

Ha 131295

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นายจักริน รัตนพลแสน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2565

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อเรื่อง	: การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ผู้วิจัย	: นายจักริน รัตนพลแสน
ปริญญา	: ครุศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ
ปีที่สำเร็จการศึกษา	: 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) ศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/8 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 44 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งการจัดห้องเรียนเป็นแบบคละความสามารถภายในแต่ละห้องจะมีทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน การวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระยะที่ 2 ศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ ระยะที่ 3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แล้วเลือกนักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์ในแต่ละระดับมาระดับละ 2 คน รวมเป็น 10 คน (กรณีศึกษา) มาสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 1.00 มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.50-0.53 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.34-0.42 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 1.00 มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.48-0.59 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.35-0.39 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97 และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และใช้วิธีการศึกษาเฉพาะรายกรณี (Case Study Method) โดยนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ (Descriptive Analysis)

ผลการวิจัย พบว่า 1) การคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 34.09 2) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 38.64 3) ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ในระดับสูง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .709 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 จากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 4 สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ดี สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้างและต้องการให้หาอะไร มีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ ใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ มองเห็นภาพรวมของโจทย์ได้ไม่มีร่องรอยการคำนวณหาคำตอบ และตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง การคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 3 ยังมีร่องรอยการคิดคำนวณในการหาคำตอบ การคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 2 ไม่สามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ การคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 1 นักเรียนบางคนหาคำตอบได้ไม่ถูกต้อง และสำหรับนักเรียนที่หาคำตอบได้ถูกต้องสามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง การคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 0 ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ ไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้างและต้องการให้หาอะไร ไม่มีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ ไม่สามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ และไม่สามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: ความสัมพันธ์, การคิดเชิงความสัมพันธ์, การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : A Study Relationship Between Relational Thinking And Problem Solving In Mathematics Of Seven Grade Students

Author : Mr. Jakarin Ratanaphonsan

Degree : Master of Education (Mathematics Education)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Assistant Professor Dr.Yuthapong Thipchart

Year : 2022

ABSTRACT

The purposes of this study were to 1) study the relational thinking of the seven grade students, 2) to study the mathematical problem solving of the seven grade students, and 3) to study the relation between the relational thinking and Mathematical Problem Solving for the seven grade students. With a purposive sampling, purposive sampling were 44 students from the seven grade class, Sarakham Pittayakhom School, Maha Sarakham, Maha Sarakham province, in the second semester of 2021. The study was divided into 3 phases. The first was to study the relational thinking of the seven grade students. The second phase study the mathematical problem solving of the seven grade students. The third phase was to study the relation between the relational thinking and mathematical problem solving for the seven grade students. Each group was randomized by a simple random sampling to select 2 students per each (totally 10 students) to be a case study, to solve mathematical problems, and to be interviewed additionally regarding solving mathematical problems. Research tools were a relational thinking test has an Index of congruence (IOC) at 1.00, difficulty (p) from 0.50-0.53, Discrimination (r) from 0.34-0.42, and Reliability of 0.92, a mathematical problem solving test has an Index of congruence (IOC) at 1.00, difficulty (p) from 0.48-0.59, Discrimination (r) from 0.35-0.39, and Reliability of 0.97, and an interview form of solving mathematical problems. Statistics for research were percentage, average, standard deviation, Pearson Correlation Coefficient and a case study method. Data were presented through descriptive analysis.

The results of the study revealed that: 1) grade seven students at Sarakham Pittayakhom School was relational thinking are level 2. 2) Grade seven students at Sarakham Pittayakom School was mathematical problem solving are good level. 3) The level of relational thinking correlated positively with their mathematical problem solving performance in high level at the .01 level of statistical significance. From the interviews, it was found that Students at relational thinking level 4 are good at analyzing problems. be able to tell what the problem has to offer and what needs to be found Methods for finding answers are planned. You can use a different method than the old way to find the answer. Can see the whole picture of the problem without a trace of calculating the answer and check the answers correctly. Relational Thinking Level 3 there are still traces of calculation to find the answer. Relational Thinking Level 2 it cannot be used other than the original method to find the answer. Relational Thinking Level 1 some students couldn't find the correct answer and for students who can find the correct answer can check the answer correctly. relational thinking level 0 are unable to analyze the problem. can't tell what the problem has given me and what I want to find. There is no planning method for finding the answer. No other method other than the original method can be used to find the answer. and unable to check the answer correctly.

Keywords: Relationship, Relational Thinking, Mathematical Problem Solving



Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยโท ดร.ณัฐชัย จันทร์ขุม ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ กรรมการสอบ และ ดร.นवल นนทภา กรรมการสอบ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปนัดดา สังข์ศรีแก้ว ผู้เชี่ยวชาญด้านความถูกต้อง ด้านเนื้อหาภาษาวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อริญ ชุยกะเตื่อง ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัด และประเมินผลการศึกษา และดร.เสนห์ หมายจากกลาง ผู้เชี่ยวชาญด้านความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา สลิตติ การวัดและการประเมินผล ที่ช่วยตรวจสอบให้คะแนนและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการสร้าง เครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือ ผู้อำนวยการโรงเรียน และคณะครู โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษาหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเอง และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้คุณค่า และประโยชน์ของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ผู้มีพระคุณ ตลอดจนบูรพาจารย์และผู้มีอุปการะทุกท่านมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นายจักริน รัตนพลแสน

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
1.3 ขอบเขตการวิจัย	4
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม.....	7
2.1 การคิดเชิงความสัมพันธ์.....	7
2.2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	17
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
2.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	42
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย.....	43
3.1 กลุ่มเป้าหมาย.....	43
3.2 เครื่องมือวิจัย.....	45
3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย	45
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	50
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	53
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	57

หัวข้อเรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	61
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
4.2 ลำดับชั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	89
5.1 สรุป.....	89
5.2 อภิปรายผล.....	90
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	93
บรรณานุกรม.....	95
ภาคผนวก.....	102
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	103
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	110
ภาคผนวก ค รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย.....	134
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ.....	136
การเผยแพร่งานวิจัย.....	141
ประวัติผู้วิจัย.....	142

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สรุปแนวคิดของการคิดเชิงความสัมพันธ์	13
2.2	ระดับการให้คะแนนการคิดเชิงความสัมพันธ์.....	15
2.3	เกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงความสัมพันธ์	16
2.4	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ....	32
2.5	เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	33
2.6	รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Polya.....	34
2.7	รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามรูปแบบ ของ Charles et al.	35
2.8	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	36
3.1	เกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงสัมพันธ์	53
3.2	ระดับการคิดเชิงสัมพันธ์.....	54
3.3	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	55
4.1	คะแนนของนักเรียนจากแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ทั้ง 5 ระดับ.....	62
4.2	จำนวนนักเรียนที่มีการจำแนกกลุ่มการคิดเชิงความสัมพันธ์	63
4.3	คะแนนของนักเรียนจากแบบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	64
4.4	จำนวนนักเรียนที่มีการจำแนกกลุ่มการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	65
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	66
4.6	ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา.....	67
4.7	คะแนนการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่เป็นกรณีศึกษาตามการคิดเชิงความสัมพันธ์ที่อยู่ในระดับ 0 ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 และระดับ 4.....	68

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	42
3.1	จำนวนและกลุ่มเป้าหมาย.....	44
3.2	ระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์.....	50
3.3	รายละเอียดของแต่ละระยะในการเก็บรวบรวมข้อมูล	52



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2561, น. 1) และจากการจำแนกคณิตศาสตร์ตามแขนงวิชา (Strand) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, น. 28) ได้แก่พีชคณิต (Algebra) วิทยุคณิต (Discrete Mathematics) ฟังก์ชัน (Functions) เรขาคณิต (Geometry) จำนวน (Number) ความน่าจะเป็น (Probability) และสถิติ (Statistics) ผลการประเมินชี้ว่า พีชคณิตเป็นเรื่องยากที่สุดสำหรับนักเรียนอายุ 15 ปี ในทุกประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งพบว่านักเรียนไทยมีความอ่อนด้อยในด้านพีชคณิตมากที่สุดเมื่อเทียบกับแขนงวิชาอื่น ๆ นอกจากนี้ Stephens (2006, pp. 249-278) ได้เสนอแนะว่าปัญหาดังกล่าวเกิดจากการที่นักเรียนขาดความเข้าใจหลักสำคัญที่จะส่งเสริมการเรียนรู้พีชคณิตสองประการ คือ การเท่ากัน (Equivalence) และแนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ (Relational Thinking Approach) ซึ่งสอดคล้องกับ Hunter (2007, pp. 421-429) ที่กล่าวว่า ในการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนจำเป็นต้องเอาใจใส่ต่อการพัฒนารูปแบบของแนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์

การคิดเชิงสัมพันธ์ (Relational Thinking) เป็นการมองหาความสัมพันธ์และภาพรวมของจำนวนที่อยู่ในสมการ (Jacobs, 2007, pp. 260-261) ใช้การเปรียบเทียบจำนวนคู่หนึ่งที่ทราบค่าซึ่งอยู่คนละด้านของเครื่องหมายเท่ากับเพื่อหาจำนวนที่ไม่ทราบค่า (Stephens and Inprashita, 2007, p. 4) โดยการมองความสัมพันธ์ของจำนวนที่อยู่ทั้งสองข้างของเครื่องหมายเท่ากับโดยไม่ใช้การคำนวณ นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการคิดเชิงสัมพันธ์นั้นต้องมีความสามารถในการระบุทิศทางหรือความเปลี่ยนแปลงของจำนวนที่อยู่ทั้งสองข้างของเครื่องหมายเท่ากับเพื่อเป็นแนวทางสู่การหาตัวไม่ทราบค่า แต่สิ่งที่สำคัญคือต้องมีความเข้าใจการเท่ากัน (Hunter, 2007, pp. 421-429) ซึ่งการแสดงการเท่ากันและการชดเชยรวมถึง

ความรู้เกี่ยวกับทิศทางของการชดเชยเป็นกุญแจที่สำคัญของการคิดเชิงสัมพันธ์บนประโยชน์สัญลักษณ์ที่มีตัวไม่ทราบค่า (Stephens and Inprasitha, 2007, pp. 319-326) การคิดเชิงสัมพันธ์ยังรวมถึงความสามารถในการใช้สมบัติพื้นฐานของจำนวนและการดำเนินการในการแปลงประโยชน์สัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบ (Carpenter, Levi, Franke and Zeringue, 2005, pp. 53-59) นอกจากนี้ยังเป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดเชิงพีชคณิต และสามารถนำไปใช้เป็นยุทธวิธีในการหาคำตอบบนประโยชน์สัญลักษณ์ได้ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการคำนวณจากทั้งสองข้างของประโยชน์สัญลักษณ์ (Molina, Castro and Castro, 2008, pp. 399-406) อย่างไรก็ตามการคิดเชิงสัมพันธ์บนประโยชน์สัญลักษณ์เป็นตัวเชื่อมโยงสู่ความสามารถในการวางนัยทั่วไปทางเลขคณิต (Carpenter, Franke and Levi, 2003, pp. 1-9) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการปรับเปลี่ยนระดับรากฐานไปจากการเน้นเลขคณิตที่คิดคำนวณหาคำตอบเพียงอย่างเดียวไปเน้นพีชคณิตโดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ควบคู่ไปด้วยกัน (Jacob et al, 2007, p. 28) การคิดเชิงสัมพันธ์บนประโยชน์สัญลักษณ์มีความสำคัญสำหรับการเรียนพีชคณิตคือเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนพีชคณิตและการให้เหตุผลทางพีชคณิต และทำให้การเรียนพีชคณิตง่ายขึ้นในระดับขั้นต่อไป (Jacobs, 2007, p. 261)

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ขั้นตอนวิธีและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กระบวนการคิดแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วไปใช้ค้นหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, น. 5) การให้ความหมายคำว่า “การแก้ปัญหา” ในลักษณะกระบวนการเป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลาย บุคคลที่เป็นผู้วางรากฐานแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาก็คือ โพลยา (Ploya) ซึ่งท่านได้เขียนหนังสือ “How to Solve It” และมีชื่อเสียงมาก หนังสือเล่มนี้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจในปัญหา ระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ส่วนที่โจทย์กำหนดให้และส่วนที่โจทย์ต้องการทราบ ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ผู้เรียนค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างส่วนที่โจทย์กำหนดให้กับส่วนที่โจทย์ต้องการทราบที่จะนำไปสู่การหาคำตอบ ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ผู้เรียนลงมือทำตามแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 ตรวจสอบกลับ เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ผู้เรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้และยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งขยายผลไปสู่องค์ความรู้ที่กว้างขึ้นดังที่ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2554, น. 61) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาไว้ดังนี้ 1) การแก้ปัญหาคือความสามารถพื้นฐานของมนุษย์ ในชีวิตประจำวันของมนุษย์เรานั้นต้องพบกับปัญหาและอุปสรรคมากมาย ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้สภาพแวดล้อมและสังคมเปลี่ยนแปลงไปมนุษย์ต้องใช้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้สามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้ การที่บุคคลมีชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขนั้น จำเป็นต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาย่างชาญฉลาด ทันเหตุการณ์ และ

มีประสิทธิภาพซึ่งถือได้ว่าเป็นความสามารถขั้นพื้นฐานของมนุษย์ 2) การแก้ปัญหาทำให้เกิดการค้นพบองค์ความรู้ใหม่ จากการศึกษาประวัติศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษาพบว่า การคิดแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์นั้นก่อให้เกิดการค้นพบสาระความรู้ใหม่ ๆ ทำให้วิชาคณิตศาสตร์มีการพัฒนา เช่น ความพยายามของนักคณิตศาสตร์หลายท่านในการพิสูจน์สัจพจน์การขนานในเรขาคณิตของยูคลิด มีอิทธิพลต่อการพัฒนาเรขาคณิตแขนงใหม่ ๆ มาก เช่น เรขาคณิตนอกยูคลิด เมื่อพบปัญหา ความพยายามที่จะแก้ปัญหาจะก่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการทางความคิดเป็นประสบการณ์ใหม่ ซึ่งเมื่อผสมผสานกับประสบการณ์เดิมจะก่อให้เกิดสาระความรู้ใหม่ ทั้งในเชิงเนื้อหาและวิธีการ 3) การแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เมื่อพิจารณาจุดประสงค์ของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย ความสอดคล้องกันประการหนึ่งของจุดประสงค์ คือการมุ่งให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล สามารถแสดงความคิดออกมาอย่างชัดเจน มีระเบียบและรัดกุม การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นเนื้อหาที่สำคัญเนื้อหาหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการที่เป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ การแก้ปัญหาช่วยให้ผู้เรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะ ความคิดรวบยอดและหลักการต่าง ๆ ความสำเร็จในการแก้ปัญหาก็ทำให้เกิดการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนที่ต้องการ (Lester, 1977, p. 1)

จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2559 ปีการศึกษา 2560 ปีการศึกษา 2561 และปีการศึกษา 2562 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 41.77, 38.32, 42.98 และ 40.57 คะแนนตามลำดับ จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำและไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม, 2562) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ในปี 2015 พบว่า ผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ของนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 415 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD และแนวโน้มการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย เมื่อเทียบกับการประเมินคณิตศาสตร์ที่เป็นวิชาหลักใน PISA 2000-2012 พบว่า มีแนวโน้มลดต่ำลงอย่างต่อเนื่อง เหตุเพราะความเข้าใจที่ไม่ลึกซึ้งของนักเรียนเกี่ยวกับการเท่ากัน ทั้งที่การเท่ากันนั้นนำมาใช้แสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่พบได้บ่อย จึงกลายเป็นปัญหาที่ผู้เกี่ยวข้องทางการศึกษาต้องให้ความสนใจโดยเฉพาะครูผู้สอน ซึ่งการคิดเชิงสัมพันธ์ถือเป็นประเด็นหลักอย่างหนึ่งที่นักเรียนต้องได้รับการสนับสนุน (Stephens, 2006, pp. 249-278)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อให้ทราบถึงการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร อีกทั้งเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องได้นำไปพัฒนาการคิดเชิงความสัมพันธ์และการแก้ไขปัญหามathematics ของนักเรียนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2.2 เพื่อศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/8 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 44 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งการจัดห้องเรียนเป็นแบบความสามารถภายในแต่ละห้อง จะมีทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน

1.3.2 ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ การคิดเชิงความสัมพันธ์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.3.3 ขอบเขตด้านเนื้อหาสาระ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง จำนวนเต็ม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

การคิดเชิงความสัมพันธ์ หมายถึง เป็นการคิดหาความสัมพันธ์ในประโยคสัญลักษณ์ มองภาพรวมทั้งหมดบนประโยคสัญลักษณ์ สังเกตและเป็นการมองนิพจน์โดยภาพรวม ใช้ถ้อยคำและลูกศร และสมบัติพื้นฐานของจำนวนและการดำเนินการ เพื่อเป็นแนวทางสู่การหาตัวไม่ทราบค่าบนประโยคสัญลักษณ์ โดยไม่ใช้วิธีการคำนวณเป็นขั้นในการหาคำตอบ ซึ่งระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์ สามารถแบ่งได้เป็น 5 ระดับ คือ

ระดับที่ 0 คือ คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่มีหลักฐานของการคิดเชิงสัมพันธ์หรือ คำตอบถูกต้องแต่ใช้การคำนวณ หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ ซึ่งระดับนี้จะไม่จัดอยู่ในกลุ่มการคิดเชิงความสัมพันธ์

ระดับที่ 1 คือ คำตอบไม่ถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ และมีหลักฐานของการคำนวณในการหาคำตอบ

ระดับที่ 2 คือ คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง และมีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ

ระดับที่ 3 คือ คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ มีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ

ระดับที่ 4 คือ คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ และไม่พบร่องรอยการคำนวณในการหาคำตอบ

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การทำงานเพื่อหาคำตอบในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทันทีทันใด โดยสถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่นั้นจะขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลและเวลาในการแก้ปัญหา ซึ่งในการดำเนินการหาคำตอบเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทักษะการฝึกฝน และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันเพื่อค้นหาคำตอบในสถานการณ์นั้น ๆ มี 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจคำประโยคย่อย ๆ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ของปัญหา โดยนักเรียนต้องสามารถสรุปปัญหาเป็นภาษาหรือคำพูดของตนเองได้สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้และโจทย์ถามหาอะไร

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาโดยอาศัยข้อมูลจากขั้นที่ 1 นำไปสู่การกำหนดว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด โดยพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้จะก่อให้เกิดผลอย่างไรได้บ้างและต้องใช้ความรู้อะไรอีกบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นโดยการนำทฤษฎี หลักการ/กฎสูตร บทนิยามที่เรียนมากำหนดเป็นวิธีการในการแก้ปัญหา

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ เป็นขั้นดำเนินการตามแผน/วิธีการที่เลือกไว้จนกระทั่งได้คำตอบสำหรับปัญหาที่มีการคิดคำนวณขั้นนี้เป็นขั้นที่ลงมือคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบตามวิธีการทางคณิตศาสตร์

4. ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ เป็นขั้นที่ต้องพิจารณาตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนว่าเรียบร้อยครบทุกกรณีที่เป็นไปได้หรือไม่ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะเป็นข้อสนเทศให้นักการศึกษาทั่วไปตระหนักถึงการคิดเชิงความสัมพันธ์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน อีกทั้งเป็นข้อสนเทศให้ครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาได้ศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไป อีกทั้งจะเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การคิดเชิงความสัมพันธ์
2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. กรอบแนวคิดของการวิจัย

2.1 การคิดเชิงความสัมพันธ์

การคิดเชิงความสัมพันธ์ (Relational Thinking) เป็นการสังเกตและใช้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสองจำนวนที่อยู่ในแต่ละด้านของเครื่องหมายเท่ากับมากกว่าวิธีการคิดคำนวณเป็นขั้นตอน และได้มีนักการศึกษากล่าวถึง ความหมาย แนวคิด และการประเมินการคิดเชิงความสัมพันธ์ ดังนี้

2.1.1 ความหมายของการคิดเชิงความสัมพันธ์

การคิดเชิงความสัมพันธ์เป็นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ลักษณะหนึ่ง ซึ่งมีความสำคัญในการแก้ปัญหาบนประโยคสัญลักษณ์ และได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการคิดเชิงความสัมพันธ์ ไว้ดังนี้

Carpenter, et al. (2005, p. 54) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ และได้ให้ความหมายของการคิดเชิงความสัมพันธ์ ว่าเป็นการมองนิพจน์โดยภาพรวมมากกว่าการใช้กระบวนการคิดคำนวณทีละขั้นตอน (step-by-step) ซึ่งจะรวมถึงความสามารถในการใช้สมบัติพื้นฐานของจำนวน และการดำเนินการเพื่อแปลง (Transform) นิพจน์เชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้สามารถคิดคำนวณหาคำตอบได้ง่ายขึ้นกว่าการดำเนินการตามลำดับของกระบวนการ

Jacobs, et al. (2007, pp. 260-261) ได้ให้ความหมายทำนองเดียวกันว่าการคิดเชิงความสัมพันธ์เป็นการมองนิพจน์และสมการโดยภาพรวม การสังเกตความสัมพันธ์ของจำนวนที่อยู่ในนิพจน์และสมการ การคิดเชิงความสัมพันธ์เป็นวิธีดำเนินการจัดการกับจำนวนด้วย วิธีการที่แตกต่างจากกระบวนการในการคำนวณทีละขั้นตอน เช่น ในการคำนวณ $25+58+75 = \square$ นักเรียนส่วนมาก

