator*, 6(1), 63-75.
- Artzt, A., & Yolo-Femia, S. (1999). Mathematical reasoning during small-group problem solving. *Developing mathematical reasoning in grades K-12*, 61, 115.
- Baroody, A.J., & Coslick, R.T. (1993). *Problem solving, reasoning, and communicating, K-8. Helping children think mathematically*: Prentice Hall.
- Brodie, K. (2009). *Teaching mathematical reasoning in secondary school classrooms*. Springer Science & Business Media.
- Cooney, T.J., Brown, S.I., Dossey, J.A., Schrage, G., & witmann, E.C. (1996). *Mathematics, pedagogy, and secondary teacher education*. N.P.: n.p.
- Chan, E.C.M. (2016). *Mathematical modelling as problem solving for children in the Singapore mathematics classrooms*. *Journal of Science and Mathematics Education Southeast Asia*.

- English, L.D. (2006). Mathematical modeling in the primary school: Children's construction of a consumer guide. *Educational studies in mathematics*, 63, 303-332.
- Heaton, R.M. (2000). *Teaching mathematics to the new standard: Relearning the Dance*. N.P.: Teachers College.
- Krulik, S., & Rudnick, J.A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*. N.P.: Allyn and Bacon.
- Malloy, C.E. (1999). *Developing mathematical reasoning in the middle grades: Recognizing diversity. Developing mathematical reasoning in Grades K-12*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Maria, L.H., Rachel, L., Mathew, D.F.K., & Rose, M.Z. (2016). Mathematical modeling in the high school curriculum. *The national Council of Teachers of Mathematics*, 110(5), 336-342.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics: National of Teachers of K-8: Helping children think mathematically*. N.P.: Prentice Hall.
- O'Daffer, P.G., & Thornquist, B.A. (1993). *Critical thinking, mathematical reasoning, and proof. Research Ideas for the Classroom High School Mathematics*. New York: Mac Millan.
- Sun Hee Kim, & Soojin Kim. (2010). The effects of mathematical modeling on creative production ability and self-directed learning attitude. *Asia Pacific Education Review*, 11(2), 109-120.
- Ross, K.A. (1998). Doing and proving: The place of algorithms and proofs in school mathematics. *The American mathematical monthly*, 105(3), 252-255.
- Russell, S.J. (1999). Mathematical reasoning in the elementary grades. *Developing mathematical reasoning in grades K-12*, 61, 1.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หัวข้อเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์  
รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเยี่ยม  
อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อัมรังสิตถิษฐกุล  
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์  
นางลักขณา อุบแก้ว  
ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
โรงเรียนบ้านวังหินของ อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

## ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

3. ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียน

4. ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

<b>แผนการจัดการเรียนรู้</b>		
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	วิชาคณิตศาสตร์	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ภาคเรียนที่ 1		ปีการศึกษา 2563
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน		เวลา 12 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ		เวลา 3 ชั่วโมง
ครู นางสาวรณช หลวงจันทร์	วันที่ .....	

---

### 1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค. 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการสมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

### 2. ตัวชี้วัด

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

### 3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ เริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบ

คำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ อาจหาได้โดยเขียนร้อยละในรูปเศษส่วน หรือใช้บัญญัติไตรยางศ์

### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 4.1 ด้านความรู้

4.1.1 นักเรียนสามารถระบุตัวแปรของโจทย์ปัญหาได้

4.1.2 นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหาร้อยละ

โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้

#### 4.2 ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4.2.1 นักเรียนสามารถแปลงปัญหาสถานการณ์ให้อยู่ในรูปของตัวแปรพร้อมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้

4.2.2 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถหาข้อสรุปของปัญหาคำตอบของปัญหาสถานการณ์ได้

#### 4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน (ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์)



## 5. สารระการการเรียนรู้

การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ และการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

## 6. สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

- 6.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 6.2 ความสามารถในการคิด
- 6.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 6.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

## 7. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-2 (120 นาที)

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน (15 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้เรื่อง ความหมายของร้อยละ และวิธีการแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ โดยการเขียนร้อยละให้อยู่ในรูปเศษส่วน และการใช้บัญญัติไตรยางศ์

2. ครูอธิบายสมบัติทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เช่น สมบัติการบวก และสมบัติการลบ สมบัติการคูณ สมบัติการหารและสมบัติการแจกแจง

3. ครูร่วมสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องร้อยละที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่นักเรียนได้พบเจอ (แนวคำตอบ คือ การลดราคาของสินค้า การแบ่งพื้นที่เพาะปลูก จำนวนคน)

ขั้นสอน

1. แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน โดยคละความสามารถ

2. ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาบนกระดาน พร้อมทั้งแจกใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งมี 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา (20 นาที)

ครูเริ่มต้นด้วยการนำเสนอปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยยกสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1 ล้อมรั้วกันเถาะ

หนูนิดต้องการสร้างบ้านบนเนื้อที่ 1 ไร่ แต่ก่อนที่จะสร้างบ้านนั้น หนูนิดจะต้องล้อมรั้วบ้านก่อน ซึ่งพื้นที่ของบ้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีความยาวด้านกว้างคิดเป็น 25% ของความยาวด้านยาว อยากรวบว่าพื้นที่บ้านของหนูนิดจะต้องมีความยาวด้านกว้าง และด้านยาวเท่าใดจึงจะล้อมพื้นที่ของบ้านได้พอดี

นักเรียนในกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูลและอธิบายความเข้าใจของตนเอง แล้วกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ พร้อมทั้งระบุได้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นเรื่องอะไร และจะแก้ปัญหได้อย่างไร

และเขียนลงในข้อที่ 1 ของใบกิจกรรม โดยครูอาจใช้คำถามกระตุ้นว่า นักเรียนคิดว่า นักเรียนเข้าใจ สถานการณ์ปัญหานี้หรือไม่ อย่างไร จากสถานการณ์ต้องทราบอะไรบ้าง เป็นปัญหาเกี่ยวกับเรื่องใด และนักเรียนจะต้องแก้ปัญหาอย่างไร ทำไมจึงแก้ปัญหาเช่นนั้น แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรม ข้อที่ 1

### ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร (25 นาที)

นักเรียนนำประเด็นจากข้อที่ 1 เพื่อนำมาพิจารณาความสัมพันธ์ แล้วบันทึกลงในคำถาม ข้อที่ 2 ในใบกิจกรรม

ครูอาจแนะวิธีการ โดยการใช้คำถามว่า นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ก่อน หรือสามารถ แก้ปัญหาได้พร้อมกัน และเพราะเหตุใดจึงทำเช่นนั้น

ครูและนักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดตัวแปรที่สำคัญจากข้อความที่กำหนดให้ ในสถานการณ์

#### ตัวอย่าง

พื้นที่ของบ้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีความยาวด้านกว้างคิดเป็น 25% ของความยาว ด้านยาว

ให้ A แทน พื้นที่ของบ้าน

X แทน ความยาวด้านกว้าง

Y แทน ความยาวด้านยาว

ให้นักเรียนอธิบายความหมายของความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัว โดยครูใช้คำถาม กระตุ้น เช่น แต่ละตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างไร หรือทำไมจึงกำหนดตัวแปรเช่นนั้น

### ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (45 นาที)

นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาตัวแบบ เจริญคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของปัญหาและให้นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างตัวแบบเจริญคณิตศาสตร์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบสมการ ตาราง รูปภาพ เป็นต้น ที่เป็นของตนเองเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในข้อที่ 1 โดยใช้ข้อมูลจากข้อที่ 2 ของใบกิจกรรมที่ 1 โดยนักเรียน จะต้องเขียนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดลงในข้อที่ 3 ของใบกิจกรรม

ครูสามารถแนะนำวิธี โดยการใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถเขียนตัวแบบ เจริญคณิตศาสตร์ได้ และสามารถอธิบายเหตุผลได้ เช่น จากความสัมพันธ์ของข้อมูลนักเรียนจะนำมา จัดให้อยู่ในรูปของตัวแบบเจริญคณิตศาสตร์แบบใดได้บ้าง เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเขียนตัวแบบ เจริญคณิตศาสตร์เช่นนั้นและใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้บ้าง

**ตัวอย่างที่ 1**

จากข้อมูลในข้อที่ 2 เราจะสามารถเขียนความสัมพันธ์ของปัญหาได้ดังนี้

พื้นที่ของที่ดินเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หาได้จาก ความยาวด้านกว้าง  $\times$  ความยาวด้านยาว

จะได้ว่า  $X \times Y = 1,600$  ตารางเมตร

และเมื่อพิจารณาข้อความ

พื้นที่ของที่ดิน เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความยาวด้านกว้างคิดเป็น 25% ของความยาว

ด้านยาว

จะได้ว่า  $X = 25\%$  ของ  $Y$

$$X = \frac{25}{100} Y$$

**ตัวอย่างที่ 2 แสดงในรูปแบบตาราง**

พื้นที่ (ตารางเมตร)	กว้าง (เมตร)	ยาว (เมตร)	ด้านกว้างคิดเป็นกี่ % ของด้านยาว
1600	80	20	400
1600	70	22.86	306.2117235
1600	60	26.67	224.9718785
1600	50	32	156.25
1600	40	40	100
1600	30	53.33	56.25351584
1600	20	80	25
1600	10	160	6.25
1600	9	177.78	5.06243672
1600	8	200	4

**ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ (20 นาที)**

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เกิดจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกลุ่มตนเอง

ตัวอย่าง

เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้คือ ความกว้าง 20 เมตร และความยาว 80 เมตร

นักเรียนในกลุ่มช่วยกันตรวจสอบด้วยวิธีการอื่นๆ ว่าสามารถหาคำตอบได้เช่นเดียวกัน

หรือไม่ เช่น บัญญัติไตรยางศ์ หรือการเขียนในรูปเศษส่วน

ครูให้นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกลุ่มตนเอง

ครูให้นักเรียนพิจารณาคำตอบของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของตนเองว่าสามารถแก้ปัญหาหรือหาคำตอบให้ข้อที่ 1 ได้หรือไม่เพราะเหตุใด ซึ่งจะต้องนำข้อมูลในข้อที่ 2 และกระบวนการทำในข้อที่ 3 มาเทียบกันแล้วเขียนบันทึกลงในข้อที่ 4 ของใบกิจกรรม