หาคำตอบจากสมการที่กำหนดให้โดยใช้วิธีการคำนวณจากซ้ายไปขวา อย่างไรก็ดีตาม การหาคำตอบของประโยคจำนวนดังกล่าวสามารถทำให้ง่ายขึ้นโดยรวมจำนวน 25 กับ 75 ก่อน ซึ่งวิธีการคิดดังกล่าวนี้ นักเรียนต้องสามารถมองประโยคจำนวนที่กำหนดให้โดยภาพรวมและ ใช้สมบัติการสลับที่และการเปลี่ยนหมู่มาช่วยเพื่อให้คำนวณได้ง่ายขึ้น เห็นได้ว่าการคิด เชิงความสัมพันธ์เป็นการนำเสนอวิธีการคิดที่ยืดหยุ่นในการคำนวณโดยใช้สมบัติพื้นฐาน ของการดำเนินการเชิงจำนวน

Van de Walle (2007, p. 262) ได้กล่าวถึงลักษณะการคิดเชิงความสัมพันธ์ว่า เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสังเกตและใช้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสองจำนวนที่อยู่ในแต่ละด้านของ เครื่องหมายเท่ากับมากกว่าการที่นักเรียนมุ่งใช้วิธีการคำนวณตามความเป็นจริง

Greenes and Findell (1999, p. 127) มีมุมมองว่าแนวคิดหลักทางพีชคณิตควรประกอบด้วย การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย การนำเสนอ สมการ ตัวแปร ฟังก์ชัน

Stephens, Isoda and Inprashita (2007, p. 4) ได้กล่าวถึงความหมายการคิดเชิงความสัมพันธ์ว่าเป็นการมองประโยคจำนวนโดยภาพรวม ใช้การเปรียบเทียบจำนวนคู่หนึ่งที่ ทราบค่า ซึ่งอยู่คนละด้านของเครื่องหมายเท่ากับเพื่อหาจำนวนที่ไม่ทราบค่า เช่น $7+6 = \square +5$ นักเรียนที่มีความสามารถทางการคิดเชิงความสัมพันธ์จะมองความสัมพันธ์จำนวนคู่หนึ่งที่ทราบค่า คือ 6 และ 5 นั่นคือ 5 มีค่าน้อยกว่า 6 อยู่ 1 ดังนั้นจำนวนที่นำมาบวกกับ 5 แล้วมีค่าเท่ากับ 7 บวก 6 จะต้องมีความมากกว่า 7 อยู่ 1 ดังนั้นจำนวนที่ไม่ทราบค่าคือ 8 ซึ่งจะขึ้นอยู่กับเครื่องหมาย การดำเนินการที่เกี่ยวข้อง การคิดเชิงความสัมพันธ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินการอื่นๆ นอกจากในเรื่องของการบวกและการลบ ได้แก่ การคูณ และการหาร และในสาระอื่น ๆ ได้แก่ เศษส่วน และทศนิยม เป็นต้น

Carpenter (2005, p. 54) กล่าวว่า การคิดเชิงสัมพันธ์เป็นรูปแบบหนึ่งของการให้เหตุผลเชิงพีชคณิต เป็นการมองนิพจน์โดยภาพรวมมากกว่าการใช้กระบวนการคิดคำนวณทีละขั้นตอน ซึ่งจะรวมถึงความสามารถในการใช้สมบัติพื้นฐานของจำนวนและการดำเนินการเพื่อแปลง (Transform) นิพจน์เชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้สามารถคิดคำนวณหาคำตอบได้ง่ายขึ้นกว่าการดำเนินการตามลำดับของกระบวนการ

Molina, Castro and Ambrose (2006, p. 5) แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ไม่มีนิยามที่ชัดเจนแต่เป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไปว่า นักเรียนมีแนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ เมื่อเขามองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างน้อยสองแนวคิด วิเคราะห์และใช้ความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงที่ได้ในการแก้ปัญหา หรือตัดสินใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับสถานการณ์หรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

Jacobs (2007, pp. 260-261) กล่าวว่า การคิดเชิงสัมพันธ์เป็นการมองนิพจน์ และสมการโดยภาพรวม การสังเกตความสัมพันธ์ของจำนวนที่อยู่ในนิพจน์และสมการ และคิดเชิงความสัมพันธ์

เป็นวิธีดำเนินการจัดการกับจำนวนด้วยวิธีการที่แตกต่างจากกระบวนการในการคำนวณที่ละขั้นตอน ซึ่งการคิดดังกล่าวนี้ นักเรียนต้องสามารถมองประโยคสัญลักษณ์ที่กำหนดให้โดยภาพรวมและใช้สมบัติการสลับที่และเปลี่ยนหมู่มาช่วย เพื่อให้คำนวณง่ายขึ้น เห็นได้จากการคิดเชิงความสัมพันธ์ในการนำเสนอวิธีการคิดที่ยืดหยุ่นในการคำนวณโดยใช้สมบัติพื้นฐานของการดำเนินการเชิงจำนวน

Van de Walle (2007, p. 262) กล่าวว่า การคิดเชิงสัมพันธ์เป็นการสังเกตและใช้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสองจำนวนที่อยู่ในแต่ละด้านของเครื่องหมายเท่ากับ โดยอาจมีการอธิบายด้วยถ้อยคำการใช้ลูกศรหรือแผนภาพอย่างมีเหตุผลบนพื้นฐานของการไม่คำนวณ เพื่อเปรียบเทียบจำนวนคู่หนึ่งที่อยู่คนละด้านของเครื่องหมายเท่ากับ หรือเป็นความสามารถของนักเรียนในการมองเห็นและใช้ความเป็นไปได้ของหลากหลายของ จำนวนในประโยคสัญลักษณ์ เช่น การหาค่าของ $34+29$ นักเรียนที่มีความสามารถทางด้านการคิดเชิงความสัมพันธ์จะไม่ใช้วิธีการคำนวณโดยทันทีเมื่อพบปัญหาในข้อดังกล่าว แต่จะอาศัยการมอง ประโยคและเปลี่ยนพจน์ของจำนวนในประโยคจาก $34+29$ เป็น $33+30$ และหาค่าตอบได้โดยง่าย โดยนำ 33 บวกกับ 30

Molina and Alibrose (2008, pp. 61-80) กล่าวว่า การคิดเชิงสัมพันธ์เป็น ประเด็นหลักในการพิจารณาสำหรับการแก้ปัญหาบนประโยคสัญลักษณ์ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึง ความคิดของนักเรียนในการหาคำตอบบนประโยคสัญลักษณ์

โคจิวัจน์ เสริฐศรี (2553, น. 22) กล่าวว่า การคิดเชิงสัมพันธ์ เป็นการคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการแก้ปัญหา โดยการพิจารณาความสัมพันธ์ของจำนวนทั้งสองข้าง ของเครื่องหมายเท่ากับ แล้วมองความสัมพันธ์เชื่อมโยงที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงโดยขึ้นอยู่กับ การดำเนินการของจำนวนที่เกี่ยวข้องระหว่างจำนวน แล้วใช้ความสัมพันธ์ที่สังเกตเห็นได้นั้น คิดพิจารณาหาคำตอบ

สุกัญญา หะยีสานและ (2554, น. 15) กล่าวว่า การคิดเชิงความสัมพันธ์ เป็นการ คิดเชิงคณิตศาสตร์ลักษณะหนึ่งที่ใช้ในการหาคำตอบของประโยคสัญลักษณ์ในด้านต่อไปนี้ (1) ความเข้าใจเครื่องหมายเท่ากับ (2) ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสองจำนวนในประโยค และ (3) ความสามารถในการใช้สมบัติพื้นฐานของจำนวนและการดำเนินการ

สรุปได้ว่า การคิดเชิงความสัมพันธ์ หมายถึง เป็นการคิดหาความสัมพันธ์ในประโยคสัญลักษณ์ มองภาพรวมทั้งหมดบนประโยคสัญลักษณ์ สังเกตและเป็นการมองนิพจน์โดยภาพรวม ใช้ถ้อยคำและลูกศร และสมบัติพื้นฐานของจำนวนและการดำเนินการ เพื่อเป็นแนวทางสู่การหาตัวไม่ทราบค่าบนประโยคสัญลักษณ์ โดยไม่ใช้วิธีการคำนวณเป็นขั้นในการหาคำตอบ

2.1.2 แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์

การคิดเชิงสัมพันธ์เป็นการคิดหาความสัมพันธ์ในประโยคสัญลักษณ์ และใช้ความสัมพันธ์ใช้ถ้อยคำและลูกศร และสมบัติพื้นฐานของจำนวนและการดำเนินการเพื่อเป็นแนวทางสู่การหาตัวไม่ทราบค่า ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดของการคิดเชิงสัมพันธ์ ไว้ดังนี้

Sfard (1991, pp.1-36), Carpenter, Franke and Levi (2003, pp. 10-37) ได้ให้แนวคิดการคิดเชิงความสัมพันธ์ว่ามีความหมายกว้างกว่าความเข้าใจในการโยงความสัมพันธ์ของเครื่องหมายเท่ากับ แต่หมายถึงความสามารถในการบรรยายถึงการคิดของนักเรียนที่ได้จากการสังเกตความสัมพันธ์ ของจำนวนที่อยู่ในนิพจน์และสมการ แล้วใช้ความสัมพันธ์ที่สังเกตเห็นได้นั้น พิจารณาหาคำตอบ ซึ่งแตกต่างจากกระบวนการคิดคำนวณที่เป็นไปตามลำดับที่ละขั้นตอน ยกตัวอย่างเช่น นักเรียน สามารถหาคำตอบของประโยคสัญลักษณ์ $25+58+75 = \square$ ได้โดยคิดคำนวณหาผลบวกของทุกจำนวนจากซ้ายไปขวา แต่นักเรียนจะสามารถหาคำตอบได้ง่ายยิ่งขึ้น ถ้าใช้วิธีการจัดกลุ่มของจำนวน $(25+75)$ การคิดแบบนี้ นักเรียนต้องพิจารณาสมการในภาพรวมเสียก่อน เพื่อมองหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนที่กำหนดให้บางจำนวนก่อนที่จะเริ่มคิดคำนวณ

Carpenter, et al. (2003, pp. 10-37) จัดให้แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์เป็นรูปแบบหนึ่งของการให้เหตุผลเชิงพีชคณิต

Carpenter, et al. (2005, pp. 87-115) กล่าวว่า แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการใช้สมบัติพื้นฐานของจำนวนและการดำเนินการของจำนวน เพื่อเปลี่ยนรูปการแสดงของจำนวนทางคณิตศาสตร์มากกว่าการคำนวณหาคำตอบตามวิธีการขั้นตอนต่าง ๆ

Stephens (2006, pp. 479-486) กล่าวว่า แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์เป็นการคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์เชื่อมโยงที่แตกต่างหลากหลายระหว่างจำนวน นิพจน์ และการดำเนินการ นักเรียนสามารถคิดเชิงสัมพันธ์ในลักษณะของการใช้สมบัติพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ หรืออาจใช้ลูกศรแสดงทิศทางของความสัมพันธ์ ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการหาคำตอบบนประโยคสัญลักษณ์ที่มีตัวไม่ทราบค่าสองตัวต่อไปซึ่งแนวคิด การคิดเชิงสัมพันธ์นี้ เป็นความสามารถในการมองเห็นความเป็นไปได้ในการคิดที่หลากหลาย ระหว่างจำนวน ซึ่งมองเห็นลักษณะของการเปลี่ยนแปลงที่ขึ้นอยู่กับดำเนินการของจำนวนที่เกี่ยวข้อง ยกตัวอย่างการมองเห็นลักษณะในการเปลี่ยนแปลง หรือมองเห็นความเป็นไปได้ในการคิดที่หลากหลายระหว่างจำนวนเช่น $73+49=72+ \square$ กับ $90-59=99- \square$ ในข้อแรก นักเรียนบางคนคิดว่าจะต้องลบ 73 ออก 1 แล้วนำ 1 นั้นไปบวกกับ 49 เพื่อให้ได้คำตอบคงเดิมการคิดให้เหตุผลในข้อที่ 2 มีความซับซ้อนมากขึ้น ต้องคู่กับการเพิ่มขึ้นของ 9 ในจำนวนที่สอง หรือนักเรียนคนอื่นอาจคิดว่าถ้าจำนวนแรกเพิ่มขึ้นเป็น 99 ก็ต้องให้จำนวนที่สองคือ 59 เปลี่ยน คำตอบ ดังนั้นเพื่อให้ได้คำตอบเหมือนกันจำนวนที่สองต้องเพิ่มขึ้นอีก 9 ด้วยคำตอบจึงเป็น 68 ลักษณะของการคิดในข้อที่มีการลบไม่เหมือนกับข้อที่มีการบวก เช่น ถ้า 90 เพิ่มขึ้นเป็น 99 จากนั้นทำการลดจำนวนที่สองด้วย 9 ทำให้

ได้ 50 ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง เพราะว่า 90-59 ไม่เท่ากับ 99-50 ดังนั้นการทราบจำนวนจำนวนหนึ่งมากกว่าหรือน้อยกว่าอีกจำนวนหนึ่ง จะไม่มีประโยชน์ ถ้าไม่ทราบลักษณะของการเปลี่ยนแปลง Stephens ได้สรุปลักษณะแนวคิด การคิดเชิงสัมพันธ์ไว้ดังนี้

1. มุ่งเน้นการพิจารณาประโยคโดยรวม
2. การอธิบายเป็นถ้อยคำ
3. การใช้ลูกศรหรือแผนภาพ
4. หลีกเลี่ยงจากการคิดคำนวณ

นอกจากนี้ Stephens ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการสอนแนวคิดการคิดเชิงความสัมพันธ์ว่า การแนะนำแนวคิดการคิดเชิงความสัมพันธ์ให้กับนักเรียนไม่ใช่งานที่ง่าย ถ้ามุมมองของครูยังจำกัดความคิดเพียงแค่การคำนวณเลขคณิตในโรงเรียนประถมศึกษาชั้นนั้น แนวคิดการคิดเชิงความสัมพันธ์ หมายถึง การให้ความสนใจในโครงสร้างของการดำเนินการในเลขคณิต ถ้าปราศจากประสบการณ์การคิดเชิงสัมพันธ์เหล่านี้ นักเรียนส่วนมากจะล้มเหลวในการเข้าใจโครงสร้างของ การดำเนินการในเลขคณิต ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการเปลี่ยนผ่านไปยังพีชคณิต Stephens ได้สรุป เกี่ยวกับแนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ไว้ว่า เป็นวิธีการที่มีพลังในการสร้างความสนใจในโครงสร้าง พื้นฐานของเลขคณิต ซึ่งมีสองความคิดหลักคือ การแสดงจำนวนบนเครื่องหมายเท่ากับ และการทดแทนจำนวนรวมถึงการรู้ลักษณะที่จะทดแทนตำแหน่ง ความคิดเหล่านี้ถือว่าเป็นพื้นฐาน สำหรับการคิดเชิงพีชคณิต

Stephens and Inprasitha (2007, pp. 319 - 326) กล่าวว่า เป็นการเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานทางเลขคณิต และเป็นพื้นฐานสำหรับการคิดเชิงพีชคณิตและการเรียนพีชคณิตในระดับที่สูงขึ้น

Molina, Castro and Ambrose (2006, pp. 265-270) แนวคิดการคิดเชิงความสัมพันธ์ ไม่มีนิยามที่ชัดเจน แต่เป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไปว่า นักเรียนมีแนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ เมื่อเขามองเห็นความเกี่ยวข้อง เชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างน้อยสองแนวคิด วิเคราะห์และใช้ความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงที่ได้ในการแก้ปัญหา หรือตัดสินใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับสถานการณ์หรือโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

Jacob, et al. (2007, pp. 258-288) แนวคิดการคิดเชิงความสัมพันธ์จะช่วยให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนและสมบัติพื้นฐานของการดำเนินการของจำนวน นักเรียนสามารถใช้แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์มาทำการคิดคำนวณให้ง่ายขึ้น สามารถสร้างและเรียนรู้ความคิดรวบยอดใหม่ ๆ ได้ นอกจากนั้นยังนำวิธีการคิดคำนวณที่เรียนรู้มาใช้กับวงจำนวนที่กว้างขึ้น และเข้าใจเกี่ยวกับเลขคณิตโดยทั่วไป การจะแบ่งแยกออกมาอย่างชัดเจนว่า อะไรที่จัดเป็นแนวคิด การคิดเชิงความสัมพันธ์ และอะไรที่ไม่จัดว่าเป็นแนวคิดการคิดเชิงความสัมพันธ์นั้น เป็นเรื่องยากและนักเรียน จะแสดงความสามารถของแนวคิดการคิดเชิงความสัมพันธ์ในระดับแตกต่างกันไป

Van De Walle (2007, pp. 121-146) กล่าวว่า การที่นักเรียนสังเกตและใช้ความสัมพันธ์ของจำนวนระหว่างสองข้างของเครื่องหมายเท่ากับมากกว่าการคำนวณหาคำตอบนั้น เรียกว่าเป็น แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ ซึ่งเป็นการคิดที่มากกว่าการคิดคำนวณอย่างง่ายและเน้นไปที่การ ดำเนินการของจำนวนว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ถือว่าเป็นหัวใจ สำคัญของกลยุทธ์ การหาผลลัพธ์ทั้งหลาย ตัวอย่างเช่น กลยุทธ์ใกล้สองเท่า (The Near-Doubles Strategy) สำหรับ 6+7 หรือกลยุทธ์ครึ่งหนึ่งและสองเท่า (The Half-and-Double Strategy) สำหรับ 6x8 แต่ละกลยุทธ์เกี่ยวข้องกับการใช้ความสัมพันธ์ให้เป็นประโยชน์ระหว่างผลลัพธ์ที่ต้องการกับผลลัพธ์ที่รู้อยู่แล้ว เช่น 6+7 คือ มากกว่า 6+6 กลยุทธ์ในการหาผลลัพธ์นี้เป็นเพียงตัวอย่างง่าย ๆ ของประโยชน์แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ นอกจากนี้ Van De Walle ยังเสนอแนะว่าควรกำหนดให้นักเรียนมีแนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ โดยการดำเนินการค้นหาคำตอบจากประโยคถูกหรือผิด และประโยคจำนวนเปิด โดยเลือกสมการที่ ออกแบบสำหรับดึงความคิดที่ดี และท้าทายออกมามากกว่าการคิดคำนวณ ควรใช้จำนวนที่ทำให้การคิดโดยวิธีคำนวณยากขึ้น เพื่อผลักดันให้พวกเขาไปสู่แนวคิดการคิดเชิงความสัมพันธ์ และควรสนับสนุนให้นักเรียนคิดสร้างประโยคจริงหรือเท็จ และประโยคจำนวนเปิดที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ด้วยตนเอง เพื่อก่อให้เกิดความสนใจกับความคิดในการใช้แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์กับจำนวนที่หลากหลายขึ้น โดยทั่วไปจะเริ่มต้นเกี่ยวข้องกับการใช้ศูนย์ การบวก การลบด้วยจำนวนเดียวกัน และตามด้วยสมบัติต่าง ๆ ของจำนวน นอกจากนี้ การที่นักเรียนคิด สร้างประโยคจริงหรือเท็จ และประโยคจำนวนเปิดที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ด้วย ตนเองนั้นจะส่งผลให้เกิดประโยชน์ 2 ประการคือ

1. นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจเครื่องหมายเท่ากับ โดยนักเรียนใช้การดำเนินการของจำนวนทั้งสองข้างของเครื่องหมายเท่ากับ และสามารถให้ความหมายของเครื่องหมายเท่ากับว่าเหมือนกันในการแก้ปัญหาประโยคจำนวนเปิด

2. ค้นหาการแสดงออกมาของแนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ นักเรียนผู้ซึ่งอาศัย ความสัมพันธ์ในการค้นหาการดำเนินการของจำนวนในแต่ละข้างของเครื่องหมายเท่ากับ มากกว่า การคิดคำนวณโดยตรงจะสามารถก้าวเข้าสู่การคิดเชิงพีชคณิตได้อย่างง่ายจากการศึกษาแนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์

จากนักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวมาข้างต้นสรุปแนวคิดการคิดเชิงความสัมพันธ์ได้ดังตารางที่ 2.1 สรุปได้ว่า

ตารางที่ 2.1 สรุปแนวคิดของการคิดเชิงความสัมพันธ์

ชื่อนักศึกษา	แนวคิดหลักของการคิดเชิงความสัมพันธ์
Stard ,Carpenter, Franke and Levi	- สังเกตความสัมพันธ์ - การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน
Carpenter	- การมองความสัมพันธ์ของจำนวน - ใช้การดำเนินการ ในการหาคำตอบ
Stephens	- มองประโยคโดยรวม ใช้ความเป็นไปได้ - การอธิบายเป็นถ้อยคำ - การใช้ลูกศรหรือแผนภาพ - การไม่คำนวณ
Molina, Castro and Ambrose	- มองความเกี่ยวข้อง - การใช้ความสัมพันธ์ของจำนวนในประโยค - เชื่อมโยง - วิเคราะห์
Jacob	- มองนิพจน์และสมการโดยภาพรวม - สังเกตความสัมพันธ์ - ใช้สมบัติพื้นฐานของการดำเนินการทางจำนวน
Van De Walle	- สังเกตและใช้ความสัมพันธ์ทางจำนวนระหว่างสองข้าง

โดยสรุปแล้วแนวคิดของการคิดเชิงความสัมพันธ์ หมายถึง การคิดทางคณิตศาสตร์ลักษณะหนึ่งเกี่ยวกับการแก้ปัญหาการใช้ในการหาคำตอบ โดยมีการพิจารณาหลัก ดังนี้ การมองภาพโดยรวม สังเกตและวิเคราะห์ประโยคสัญลักษณ์ ใช้ลูกศร ใช้แผนภาพต่าง ๆ การดำเนินการหรือใช้สมบัติพื้นฐานเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ และเป็นการเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานทางเลขคณิต และเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนพีชคณิตในระดับที่สูงขึ้น