#### ตัวอย่าง

จากการกำหนดตัวแปรในข้อที่ 2 ตัวแปรแต่ละตัวมีความสอดคล้องกัน เมื่อ  $A$ ,  $X$  และ  $Y$  เปลี่ยนไป คำตอบที่ได้ก็จะเปลี่ยนไปด้วย

ครูอาจใช้คำถามเพื่อตรวจสอบ “นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้เป็นจริงหรือไม่ สามารถนำไปใช้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด”

ชั่วโมงที่ 3 (60 นาที)

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ (20 นาที)

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกลับไปดำเนินการตามกระบวนการในขั้นตอนที่ 2 หรือขั้นตอนที่ 3 อีกครั้งถ้าคำตอบจากกระบวนการที่ 4 ยังไม่สมเหตุสมผลหรือผลลัพธ์ที่ได้นั้นยังไม่ถูกต้องหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์หรือต้องการที่จะขยายตัวแบบให้มีความครอบคลุมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

หลังจากที่นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 2, 3 และ 4 เรียบร้อยแล้วนั้นเห็นว่าคำตอบที่ได้จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังไม่สามารถตอบคำถามในข้อที่ 1 ได้ยังไม่สมเหตุสมผลหรือผลลัพธ์ที่ได้นั้นยังไม่ถูกต้องหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์หรือต้องการที่จะขยายตัวแบบให้มีความครอบคลุมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ให้นักเรียนกลับไปแก้ไขกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ถ้านักเรียนเห็นว่าการกำหนดตัวแปรที่มีผลทำให้คำตอบที่ได้นั้นไม่สมเหตุสมผลก็สามารถกลับไปแก้ไขการกำหนดตัวแปรได้ในข้อที่ 2 ของใบกิจกรรม

ครูอาจช่วยแนะนำให้นักเรียนไปปรับแก้ข้อคำถามอื่นๆ “นักเรียนคิดว่าตัวแบบของเรา นั้นเป็นตัวแบบที่ถูกต้องแล้วหรือยังตัวแปรที่กำหนดนั้นสอดคล้องกันหรือไม่ อย่างไร”

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (25 นาที)

ครูให้นักเรียนในกลุ่มนำตัวแบบไปใช้ตอบปัญหาและอธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบ พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการใช้ตัวแบบในชีวิตจริง

ครูอาจจะแนะแนวทางได้ “นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้นั้น เป็นคำตอบที่สามารถตอบคำถามในข้อที่ 1 ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด และถ้าในชีวิตจริง ถ้านักเรียนเป็นหนูนิค จะเลือกใช้ตัวแบบ

เชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาหรือไม่ เพราะเหตุใด หรือนักเรียนคิดว่ามีสถานการณ์ใดที่สามารถใช้ตัวแบบนี้ในการแก้ปัญหาได้อีกบ้าง"

### ขั้นสรุป (15 นาที)

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหาร้อยละพร้อมนำเสนอ จากนั้นครูและนักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปว่า การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ เริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบ คำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ อาจหาได้โดยจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การเขียนร้อยละในรูปเศษส่วน หรือใช้บัญญัติไตรยางศ์

## 8. สื่อการเรียนรู้

8.1 สถานการณ์เรื่อง ล้อมรั้วกันเถาะ

8.2 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ล้อมรั้วกันเถาะ

## 9. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีดังนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<b>ด้านความรู้</b> 1. นักเรียนสามารถระบุตัวแปรของโจทย์ปัญหาได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหาร้อยละโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้	วิธีวัดผล: ตรวจใบกิจกรรม เครื่องมือวัดผล: ใบกิจกรรม	นักเรียนทุกกลุ่ม ทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ล้อมรั้วกันเถาะ ได้ถูกต้องร้อยละ 60 ขึ้นไป
<b>ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์</b> 1. นักเรียนสามารถแปลงปัญหาสถานการณ์ให้อยู่ในรูปของตัวแปร พร้อมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ 2. นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถหาข้อสรุปของปัญหาคำตอบของปัญหาสถานการณ์ได้	วิธีวัดผล: ตรวจใบกิจกรรม เครื่องมือวัดผล: ใบกิจกรรม	นักเรียนทุกกลุ่มทำ ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ล้อมรั้วกันเถาะ ได้ในระดับปานกลาง
<b>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</b> นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน (ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์)	วิธีวัดผล: สังเกตพฤติกรรม เครื่องมือวัดผล: แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนทุกคนมี พฤติกรรมในระดับดี ขึ้นไป

**แบบสังเกตพฤติกรรมความมุ่งมั่นในการทำงานในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน**

**คำชี้แจง**

ให้ครูสังเกตพฤติกรรมนักเรียนเกี่ยวกับมุ่งมั่นในการทำงาน โดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่กำหนด แล้วทำเครื่องหมาย/ในช่องคะแนน แล้วสรุปผล กรณีที่ต้องการบันทึกพฤติกรรมที่สังเกตพบเพิ่มเติมให้บันทึกในช่องหมายเหตุ

ที่	ชื่อ - นามสกุล	ผลการประเมินความมุ่งมั่น ในการทำงาน				สรุปผล	หมายเหตุ
		0	1	2	3		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ “มุ่งมั่นในการทำงาน”