2.1.3 การประเมินการคิดเชิงความสัมพันธ์

การประเมินการคิดเชิงความสัมพันธ์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการประเมินการคิดเชิงความสัมพันธ์ไว้ ดังนี้

Popham (1997, pp. 72-75) ได้กล่าวถึงความหมายของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคว่าหมายถึง การแนะนำการให้คะแนนเพื่อใช้ประเมินคุณภาพในการตอบสนองของนักเรียน ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนจะมีลักษณะเฉพาะที่สำคัญคือ เกณฑ์ การนิยามคุณภาพ กลยุทธ์การให้ คะแนนซึ่งอาจ

เป็นวิธีการให้คะแนนแบบภาพรวมหรือแยกองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่ง Popham ได้ให้ข้อสังเกตและคำแนะนำในการพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกไว้ดังนี้

1. เกณฑ์ต่าง ๆ ควรเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการสอนซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ตรงประเด็นที่สุดของเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก
2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกควรมีจำนวนเกณฑ์ประมาณ 3-5 เกณฑ์ และต้องเป็นเกณฑ์ที่มีจุดหมายแน่นอน 1
3. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกไม่ควรมีความยาวมากเกินไป
4. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกแต่ละเกณฑ์ต้องสามารถแทนคุณสมบัติที่สำคัญ

Carpenter and Moser (1984, pp. 179-202) กล่าวว่า เกณฑ์การประเมินนักเรียนเกรด 1-3 ที่แก้ปัญหาในเรื่องการบวกและการลบ ซึ่งได้แบ่งการดำเนินการของนักเรียนออกเป็น 5 ระดับดังนี้

ระดับ 0 นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาในเรื่องการบวกและการลบได้

ระดับ 1 นักเรียนมีข้อจำกัดในด้านวิธีการที่ใช้ สามารถใช้วิธีการปฏิบัติจริงได้เท่านั้น อาจใช้นิ้วมือช่วยในการหาคำตอบ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวกจะใช้วิธีการนับ ส่วนการแก้ปัญหारेื่องการลบอาจใช้วิธีการนับเพิ่ม การจำแนกและการจับคู่ นักเรียนที่อยู่ในระดับนี้ไม่สามารถแก้ปัญหาในระดับที่มีทั้งการบวกและการลบได้

ระดับ 2 นักเรียนสามารถส่งผ่านวิธีการที่สร้างตัวแบบโดยตรงไปสู่วิธีการนับ และสามารถใช้วิธีการทั้งสองเพื่อแก้ปัญหาและใช้วิธีการนับสิ่งของและการนับเพิ่ม

ระดับ 3 นักเรียนสามารถแสดงออกถึงลักษณะที่อยู่ภายในตัวแบบโดยตรง ส่วนใหญ่ใช้การนับแบบต่อเนื่องเพื่อแก้ปัญหาที่เป็นลักษณะเฉพาะ อาจใช้การนับนิ้วมือเพื่อให้การนับดำเนินไปอย่างต่อเนื่องโดยไม่ใช้เครื่องหมายสำหรับการนับ ส่วนมากใช้วิธีนับสิ่งของ และการนับเพิ่มนับลดในการแก้ปัญหา

ระดับ 4 นักเรียนสามารถใช้การระลึกหรือการนำข้อเท็จจริงเกี่ยวกับจำนวนมาใช้ในการแก้ปัญหาการบวกและการลบ

Stephens, Isoda and Inprashita (2006, p. 259) กล่าวว่า ระดับการให้คะแนนการคิดเชิงสัมพันธ์ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ระดับการให้คะแนนการคิดเชิงความสัมพันธ์

ระดับคะแนน	การคิดเชิงความสัมพันธ์
0	คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่มีหลักฐานของการคิดเชิงสัมพันธ์
1	คำตอบถูกต้อง แต่ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ถูกต้อง ชัดเจน สมบูรณ์ เป็นส่วนน้อย ข้อที่เหลือยังมีหลักฐานของการคำนวณในการหาคำตอบหรือพยายามใช้การคิดเชิงสัมพันธ์แต่ยังไม่ถูกต้อง
2	คำตอบถูก แต่ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ถูกต้องชัดเจนสมบูรณ์เป็นส่วนปานกลาง ข้อที่เหลือยังมีหลักฐานของการคำนวณในการหาคำตอบหรือพยายามใช้การคิดเชิงสัมพันธ์
3	คำตอบถูก แต่ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ถูกต้องชัดเจนสมบูรณ์เป็นปานกลาง ข้อที่เหลือยังมีหลักฐานของการคำนวณในการหาคำตอบหรือพยายามใช้การคิดเชิงสัมพันธ์แต่ยังไม่ถูกต้อง
4	คำตอบถูก ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ถูกต้องชัดเจนสมบูรณ์ทั้งหมดทุกข้อ

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก Describing and exploring the power of relational thinking (p. 259), โดย Stephen, 2006.

สุวิทย์ มูลคำ (2548, น. 157-160) ได้กล่าวถึง การประเมินผลกระบวนการคิดว่าสามารถจำแนกได้เป็น 2 แนวทางใหญ่ๆ ได้แก่ (1) การประเมินผลโดยการใช้แบบทดสอบ ซึ่งอาจเป็นแบบทดสอบมาตรฐานหรือ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมาเองซึ่งเป็นแบบวัดการคิดที่เหมาะสมกับ ความต้องการในการวัด และ (2) ใช้การประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งมีแนวทางในการประเมิน 2 ลักษณะคือ

ลักษณะที่ 1 ประเมินจากพฤติกรรมกรรมการแสดงออก ได้แก่ การพูด การฟัง การอภิปราย การร่วมกิจกรรมตามที่กำหนด การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินผลกระบวนการคิดจากพฤติกรรมกรรมการแสดงออก ควรใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ การใช้ผลการบันทึกจากผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น เพื่อนร่วมชั้น ผู้สอน

ลักษณะที่ 2 ประเมินจากผลงานและชิ้นงานที่เกิดขึ้น การประเมินผลกระบวนการคิด ในลักษณะที่สองนี้สามารถใช้วิธีการที่หลากหลายได้ เช่น การตรวจงานหรือผลงานของนักเรียนการรายงานตนเองของผู้เรียน การใช้บันทึกจากผู้ที่เกี่ยวข้อง และการใช้แฟ้มสะสมงาน เกณฑ์การให้คะแนน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้เป็นแนวทางสำหรับประเมินการปฏิบัติงานของ นักเรียน โดยการสร้าง 18 แนวทางในการให้

คะแนนจะต้องกำหนดมาตราวัด (Scale) และรายการของ คุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกของแต่ละจุดในมาตราวัดอย่างชัดเจน

เกณฑ์การประเมินนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่แก้ปัญหาเรื่องจำนวนเต็ม ผู้วิจัยได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินนักเรียนจากแนวคิดของ Carpenter and Moser ซึ่งได้แบ่งการดำเนินการของนักเรียนออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 0 นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้

ระดับ 1 นักเรียนมีข้อจำกัดในด้านวิธีการที่ใช้ สามารถใช้ได้เพียงวิธีเดียวในการหาคำตอบ

ระดับ 2 นักเรียนสามารถส่งผ่านวิธีการที่สร้างตัวแบบโดยตรงไปสู่วิธีการแก้สมการและสามารถใช้วิธีการทั้งสองเพื่อแก้ปัญหา

ระดับ 3 นักเรียนสามารถแสดงออกถึงลักษณะที่อยู่ภายในตัวแบบโดยตรง ส่วนใหญ่ใช้สมบัติทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาที่เป็นลักษณะเฉพาะ อาจใช้การแก้สมการเพื่อให้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง

ระดับ 4 นักเรียนสามารถใช้การระลึกหรือการนำข้อเท็จจริงเกี่ยวกับจำนวนมาใช้ในการแก้ปัญหา

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงสัมพันธ์ และระดับการคิดเชิงสัมพันธ์ ตามเกณฑ์ของ นิติยา ละดาตาศ (2560, น. 52) ซึ่งได้พัฒนาจากแนวคิดของ Carpenter and Moser และ Stephens, Isoda and Inprashita ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงความสัมพันธ์

ระดับคะแนน	การคิดเชิงความสัมพันธ์
0	คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่มีหลักฐานของการคิดเชิงสัมพันธ์ หรือคำตอบถูกต้องแต่ใช้การคำนวณ หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ
1	คำตอบไม่ถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ และมีหลักฐานของการคำนวณในการหาคำตอบ
2	คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง และมีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ
3	คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ มีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ

(ต่อ)

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงความสัมพันธ์

ระดับคะแนน	การคิดเชิงความสัมพันธ์
4	คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ และไม่พร่องรอยการคำนวณในการหาคำตอบ

จากตารางที่ 2.3 พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงความสัมพันธ์ประกอบ 5 ระดับคะแนน ได้แก่ 0, 1, 2, 3 และ 4 ซึ่งในแต่ละคะแนนจะมีความสมบูรณ์ ความถูกต้อง และความชัดเจนของการคิดเชิงความสัมพันธ์แตกต่างกัน

2.2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Polya (1980, pp. 3-4) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิถีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไปหาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อให้ได้ข้อลงเอย หรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

Kutz (1991, p. 93) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะเกิดขึ้นเมื่อมีเงื่อนไขต่อไปนี้ คือมีเป้าหมายของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่สามารถจะเป็นไปได้ ซึ่งเป้าหมายนั้นจะถูกทำความเข้าใจโดยผู้แก้ปัญหานั้น วิธีที่จะไปสู่เป้าหมายนั้นจะมีอุปสรรคซึ่งผู้แก้ปัญหามิรู้วิธีที่บรรลุเป้าหมายนั้น ผู้แก้ปัญหามักกระตุ้นเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

Kennady and Tipps (1994, p. 181) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกของแต่ละบุคคลในการตอบสนองสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, น. 55) ได้กล่าวว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เวชฤทธิ์ อังกะษัทรขจร (2555, น. 42-52) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหามิรู้วิธีที่บรรลุเป้าหมาย

คณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และประสบการณ์เดิม ประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในปัญหานั้น ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การทำงานเพื่อหาคำตอบในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทันทีทันใด โดยสถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่นั้นจะขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล และเวลาในการแก้ปัญหา ซึ่งในการดำเนินการหาคำตอบเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทักษะการฝึกฝน และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันเพื่อค้นหาคำตอบในสถานการณ์นั้น ๆ

2.2.2 ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้มากมาย ดังนี้

Hogan and Alejandre (2010, pp. 114-130) ได้เสนอความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่ทำหายมากที่สุดในการเรียนการสอนให้นักเรียน เมื่อนักเรียนเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหา ก็จะช่วยนักเรียนให้มีความมั่นใจมากขึ้น นักเรียนอาจใช้เวลาในการแก้ปัญหาแต่ละครั้งเพื่อที่จะปรึกษากับเพื่อนในการเลือกกลยุทธ์ที่จะแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 78) ได้เสนอความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้จริง ผู้สอนจึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้ฝึกฝน และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างต่อเนื่อง การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายใน และภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้ตลอดชีวิต

อุซาวตี จันทรสนธิ (2556, น. 5-6) ได้ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นความสามารถขั้นพื้นฐานของมนุษย์ ในชีวิตประจำวัน เรานั้นต้องพบกับปัญหา และอุปสรรคมากมาย ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีทำให้สภาพแวดล้อม และสังคมเปลี่ยนแปลงไป มนุษย์ต้องใช้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้สามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้ การที่บุคคลมีชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขนั้น จำเป็นต้องมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างชาญฉลาด รวดเร็ว ทันเหตุการณ์ และมีประสิทธิภาพ ซึ่งถือได้ว่าเป็นความสามารถขั้นพื้นฐานของมนุษย์

2. การแก้ปัญหาทำให้เกิดการค้นพบความรู้ใหม่ จากการศึกษาประวัติศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ศึกษา จะพบว่าการคิดแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์นั้นก่อให้เกิดการค้นพบสาระความรู้ใหม่ ๆ ทำให้คณิตศาสตร์มีการพัฒนา เช่น ความพยายามของนักคณิตศาสตร์หลายท่านในการพิสูจน์ สัจพจน์การขนานในเรขาคณิตยูคลิด มีอิทธิพลต่อการพัฒนาเรขาคณิตแขนงใหม่ ๆ มาก เช่น เรขาคณิต นอกระบบยูคลิด

3. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เมื่อพิจารณา จุดประสงค์ของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2551 ความสอดคล้องกันประการหนึ่งของจุดประสงค์ คือ การมุ่งให้นักเรียนรู้จัก คิดอย่างมีเหตุมีผล สามารถแสดงความคิดออกมาอย่างชัดเจน มีระเบียบ และรัดกุม นอกจากนั้นใน ทุกระดับชั้น ยังมุ่งให้นักเรียนสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และการศึกษา ต่อในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งความลึกซึ้งของจุดประสงค์ดังกล่าวนี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละระดับชั้นเพื่อ เป็นการตอบสนองจุดประสงค์ดังกล่าว ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์จึงได้มีการ สอดแทรกกิจกรรมการแก้ปัญหาไว้ในคาบเวลาเรียนปกติ และในกิจกรรมเสริมหลักสูตรกิจกรรม ต่าง ๆ เช่น มุมคณิตศาสตร์ การจัดป้ายนิเทศ การจัดนิทรรศการ กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี ความสำคัญ อย่างยิ่ง เพราะการแก้ปัญหาเป็นหัวใจหลักของการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นปัจจัยสำคัญที่ ช่วยให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ การแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนรู้ทักษะ ความคิดรวบยอด และหลักการต่าง ๆ รวมทั้ง สามารถประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้การแก้ปัญหายังเป็นทักษะพื้นฐานของ มนุษย์ที่ต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อสามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้

2.2.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Polya (1957, pp. 5-40) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจ คำประโยคย่อย ๆ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ของปัญหา โดยนักเรียนต้องสามารถสรุปปัญหาเป็นภาษาหรือ คำพูดของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้และโจทย์ถามหาอะไร

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาโดยอาศัยข้อมูลจากขั้นที่ 1 นำไปสู่การกำหนดว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด โดยพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้จะก่อให้เกิดผล อย่างไรบ้าง และต้องใช้ความรู้อะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น โดยการนำทฤษฎี หลักการ/กฎ สูตร บทนิยาม ที่เรียนมากำหนดเป็นวิธีการในการแก้ปัญหา

3. ขั้นตอนการแก้ปัญหาและหาคำตอบ เป็นขั้นตอนการตามแผน/วิธีการที่เลือกไว้จนกระทั่งได้คำตอบ สำหรับปัญหาที่มีการคิดคำนวณขั้นนี้เป็นขั้นที่ลงมือคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบตามวิธีการทางคณิตศาสตร์

4. ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ เป็นขั้นที่ต้องพิจารณาตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนว่าเรียบร้อยครบทุกกรณีที่เป็นไปได้หรือไม่ ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

Krulik and Rudnick (1993, pp. 5-6) เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการอ่านและคิด เป็นขั้นการวิเคราะห์ปัญหา การตรวจสอบข้อเท็จจริงและการประเมินผล การเชื่อมโยงทุกส่วนของปัญหา

2. ขั้นการสำรวจและวางแผน เป็นการวางแผนเพื่อคำตอบโดยการจัดลำดับข้อมูลข่าวสารพิจารณาถึงความพอเพียงของข้อมูล จัดข้อมูลในรูปตาราง การสร้างข้อสรุป สร้างรูปแบบ

3. ขั้นคัดเลือกยุทธวิธี เป็นขั้นที่คนส่วนใหญ่เห็นว่ามีความยากกว่าทุกขั้นตอน โดยการเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมกับปัญหา

4. ขั้นหาคำตอบ เป็นขั้นใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหานั้น ๆ เพื่อหาคำตอบ เช่น ใช้การประมาณค่าหรือใช้เครื่องคำนวณ

5. ขั้นการสะท้อนกลับและการขยายผล โดยการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ ได้ตอบคำถามของโจทย์ครบถ้วนหรือไม่ และคำตอบที่ได้อธิบายเหตุผลอย่างเพียงพอหรือไม่

สมศักดิ์ โสภณพิณีจ (2547, น. 17) ได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจในปัญหา ซึ่งอาจจะใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ช่วย เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง

2. แสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ พิจารณาถึงเหตุ และหาหนทางที่จะแก้ปัญหา

3. วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการวางโครงการ หายุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

4. แก้ปัญหา โดยดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ ซึ่งอาจจะมีควมจำเป็นต้องใช้การคำนวณช่วย

5. ตรวจสอบ เป็นการทบทวนเหตุผล ที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้วนั้นว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด คำนวณถูกต้องหรือไม่ คำตอบน่าเชื่อถือเพียงใด

อุซาวตี จันทรสนธิ (2556, น. 5-6) ได้ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การแก้ปัญหาเป็นความสามารถขั้นพื้นฐานของมนุษย์ ในชีวิตประจำวัน เรานั้นต้องพบกับปัญหาและอุปสรรคมากมาย ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้สภาพแวดล้อมและสังคมเปลี่ยนแปลงไป มนุษย์ต้องใช้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้สามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้ การที่บุคคลมีชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขนั้น จำเป็นต้องมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างชาญฉลาด รวดเร็ว ทันเหตุการณ์ และมีประสิทธิภาพ ซึ่งถือได้ว่าเป็นความสามารถขั้นพื้นฐานของมนุษย์

2. การแก้ปัญหาก็ทำให้เกิดการค้นพบความรู้ใหม่ จากการศึกษาประวัติศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษา จะพบว่าความคิดแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์นั้นก่อให้เกิดการค้นพบสาระความรู้ใหม่ๆ ทำให้คณิตศาสตร์มีการพัฒนา เช่น ความพยายามของนักคณิตศาสตร์หลายท่านในการพิสูจน์สัจพจน์การขนานในเรขาคณิตยูคลิด มีอิทธิพลต่อการพัฒนาเรขาคณิตแขนงใหม่ ๆ มาก เช่น เรขาคณิตนอกระบบยูคลิด

3. การแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เมื่อพิจารณาจุดประสงค์ ของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2551 ความสอดคล้องกันประการหนึ่งของจุดประสงค์ คือ การมุ่งให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล สามารถแสดงความคิดออกมาอย่างชัดเจน มีระเบียบ และรัดกุม นอกจากนั้นในทุกระดับชั้น ยังมุ่งให้นักเรียนสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งความลึกซึ้งของจุดประสงค์ดังกล่าวนี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละระดับชั้นเพื่อเป็นการตอบสนองจุดประสงค์ดังกล่าว ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์จึงได้มีการสอดแทรกกิจกรรมการแก้ปัญหาไว้ในคาบเวลาเรียนปกติ และในกิจกรรมเสริมหลักสูตรกิจกรรมต่าง ๆ เช่น มุมคณิตศาสตร์ การจัดปายนิเทศ การจัดนิทรรศการ กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการแก้ปัญหาที่มีลำดับขั้นตอน การแก้ปัญหาก็ทำให้เกิดการค้นพบความรู้ใหม่ จากการศึกษาประวัติศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษา จะพบว่าความคิดแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์นั้นก่อให้เกิดการค้นพบสาระความรู้ใหม่ๆ ทำให้คณิตศาสตร์มีการพัฒนา

2.2.4 กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

Krulik and Rudnick (1982, pp. 10-20) กล่าวว่า กลวิธีในการแก้ปัญหามีหลากหลาย ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับปัญหา กลวิธีหนึ่งอาจจะเหมาะสมกับปัญหาหนึ่ง แต่บางปัญหาอาจไม่ใช่

นอกจากนี้บางปัญหาอาจจะจำเป็นต้องใช้หลายกลวิธีในการแก้ปัญหา และเสนอแนะกลวิธีในการแก้ปัญหาไว้ 8 ประการ ดังนี้

1. การจำแนกแบบรูป
2. การทำย้อนกลับ
3. การเดาและตรวจสอบ
4. การสร้างสถานการณ์จำลองหรือการทดลอง
5. การย่อความ
6. การแจกแจงรายงานการ
7. การใช้ตรรกศาสตร์เชิงอนุมาน
8. การแสดงความหมายข้อมูล โดยใช้
 - 8.1 กราฟ
 - 8.2 สมการ
 - 8.3 นิพจน์เชิงพีชคณิต
 - 8.4 ตาราง
 - 8.5 แผนภูมิ
 - 8.6 ไดอะแกรม

Wilson, Fernandez and Hadaway (1993, p. 199) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาไว้ 21 กลวิธี ดังนี้

1. กลวิธีเดาและตรวจสอบ เป็นการเดาคำตอบของปัญหาที่พบและตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ให้เดาคำตอบใหม่จนได้คำตอบที่ถูกต้องโดยอาศัยเหตุผลจากการเดาครั้งที่ผ่านมา
2. กลวิธีใช้ตัวแปร เป็นการกำหนดตัวแปรของตัวแปรที่ไม่ทราบค่า หรือสิ่งที่โจทย์ถาม แล้วหาค่าของตัวแปรเพื่อให้ได้คำตอบที่โจทย์ถาม
3. กลวิธีค้นหารูปแบบ เป็นการหาคำตอบโดยสังเกตจากตัวอย่างที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วหารูปแบบจากตัวอย่างที่โจทย์กำหนดให้ นั้น เป็นแนวทางในการหาคำตอบ
4. กลวิธีสร้างรายการ เป็นการหาคำตอบโดยการสร้างรายการที่เป็นไปได้ของคำตอบตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด
5. กลวิธีแก้ปัญหาที่ง่ายกว่า เป็นการหาคำตอบโดยการสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ ซึ่งมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิม แล้วนำวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาที่สร้างขึ้นใหม่นั้นมาใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหาเดิม

6. กลวิธีวาดภาพ เป็นการวาดภาพเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์ปัญหากำหนดมาให้ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา

7. กลวิธีเขียนแผนภาพ เป็นการเขียนแสดงสาระสำคัญเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ เพื่อเป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหาต่าง ๆ จากกลวิธีวาดภาพตรงที่ การเขียนแผนภาพจะไม่แสดงรายละเอียด จะบอกเพียงสาระสำคัญเท่านั้น

8. กลวิธีใช้การให้เหตุผลทางตรง เป็นการให้เหตุผลพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดมาให้ในการหาคำตอบ และมักเป็นกลวิธีที่ใช้ร่วมกับกลวิธีอื่น ๆ ในการแก้โจทย์ปัญหา

9. กลวิธีใช้การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้การพิสูจน์ เพื่อแสดงว่า คำตอบหนึ่งเป็นจริงแต่ไม่สามารถแสดงได้ ซึ่งจะเปลี่ยนการหาคำตอบเป็นหาเหตุผลมาแสดงว่าคำตอบที่มีทิศทางหรือเครื่องหมายตรงกันข้ามเป็นเท็จ และจึงสรุปคำตอบที่โจทย์กำหนดให้ พิสูจน์เป็นจริง

10. กลวิธีใช้สมบัติของจำนวน เป็นการหาคำตอบโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติของจำนวน มาใช้ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

11. กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาที่เหมือนกัน เป็นการหาคำตอบโดยการเปลี่ยนภาษาของโจทย์ปัญหาเป็นภาษาของผู้แก้ปัญหาเอง โดยที่ความหมายไม่เปลี่ยนไปจากเดิม เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจปัญหา

12. กลวิธีทำย้อนกลับ เป็นการแก้โจทย์ปัญหาโดยพิจารณาจากผลลัพธ์หรือเหตุการณ์สุดท้ายที่โจทย์กำหนด แล้วทำย้อนกลับ เพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ

13. กลวิธีแบ่งเป็นกรณี เป็นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่คำตอบ มีสาเหตุมาจากกรณีย่อย ๆ หลายกรณี แล้วพิจารณาคำตอบจากกรณีร่วมกันเป็นคำตอบที่โจทย์ต้องการ

14. กลวิธีแก้ปัญหาด้วยสมการ เป็นการหาคำตอบโดยการเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล ให้อยู่ในรูปของการเท่ากัน แล้วจึงหาคำตอบ

15. กลวิธีค้นหาสูตร เป็นการหาคำตอบโดยการใช้สูตรที่สอดคล้องกับข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ในการหาคำตอบ

16. กลวิธีสร้างสถานการณ์จำลอง เป็นการหาคำตอบโดยการทดลองแสดงสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดมาให้ โดยใช้วัสดุที่มีลักษณะ รูปร่าง ที่คล้ายกับข้อมูลที่โจทย์กำหนด

17. กลวิธีใช้แบบจำลอง เป็นการหาคำตอบโดยการใช้แบบจำลองที่มีรูปร่างคล้ายกับที่โจทย์กำหนดมาให้ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหา

18. กลวิธีวิเคราะห์เกี่ยวกับขนาด เป็นการหาคำตอบโดยใช้การแปลงหน่วยการวัดระยะทาง อัตราเวลา หรือโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับมาตรการวัดต่าง ๆ ทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์เกี่ยวกับขนาด

19. กลวิธีกำหนดเป้าหมายรอง เป็นการหาคำตอบโดยการหาคำตอบจากส่วนย่อยมาก่อน แล้วจะทำให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา

20. กลวิธีใช้หลายวิธีร่วมกัน เป็นการหาคำตอบโดยใช้หลากหลายกลวิธีร่วมกัน

21. กลวิธีใช้การสมมาตร เป็นการหาคำตอบโดยใช้คุณสมบัติของการเท่ากันของสิ่งของ มาใช้ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

Reys, et al. (2004, p. 28) ได้เสนอกลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 10 ประการ คือ

1. กำจัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาทิ้งไป เหลือไว้แต่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ทำให้ตัวปัญหามีความชัดเจนมากขึ้น
2. สร้างภาพประกอบหรือไดอะแกรม วาดภาพหรือร่างภาพเป็นแผนภูมิต่าง ๆ ทำให้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวปัญหาได้อย่างชัดเจน
3. ค้นหาแบบรูป จากตัวเลข รูปภาพ หรือตาราง เมื่อนักเรียนค้นพบแบบรูปได้ก็สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
4. สร้างตาราง เป็นการจัดระเบียบข้อมูลจากแบบรูปที่หาได้และจากข้อมูลที่ระบุได้จากตัวปัญหาทำให้นักเรียนมองเห็นการแบ่งประเภทหรือลำดับของข้อมูลจากตัวปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. จำแนกทุกกรณีที่เป็นไปได้ เป็นวิธีที่อาจใช้การค้นหาแบบรูปและสร้างตารางประกอบการแก้ปัญหาย่างเป็นระบบ แต่บางปัญหานั้นต้องตรวจสอบทุกกรณี
6. คิดย้อนหลัง สำหรับบางปัญหาที่ต้องคิดจากข้อมูลสุดท้ายหรือผลแล้วสืบสาวไปหาเหตุ
7. เขียนประโยคเปิด ประโยคเปิดหรือสมการเป็นวิธีที่ใช้สอนในตำราเรียน นักเรียนต้องมองหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากปัญหาก่อนแล้วจึงเขียนเป็นสมการได้
8. เดาและตรวจสอบ การเดาควรตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นไปได้ของปัญหารวมกับความรู้ และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหา วิธีนี้เป็นการเดาซ้ำ ๆ แล้วตรวจสอบโดยใช้ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหาคำตอบที่ดียิ่ง ๆ ขึ้นไป
9. แก่จากปัญหาที่ง่ายกว่าหรือจากปัญหาที่คล้ายกัน บางปัญหาที่มีโครงสร้างยากซับซ้อนหลายขั้นตอน โดยการแยกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับปัญหาที่คุ้นเคยมาก่อน ทำให้มองเห็นวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
10. เปลี่ยนมุมมอง เป็นวิธีที่ใช้หลังจากใช้วิธีอื่นแล้วไม่ได้ผลเพราะการที่บุคคลมองปัญหาในมุมมองเดิมทำให้มีแนวโน้มวางแผนคิดหาคำตอบแบบเดิม ๆ ทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหา เช่นมองในสิ่งที่ปัญหาไม่ได้กล่าวไว้เพราะบางปัญหาอาจแก้ได้จากสิ่งที่โจทย์หรือปัญหาละเลยไว้

การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและหลากหลาย จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ ตอบคำถามได้ครบถ้วน สมบูรณ์ และพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาได้ ดังนั้นกลยุทธ์ในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

2.2.5 องค์ประกอบในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Henny (1971, pp. 223-224) ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ พบว่าองค์ประกอบที่สำคัญประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

1. ความสามารถในการเข้าใจคำพูด
2. ความเข้าใจในแนวคิดของปัญหา
3. การตีความหมายของปัญหาอย่างมีเหตุผล
4. การคิดคำนวณที่ถูกต้อง

Heimer and Trueblood (1978, pp. 30-32) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ การรู้คำศัพท์ในโจทย์คำถามจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2. ทักษะในการคำนวณ
3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง
4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล
5. การคาดเดาคำตอบ
6. การเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
7. ความสามารถในการค้นพบข้อมูลที่ขาดหาย
8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

Baroody (1993, pp. 2-8-2-10) กล่าวถึงองค์ประกอบหลักของการแก้ปัญหา 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนคติ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก ซึ่งจะเป็นแรงขับในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจ และความเชื่อของนักเรียน

3. องค์ประกอบทางการสังเคราะห์ความคิด เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถตอบตนเองได้ว่าทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และจำกัดตามและควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

กรมวิชาการ (2545, น. 106-107) กล่าวถึงปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. ความซับซ้อนของโจทย์ปัญหา ข้อมูลที่กำหนดให้มีจำนวนมาก
2. ความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง
4. การเริ่มต้นแก้ปัญหา นักเรียนไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นอย่างไร จะต้องทำอะไรก่อน
5. ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอ
6. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา

นักเรียนจะมีกำลังใจที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว

7. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน การที่จะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องได้รับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งคล้ายกับการที่จะเป็นนักศิลปะที่เก่ง นักเล่นกอล์ฟฝีมือเยี่ยมก็ต้องฝึกฝนฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 104) พิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 องค์ประกอบ คือ

1. ความเข้าใจปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการทบทวนปัญหาที่พบเพื่อทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ในประเด็นต่าง ๆ สิ่งสำคัญ เพื่อให้เข้าใจปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง

2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพราะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่มีปัญหา ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ยูกับที่ไม่รู้

3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาลงมือทำตามแผนที่กำหนดไว้ซึ่งมีข้อเสนอแนะให้ทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อจะได้มีโอกาสช่วยเหลือกันในการแก้ปัญหา ทำให้งานกลุ่มลุล่วงเร็วและมีความสมบูรณ์

4. การสรุปคำตอบหรือตรวจคำตอบ เป็นการตรวจผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนที่ผ่านมาเพื่อตรวจสอบถูกต้องของคำตอบ และวิธีการในการแก้ปัญหาว่าผลลัพธ์ตรงกันหรือไม่ ตลอดจนขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาให้กว้างขวางขึ้นเพื่อหาข้อสรุปและสรุปผลการแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ ไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่ ความสามารถทางความคิดและสติปัญญา ความสามารถในการวิเคราะห์สังเคราะห์ และประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้แก้ปัญหา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และวิธีการสอนของครู

2.2.6 การส่งเสริมและการพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การส่งเสริมและการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนเป็นเรื่องจำเป็นที่ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึง เพราะเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ขั้นตอนวิธีการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ อย่างเป็นระบบก็จะทำให้ความรู้ที่ติดตัวนักเรียนไปตลอด นักวิชาการหลายท่านได้เสนอแนวคิดวิธีการสอนของครู เพื่อส่งเสริมและการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ดังนี้

Bitter (1990, pp. 43-44) ได้เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน
2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน
3. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า โจทย์ที่กำหนดมีข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และยังคงการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้างในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ
4. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามหาอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริง ๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ
5. ควรให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญหาซ้ำซาก ไม่ทำลายความสามารถ
6. ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาลด ๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน
7. ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาหลาย ๆ ข้อโดยวิธีการเดียวกัน เพื่อจะได้ฝึกทักษะ และส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาลด ๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่าย่างมีวิธีการอื่น ๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหาในข้อนั้นได้
8. ควรช่วยเหลือนักเรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบเฉพาะข้อนั้น ๆ
9. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่าปัญหาในข้อนั้นคล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่
10. ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหา และวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา
11. ควรให้นักเรียนฝึกคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้ เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2547, น. 48) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น จะต้องพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ คือ

1. ทักษะในการทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างตรงประเด็น
2. ทักษะในการอ่าน เพื่อการสื่อความหมายที่ถูกต้อง
3. ทักษะในด้านการคิดคำนวณ

สมาคมครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000, p. 64) ได้เสนอยุทธวิธีการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. วิธีการแก้ปัญหา มีความน่าสนใจในเรื่องกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการพัฒนาวิธีการแก้ไขสิ่งที่ไม่รู้ ดังนั้นนักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องมี “กระบวนการทางคณิตศาสตร์” ซึ่งจะต้องวิเคราะห์สถานการณ์ด้วยความระมัดระวังในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ และใช้คุณสมบัติที่เหมาะสมในการกำหนดปัญหาบนสถานการณ์พื้นฐานที่เขพบ

2. การแก้ปัญหาที่ดีเพื่อให้นักเรียนได้ฝึก จะทำให้ความรู้ของเขามั่นคงและเพิ่มพูนโดยจะกระตุ้นให้เกิดความสนใจที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ซึ่งความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ทั้งหลายนั้นสามารถที่จะเกิดขึ้นได้โดยผ่านทางปัญหาพื้นฐาน และจากมวลประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนหรือเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

3. นักเรียนต้องการที่จะพัฒนารอบของยุทธวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจใช้แผนภาพสังเกตหาแบบรูป หรือพยายามหาความหมายพิเศษ หรือเลือกใช้การตรวจสอบ ยุทธวิธีเหล่านี้ต้องการชี้แนะอย่างยิ่ง เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาคงต้องมีความสอดคล้องกับหลักสูตรด้วย ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนที่จะตรวจสอบและปรับปรุงยุทธวิธี ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

4. การสอนของครูมีบทบาทที่สำคัญยิ่ง ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหานักเรียน ครูต้องเลือกปัญหาที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน หาวิธีการ สถานการณ์แวดล้อมที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจ ลองผิดลองถูก แบ่งปันความล้มเหลว ความสำเร็จร่วมกัน ซึ่งครูควรใช้คำถามนำเรื่อยไป ดังนั้นในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเชื่อมั่น และต้องการที่จะสำรวจปัญหาต่าง ๆ สามารถพิจารณาและตัดสินใจภายใต้ยุทธวิธีการแก้ปัญหของตนเองได้การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ เป็นเป้าหมายสูงสุดของการสอนคณิตศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากหลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตอนต้น ได้กำหนดให้การแก้ปัญหเป็นจุดประสงค์ในเกือบทุกบทเรียน แต่อย่างไรก็ตามการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหายังเป็นปัญหาทั้งผู้เรียนและครู ครูจะมีกลวิธีการสอนอย่างไรที่จะทำให้ผู้เรียนแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ได้ จากแนวคิดของ Adam and Beeson (1977, p. 176) ได้กล่าวถึง การสอนแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ที่สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนไว้หลายประการ สรุปได้ดังนี้

ประการที่ 1 ควรให้ผู้เรียนคิดเชิงเหตุผลและตีความภายใต้บริบทของปัญหานั้น ๆ ย่อมทำให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพและถูกต้อง

ประการที่ 2 ควรใช้ปัญหาที่มีข้อมูลไม่เพียงพอหรือข้อมูลที่เกินความจำเป็นและปัญหาควรผูกโยงกับสภาพความเป็นจริงของชีวิต

ประการที่ 3 ควรเน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาด้วยรูปแบบหลากหลาย การที่จะแก้ปัญหาด้วยรูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของปัญหาว่าเป็นไปเพื่ออะไร ถ้าใช้ปัญหาเพื่อพัฒนาหลักการหรือทักษะทางคณิตศาสตร์แล้ว ปัญหาควรมีลักษณะหลากหลายพอที่จะอธิบายหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์หากเป็นไปเพื่อประโยชน์ในการสัมพันธ์คณิตศาสตร์กับสิ่งแวดล้อมในชีวิตจริง ปัญหาควรมีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่งแตกต่างจากปัญหาในแบบเรียนที่เน้นหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์

ประการที่ 4 ควรบูรณาการโจทย์ปัญหากับโจทย์สัญลักษณ์ตั้งแต่เริ่มสอนโดยกระทำดังนี้

1. ใช้โจทย์ปัญหาในการสอนมโนคติเกี่ยวกับทักษะขั้นพื้นฐาน เพราะผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น
2. ใช้โจทย์ปัญหาเชื่อมโยงกับโจทย์สัญลักษณ์ โจทย์สัญลักษณ์มีลักษณะเป็นนามธรรมสามารถทำให้เป็นโจทย์ปัญหาซึ่งเป็นรูปธรรม อันจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น
3. ส่งเสริมการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมในการแก้ปัญหา

ประการที่ 5 ควรใช้โจทย์ปัญหาที่ไม่ปกติ โจทย์ปัญหาที่ไม่ปกติ หมายถึง โจทย์ปัญหาที่มีไข่มุกลักษณะเหมือนโจทย์ปัญหาในหนังสือแบบเรียนที่มุ่งเน้นฝึกทักษะหนึ่ง ๆ ที่มีข้อมูลเฉพาะที่จำเป็น และมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว หากแต่โจทย์ปัญหาไม่ปกติ มุ่งฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล โดยมีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหา ต่อไปนี้

1. มุ่งเน้นการวิเคราะห์สิ่งที่ไม่รู้มากกว่าสิ่งที่จะเป็นโจทย์ปัญหาที่เน้นการคำนวณหาคำตอบ
2. มีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ
3. ขยายขีดความสามารถของผู้เรียนเป็นรายบุคคล ผู้เรียนควรจะมีคามสนใจปัญหานั้นอย่างแท้จริง การสร้างโจทย์ปัญหาตามความสนใจของผู้เรียนเป็นรายบุคคลซึ่งอาจต้องใช้เวลารวบรวมข้อมูลนาน นั่นคือ ฝึกให้ผู้เรียนเข้าใจถึงโจทย์ปัญหาตามความสนใจของตน

ประการที่ 6 ควรใช้โจทย์ผสม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างเต็มที่ โจทย์ปัญหาจึงควรมีลักษณะหลากหลาย โดยผสมผสานปัญหาให้ผู้เรียนรู้จักนิยามปัญหา และแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งผลพลอยได้ก็คือ ฝึกให้ผู้เรียนมีความยืดหยุ่นในการแก้โจทย์ปัญหา ลักษณะของโจทย์ผสม มี 2 ลักษณะ คือ

1. โจทย์ปัญหาที่ผสมกับทักษะการคำนวณมากกว่า 1 ทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งจะกระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์สิ่งที่ไม่รู้ ข้อมูลที่ได้มาและวิธีแก้ปัญหาด้วยความระมัดระวังยิ่งขึ้น

2. โจทย์ปัญหาที่ผสมรูปแบบเฉพาะในการคำนวณ เช่น โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับการลบซึ่งแทนที่จะมี แต่การลบอย่างธรรมดาหรือการเอาออกก็มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาที่เพิ่มสิ่งที่ย้ายไปหรือโจทย์ปัญหาการเปรียบเทียบเป็นต้น ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ไม่รู้ ข้อมูลที่ได้มา และวิธีแก้ปัญหาด้วยความระมัดระวัง

ประการที่ 7 ควรให้ผู้เรียนทำกิจกรรมหาคำตอบเอง โดยมีการชี้แนะขั้นพื้นฐานอาจช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหาด้วยความยืดหยุ่น การสอนลักษณะนี้มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนรู้จักวางแผนหาวิธีการแก้ปัญา และเมื่อตรวจสอบคำตอบโดยการประมาณในใจหรือโดยการประเมินอย่างคร่าว ๆ

ประการที่ 8 ควรให้ผู้เรียนตั้งโจทย์ปัญหาเอง อาจตั้งโจทย์ปัญหาจากงานอดิเรกจากการไปทัศนศึกษา จากข้อมูลในหนังสือพิมพ์หรือวิทยุโทรทัศน์ จากจินตนาการหรือจากโครงการต่าง ๆ

ประการที่ 9 ควรให้ผู้เรียนตั้งปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมที่ใกล้บ้านผู้เรียน เช่น โจทย์เกี่ยวกับโรงงานอุตสาหกรรมหรือแหล่งก่อสร้าง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเห็นภาพความเป็นจริงมากขึ้น

ประการที่ 10 ควรใช้ปัญหาต่าง ๆ ที่ไม่มีตัวเลข เพื่อจุดมุ่งหมาย 2 ประการ คือ

1. เพื่อฝึกการระบุวิธีแก้ปัญา
2. พัฒนาความคิดเชิงเหตุผล

ประการที่ 11 ควรฝึกประมาณคำตอบ ซึ่งนับเป็นสิ่งสำคัญเพราะเรามักจะประมาณคำตอบก่อนที่จะแก้ปัญา

ประการที่ 12 ควรฝึกให้นักเรียนอภิปรายและคิดโดยการพูด ดังนี้

1. อะไรคือปัญหา นั่นคือ โจทย์ต้องการทราบอะไร
2. อะไรคือข้อมูลที่โจทย์ให้มา คือ หาข้อมูลที่เป็น

3. ทำอย่างไรจึงจะใช้ข้อมูลที่โจทย์ให้มาแก้ปัญา โดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้ชี้แนะกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด โดยอาศัยคำถาม 3 ข้อ ข้างต้นพร้อมทั้งควรจะช่วยแนะให้ผู้เรียนรู้จักแยกแยะมโนมติหลักออกเป็นมโนมติย่อย ๆ และทำให้เห็นขั้นตอนย่อย ๆ ทีละขั้นของการแก้ปัญา

ประการที่ 13 ควรฝึกให้ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหาที่ค่อนข้างยาก ที่ผู้เรียนเคยประสบมา แต่มีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหาที่เคยประสบมา

ประการที่ 14 ควรฝึกให้ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหา โดยอาศัยวิธีการวาดรูป ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่โจทย์ระบุและเข้าใจปัญหามากขึ้นเป้าหมายของการพัฒนาทักษะการแก้ปัญาทางคณิตศาสตร์ คือ เมื่อกำหนดสถานการณ์ปัญามาให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบโดยทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญา ดำเนินแก้ปัญาและตรวจสอบผล โดยฝึกตามขั้นตอน ดังนี้

1. ฝึกอ่านโจทย์อย่างละเอียดทำความเข้าใจจำแนกสถานการณ์หรือข้อมูลออกเป็นส่วน ๆ โดยมุ่งให้สามารถตอบคำถามต่อไปนี้ โจทย์ให้ข้อมูลอะไร มีเงื่อนไขอย่างไรโจทย์ต้องการหาอะไร

2. มองหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่จำเป็นกับสิ่งที่โจทย์ต้องการบอกความหมาย อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลและแทนข้อมูลโดยใช้วิธีต่าง ๆ เช่น ใช้แผนภาพตารางหรือเทคนิคอื่น ๆ เพื่อสร้างความกระจ่างชัดและเห็นเป็นรูปธรรมแล้วจึงแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจแปลความในโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปประโยคทางคณิตศาสตร์เลย หากเข้าใจโจทย์ปัญหาดีแล้ว