พฤติกรรมบ่งชี้	ไม่ผ่าน (0)	ผ่าน (1)	ดี (2)	ดีเยี่ยม (3)
ตั้งใจและ รับผิดชอบใน งานที่มอบหมาย ทำงานด้วยความ เพียรพยายาม และ อดทนเพื่อให้งาน สำเร็จตาม เป้าหมาย	ไม่ตั้งใจ ทำงาน ที่มอบหมาย	ตั้งใจและ รับผิดชอบในการ ทำงานได้รับ มอบหมายให้ สำเร็จ	ตั้งใจและ รับผิดชอบ ในการทำงานที่ ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ มีการ ปรับปรุงและ พัฒนาการทำงาน ให้ดีขึ้น	ตั้งใจและ รับผิดชอบ ในการทำงานที่ ได้รับมอบหมายให้ สำเร็จมีการ ปรับปรุงและ พัฒนาการทำงาน ให้ดีขึ้นภายในเวลา ที่กำหนด

## แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

### สังเกตครั้งที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ จำนวน 4 ชั่วโมง

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

ครู นางสาววรรณฯ หลวงจันทร์

### คำชี้แจง

1. แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ใช้สำหรับการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

2. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยบันทึกรายละเอียดของการสังเกต ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

1.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้หรือไม่ อย่างไร

ได้

ไม่ได้

ไม่แน่ใจ

1.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....



## 1.3 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

.....

.....

## ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

## 2.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้หรือไม่ อย่างไร

1) นักเรียนสามารถระบุตัวแปรจากปัญหาสถานการณ์บริบทในชีวิตจริงได้หรือไม่ อย่างไร

ได้                       ไม่ได้                       ไม่แน่ใจ

.....

.....

## 2.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

## 2.3 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

.....

.....

## ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

## 3.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้หรือไม่ อย่างไร

1) นักเรียนนำตัวแปรมาจัดในรูปแบบความสัมพันธ์ หรือที่เรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

ได้                       ไม่ได้                       ไม่แน่ใจ

.....

.....

2) นักเรียนสามารถแสดงวิธีการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้เรื่องร้อยและความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

ได้                       ไม่ได้                       ไม่แน่ใจ

.....

.....

## 3.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

## 3.3 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

.....

.....

## ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

## 4.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้หรือไม่ อย่างไร

1) นักเรียนพิจารณาความสมเหตุสมผลของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยการใช้ต้องใช้ข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร

ได้                       ไม่ได้                       ไม่แน่ใจ

.....

.....

## 4.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

## 4.3 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

.....

.....

## ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

## 5.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้หรือไม่ อย่างไร

1) นักเรียนสามารถพิจารณากระบวนการดำเนินการทำตั้งแต่ต้นโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผลได้หรือไม่ อย่างไร

ได้                       ไม่ได้                       ไม่แน่ใจ

.....

.....

## 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

## 5.3 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

.....

.....

## ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

## 6.1 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้หรือไม่ อย่างไร

1) นักเรียนสามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผลได้หรือไม่ อย่างไร

ได้                       ไม่ได้                       ไม่แน่ใจ

.....

.....

## 6.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

## 6.3 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

.....

.....

## ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....



2. ให้นักเรียนนำปัญหาจากข้อที่ 1 มากำหนดตัวแปรที่สำคัญที่คาดว่าจะมีผลต่อปัญหาพร้อมทั้งอธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงระบุตัวแปรเช่นนั้น

ระบุตัวแปร

พื้นที่ของบ้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีความยาวด้านกว้างคิดเป็น 25% ของความยาวด้านยาว

ให้ A แทน พื้นที่ของบ้าน

X แทน ความยาวด้านกว้าง

Y แทน ความยาวด้านยาว

เพราะ ความกว้าง และ ความยาว มีผลต่อพื้นที่

.....

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้กำหนดไว้ในข้อที่ 2 มาดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถหาคำตอบของปัญหา พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบว่าใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใดในการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน (แสดงกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด)

พื้นที่ (ตารางเมตร)	กว้าง (เมตร)	ยาว (เมตร)	ด้านกว้างคิดเป็นกี่ % ของด้านยาว
1600	80	20	400
1600	70	22.86	306.2117235
1600	60	26.67	224.9718785
1600	50	32	156.25
1600	40	40	100
1600	30	53.33	56.25351584
1600	20	80	25
1600	10	160	6.25
1600	9	177.78	5.06243672
1600	8	200	4

4. ให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้จากข้อที่ 3 และพิจารณาว่าคำตอบและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นั้น มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถนำไปใช้ได้จริงหรือไม่ พร้อมเขียนอธิบาย (ถ้าคำตอบมีความสมเหตุสมผลแล้วให้ทำข้อที่ 5 ต่อ แต่ถ้ายังไม่สมเหตุสมผลให้กลับไปดำเนินการตามกระบวนการที่ 1-2-3 อีกครั้ง)

คำตอบที่ได้ คือ เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้คือ ความกว้าง 20 เมตร และความยาว 80 เมตร

วิธีตรวจคำตอบ พื้นที่สี่เหลี่ยมหาได้ด้วยสูตร กว้าง × ยาว

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่

สมเหตุสมผล เพราะว่า ด้านกว้างที่ได้มีความยาวน้อยกว่าด้านยาว

สามารถนำไปใช้ได้จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

ได้จริง เพราะการวัดด้านกว้างและด้านยาวมีความสำคัญต่อการล้อมรั้ว

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

5. ให้นักเรียนอธิบาย ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้นั้นสามารถหาคำตอบของปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร และสามารถนำไปใช้กับกรณีใด หรือสถานการณ์ใดบ้าง

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้นั้นสามารถหาคำตอบของปัญหาได้หรือไม่ อย่างไรได้

เพราะตัวแบบที่ได้จะช่วยหาความสัมพันธ์ของด้านกว้างและด้านยาวที่สอดคล้องกับเงื่อนไขได้

สามารถนำไปใช้กับกรณีใด หรือสถานการณ์ใดบ้าง

ใช้ในกรณีที่มีพื้นที่มากกว่าเดิม หรือความสัมพันธ์ของด้านกว้างด้านยาวเปลี่ยนไป

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

แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน

ชื่อ ..... เลขที่ .....

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ครู

นางสาววรรณช หลวงจันทร์

ครูโรงเรียนบ้านวังชะนาง

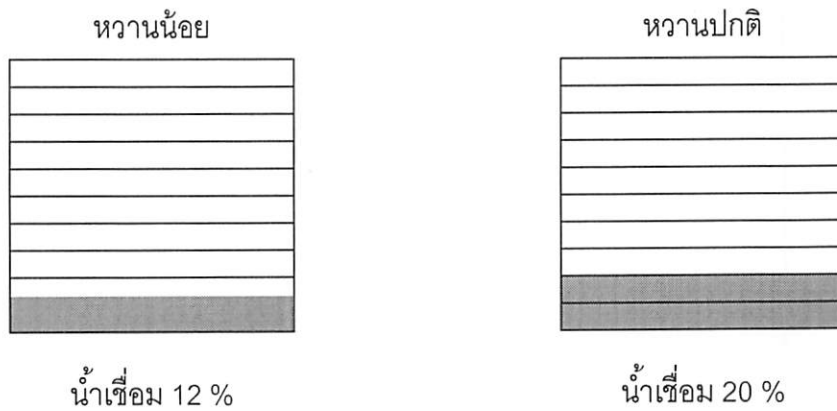
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 1

อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน

สถานการณ์ที่ 1 น้ำเต้าหู้เพื่อสุขภาพ

ร้านขายน้ำเต้าหู้แห่งหนึ่ง มีน้ำเต้าหู้ที่สามารถเลือกระดับความหวานได้ 2 ระดับ ได้แก่ ระดับหวานน้อยซึ่งจะมีน้ำเชื่อมอยู่ 12% ของน้ำเต้าหู้หนึ่งถุง และแบบหวานปกติ ซึ่งจะมีน้ำเชื่อมอยู่ 20% ของน้ำเต้าหู้หนึ่งถุง โดยน้ำเต้าหู้ 1 ถุงมีปริมาตร 250 มิลลิลิตร



จากสถานการณ์ข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำเชื่อมต่อน้ำเต้าหู้หนึ่งถุง

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงเขียนแนวคิดและข้อสรุปจากคำถามต่อไปนี้ "ถ้าลูกค้าต้องการซื้อน้ำเต้าหู้แบบหวานน้อย จำนวน 20 ถุง และแบบหวานปกติจำนวน 35 ถุง แม่ค้าจะต้องเตรียมน้ำเชื่อมไว้ปริมาณเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....



3. "ถ้านักเรียนชื่อน้ำเต้าหู้แบบหวานปกติ 2 ถุง จะได้ปริมาณน้ำเชื่อมเท่ากับน้ำเต้าหู้แบบหวาน 1 ถุง"  
ข้อความข้างต้นเป็นจริงหรือไม่ พร้อมให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

**สถานการณ์ที่ 2 เด็กชอบทดลอง**

นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองเกี่ยวกับความยาวของลวดสปริงอันหนึ่งที่แขวนติดกับเพดานโดยใช้ตุ้มน้ำหนักถ่วง โดยแสดงดังตารางต่อไปนี้

น้ำหนักของตุ้มน้ำหนัก (กรัม)	15	35	55	75
ความยาวของลวดสปริง(เซนติเมตร)	3	7	11	15

จากสถานการณ์ข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายความสัมพันธ์ของความยาวของลวดสปริงและตุ้มน้ำหนัก

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงเขียนแนวคิดและข้อสรุปในการหาความยาวของลวดสปริงที่ถูกถ่วงด้วยตุ้มน้ำหนัก 135 กรัม

.....

.....

.....

.....

.....