3. ฝึกรู้จักประมาณคำตอบโดยการคิดในใจ แล้วดำเนินการหาคำตอบโดยใช้ความรู้ และทักษะที่มีอยู่ก่อนแล้ว

4. ผู้เรียนฝึกรู้จักการตรวจสอบคำตอบของปัญหา คือ ตรวจสอบคำตอบที่ได้กับ คำตอบที่ประมาณในใจ ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาวัยวิธีที่แตกต่างกัน ตรวจสอบความถูกต้อง ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญห

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 81) กล่าวว่า การพัฒนา ทักษะการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความสามารถในการเข้าใจปัญหา ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนให้อ่านและทำ ความเข้าใจปัญหา โดยเริ่มจากการตั้งคำถามเพื่อเป็นแนวทางที่ใช้ระบุประเด็นปัญหา ตัวแปรสำคัญ และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร แล้วเพิ่มความซับซ้อนของปัญหาโดยปรับเปลี่ยนขนาดของปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่อยู่ในปัญหา

2. ความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญห ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนให้ แก้ปัญหาที่หลากหลายและแปลกใหม่ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการคิดวางแผนด้วยตนเองก่อนลงมือ และควรฝึกฝนการคิดวางแผนอย่างสม่ำเสมอ

3. ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ ผู้เรียนควรฝึกการแสดง วิธีหาคำตอบตามลำดับความคิดที่วางแผนไว้ ทั้งนี้ในขณะที่ดำเนินการแก้ปัญหควรได้บันทึกรายละเอียด ของการแก้ปัญหไว้ด้วย

4. ความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญห ด้วยการมองย้อนกลับเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการ และการขยายโมทัศน์เพื่อนำไปใช้ ประโยชน์ในการแก้ปัญหอื่น ๆ ที่มีลักษณะเดียวกันแนวทางการฝึกฝนผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถใน การแก้ปัญหามีดังนี้

4.1 กระตุ้นให้มองเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้

4.2 ฝึกฝนให้คาดคะเนคำตอบและตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ เพื่อพัฒนาความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวน

4.3 ฝึกให้สามารถตีความหมายของคำตอบ

4.4 ส่งเสริมให้ทำแบบฝึกหัดที่มีวิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี

4.5 ฝึกให้สร้างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4.6 ฝึกให้หาข้อสรุปทั่วไปจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากแนวคิดเกี่ยวกับการสอนของครูที่เน้นการส่งเสริมและการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน สรุปได้ว่า ครูควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจหลาย ๆ รูปแบบเหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียนมาให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหาโดยการอภิปรายร่วมกัน ฝึกการคิดเป็นลำดับขั้นตอน และฝึกให้นักเรียนรู้จักการคาดคะเนคำตอบและตรวจสอบคำตอบที่ได้

2.2.7 การวัดการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2546, น. 123) เสนอเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ

3	ดี	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้
2	พอใช้	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
1	ต้องปรับปรุง	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0	ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก เอกสารประกอบหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (น. 123), โดย กรมวิชาการ, 2546, กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 104-106) เสนอแนวคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา
2. การวางแผน
3. การดำเนินการแก้ปัญหา

4. การตรวจความถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกล่าวว่าการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 องค์ประกอบ คือ ความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบวิเคราะห์ที่แบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 นอกจากนี้ครุอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัญหาให้แตกต่างกันตามน้ำหนักของเนื้อหาหรือความเหมาะสมได้ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายงานการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3	ดีมาก	-เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2	ดี	-เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1	ปรับปรุง	-เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3	ดีมาก	-เลือกวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสม และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2	ดี	-เลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูก แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1	ปรับปรุง	-เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหา	3	ดีมาก	-นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง
	2	ดี	-นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1	ปรับปรุง	-นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่อย่างถูกต้อง

(ต่อ)

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

รายงานการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4. การสรุป	3	ดีมาก	-สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
คำตอบ	2	ดี	-สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1	ปรับปรุง	-ไม่มีการสรุปคำตอบ

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก การวัดประเมินผลคณิตศาสตร์ (น. 58), โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

Polya (1973, p. 129) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน และรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.6 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Polya

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
ทำความเข้าใจปัญหา	หลังจากอ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไร และข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
วางแผนแก้ปัญหา	ใช้เงื่อนไขความเป็นจริงในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
ดำเนินการแก้ปัญหา	ความสามารถในการสร้างตาราง เขียนไดอะแกรม เขียนสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคำนวณ
ตรวจสอบคำตอบ	การพิจารณาความสมเหตุสมผล และการสรุปความหมายของคำตอบ

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ และโมเดลเมธอดที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิต และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่1 (น. 129), โดยปริฉัตร จันทรหอม, 2555, คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Charles, et al. (1985, p. 85) แบ่งสัดส่วนของการให้คะแนนออกเป็น 3 ส่วน คือ ความ เข้าใจ ในการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งสามารถวิเคราะห์สัดส่วน และสร้างเป็น เกณฑ์ ให้คะแนนได้ดังนี้

ตารางที่ 2.7 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของ Charles et al.

ส่วนที่พิจารณา	พฤติกรรมที่แสดง	คะแนนที่ได้
ความเข้าใจในการ แก้ปัญหา	ไม่แสดงอะไรเลย	0
	แปลความหมายผิดทั้งหมด	1
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนมาก	2
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนน้อย	3
	แปลความหมายได้ถูกต้องสมบูรณ์	4
วิธีการแก้ปัญหา	ไม่แสดงอะไรเลย	0
	วางแผนการทำงานไม่ถูกต้อง	1
	แก้ปัญหาถูกต้องเป็นส่วนน้อย	2
	แก้ปัญหาถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	3
	วางแผนเหมาะสมมีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง	4
ผลลัพธ์ที่ได้	ไม่แสดงอะไร	0
	เขียนผิด คำนวณผิด	1
	คำตอบถูกต้อง	2

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ และโมเดลเมธอดที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิต และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่1 (น. 129), โดยปริฉัตร จันทร์หอม, 2555, คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Reys (1992, pp. 124-130) ได้กำหนด Rubric ของความสามารถในการแก้ปัญหาโดยที่ขั้นตอนของ กระบวนการแก้ปัญหา จะให้คะแนนตั้งแต่ 0-2 คะแนน ตามรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา
 - 0 หมายถึง ไม่เข้าใจในปัญหาเลย
 - 1 หมายถึง เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือแปลความหมายบางส่วนคลาดเคลื่อน
 - 2 หมายถึง เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์
2. การวางแผนแก้ปัญหา

- 0 หมายถึง ไม่พยายาม หรือ วางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด
 1 หมายถึง วางแผนถูกต้องบางส่วน
 2 หมายถึง วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด

3. คำตอบ

- 0 หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบผิดในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม
 1 หมายถึง คัดลอกผิด คำนวนผิด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ
 2 หมายถึง ตอบได้ถูกต้อง และใช้ภาษาได้ถูกต้อง

จากการศึกษาการวัดการแก้ปัญหาข้างต้นผู้วิจัยได้สรุปและได้พัฒนามาจากเกณฑ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัญหาให้แตกต่างกันตามน้ำหนักของเนื้อหาหรือความเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายงานการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ทำความเข้าใจปัญหา	2	ดีมาก	-เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	1	ดี	-เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	0	ปรับปรุง	-เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. วางแผนแก้ปัญหา	2	ดีมาก	-เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	1	ดี	-เลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	0	ปรับปรุง	-เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. ดำเนินการตามแผน	2	ดีมาก	-นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง
	1	ดี	-นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องเป็นบางครั้ง
	0	ปรับปรุง	-นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้得不อย่างถูกต้อง

รายงานการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4. ตรวจสอบ	2	ดีมาก	-สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	1	ดี	-สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	0	ปรับปรุง	-ไม่มีการสรุปคำตอบ

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *การวัดประเมินผลคณิตศาสตร์* (น. 58), โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้มีผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ดังนี้

2.3.1 งานวิจัยในประเทศ

ภานุขารณ ทวีชาติ (2563, น. 78) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้คือ 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง 4) ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 52 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และจากการสัมภาษณ์ พบว่านักเรียนทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และต้องการให้ทำอะไร มีการวางแผนโดยการกำหนด ตัวแปรได้เขียนสมการได้ แต่ยังมีบางคนที่ยังเขียนสมการไม่ครบถ้วน และนักเรียนสามารถแก้ระบบสมการได้ แต่มีผิดพลาดในเรื่องถอดวงเล็บ เครื่องหมายบวก ลบ คูณ หาร และส่วนมากจะมองข้ามขั้นตอนตรวจสอบคำตอบ เพราะไม่สำคัญ หรือมีการตรวจคำตอบแต่แทนค่าตัวแปรผิด

โศจิวัจน์ เสริฐศรี (2553, น. 45-46) ได้ทำการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการคิดเชิงความสัมพันธ์และแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนประถมศึกษา พบว่า กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การค้นหาความสัมพันธ์ 2) ขั้นตอนการใช้วิธีการคิดเชิงความสัมพันธ์

3) ขั้นการสร้างข้อสรุป 4) ขั้นการตรวจสอบและยืนยันข้อสรุป ผลการทดลองใช้ มีดังนี้ 1) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการคิดเชิงความสัมพันธ์และแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้ หลังการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน 2) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตหลังเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการคิดเชิงความสัมพันธ์และแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้ ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม 3) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการคิดเชิงความสัมพันธ์และแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้ มีพัฒนาการสูงขึ้น

สุกัญญา หะยีสานและ (2554, น. 82-84) ได้ศึกษากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงความสัมพันธ์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลที่ได้ 1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงความสัมพันธ์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 มีความสามารถในการคิดเชิงความสัมพันธ์ตั้งแต่ ร้อยละ 50 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มากกว่า ร้อยละ 50 ของจำนวน นักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ 05 2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงความสัมพันธ์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 มีความสามารถในการคิดเชิงความสัมพันธ์หลังการทดลองทันทีและหลังสิ้นสุดการทดลอง 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความคงทนของความสามารถในการคิดเชิงความสัมพันธ์ 3) เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงความสัมพันธ์ นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงความสัมพันธ์ด้านความเข้าใจเครื่องหมายเท่ากับด้านความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสองจำนวนและใช้การชดเชย และด้านความสามารถในการใช้สมบัติพื้นฐานของจำนวนและการดำเนินการ มีจำนวนมากขึ้น โดยด้านความเข้าใจเครื่องหมายเท่ากับนักเรียนสามารถเขียนประโยคจำนวนที่ใช้เครื่องหมายเท่ากับ ได้อย่างหลากหลาย และสามารถหาคำตอบของประโยคเปิดของจำนวนได้อย่างถูกต้อง ตลอดจนสามารถใช้เครื่องหมายเท่ากับในลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณได้ ในขณะที่ด้านความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสองจำนวนและใช้การชดเชย นักเรียนสามารถเขียนตัวเลขแสดงจำนวนได้อย่างหลากหลาย โดยใช้ทบสิบหรือพหุคูณของทบสิบช่วยในการหาคำตอบ แสดงร่องรอยการคิดเขียนโดยใช้เส้นเชื่อมจำนวนที่สัมพันธ์กัน ใช้ลูกศรหรือแผนภาพเปรียบเทียบจำนวนที่กำหนด และใช้การเปรียบเทียบจำนวนสองจำนวนเพื่อช่วยในการหาคำตอบ สำหรับด้านความสามารถในการใช้สมบัติพื้นฐานของจำนวนและการดำเนินการ นักเรียนสามารถใช้สมบัติสลับที่ สมบัติการเปลี่ยนหมู่และสมบัติพื้นฐานอื่น 1 ช่วยในการหาคำตอบทำให้ลดขั้นตอนในการคิดคำนวณ

สุภัค หาญพิทักษ์วงศ์ (2553, น. 124-125) ได้ศึกษากรอบแนวคิดในการจำแนกลักษณะการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษาประโยคเปิดจำนวน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากรอบแนวคิดในการอธิบายลักษณะการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการวิจัยประกอบด้วยนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 135 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่ศึกษามีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับเครื่องหมายเท่ากับ มองประโยคเปิดจำนวนในรูปของผลลัพธ์ทางซ้ายเท่ากับผลลัพธ์ทางขวาของเครื่องหมายเท่ากับ และหาตัวไม่ทราบค่าในประโยคเปิดจำนวนโดยใช้วิธีการคิดคำนวณ เมื่อพิจารณาเป็นระดับชั้น พบว่า นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 สามารถคิดเชิงความสัมพันธ์ในการหาตัวไม่ทราบค่า ได้ในสัดส่วนที่สูงกว่านักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และเมื่อพิจารณาจากสังกัดของ โรงเรียนพบว่า นักเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเครื่องหมายเท่ากับในสัดส่วนที่สูงกว่านักเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาและนักเรียนในสังกัดเทศบาล

นิตยา ละดาตาช (2560, น. 73-74) ได้ศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านปลาซา อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายมีการคิดเชิงสัมพันธ์ที่ระดับ 0 และจากผลการสัมภาษณ์การคิดเชิงสัมพันธ์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมุ่งเน้นการหาคำตอบของประโยคสัญลักษณ์โดยใช้การคำนวณเน้นการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอน และมองภาพรวมของประโยคสัญลักษณ์ จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า การพัฒนาควรเริ่มต้นจากความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องหมายเท่ากับโดยการพัฒนาผ่านกระบวนการเรียนการสอนประโยคสัญลักษณ์ อีกทั้งนักเรียนควรได้รับการพัฒนาการคิดเชิงสัมพันธ์ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนพีชคณิตในระดับสูงขึ้น

ทิวานนท์ สุขพอม (2555, น. 55-58) ได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผลของการวิจัยพบว่า โดยภาพรวมก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่สร้างข้อสรุปโดยใช้ การคำนวณ และหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ใช้ทักษะการคิดเชิงความสัมพันธ์เมื่อวิเคราะห์เป็น รายบุคคลพบว่า หลังเรียนนักเรียนทุกคนมีระดับทักษะการคิดเชิงความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน และเมื่อพิจารณาเป็นรายชั้นพบว่า ก่อนเรียนทั้งสามชั้นมีทักษะการคิดเชิงความสัมพันธ์แตกต่างกันเล็กน้อย โดยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีพื้นฐานของการคิดเชิงความสัมพันธ์ สูงกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 แต่หลังเรียนพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 พัฒนาระดับทักษะการคิดเชิงความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แสดงว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นสามารถใช้ได้ กับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายในการหาคำตอบ แสดงร่องรอยการคิดเขียนโดยใช้เส้นเชื่อมจำนวนที่สัมพันธ์กัน ใช้ลูกศรหรือแผนภาพเปรียบเทียบจำนวนที่กำหนด และใช้การเปรียบเทียบจำนวนสองจำนวนเพื่อช่วยในการ

หาคำตอบ สำหรับด้านความสามารถในการใช้สมบัติพื้นฐานของจำนวนและการดำเนินการ นักเรียนสามารถใช้สมบัติสลับที่ สมบัติการเปลี่ยนหมู่และสมบัติพื้นฐานอื่น 1 ช่วยในการหาคำตอบทำให้ลดขั้นตอนในการคิดคำนวณ

2.3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Vishnu Napaphun (2012, p. 99) ได้ออกแบบวิธีการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตในระดับประถมศึกษา ได้รับการออกแบบให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้นส่วนใหญ่เป็นไปได้สำหรับที่จะเข้าใจและได้รับประโยชน์จากการเปิดรับแนวคิด ทั้งเลขคณิตและพีชคณิตมีพื้นฐานมาจากแนวคิดพื้นฐานเดียวกันซึ่งหมายความว่าเราสามารถจัดการการเรียนรู้เลขคณิตในระดับประถมศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้พีชคณิตในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทักษะการคิดเชิงสัมพันธ์สามารถสนับสนุนการพัฒนาการใช้เหตุผลเชิงพีชคณิตในขณะเดียวกันก็ปรับปรุงการเรียนรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเลขคณิต

Ayhan Kızıltoprak , Nilüfer Yavuzsoy Köse (2017, p. 143) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดเชิงสัมพันธ์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเปลี่ยนผ่านจากเลขคณิตเป็นพีชคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าทักษะการคิดเชิงสัมพันธ์ของนักเรียนสามารถพัฒนาได้ตั้งแต่อายุยังน้อย ครูระดับประถมศึกษาและครูคณิตศาสตร์มีความรับผิดชอบอย่างมากในการสอนไม่เพียงแต่คุณสมบัติพื้นฐานของการดำเนินการเท่านั้น แต่ยังรวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขและการดำเนินการผ่านประโยคตัวเลขและการอภิปรายในชั้นเรียนด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูโรงเรียนประถมศึกษาสามารถจัดให้มีการฝึกอบรมในการบริการเกี่ยวกับวิธีพัฒนาความคิดเชิงสัมพันธ์ จุดสำคัญที่ครูคณิตศาสตร์ควรจำไว้คือนักเรียนอาจขาดความรู้เกี่ยวกับความหมายของเครื่องหมายเท่ากับและเกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงสามารถจัดโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพบนเว็บและการฝึกอบรมในบริการเพื่อเน้นบทบาทของการคิดเชิงสัมพันธ์ในการจัดโครงสร้างย่อยสำหรับการคิดเชิงพีชคณิต

Carpenter, Levi, Franke, and Zeringue (2005, pp. 33-37) ศึกษาแนวทางการคิดเชิงสัมพันธ์ของนักเรียนมาแล้ว 8 ปีในรายงานวิจัยครั้งนี้พวกเขารายงานผลการสนับสนุนส่งเสริมแนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ที่ทำกับนักเรียนโดยแสดงบทสนทนาระหว่างครูที่ได้รับการอบรมเรื่องการสอนให้คิดเชิงสัมพันธ์มาแล้วกับนักเรียนเกรด 3 จำนวนสองคนโดยเน้นไปที่สมบัติการแจกแจงสองตัวอย่าง ตัวอย่างแรกอธิบายประกอบถึงวิธีที่ครูต่อยอดความคิดของนักเรียนตามลำดับของประโยคจำนวนเพื่อช่วยนักเรียนในการเริ่มต้นโยงความสัมพันธ์เกี่ยวกับข้อเท็จจริงของจำนวนในเรื่องการคูณโดยใช้สมบัติการแจกแจงตัวอย่างที่สองแสดงให้เห็นนักเรียนอีกคนหนึ่งที่มีความสามารถในการใช้สมบัติการแจกแจงและการขยายความรู้ของเขางานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าครูสามารถพัฒนาแนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์ของนักเรียนได้โดยการใช้ลักษณะคำถามและลำดับของปัญหาที่ใช้ถามอย่างเหมาะสม

Stephens (2006, pp. 122-125) ศึกษาแนวทางการคิดเชิงสัมพันธ์กับกลุ่มตัวอย่างเกรด 5-7 จากสองโรงเรียนในประเทศออสเตรเลียจำนวน 301 คน โดยให้นักเรียนตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นประโยคเปิดของจำนวน (Open or Missing Number Sentences) ในสามลักษณะที่ต่างกัน ลักษณะของประโยคเปิดในกลุ่มแรกจะง่ายต่อการแก้ปัญหาด้วยการคิดคำนวณ (Computational Thinking) ลักษณะของประโยคเปิดในกลุ่มที่สามจะคิดคำนวณยากขึ้นแต่จะง่ายหากนักเรียนแก้ปัญหาด้วยการใช้แนวทางการคิดเชิงสัมพันธ์ ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่หาคำตอบโดยการคิดคำนวณและมีนักเรียนจำนวนน้อยที่ใช้แนวทางการคิดเชิงสัมพันธ์ ผลอีกประการหนึ่งคือจำนวนของนักเรียนที่ใช้แนวทางการคิดเชิงสัมพันธ์ในเกรด 7 มีจำนวนมากกว่าในเกรด 6 และเกรด 5 ตามลำดับจากการศึกษาครั้งนี้ Stephens ได้วิเคราะห์ความสม่ำเสมอในการคิดโดยจำแนกนักเรียนออกเป็นสามประเภทได้แก่ประเภทที่ใช้แนวทางการคิดเชิงสัมพันธ์ตลอดทั้งสามลักษณะของคำถาม (SR-Stable Relational) ประเภทที่คิดคำนวณตลอดทั้งสามลักษณะของคำถาม (SA-Stable Arithmetical) และประเภทที่ไม่ได้ใช้การคิดแบบใดแบบหนึ่งเพียงแบบเดียว (NS-Not Stable) ผลในส่วนนี้พบว่าการสอนคณิตศาสตร์ของครูที่แตกต่างกันในโรงเรียนทั้งสองโรงเรียนส่งผลต่อวิธีการเลือกที่จะใช้แนวทางการคิดเชิงสัมพันธ์หรือใช้การคิดคำนวณของนักเรียน

Lei Bao (2013, pp. 112-115) ได้ทำการศึกษาการใช้รูปแบบดัดแปลงของการศึกษาบทเรียนเพื่อพัฒนานักเรียนการคิดเชิงสัมพันธ์ในชั้นปี 4, 5 และ 6 พบว่าการคิดเชิงสัมพันธ์ของนักเรียนในการแก้ประโยคจำนวนเปิดมีประสิทธิผลสำหรับทั้งครูและนักเรียน มันให้ออกาสอย่างชัดเจนสำหรับครูในการค้นพบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับเครื่องหมายที่เท่ากันและพวกเขาจำเินตั้งงให้ความสนใจกับประโยคโดยรวม จากการศึกษาบทเรียนนักเรียนเกือบทุกคน ภายใต้กลวิธีการคิดเชิงสัมพันธ์และความเข้าใจผิดของเด็กที่ต้องได้รับการแก้ไขโดยตรง