3. “น้ำหนักของดื่มน้ำหนัก 45 กรัม จะมีความยาวของหลอดสปริง 20 เซนติเมตร” ข้อความข้างต้น เป็นจริงหรือไม่ พร้อมให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

### สถานการณ์ที่ 3 อาหารเดลิเวอรี่

การส่งของโดยพนักงานขับรถ ซึ่งใช้ถนนเส้นทางเดียวกัน พบว่า อัตราส่วนของเวลา ต่อจำนวนอาหารที่ส่งได้ของบริษัท Grab food และ Line man มีข้อมูลแตกต่างกัน ดังตาราง ต่อไปนี้

Grab food	
เวลา (นาทิจ)	จำนวนอาหารที่ส่งได้ (ชิ้น)
10	2
35	7
45	9
60	12

Line man	
เวลา (นาทิจ)	จำนวนอาหารส่งได้ (ชิ้น)
18	3
30	5
48	8
54	9

จากสถานการณ์ข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายความสัมพันธ์ของเวลากับจำนวนสินค้าที่ส่งได้ของ Grab food และ Line man

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงเขียนแนวคิดและข้อสรุปเพื่อหา "ถ้าต้องการส่งสินค้าจำนวน 120 ชิ้น บริษัท Grab food จะใช้เวลามากกว่าหรือน้อยกว่า Line man และใช้เวลามากกว่าหรือน้อยกว่าอยู่เท่าใด"

.....

.....

.....

.....

.....

3. "หากใช้เวลาในการส่งเท่ากัน บริษัท Grab food จะสามารถส่งสินค้าได้มากกว่า Line man" ข้อความข้างต้นเป็นจริงหรือไม่ พร้อมให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

#### สถานการณ์ที่ 4 บริษัทรถยนต์

ในปี พ.ศ. 2563 ได้มีการเปิดตัวรถยนต์รุ่นใหม่ของบริษัท A และบริษัท B พ่อของเด็กชาย ภูมาที่ต้องการซื้อรถอยู่แล้ว จึงสนใจเข้าทดลองขับเพื่อทดสอบการวิ่งของรถยนต์สองคัน ซึ่งให้ถนนเส้นทางเดียวกันและน้ำมันชนิดเดียวกัน พบว่า อัตราส่วนของระยะทางที่วิ่งได้ต่อเวลาที่ใช้ต่อ ปริมาณน้ำมันที่ใช้ของรถยนต์บริษัท A กับรถยนต์ของบริษัท B มีข้อมูลที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

รถยนต์บริษัท A			รถยนต์ของบริษัท B		
ระยะทางที่วิ่งได้ (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)	น้ำมันที่ใช้ (ลิตร)	ระยะทางที่วิ่งได้ (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)	น้ำมันที่ใช้ (ลิตร)
10	12	0.40	9	6	0.45
15	18	0.60	12	8	0.60
20	24	0.80	15	10	0.75
25	30	1.00	18	12	0.90

จากสถานการณ์ข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายความสัมพันธ์ของระยะทางที่วิ่งได้กับเวลากับน้ำมันที่ใช้

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงเขียนแนวคิดและข้อสรุปเพื่อหา "ถ้าต้องการเดินทาง 225 กิโลเมตร แล้วปริมาณน้ำมันของบริษัท A จะใช้มากกว่าหรือน้อยกว่าปริมาณน้ำมันของรถยนต์บริษัท B อยู่เท่าใด"

.....

.....

.....

.....

.....

3. "หากรถยนต์ทั้ง 2 คัน ใช้เวลาในการวิ่ง 1 ชั่วโมงเท่ากัน แล้วรถยนต์บริษัท A จะวิ่งไปได้ไกลกว่ารถยนต์บริษัท B" ข้อความข้างต้นเป็นจริงหรือไม่ พร้อมให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

**ภาคผนวก ค แบบตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย**

1. แบบตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรมของนักเรียน
2. แบบตรวจสอบคุณภาพของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
3. แบบตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

## แบบตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

แบบตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรมของนักเรียน  
 ประกอบการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรม  
 การเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน  
 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

### คำชี้แจง

แบบตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรมของนักเรียนประกอบการ  
 พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้าง  
 ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
 มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญใช้สำหรับตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้  
 และใบกิจกรรมของนักเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

ขอความอนุเคราะห์ที่ท่านพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของ  
 แผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรมของนักเรียนตามประเด็นคำถามที่กำหนดไว้ในแบบตรวจสอบนี้  
 โดยตอบคำถามตามความคิดเห็นของท่าน และโปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมลงในช่องความคิดเห็น/  
 ข้อเสนอแนะ

ขอขอบคุณที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ ปรับแก้ คำแนะนำของท่านจะเป็น  
 ประโยชน์อย่างมากในการศึกษาครั้งนี้

นางสาววรรณุช หลวงจันทร์

นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้วิจัย

## นียมเชิงปฏิบัติการ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีกระบวนการในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา ครูเลือกปัญหาในชีวิตจริง ที่มีความใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียนหรือเป็นที่น่าสนใจ และให้นักเรียนทำการตัดสินใจว่าจะสามารถประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับปัญหานี้ได้หรือไม่ ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงที่ต้องการจะรู้ ต้องการจะทำ หรือต้องการจะเข้าใจที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วนำไปสู่การสร้างข้อคำถามของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร นักเรียนเลือกส่วนที่สำคัญในสถานการณ์ แล้วกำหนดความสัมพันธ์ในรูปแบบของตัวแปร พร้อมแปลงสถานการณ์ในชีวิตจริงให้เป็นภาษาคณิตศาสตร์ในรูปแบบของตัวแปรที่สัมพันธ์ โดยครูมีบทบาทในการให้คำแนะนำ