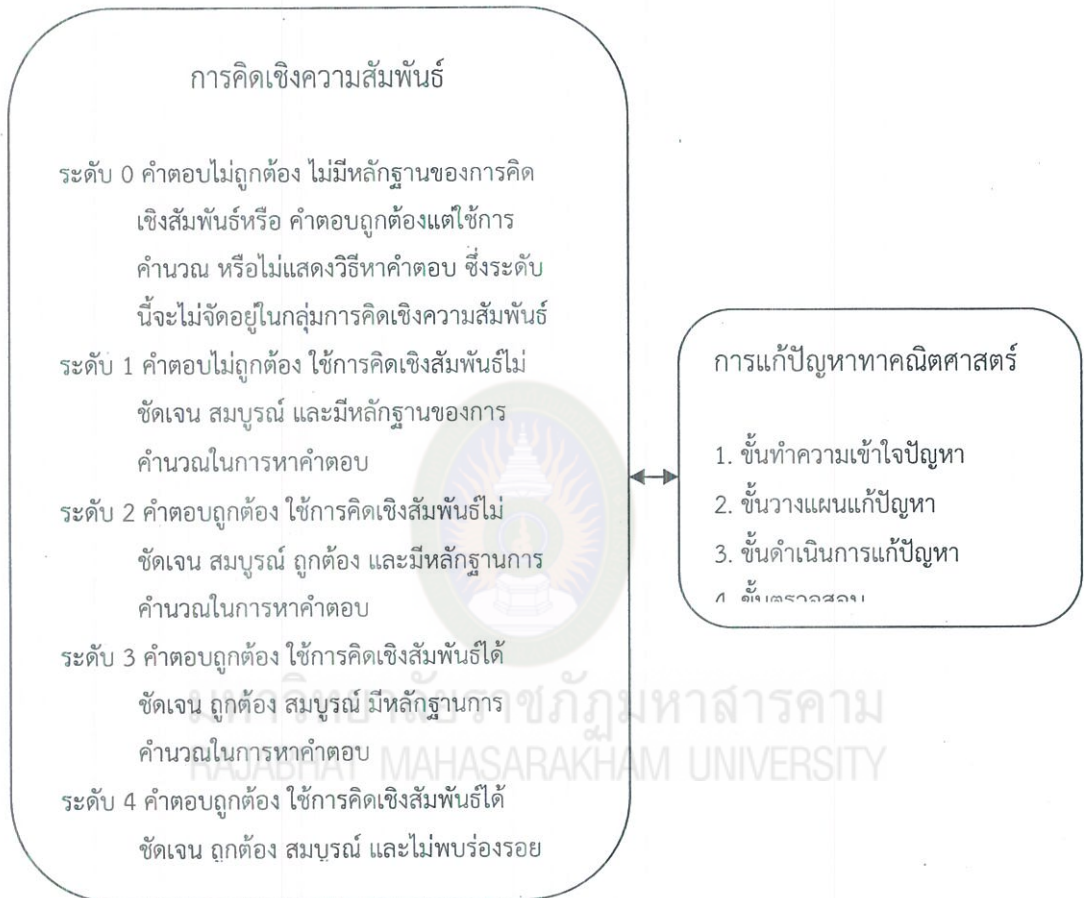
Kindrat (2018, pp. 154-156) ได้ศึกษาการเสริมสร้างการคิดเชิงสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่เจ็ดผ่านคณิตศาสตร์จิต พบว่า 1 นักเรียนได้รับการประเมินที่จุดสามครั้งเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาความเท่ากันและให้เหตุผลเกี่ยวกับประโยคจำนวนจริงเท็จ การศึกษา 2 ตรวจสอบผลกระทบระยะยาวและรวมถึงการวัดการคำนวณทางจิตของนักเรียน การศึกษา 3 ตรวจสอบว่าผลกระทบต่อความคิดเชิงสัมพันธ์ของการแทรกแซงคณิตศาสตร์จิตสามารถเพิ่มได้มากกว่าที่สังเกตในการศึกษาที่ 1 และ 2 โดยรวมแล้วหมายถึงคณิตศาสตร์จิตความเท่ากันและการใช้เหตุผลเกี่ยวกับคะแนนประโยคที่เป็นเท็จจำนวนมากขึ้นตามการแทรกแซงแนะนำการเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างการคำนวณทางจิตและการคิดเชิงสัมพันธ์ การลดภาระการรับรู้ระหว่างการคำนวณทางจิตไม่ได้มีผลต่อการคิดเชิงสัมพันธ์ของนักเรียนในการศึกษา 3 จากการศึกษาวิจัยพบว่า ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบ

สมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นข้อเสนอแนะให้นักการศึกษาทั่วไปตระหนักถึงการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนกับการเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ อันจะเป็นแนวทางในการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับเด็กแต่ละคน อีกทั้งจะเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย ทั้งงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการคิดเชิงความสัมพันธ์ถือว่ามีสำคัญในการพัฒนาการคิด ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น ช่วยในเรื่องของการคิดหาความสัมพันธ์ในประโยคสัญลักษณ์ มองภาพรวมทั้งหมดบนประโยคสัญลักษณ์ สังเกตและเป็นการมองนิพจน์โดยภาพรวมใช้ถ้อยคำและลูกศร และสมบัติพื้นฐานของจำนวนและการดำเนินการ เพื่อเป็นแนวทางสู่การหาตัวไม่ทราบค่าบนประโยคสัญลักษณ์ซึ่งการคิดเชิงความสัมพันธ์จะสอดแทรกอยู่ในทุก ๆ เนื้อหาของคณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนาการคิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกันกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งในเนื้อหาคณิตศาสตร์นั้นล้วนต้องใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อช่วยพัฒนาการคิดเชิงความสัมพันธ์ของผู้เรียน และพัฒนาความรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

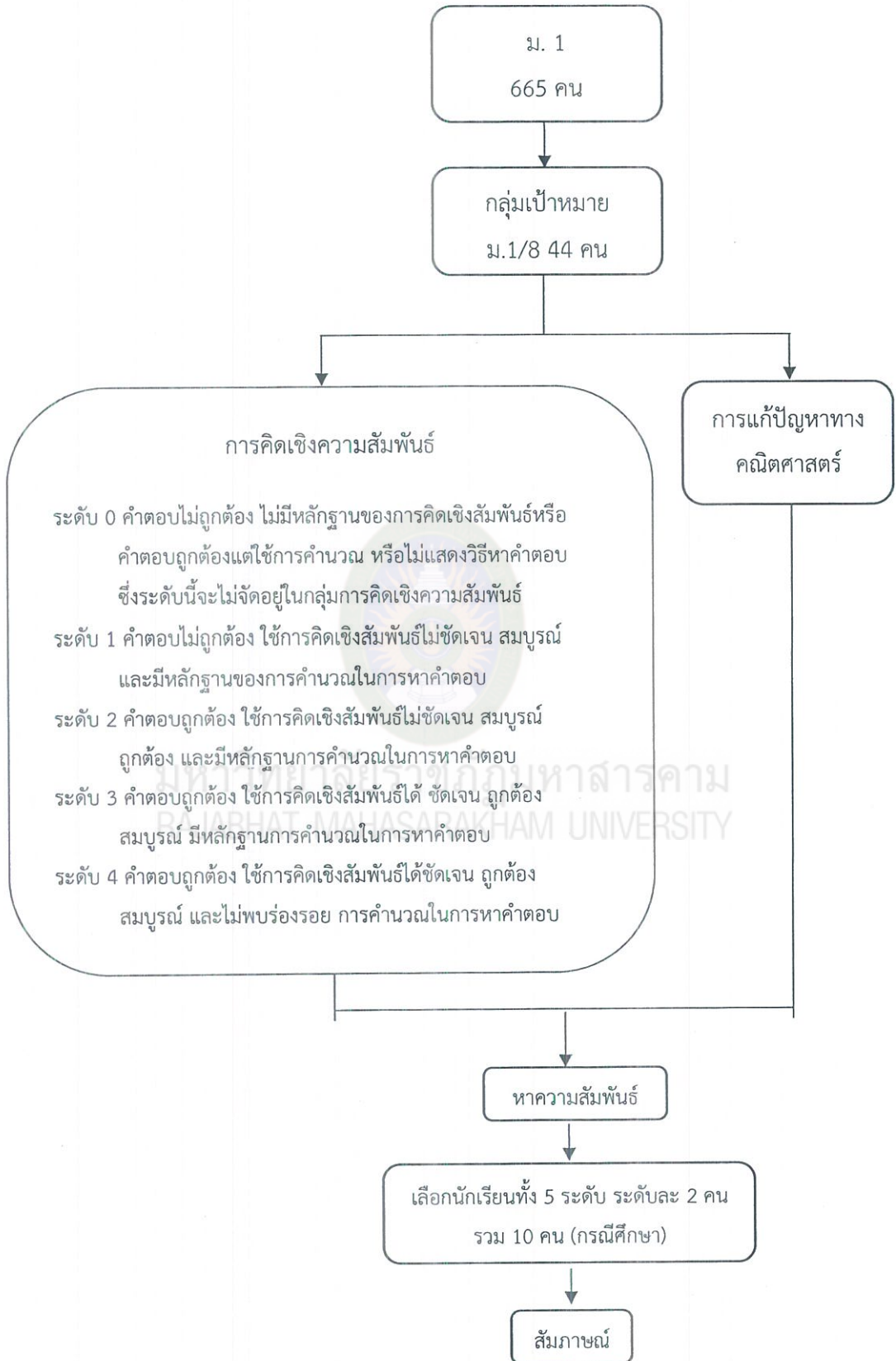
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/8 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 44 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ใน รายวิชา คณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ผ่านมา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/8 คะแนนต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม จากการสังเกตการทำแบบทดสอบในรายวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 และ สัมภาษณ์ครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่า กลุ่มเป้าหมายกลุ่มนี้ควรได้รับการศึกษาเป็นอันดับแรกเพราะเป็นนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาจำนวนเต็มและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นข้อสนเทศในการพัฒนาต่อไป



ภาพที่ 3.1 จำนวนและกลุ่มเป้าหมาย

3.2 เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1 ได้แก่

3.2.1 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์

แบบทดสอบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้เข้ารับการทดสอบ เรื่อง จำนวนเต็ม เป็นแบบทดสอบชนิดแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างอิสระด้วยการเขียนตอบ โดยมีบุคคลที่มีระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์ในแต่ละระดับ จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาจำนวนเต็มแตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาแบบทดสอบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ของ นิตยา ละดาตาช (2560, น. 48) จำนวน 3 ข้อ โดยปรับปรุงให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 8 โรงเรียนสารคามพิทยาคม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2 ได้แก่

3.2.2 แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบชนิดแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างอิสระด้วยการเขียนตอบ โดยการวิเคราะห์หลักสูตรแล้วกำหนดปัญหาให้สอดคล้องกับหลักสูตรแล้วกำหนดปัญหาให้สอดคล้องกับหลักสูตรจำนวน 3 ข้อ

3.2.3 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบกึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสัมภาษณ์ที่มีการเตรียมคำถามไว้ล่วงหน้า โดยผู้ถูกสัมภาษณ์ทุกคนต้องตอบคำถามชุดเดียวกัน และมีการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกในบางประเด็นเปิดโอกาสให้ผู้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระ เพื่อศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์ในระดับต่าง ๆ ของนักเรียนที่มีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีวิธีในการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.3.1 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาธรรมชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 8 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

สาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับบทความรายงานการวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.3.1.2 ศึกษาแบบทดสอบและการวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ของ นิติยา ละดาตาส (2560, น. 48)

3.3.1.3 ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบซึ่งจะเป็นเครื่องมือสำหรับทดสอบบุคคลว่าจัดอยู่ในกลุ่มที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับใด รวม 9 ข้อ

3.3.1.4 นำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสร็จแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความชัดเจนของ คำถาม และภาษาที่ใช้ในการเขียน จากนั้นนำคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอ ผู้เชี่ยวชาญ

3.3.1.5 นำแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ที่ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขจาก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องเหมาะสม ความชัดเจนของข้อความและภาษาที่ใช้ในการ เขียน โดยรายนามผู้เชี่ยวชาญ มีดังนี้

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อริญ ชูกระเดื่อง กศ.ด (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่ง ดร.คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2) ดร.เสนห์ หมายจากกลาง ค.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิตดา สังข์ศรีแก้ว ค.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ตำแหน่ง หัวหน้าสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

3.3.1.6 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	-1

3.3.1.7 ผู้วิจัยนำผลการประเมินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มาหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) โดยเลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปจึงเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ปรากฏว่าได้ข้อสอบที่มีค่า IOC อยู่ที่ 1.00 ทั้งหมดจำนวน 9 ข้อ

3.3.1.8 คัดเลือกข้อคำถามแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ จำนวน 3 ข้อ โดยคัดเลือกจากข้อที่มีค่า IOC สูงสุด แล้วนำมาสร้างแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ จากนั้นนำแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ไปปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อจัดทำแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์

3.3.1.9 นำแบบทดสอบที่ได้รับการประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 6 จำนวน 44 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2564 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เพื่อดูความเหมาะสมของเวลาและจำนวนข้อสอบ

3.3.1.10 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ เป็นรายข้อแล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความยาก (p) ตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.8 จึงจะถือว่าเป็นข้อสอบที่ใช้ได้ ผลการวิเคราะห์ ปรากฏว่าข้อสอบรายข้อมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.50-0.53 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.34-0.42

3.3.1.11 นำแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทั้งฉบับ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (c - Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไปจึงถือว่าเป็นข้อสอบที่ใช้ได้ ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92

3.3.1.12 เลือกแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้ว จำนวน 3 ข้อ ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการทำวิจัยต่อไป

3.3.2 แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชนิดแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.2.1 วิเคราะห์เนื้อหาที่จะใช้ในสร้างแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3.3.2.2 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเขียนตอบ จากเอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยทางการศึกษาของ อรัญ ชูกระเดื่อง (2557, น. 35-37) และหนังสือวัดและประเมินผลการศึกษาของ ไพศาล วรรค (2554, น. 243-244)

3.3.2.3 สร้างแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชนิดแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย แสดงร่องรอยการคิด จำนวน 8 ข้อ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์ย่อย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2555, น. 130)

3.3.2.4 นำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้น เสร็จแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความชัดเจนของ คำถาม และภาษาที่ใช้ในการเขียน จากนั้นนำคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ

3.3.2.5 นำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขจาก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องเหมาะสม ความชัดเจนของข้อความและภาษาที่ใช้ในการ เขียน โดยรายนามผู้เชี่ยวชาญ มีดังนี้

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อริญ ชูยกระเดื่อง กศ.ด (วิจัยและประเมินผล การศึกษา) ตำแหน่ง ดร.คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและ ประเมินผล

2) ดร.เสนห์ หมายจากกลาง ค.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ศึกษาพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษานครราชสีมา ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปนัดดา สังข์ศรีแก้ว ค.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ตำแหน่ง หัวหน้าสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

3.3.2.6 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1

ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

3.3.2.7 ผู้วิจัยนำผลการประเมินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาดัชนี ความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) โดยเลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปจึง เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ปรากฏว่าได้ข้อสอบที่มีค่า IOC อยู่ที่ 1.00 ทั้งหมดจำนวน 7 ข้อ และ IOC อยู่ที่ 0.67 จำนวน 1 ข้อ

3.3.2.8 คัดเลือกข้อคำถามแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ โดยคัดเลือกจากข้อที่มีค่า IOC สูงสุด แล้วนำมาสร้างแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนำแบบทดสอบไปปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อจัดทำแบบทดสอบ

3.3.2.9 นำแบบทดสอบที่ได้รับการประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 6 จำนวน 44 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา

2564 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เพื่อดูความเหมาะสมของเวลาและจำนวนข้อสอบ

3.3.2.10 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายข้อแล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความยาก (p) ตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.8 จึงจะถือว่าเป็นข้อสอบใช้ได้ ผลการวิเคราะห์ ปรากฏว่าข้อสอบรายข้อมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.48 - 0.59 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.35-0.39

3.3.2.11 นำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทั้งฉบับ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (c - Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไปจึงถือว่าเป็นข้อสอบที่ใช้ได้ ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97

3.3.2.12 นำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3.2.3 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเกี่ยวกับการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์ จากหนังสือการวิจัยทางการศึกษาของ ไพศาลวรคำ (2554, น. 249-250)

3.3.3.2 กำหนดประเด็นและข้อความสำหรับการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับหลักการทฤษฎีเกี่ยวกับการตั้งข้อความ ครอบคลุมเนื้อหา จุดมุ่งหมายและแนวคิดในแต่ละข้อที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา

3.3.3.3 สร้างแบบสัมภาษณ์ที่มีลักษณะแบบกึ่งโครงสร้าง ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 10 คน เพื่อศึกษาเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์

3.3.3.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสร็จแล้ว เสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของภาษาและความสอดคล้อง ระหว่างแบบสัมภาษณ์กับวัตถุประสงค์ของการวิจัยและให้คำแนะนำ

3.3.3.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจสอบจากคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งและให้ข้อเสนอแนะ

3.3.3.6 นำข้อเสนอแนะทั้งหมดมาปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

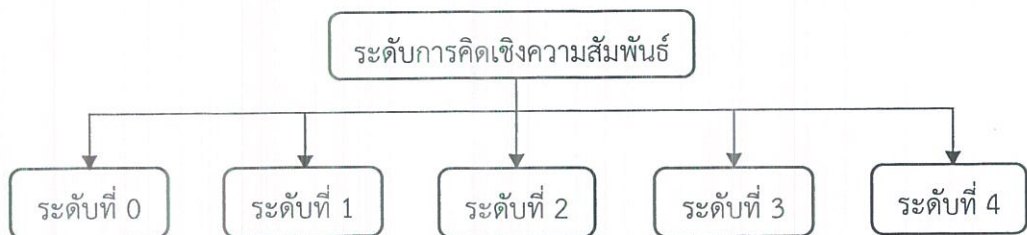
การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

3.4.2 ติดต่อประสานงานกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และครูประจำชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย บทบาทหน้าที่ของกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัย กำหนดวันเวลาที่จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.3 ดำเนินการเก็บข้อมูล ดังนี้

ระยะที่ 1 ทำการวัดระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ แบบทดสอบเพื่อวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ จากนั้นทำการตรวจแบบทดสอบและจัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนแต่ละคน โดยจำแนกนักเรียนออกเป็น 5 ระดับ ตามระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์ ได้แก่ ระดับ 0 นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ระดับ 1 นักเรียนมีข้อจำกัดในด้านวิธีการที่ใช้สามารถใช้ได้เพียงวิธีเดียวในการหาคำตอบ ระดับ 2 นักเรียนสามารถส่งผ่านวิธีการที่สร้างตัวแบบโดยตรงไปสู่วิธีการแก้สมการ และสามารถใช่วิธีการทั้งสองเพื่อแก้ปัญหา ระดับ 3 นักเรียนสามารถแสดงออกถึงลักษณะที่อยู่ภายในตัวแบบโดยตรง ส่วนใหญ่ใช้สมบัติทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาที่เป็นลักษณะเฉพาะ อาจใช้การแก้สมการเพื่อให้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง และระดับ 4 นักเรียนสามารถใช้การระลึกหรือการนำข้อเท็จจริงเกี่ยวกับจำนวนมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังแสดงในภาพที่ 3.2

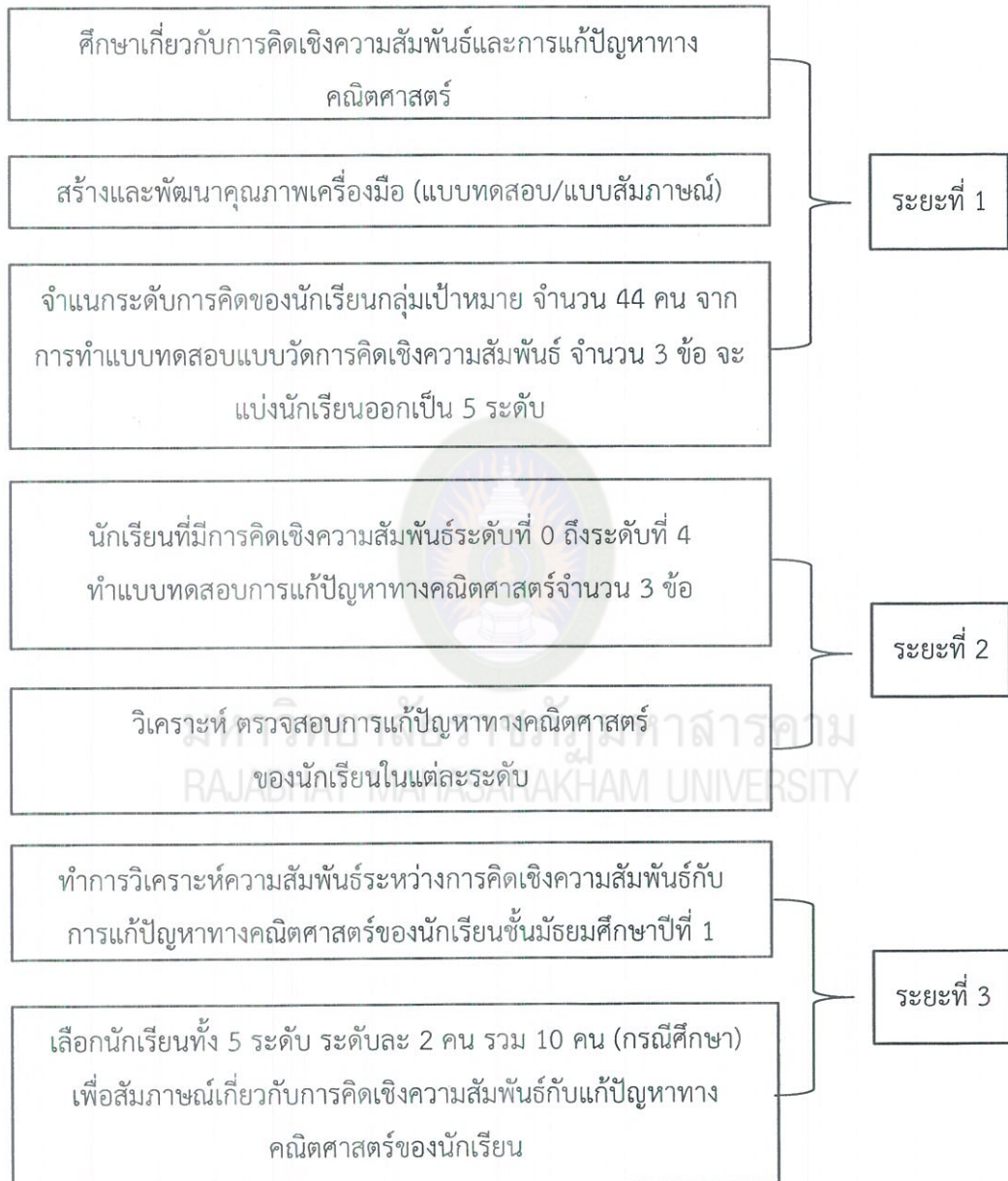


ภาพที่ 3.2 ระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์

ระยะที่ 2 ทำการวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนั้นทำการตรวจแบบทดสอบและจัดระดับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน โดยจำแนกนักเรียนออกเป็น 4 ระดับ ตามระดับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) นักเรียนมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเกณฑ์ระดับดีมาก 2) นักเรียนมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเกณฑ์ระดับดี 3) นักเรียนมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเกณฑ์ระดับพอใช้ และ 4) นักเรียนมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเกณฑ์ระดับปรับปรุง

ระยะที่ 3 ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เลือกนักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์ในแต่ละระดับ โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) มาระดับละ 2 คน ซึ่งได้มาจากนักเรียนที่มีคะแนนการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงสุดของแต่ละระดับ รวมเป็น 10 คน (กรณีศึกษา) มาสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การเก็บรวบรวมข้อมูลสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 3.3

การเก็บรวบรวมข้อมูลสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 รายละเอียดของแต่ละระยะในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียด ดังนี้

ระยะที่ 1 วิเคราะห์ระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 8 การศึกษาระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียน เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำเสนอด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ (Descriptive Analysis)

1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงสัมพันธ์ และระดับการคิดเชิงสัมพันธ์ ตามเกณฑ์ของ นิตยา ละดาตาศ (2560, น. 52) ซึ่งได้พัฒนาจากแนวคิดของ Carpenter and Moser และ Stephens, Isoda and Inprashita ดังนี้

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงสัมพันธ์

คะแนน	การคิดเชิงสัมพันธ์
0	คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่มีหลักฐานของการคิดเชิงสัมพันธ์ หรือคำตอบถูกต้องแต่ใช้การคำนวณ หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ
1	คำตอบไม่ถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ และมีหลักฐานของการคำนวณในการหาคำตอบ
2	คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง และมีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ
3	คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ มีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ
4	คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ และไม่พบร่องรอยการคำนวณในการหาคำตอบ

การพิจารณาระดับการคิดเชิงสัมพันธ์ โดยใช้การแบ่งระดับแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งทำการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบการคิดเชิงสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0-4 คะแนน และแบ่งค่าคะแนนเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ โดยคำนวณช่วงคะแนนพิสัย จากสูตร (บุญใจ ศรีสถิตยนรากร, 2545, น. 304-305) ดังนี้

$$\text{ช่วงคะแนนเฉลี่ย} = (\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}) / 5$$

$$\text{ช่วงคะแนนเฉลี่ย} = (4 - 0) / 5 = 0.8$$

แปลผลคะแนนเฉลี่ยได้ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ระดับการคิดเชิงสัมพันธ์

ระดับการคิดเชิงสัมพันธ์	ช่วงคะแนนเฉลี่ย	การคิดเชิงสัมพันธ์
0	0.00-0.80	คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่มีหลักฐานของการคิดเชิงสัมพันธ์ หรือ คำตอบถูกต้องแต่ใช้การคำนวณ หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ
1	0.81-1.60	คำตอบไม่ถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ และมีหลักฐานของการคำนวณในการหาคำตอบ
2	1.61-2.40	คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง และมีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ
3	2.41-3.20	คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ มีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ
4	3.21-4.00	คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ และไม่พบร่องรอยการคำนวณในการหาคำตอบ

2. เกณฑ์ในการแปลความหมายในการจัดกลุ่มระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์ตามคะแนนที่ได้เป็น ดังนี้

0.00-0.80 คะแนน	ไม่จัดอยู่ในกลุ่มการคิดเชิงสัมพันธ์	ระดับที่ 0
0.81-1.60 คะแนน	จัดอยู่ในกลุ่มการคิดเชิงสัมพันธ์	ระดับที่ 1
1.61-2.40 คะแนน	จัดอยู่ในกลุ่มการคิดเชิงสัมพันธ์	ระดับที่ 2
2.41-3.20 คะแนน	จัดอยู่ในกลุ่มการคิดเชิงสัมพันธ์	ระดับที่ 3
3.21-4.00 คะแนน	จัดอยู่ในกลุ่มการคิดเชิงสัมพันธ์	ระดับที่ 4

ระยะที่ 2 วิเคราะห์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 8 การศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามประเภทของระดับการคิด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และใช้วิธีการศึกษาเฉพาะรายกรณี (Case Study Method) แล้วนำเสนอด้วยวิธีพรรณนา วิเคราะห์ (Descriptive Analysis)

1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนในแต่ละข้อ ได้กำหนดค่าของน้ำหนักของคะแนน ตามเกณฑ์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 130) ได้กล่าวว่า เกณฑ์ประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปรับปรุง และ นอกจากนี้ครูอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัญหาให้แตกต่างกันตามน้ำหนักของเนื้อหา หรือความเหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายงานการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ทำความเข้าใจปัญหา	2	ดีมาก	-เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	1	ดี	-เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	0	ปรับปรุง	-เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. วางแผนแก้ปัญหา	2	ดีมาก	-เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	1	ดี	-เลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	0	ปรับปรุง	-เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. ดำเนินการตามแผน	2	ดีมาก	-นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง
	1	ดี	-นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องเป็นบางครั้ง
	0	ปรับปรุง	-นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่อย่างถูกต้อง
4. ตรวจสอบคำตอบ	2	ดีมาก	-สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	1	ดี	-สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	0	ปรับปรุง	-ไม่มีการสรุปคำตอบ

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก การวัดประเมินผลคณิตศาสตร์ (น. 58), โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น

จากตารางที่ 3.3 พบว่า เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีรายการประเมิน 4 ส่วน ได้แก่ 1) ความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผน 3) การใช้ทฤษฎีวิธีการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ โดยให้คะแนน 0, 1 และ 2 คะแนน

2. เกณฑ์การแปลความหมายการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ดังกล่าวในการตรวจให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และใช้ค่าร้อยละของคะแนนรวมมาแปลผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น.125)

ระดับดีมาก	หมายถึง	ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป
ระดับดี	หมายถึง	ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 60-79
ระดับพอใช้	หมายถึง	ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 40-59
ระดับต้องปรับปรุง	หมายถึง	ได้คะแนนคิดเป็นต่ำกว่าร้อยละ 40

ระยะที่ 3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ศึกษาความสัมพันธ์การคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนใช้การหาสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 130) และเกณฑ์ในการพิจารณาความสัมพันธ์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ดังนี้ (กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2545, น. 83)

+0.81 ถึง +1.00	หมายถึง	มีความสัมพันธ์ระดับสูงมาก
+0.61 ถึง +0.80	หมายถึง	มีความสัมพันธ์ระดับสูง
+0.41 ถึง +0.60	หมายถึง	มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง
+0.21 ถึง +0.40	หมายถึง	มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ
+0.00 ถึง +0.20	หมายถึง	มีความสัมพันธ์ระดับต่ำมาก

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้คือ แบบทดสอบ ซึ่งมีสถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพได้แก่ ค่าความตรง ค่าความเชื่อมั่น ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

3.6.1.1 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 262-263) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-1)$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.6.1.2 หาค่าความยากของแบบทดสอบทั้งฉบับหาโดยใช้วิธีของ Whitney and Sabers คำนวณจากสูตร ดังนี้

$$p = \frac{S_H + S_L - 2NX_{\min}}{2N(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3-2)$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยาก
	S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่ได้
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่ได้
	N	แทน	จำนวนคนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

3.6.1.3 การหาค่าความยากของแบบทดสอบรายข้อดังนี้

$$P = \frac{R}{N} \quad (3-3)$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

3.6.1.4 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบโดยใช้สูตร ดังนี้

$$r = \frac{f_H}{n_H} - \frac{f_L}{n_L} \quad (3-4)$$

เมื่อ	r	แทน	อำนาจจำแนก
	f_H	แทน	จำนวนคนกลุ่มสูงตอบถูก
	n_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง
	f_L	แทน	จำนวนคนกลุ่มต่ำตอบผิด
	n_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ

3.6.2.1 การแจกแจงความถี่ (Frequency)

3.6.2.2 ร้อยละ (Percentage)

$$P = \frac{f_i}{N} \times 100 \quad (3-5)$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละใด ๆ ที่ต้องการหา
	f_i	แทน	จำนวนใด ๆ ที่ต้องการหาร้อยละ
	N	แทน	จำนวนทั้งหมด

3.6.2.3 ค่าเฉลี่ย (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3-6)$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum_{i=1}^n X_i$	แทน	ผลรวมของข้อมูล
	n	แทน	จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3-7)$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	X_i	แทน	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2.5 ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบอัตโนมัติสามารถหาได้จากสูตร โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method) (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 282-283) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (3-8)$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

3.6.2.6 การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 75) มีสูตรดังนี้

$$r_{xy} = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(N \sum x^2 - (\sum x)^2)(N \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \quad (3-9)$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	x	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	y	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

โดยมีเกณฑ์การพิจารณาการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ r_{xy} ดังนี้

1. ค่า r_{xy} เป็นลบ แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทาง ตรงข้าม คือ ถ้า X เพิ่ม Y จะลด แต่ถ้า X ลด Y จะเพิ่ม
2. ค่า r_{xy} เป็นบวก แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทาง เดียวกัน คือ ถ้า X เพิ่ม Y จะเพิ่ม แต่ถ้า X ลด Y จะลด
3. ค่า r_{xy} เข้าใกล้ 1 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทาง เดียวกัน และมีความสัมพันธ์กันมาก
4. ค่า r_{xy} เข้าใกล้ -1 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทาง ตรงข้าม และมีความสัมพันธ์กันมาก
5. ค่า r_{xy} เท่ากับ 0 แสดงว่า X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การดำเนินการวิจัย เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ระบุสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา ดังนี้

n	แทน	ขนาดของกลุ่มเป้าหมาย
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน (Mean)
$S.D.$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน (Standard Deviation)
r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

4.2 ลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

- ตอนที่ 1 ศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- ตอนที่ 2 ศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- ตอนที่ 3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาแนวคิดในการหาคำตอบของนักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์แตกต่างกัน โดยใช้แบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การคิดเชิงความสัมพันธ์ของ นักเรียน วิเคราะห์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการวิเคราะห์การคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์การคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากการศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 44 คน ผลปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนของนักเรียนจากแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ทั้ง 5 ระดับ

ระดับการคิด เชิงความสัมพันธ์	คะแนน	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$)
ระดับ 0	0.00-0.80	0.50	0.19
ระดับ 1	0.81-1.60	1.20	0.20
ระดับ 2	1.61-2.40	2.02	0.28
ระดับ 3	2.41-3.20	2.85	0.18
ระดับ 4	3.21-4.00	3.44	0.17
รวมทั้งหมด	4	2.06	0.92

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ทั้ง 5 ระดับของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรวมมีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 2 มี (\bar{X} =2.06, $S.D.$ =0.92) เมื่อจำแนกตามการคิดเชิงความสัมพันธ์รายระดับ พบว่า การคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 0 มี (\bar{X} = 0.50, $S.D.$ =0.19) การคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 1 มี (\bar{X} =1.20, $S.D.$ =0.20) การคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 2 มี (\bar{X} =2.02, $S.D.$ = 0.28) การคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 3 มี (\bar{X} =2.85, $S.D.$ =0.18) การคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 4 มี (\bar{X} =3.44, $S.D.$ =0.17)

2. ผลการจำแนกจำนวนกลุ่มของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์จากการศึกษาคะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ทั้ง 5 ระดับ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 4 คะแนน โดยจำแนกคะแนนของนักเรียนออกเป็นระดับ 0 ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 ระดับ 4 จากการแบ่งกลุ่มอิงเกณฑ์การจำแนกดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 จำนวนนักเรียนที่มีการจำแนกกลุ่มการคิดเชิงความสัมพันธ์

ระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ (%)
ระดับ 0	4	9.09
ระดับ 1	10	22.73
ระดับ 2	15	34.09
ระดับ 3	9	20.45
ระดับ 4	6	13.64
รวม	44	100

จากตารางที่ 4.2 พบว่า นักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 0 มีจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 9.09 นักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 1 มีจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 22.73 นักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 2 มีจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 34.09 นักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 20.45 นักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 4 มีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 13.64

สรุปตอนที่ 1 การคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 34.09 รองลงมามีนักเรียนมีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 22.73 นักเรียนมีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 20.45 นักเรียนมีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 13.64 และนักเรียนมีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับที่ 0 คิดเป็นร้อยละ 9.09

ตอนที่ 2 ศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 ศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยนำเสนอ
 ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากการศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน
 สารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 44 คน ผลปรากฏดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คะแนนของนักเรียนจากแบบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	คะแนน	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$)
ปรับปรุง	0-9	4.31	3.03
พอใช้	10-14	11.28	1.26
ดี	15-19	17.12	1.26
ดีมาก	20-24	21	1
รวมทั้งหมด	24	12.93	5.38

จากตารางที่ 4.3 พบว่า คะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบแบบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 ทั้ง 4 ระดับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรวมอยู่ในระดับพอใช้มี ($\bar{X}=12.93$, $S.D.=5.38$)
 เมื่อจำแนกตามระดับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รายระดับ ระดับดีมากมี
 ($\bar{X}=21.00$, $S.D.=1.00$) ระดับดีมี ($\bar{X}=17.12$, $S.D.=1.26$) ระดับพอใช้มี ($\bar{X}=11.28$, $S.D.$
 $=1.26$) และ ระดับปรับปรุงมี ($\bar{X}=4.31$, $S.D.=3.03$)

2. ผลการจำแนกจำนวนกลุ่มของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาคะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง
 4 ระดับ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 8 คะแนน โดยจำแนกคะแนนของนักเรียนออกเป็นระดับดีมาก ดี
 พอใช้ ปรับปรุง จากการแบ่งกลุ่มอิงเกณฑ์การจำแนกดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 จำนวนนักเรียนที่มีการจำแนกกลุ่มการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ (%)
ปรับปรุง	8	18.18
พอใช้	16	36.36
ดี	17	38.64
ดีมาก	3	6.82
รวมทั้งหมด	44	100

จากตารางที่ 4.4 พบว่า นักเรียนที่มีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 18.18 นักเรียนที่มีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 36.36 นักเรียนที่มีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 38.64 นักเรียนที่มีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6.82

สรุปตอนที่ 2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 38.64 รองลงมามีนักเรียนมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ คิดเป็นร้อยละ 36.36 นักเรียนมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง คิดเป็นร้อยละ 18.18 และนักเรียนมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 6.82

ตอนที่ 3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาแนวคิดในการหาคำตอบของนักเรียนที่มีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันโดยใช้แบบสัมภาษณ์การคิดเชิงความสัมพันธ์

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์ ประกอบด้วย การคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 0 นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ การคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 1 นักเรียนมีข้อจำกัดในด้านวิธีการที่ใช้ สามารถใช้ได้เพียงวิธีเดียวในการหาคำตอบ การคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 2 นักเรียนสามารถส่งผ่านวิธีการที่สร้างตัวเองโดยตรงไปสู่วิธีการแก้สมการ และสามารถใช่วิธีการทั้งสองเพื่อแก้ปัญหา การคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 3 นักเรียนสามารถแสดงออกถึงลักษณะที่อยู่ภายในตัว

แบบโดยตรง ส่วนใหญ่ใช้สมบัติทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาที่เป็นลักษณะเฉพาะ อาจใช้การแก้สมการ เพื่อให้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง การคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 4 นักเรียนสามารถใช้การระลึกหรือการนำข้อเท็จจริงเกี่ยวกับจำนวนมาใช้ในการแก้ปัญหา กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการแก้ปัญหา 4) ตรวจสอบคำตอบ ซึ่งแสดงในตารางที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ระดับ
การคิดเชิงความสัมพันธ์ .709	สูง

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .709 และมีความสัมพันธ์กันเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ศึกษาแนวคิดในการหาคำตอบของนักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์แตกต่างกันโดยใช้แบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โดยผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์แทนนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา จำนวน 10 คน ดังนี้

P1 หมายถึง นักเรียนคนที่ 1 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ระดับ 4 คนที่ 1

P2 หมายถึง นักเรียนคนที่ 2 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ระดับ 4 คนที่ 2

Q1 หมายถึง นักเรียนคนที่ 3 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ระดับ 3 คนที่ 1

Q2 หมายถึง นักเรียนคนที่ 4 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ระดับ 3 คนที่ 2

R1 หมายถึง นักเรียนคนที่ 5 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ระดับ 2 คนที่ 1

R2 หมายถึง นักเรียนคนที่ 6 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ระดับ 2 คนที่ 2

S1 หมายถึง นักเรียนคนที่ 7 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ระดับ 1 คนที่ 1

S2 หมายถึง นักเรียนคนที่ 8 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ระดับ 1 คนที่ 2

T1 หมายถึง นักเรียนคนที่ 9 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ระดับ 0 คนที่ 1

T2 หมายถึง นักเรียนคนที่ 10 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ระดับ 0 คนที่ 2

ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษา ดังนี้

2.1 ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา

2.2 คะแนนการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา

ตามการคิดเชิงความสัมพันธ์ที่อยู่ในระดับ 0 ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 และระดับ 4

2.3 ผลการสัมภาษณ์แนวคิดในการหาคำตอบของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา
ผลการศึกษาข้อมูลในแต่ละตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา ซึ่งแสดงในตาราง 4.6

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา

นักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา	คะแนนเฉลี่ย	การคิดเชิงความสัมพันธ์
P1	3.67	ระดับ 4
P2	3.67	ระดับ 4
Q1	3.00	ระดับ 3
Q2	3.00	ระดับ 3
R1	2.33	ระดับ 2
R2	1.67	ระดับ 2
S1	1.50	ระดับ 1
S2	1.33	ระดับ 1
T1	0.67	ระดับ 0
T2	0.33	ระดับ 0

จากตาราง 4.6 พบว่า ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา โดยนักเรียนคนที่ 1 และคนที่ 2 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 4 ได้แก่ P1 และ P2 ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ 3.67 คะแนน นักเรียนคนที่ 3 และคนที่ 4 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 3 ได้แก่ Q1 และ Q2 ได้คะแนนเฉลี่ยแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ 3.00 คะแนน นักเรียนคนที่ 5 และคนที่ 6 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 2 ได้แก่ R1 และ R2 ได้คะแนนเฉลี่ยแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ 2.33 และ 1.67 คะแนน นักเรียนคนที่ 7 และคนที่ 8 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 1 ได้แก่ S1 และ S2 ได้คะแนนเฉลี่ยแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ 1.50 และ 1.33 คะแนน นักเรียนคนที่ 9 และคนที่ 10 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 0 ได้แก่ T1 และ T2 ได้คะแนนเฉลี่ยแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ 0.67 และ 0.33 คะแนน

2.2 คะแนนการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา ตามการคิดเชิงความสัมพันธ์ที่อยู่ในระดับ 0 ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 และระดับ 4 ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 คะแนนการทำแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา ตามการคิดเชิงความสัมพันธ์ที่อยู่ในระดับ 0 ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 และระดับ 4

การคิดเชิงความสัมพันธ์	นักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา	คะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	แปลความหมาย
ระดับ 4	P1	22	ดีมาก
	P2	21	ดีมาก
ระดับ 3	Q1	19	ดี
	Q2	18	ดี
ระดับ 2	R1	16	ดี
	R2	12	พอใช้
ระดับ 1	S1	11	พอใช้
	S2	10	พอใช้
ระดับ 0	T1	3	ปรับปรุง
	T2	0	ปรับปรุง

จากตาราง 4.7 พบว่า นักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 4 คือ P1 และ P2 ได้คะแนน 22 และ 21 คะแนน มีคะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก นักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 3 คือ Q1 และ Q2 ได้คะแนน 19 และ 18 คะแนน มีคะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี นักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 2 คือ R1 และ R2 ได้คะแนน 16 และ 12 คะแนน มีคะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีและพอใช้ นักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 1 คือ S1 และ S2 ได้คะแนน 11 และ 10 คะแนน มีคะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ นักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 0 คือ T1 และ T2 ได้คะแนน 3 และ 0 คะแนน มีคะแนนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง