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนนำตัวแปรทางคณิตศาสตร์มาจัดทำเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กัน หรือเรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์ โดยครูทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการที่นักเรียนทำและให้คำแนะนำเพื่อพัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ นักเรียนทำการพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลและความเป็นไปได้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เมื่อนำกลับมาอธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริง ครูอธิบายขั้นตอนในการวิเคราะห์และทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตการณ์ รวมถึงตรวจสอบการวิเคราะห์ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนพร้อมให้คำแนะนำ

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ นักเรียนลงมือทำกระบวนการใหม่ตั้งแต่ต้นอีกครั้งเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หรือเป็นการขยายตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความสอดคล้องของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้ทำการสร้างและวิเคราะห์แล้ว ครูมีบทบาทเป็นผู้สังเกตการณ์และให้คำแนะนำ

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น พร้อมทั้งการตัดสินใจในการนำไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้สังเกตการณ์ ตรวจสอบและให้คำแนะนำเกี่ยวกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในปัญหาและสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาความสัมพันธ์และการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ในงานวิจัยนี้องค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมี 3 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เป็นความสามารถในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

2.2 การหาข้อสรุปของปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

2.3 การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา เป็นความสามารถในการอธิบายข้อสรุปปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์สนับสนุน หรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล

ในการวิจัยนี้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์พิจารณาจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบ
ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา	การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล
ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร	
ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์	การหาข้อสรุปของปัญหา
ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์	
ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ	การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา
ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	



**แบบตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ**

1. กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นได้สอดคล้องกับหลักสูตร  
แกนกลางหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. กำหนดสาระการเรียนรู้แกนกลางทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นได้ถูกต้อง มีความชัดเจน  
เข้าใจง่าย เหมาะสมกับวัยของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้  
แกนกลาง ครอบคลุมตัวแปรที่ศึกษา ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย สามารถวัดและประเมินผล  
การเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างแท้จริงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง จุดประสงค์การเรียนรู้  
เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม มีรายละเอียดกิจกรรมที่ปฏิบัติได้ชัดเจน และสอดคล้องกับ  
เวลาเรียนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

6. ใบกิจกรรมมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

ใบกิจกรรมที่ 1 ส้อมรื้อกันเถอะ

.....

.....

.....

.....

.....

7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีวิธีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสม ใช้เครื่องมือการวัดและประเมินผลที่เหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

8. ความคิดเห็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมต่อแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรมของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

แบบตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน

1. กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นได้สอดคล้องกับหลักสูตร  
แกนกลางหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. กำหนดสาระการเรียนรู้แกนกลางทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นได้ถูกต้อง มีความชัดเจน  
เข้าใจง่าย เหมาะสมกับวัยของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้  
แกนกลาง ครอบคลุมตัวแปรที่ศึกษา ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย สามารถวัดและประเมินผล  
การเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างแท้จริงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

4. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง จุดประสงค์การเรียนรู้  
เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม มีรายละเอียดกิจกรรมที่ปฏิบัติได้ชัดเจน และสอดคล้องกับ  
เวลาเรียนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

6. ใบกิจกรรมมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

ใบกิจกรรมที่ 2 ไร่

.....

.....

.....

.....

.....

7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีวิธีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสม ใช้เครื่องมือการวัดและประเมินผลที่เหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

8. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมต่อแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรมของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

**แบบตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3**  
**เรื่อง โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน**

1. กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นได้สอดคล้องกับหลักสูตร  
แกนกลางหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. กำหนดสาระการเรียนรู้แกนกลางทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นได้ถูกต้อง มีความชัดเจน  
เข้าใจง่าย เหมาะสมกับวัยของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้  
แกนกลาง ครอบคลุมตัวแปรที่ศึกษา ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย สามารถวัดและประเมินผล  
การเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างแท้จริงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

4. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้แกนกลาง จุดประสงค์การเรียนรู้  
เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม มีรายละเอียดกิจกรรมที่ปฏิบัติได้ชัดเจน และสอดคล้องกับ  
เวลาเรียนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

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

6. ใบกิจกรรมมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

ใบกิจกรรมที่ 3 ร้านแฮมเบอร์เกอร์

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

7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีวิธีการวัดและประเมินผลที่เหมาะสม ใช้เครื่องมือการวัดและประเมินผลที่เหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

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

8. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมต่อแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรมของนักเรียน

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

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....

แบบตรวจสอบคุณภาพของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้  
ประกอบการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรม  
การเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน  
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

**คำชี้แจง**

แบบตรวจสอบคุณภาพของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ประกอบการพัฒนา  
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้าง  
ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญใช้สำหรับตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสะท้อนผล  
การจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

ขอความอนุเคราะห์ท่านพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของ  
แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นคำถามที่กำหนดไว้ในแบบตรวจสอบนี้ โดยตอบ  
คำถามตามความคิดเห็นของท่าน และโปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมลงในช่องความคิดเห็น/  
ข้อเสนอแนะ

ขอขอบคุณที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ ปรับแก้ คำแนะนำของท่านจะเป็น  
ประโยชน์อย่างมากในการศึกษาครั้งนี้

นางสาววรรณุช หลวงจันทร์  
นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
มหาวิทยาลัยนเรศวร  
ผู้วิจัย

### แบบตรวจสอบคุณภาพของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1. ข้อคำถามในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นเหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นตอนที่ 2 สร้างสมมติฐานและระบุตัวแปร

.....