2.3 ผลสัมภาษณ์แนวในการหาคำตอบของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา

ผลการสัมภาษณ์แนวคิดในการหาคำตอบของนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา เพื่อศึกษาแนวคิดของนักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์แตกต่างกันที่มีต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีข้อความดังต่อไปนี้

2.3.1 นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

2.3.2 นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้ทำอะไร

2.3.3 นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้หรือไม่

2.3.4 นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

2.3.5 นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

ซึ่งนักเรียนที่มีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในแต่ละระดับ มีผลการสัมภาษณ์ดังนี้

สัมภาษณ์ P1 นักเรียนที่มีระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 4

จากโจทย์ นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูง

ปลา

การตุนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพ
ฝูงปลานั้นในแนวระดับเดียวกับฝูงปลา จงหาว่า ฝูงปลาการตุนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไร
จากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

P1 : นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขา
พบฝูงปลาการตุนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้ง
เป็นระยะ 27 เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

P1 : ปลาการตุนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้หรือไม่

P1 : ใช้การวาดภาพครีบ โดยการวิเคราะห์จากโจทย์ที่กำหนด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

P1 : มีครีบ ใช้การแก้สมการ โดยการกำหนดตัวแปรจากโจทย์ จากนั้น
ทำการเขียนสมการ แล้วก็ทำการแก้สมการหาคำตอบครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

P1 : จากคำตอบที่ผมได้คือ -35 เมตร ผมเลยแทน -35 ในวิธีที่ผมทำ
จะได้ $-35 = (-62) + 27$ สุดท้ายจะได้ว่า $-35 = -35$ นั่นทำให้
-35 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้องครับ

จากโจทย์ บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วย
อัตราเร็วคงตัว อยากทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดิน
กี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

P1 : บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที
ด้วยอัตราเร็วคงตัว อยากทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

P1 : บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

P1 : ใช้การวาดภาพครับ โดยการวิเคราะห์จากโจทย์ที่กำหนด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

P1 : มีครับ ใช้การแก้สมการ โดยการกำหนดตัวแปรจากโจทย์ จากนั้นทำการเขียนสมการ แล้วก็ทำการแก้สมการหาคำตอบครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

P1 : จากคำตอบที่ผมได้คือ 456 เมตร ผมเลยแทน 456 ในวิธีทำที่ผมทำจะได้ $456 = 38 \times 12$ สุดท้ายจะได้ว่า $456 = 456$ นั่นทำให้ 456 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้องครับ

จากโจทย์ ฝ่ายชายเสียราคาตัวละ 198 บาท และชายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้ายืมซื้อเสื้อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื้อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

P1 : ฝ่ายชายเสียราคาตัวละ 198 บาท และชายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้ายืมซื้อเสื้อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

P1 : ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื้อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

P1 : ใช้การวาดภาพครับ โดยการวิเคราะห์จากโจทย์ที่กำหนด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

P1 : มีครับ ใช้การแก้สมการ โดยการกำหนดตัวแปรจากโจทย์ จากนั้นทำการเขียนสมการ แล้วก็ทำการแก้สมการหาคำตอบครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

P1 : จากคำตอบที่ผมได้คือ 1,079 บาท ผมเลยแทน 1,079 ในวิธีทำที่ผมทำจะได้ $1,079 = 594 + 485$ สุดท้ายจะได้ว่า $1,079 = 1,079$ นั่นทำให้ 1,079 บาท เป็นคำตอบที่ถูกต้องครับ

สัมภาษณ์ P2 นักเรียนที่มีระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 4

จากโจทย์ นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพ

ฝูงปลานั้นในแนวระดับเดียวกับฝูงปลา จงหาว่า ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

P2 : นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

P2 : ปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

P2 : ใช้การวาดภาพครีบ โดยการวิเคราะห์จากโจทย์ที่กำหนด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

P2 : มีครับ ใช้การคำนวณโดยการบวก 27 เมตร กับ -62 เมตร จากโจทย์ที่กำหนดครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

P2 : จากคำตอบที่ผมได้คือ -35 เมตร ผมเลยแทน -35 ในวิธีที่ผมทำ จะได้ $-35 = (-62) + 27$ สุดท้ายจะได้ว่า $-35 = -35$ นั่นทำให้

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี -35 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้องครับ

จากโจทย์ บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วยอัตราเร็วคงตัว อยากทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

P2 : บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วยอัตราเร็วคงตัว อยากทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

P2 : บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

P2 : ใช้การวาดภาพครีบ โดยการวิเคราะห์จากโจทย์ที่กำหนด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

P2 : มีครับ ใช้การคำนวณโดยการคูณ 12 เมตร กับ 38 นาที จากโจทย์ที่กำหนดครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

P2 : จากคำตอบที่ผมได้คือ 456 เมตร ผมเลยแทน 456 ในวิธีทำที่ผม
ทำจะได้ $456 = 38 \times 12$ สุดท้ายจะได้ว่า $456 = 456$ นั้นทำให้
456 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้องครับ

จากโจทย์ ฝ่ายชายเสื่อราคาตัวละ 198 บาท และขายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้า
มีลูกค้ามาซื้อเสื่อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื่อและกางเกง
เป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

P2 : ฝ่ายชายเสื่อราคาตัวละ 198 บาท และขายกางเกงราคาตัวละ 97
บาท ถ้ามีลูกค้ามาซื้อเสื่อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

P2 : ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื่อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

P2 : ใช้การวาดภาพครับ โดยการวิเคราะห์จากโจทย์ที่กำหนด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

P2 : มีครับ ใช้การคำนวณโดยการหาผลบวกจากการคูณ 198 บาท กับ
3 ตัว และ การคูณ 97 บาท กับ 5 ตัว จากโจทย์ที่กำหนดครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

P2 : จากคำตอบที่ผมได้คือ 1,079 บาท ผมเลยแทน 1,079 ในวิธีทำที่
ผมทำจะได้ $1,079 = 594 + 485$ สุดท้ายจะได้ว่า $1,079 = 1,079$
นั้นทำให้ 1,079 บาท เป็นคำตอบที่ถูกต้องครับ

สัมภาษณ์ Q1 นักเรียนที่มีระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 3

จากโจทย์ นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลา
การ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพ
ฝูงปลานั้นในแนวระดับเดียวกับฝูงปลา จงหาว่า ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูง
เท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

Q1 : นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขา
พบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้ง
เป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพฝูงปลานั้นในแนวระดับเดียวกับ
ฝูงปลา อันนี้คือโจทย์กำหนดให้

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

Q1 : ผุงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

Q1 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปรจากโจทย์ จากนั้นทำการเขียนสมการ แล้วก็ทำการแก้สมการหาคำตอบค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

Q1 : มีค่ะ ใช้การคำนวณโดยการบวก 27 เมตร กับ -62 เมตร จากโจทย์ที่กำหนดค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

Q1 : จากคำตอบที่หนูได้คือ -35 เมตร หนูเลยกำหนดให้ $x = -35$ จากนั้นแทนค่า x ในสมการ $x = (-62) + 27$ จะได้ว่า $-35 = (-62) + 27$ สุดท้ายจะได้ว่า $-35 = -35$ นั้นทำให้ -35 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้องค่ะ

จากโจทย์ บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วยอัตราเร็วคงตัว อยากทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

Q1 : บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วยอัตราเร็วคงตัว อยากทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที อันนี้คือโจทย์กำหนดให้

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

Q1 : บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

Q1 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปรจากโจทย์ จากนั้นทำการเขียนสมการ แล้วก็ทำการแก้สมการหาคำตอบค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

Q1 : มีค่ะ ใช้การคำนวณโดยการคูณ 12 เมตร กับ 38 นาที จากโจทย์ที่กำหนดค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

Q1 : จากคำตอบที่หนูได้คือ 456 เมตร หนูเลยกำหนดให้ $y = 456$ จากนั้นแทนค่า y ในสมการ $y = 12 \times 38$ จะได้ว่า $456 = 12 \times 38$ สุดท้ายจะได้ว่า $456 = 456$ นั้นทำให้

456 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้องค่ะ

จากโจทย์ ฝ่ายชายเสื่อราคาตัวละ 198 บาท และขายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้มาซื้อเสื่อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื่อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

Q1 : ฝ่ายชายเสื่อราคาตัวละ 198 บาท และขายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้มาซื้อเสื่อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื่อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

Q1 : ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื่อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

Q1 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปรจากโจทย์ จากนั้นทำการเขียนสมการ แล้วก็ทำการแก้สมการหาคำตอบค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

Q1 : มีค่ะ ใช้การคำนวณโดยการหาผลบวกจากการคูณ 198 บาท กับ 3 ตัว และ การคูณ 97 บาท กับ 5 ตัว จากโจทย์ที่กำหนดค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

Q1 : จากคำตอบที่หนูได้คือ 1,079 บาท หนูเลยกำหนดให้ $z = 1,079$ จากนั้นแทนค่า z ในสมการ $z = (198 \times 3) + (97 \times 5)$ จะได้ว่า $1,079 = (198 \times 3) + (97 \times 5)$ สุดท้ายจะได้ว่า $1,079 = 1,079$ นั้นทำให้ 1,079 บาท เป็นคำตอบที่ถูกต้องค่ะ

สัมภาษณ์ Q2 นักเรียนที่มีระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 3

จากโจทย์ นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพฝูงปลานั้นในแนวระดับเดียวกับฝูงปลา จงหาว่า ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

Q2 : นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพฝูงปลานั้นในแนวระดับเดียวกับฝูงปลา

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

Q2 : ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

Q2 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปรจากโจทย์ จากนั้นทำการเขียนสมการ แล้วก็ทำการแก้สมการหาคำตอบค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

Q2 : มีค่ะ ใช้การคำนวณโดยการบวก 27 เมตร กับ -62 เมตร จากโจทย์ที่กำหนดค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

Q2 : จากคำตอบที่หนูได้คือ -35 เมตร หนูเลยกำหนดให้ $y = -35$ จากนั้นแทนค่า y ในสมการ $y = (-62) + 27$ จะได้ว่า $-35 = (-62) + 27$ สุดท้ายจะได้ว่า $-35 = -35$ นั้นทำให้คำตอบที่ได้คือ -35 เมตรค่ะ

จากโจทย์ บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วยอัตราเร็วคงตัว อยากทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

Q2 : บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วยอัตราเร็วคงตัว

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

Q2 : เมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

Q2 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปรจากโจทย์ จากนั้นทำการเขียนสมการ แล้วก็ทำการแก้สมการหาคำตอบค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

Q2 : มีค่ะ ใช้การคำนวณโดยการคูณ 12 เมตร กับ 38 นาที จากโจทย์ที่กำหนดค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

Q2 : จากคำตอบที่หนูได้คือ 456 เมตร หนูเลยกำหนดให้ $y = 456$ จากนั้นแทนค่า y ในสมการ $y = 12 \times 38$ จะได้ว่า $456 = 12 \times 38$ สุดท้ายจะได้ว่า $456 = 456$ นั้นทำให้คำตอบที่ได้ คือ 456 เมตรค่ะ

จากโจทย์ ฝ่ายชายซื้อราคาตัวละ 198 บาท และขายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้มาซื้อเสื้อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื้อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

Q2 : ฝ่ายชายซื้อราคาตัวละ 198 บาท และขายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้มาซื้อเสื้อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

Q2 : ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื้อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

Q2 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปรจากโจทย์ จากนั้นทำการเขียนสมการ แล้วก็ทำการแก้สมการหาคำตอบค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

Q2 : มีค่ะ ใช้การคำนวณโดยการหาผลบวกจากการคูณ 198 บาท กับ 3 ตัว และ การคูณ 97 บาท กับ 5 ตัว จากโจทย์ที่กำหนดค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

Q2 : จากคำตอบที่หนูได้คือ 1,079 บาท หนูเลยกำหนดให้ $z = 1,079$ จากนั้นแทนค่า z ในสมการ $z = (198 \times 3) + (97 \times 5)$ จะได้ว่า $1,079 = (198 \times 3) + (97 \times 5)$ สุดท้ายจะได้ว่า $1,079 = 1,079$ นั้นทำให้คำตอบที่ได้ คือ 1,079 บาทค่ะ

สัมภาษณ์ R1 นักเรียนที่มีระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 2

จากโจทย์ นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพฝูงปลานั้นในแนวระดับเดียวกับฝูงปลา จงหาว่า ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

R1 : นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

R1 : ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

R1 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปร จากนั้นเขียนสมการแล้วก็แก้สมการค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

R1 : มีค่ะ ใช้การคำนวณโดยการบวก 27 เมตร กับ -62 เมตร จากโจทย์ที่กำหนดค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

R1 : จากคำตอบที่หนูได้คือ -35 เมตร หนูเลยกำหนดให้ $A = -35$ จากนั้นแทนค่า A ในสมการ $A = (-62) + 27$ จะได้ว่า $-35 = (-62) + 27$ สุดท้ายจะได้ว่า $-35 = -35$ นั่นทำให้คำตอบที่ได้คือ -35 เมตรค่ะ

จากโจทย์ บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วยอัตราเร็วคงตัว อยากทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

R1 : บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วยอัตราเร็วคงตัว เมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

R1 : บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

R1 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปร จากนั้นเขียนสมการแล้วก็แก้สมการค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

R1 : มีค่ะ ใช้การคำนวณโดยการคูณ 38 นาที กับ 12 เมตร จากโจทย์ที่กำหนดค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

R1 : จากคำตอบที่หนูได้คือ 456 เมตร หนูเลยกำหนดให้ $y = 456$ จากนั้นแทนค่า B ในสมการ $B = 38 \times 12$ จะได้ว่า $456 = 38 \times 12$ สุดท้ายจะได้ว่า $456 = 456$ นั่นทำให้คำตอบที่ได้ คือ 456 เมตรค่ะ

จากโจทย์ ฝ่ายชายเสียราคาตัวละ 198 บาท และขายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้ายามาซื้อเสื้อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื้อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

R1 : ฝ่ายชายเสียราคาตัวละ 198 บาท และขายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้ายามาซื้อเสื้อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

R1 : ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื้อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

R1 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปร จากนั้นเขียนสมการแล้วก็แก้สมการค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

R1 : มีค่ะ ใช้การคำนวณโดยการหาผลบวกจากการคูณ 198 บาท กับ 3 ตัว และ การคูณ 97 บาท กับ 5 ตัว จากโจทย์ที่กำหนดค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

R1 : จากคำตอบที่หนูได้คือ 1,079 บาท หนูเลยกำหนดให้ $S = 1,079$ จากนั้นแทนค่า S ในสมการ $S = (198 \times 3) + (97 \times 5)$ จะได้ว่า $1,079 = 594 + 485$ สุดท้ายจะได้ว่า $1,079 = 1,079$ นั้นทำให้คำตอบที่ได้ คือ 1,079 บาทค่ะ

สัมภาษณ์ R2 นักเรียนที่มีระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 2

จากโจทย์ นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพฝูงปลานั้นในแนวระดับเดียวกับฝูงปลา จงหาว่า ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

R2 : นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

R2 : ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

R2 : ใช้การคำนวณโดยสมบัติการบวกครับ โดยบวก 27 เมตร กับ
-62 เมตร จากโจทย์ที่กำหนดครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

R2 : ไม่มีครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

R2 : จากคำตอบที่ผมได้คือ -35 เมตร ผมเลยแทน -35 ในวิธีทำที่ผมทำ
จะได้ $-35 = (-62) + 27$ สุดท้ายจะได้ว่า $-35 = -35$ นั้นทำให้
-35 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้องครับ

จากโจทย์ บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วย
อัตราเร็วคงตัว อยากทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดิน
กี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

R2 : บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที
ด้วยอัตราเร็วคงตัว

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

R2 : เมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

R2 : ใช้การคำนวณโดยสมบัติการคูณครับ โดยการคูณ 38 นาที กับ
12 เมตร จากโจทย์ที่กำหนดครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

R2 : ไม่มีครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

R2 : จากคำตอบที่ผมได้คือ 456 เมตร ผมเลยแทน 456 ในวิธีทำที่ผม
ทำจะได้ $456 = 38 \times 12$ สุดท้ายจะได้ว่า $456 = 456$ นั้นทำให้
456 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้องครับ

จากโจทย์ ฝ่ายชายเสื่อราคาตัวละ 198 บาท และชายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้า
มีลูกค้ามาซื้อเสื่อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื่อและกางเกง
เป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

R2 : ฝ่ายขายเสื้อราคาตัวละ 198 บาท และขายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้ามาซื้อเสื้อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

R2 : ฝ่ายจะได้เงินการขายเสื้อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

R2 : ใช้การคำนวณโดยสมบัติการคูณกับสมบัติการบวกครับ โดยการหาผลบวกจากการคูณ 198 บาท กับ 3 ตัว และ การคูณ 97 บาท กับ 5 ตัว จากโจทย์ที่กำหนดครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

R2 : ไม่มีครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

R2 : จากคำตอบที่ผมได้คือ 1,079 บาท ผมเลยแทน 1,079 ในวิธีทำที่ผมทำจะได้ $1,079 = 594 + 485$ สุดท้ายจะได้ว่า $1,079 = 1,079$ นั้นทำให้ 1,079 บาท เป็นคำตอบที่ถูกต้องครับ

สัมภาษณ์ S1 นักเรียนที่มีระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 1

จากโจทย์ นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพฝูงปลานั้นในแนวระดับเดียวกับฝูงปลา จงหาว่า ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

S1 : นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

S1 : ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

S1 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปร จากนั้นเขียนสมการแล้วก็แก้สมการค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

S1 : ไม่มีค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

S1 : จากคำตอบที่หนูได้คือ -89 เมตร หนูเลยกำหนดให้ $x = -89$
จากนั้นแทนค่า x ในสมการ $x = (-62) - 27$ จะได้ว่า
 $-89 = (-62) - 27$ สุดท้ายจะได้ว่า $-89 = -89$ นั่นทำให้
คำตอบที่ได้คือ -89 เมตรค่ะ (เป็นคำตอบที่ผิด)

จากโจทย์ บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วย
อัตราเร็วคงตัว อยากทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดิน
กี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

S1 : บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที
ด้วยอัตราเร็วคงตัว เมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

S1 : บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

S1 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปร จากนั้นเขียนสมการ

แล้วก็แก้สมการค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

S1 : ไม่มีค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

S1 : จากคำตอบที่หนูได้คือ 456 เมตร หนูเลยกำหนดให้ $x = 456$
จากนั้นแทนค่า x ในสมการ $x = 38 \times 12$ จะได้ว่า
 $456 = 38 \times 12$ สุดท้ายจะได้ว่า $456 = 456$ นั่นทำให้
คำตอบที่ได้ คือ 456 เมตรค่ะ

จากโจทย์ ฝ่ายชายเสื่อราคาตัวละ 198 บาท และชายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้า
มีลูกค้ามาซื้อเสื่อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื่อและกางเกง
เป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

S1 : ฝ่ายชายเสื่อราคาตัวละ 198 บาท และชายกางเกงราคาตัวละ 97
บาท ถ้ามีลูกค้ามาซื้อเสื่อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

S1 : ฝ่ายจะได้เงินการขายเสื้อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

S1 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปร จากนั้นเขียนสมการแล้วก็แก้สมการค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

S1 : ไม่มีค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

S1 : จากคำตอบที่หนูได้คือ 1,079 บาท หนูเลยกำหนดให้ $x = 1,079$ จากนั้นแทนค่า x ในสมการ $x = (198 \times 3) + (97 \times 5)$ จะได้ว่า $1,079 = 594 + 485$ สุดท้ายจะได้ว่า $1,079 = 1,079$ นั้นทำให้คำตอบที่ได้ คือ 1,079 บาทค่ะ

สัมภาษณ์ S2 นักเรียนที่มีระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 1

จากโจทย์ นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพฝูงปลานั้นในแนวระดับเดียวกับฝูงปลา จงหาว่า ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

S2 : นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

S2 : ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

S2 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปร จากนั้นเขียนสมการแล้วก็แก้สมการค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

S2 : ไม่มีค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

S2 : จากคำตอบที่หนูได้คือ -35 เมตร หนูเลยกำหนดให้ $x = -35$ จากนั้นแทนค่า x ในสมการ $x = (-62) + 27$ จะได้ว่า $-35 = (-62) + 27$ สุดท้ายจะได้ว่า $-35 = -35$ นั้นทำให้

-35 เมตรเป็นคำตอบที่ถูกต้องค่ะ

จากโจทย์ บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วยอัตราเร็วคงตัว อยากรหาว่าเมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

S2 : บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วยอัตราเร็วคงตัว เมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

S2 : บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

S2 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปร จากนั้นเขียนสมการแล้วก็แก้สมการค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

S2 : ไม่มีค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

S2 : จากคำตอบที่หนูได้คือ -3,000 เมตร หนูเลยกำหนดให้

$$A = -3,000 \text{ จากนั้นแทนค่า } A \text{ ในสมการ } A = (12 \times 60) + 38$$

$$\text{จะได้ว่า } -3000 = (12 \times 60) + 38 \text{ สุดท้ายจะได้ว่า}$$

$$-3000 = -3000 \text{ นั่นทำให้ } -3,000 \text{ เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้องค่ะ}$$

(เป็นคำตอบที่ผิด)

จากโจทย์ ฝ่ายชายเสื่อราคาตัวละ 198 บาท และชายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้มาซื้อเสื่อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื่อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

S2 : ฝ่ายชายเสื่อราคาตัวละ 198 บาท และชายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้มาซื้อเสื่อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

S2 : ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื่อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

S2 : ใช