.....

.....

ขั้นตอนที่ 3 ลงมือดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์

.....

.....

.....

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำ

.....

.....

.....

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

.....

.....

.....



2. พฤติกรรมของนักเรียนที่ระบุในข้อคำถามมีเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แต่ละลักษณะหรือไม่ อย่างไร

2.1 “นักเรียนสามารถระบุตัวแปรจากปัญหาสถานการณ์บริบทในชีวิตจริงได้” เหมาะสมและสอดคล้องกับ การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

.....

.....

.....

.....

2.2 “นักเรียนนำตัวแปรมาจัดในรูปแบบความสัมพันธ์ หรือที่เรียกว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้” เหมาะสมและสอดคล้องกับ การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

.....

.....

.....

.....

2.3 “นักเรียนสามารถแสดงวิธีการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้เรื่องร้อยและความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้” เหมาะสมและสอดคล้องกับ การหาข้อสรุปของปัญหา

.....

.....

.....

.....

2.4 “นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยการใช้ต้องใช้ข้อมูลจากปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้” เหมาะสมและสอดคล้องกับ การหาข้อสรุปของปัญหา

.....

.....

.....

.....

2.5 “นักเรียนสามารถพิจารณากระบวนการดำเนินการทำตั้งแต่ต้นโดยใช้ความรู้ทาง  
คณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านได้” เหมาะสมและสอดคล้องกับ การพิจารณาความสมเหตุ  
สมผลของข้อสรุปของปัญหา

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

2.6 “นักเรียนสามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น หรือ  
สถานการณ์ในชีวิตจริงโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านได้” เหมาะสมและ  
สอดคล้องกับ การพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อสรุปของปัญหา

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

3. ความคิดเห็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมต่อแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ  
(.....)  
วันที่.....

แบบตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
ประกอบการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรม  
การเรียนรู้ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน  
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
ประกอบการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
ที่เน้นการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา  
ปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญใช้สำหรับตรวจสอบความเหมาะสมของแบบทดสอบทักษะ  
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

ขอความอนุเคราะห์ท่านพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของ  
แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ตามประเด็นคำถามที่กำหนดไว้  
ในแบบตรวจสอบนี้ โดยตอบคำถามตามความคิดเห็นของท่าน และโปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม  
ลงในช่องความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ

ขอขอบคุณที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ ปรับแก้ คำแนะนำของท่านจะเป็น  
ประโยชน์อย่างมากในการศึกษาครั้งนี้

นางสาววรรณุช หลวงจันทร์  
นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
มหาวิทยาลัยนเรศวร  
ผู้วิจัย

**แบบตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์**

1. สถานการณ์ปัญหาเหมาะสมและสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

สถานการณ์ที่ 1 น้ำเต้าหู้เพื่อสุขภาพ

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2 ร้านขายโทรศัพท์

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3 เด็กชอบทดลอง

.....

.....

สถานการณ์ที่ 4 โรงงานขนม

.....

.....

สถานการณ์ที่ 5 อาหารเดริเวอร์รี่

.....

.....

สถานการณ์ที่ 6 เศรษฐกิจพอเพียง

.....

.....

สถานการณ์ที่ 7 บริษัทรถยนต์

.....

.....

สถานการณ์ที่ 8 หุ่นสวน

.....

.....

2. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหามีความเหมาะสมกับนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

สถานการณ์ที่ 1 น้ำเต้าหู้เพื่อสุขภาพ

.....  
.....

สถานการณ์ที่ 2 ร้านขายโทรศัพท์

.....  
.....

สถานการณ์ที่ 3 เด็กชอบทดลอง

.....  
.....

สถานการณ์ที่ 4 โรงงานขนม

.....  
.....

สถานการณ์ที่ 5 อาหารเดริเวอริ

.....  
.....

สถานการณ์ที่ 6 เศรษฐกิจพอเพียง

.....  
.....

สถานการณ์ที่ 7 บริษัทรถยนต์

.....  
.....

สถานการณ์ที่ 8 หุ่นส่วน

.....  
.....

3. สถานการณ์ปัญหาส่งเสริมให้นักเรียนแสดงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

สถานการณ์ที่ 1 นำเข้าหู้เพื่อสุขภาพ

.....  
.....

สถานการณ์ที่ 2 ร้านขายโทรศัพท์

.....  
.....

สถานการณ์ที่ 3 เด็กชอบทดลอง

.....  
.....

สถานการณ์ที่ 4 โรงงานขนม

.....  
.....

สถานการณ์ที่ 5 อาหารเดริเวอร์รี่

.....  
.....

สถานการณ์ที่ 6 เศรษฐกิจพอเพียง

.....  
.....

สถานการณ์ที่ 7 บริษัทรถยนต์

.....  
.....

สถานการณ์ที่ 8 หุ่นสวน

.....  
.....

4. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมต่อแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ  
(.....)  
วันที่.....

ประวัติผู้วิจัย



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	วรณัฐ หลวงจันทร์
วัน เดือน ปี เกิด	7 พฤศจิกายน 2535
ที่อยู่ปัจจุบัน	36/1 ม.1 ตำบลวังโป่ง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67240
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านวังชะนาง หมู่ 5 ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67240
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2559	ค.บ. (การศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม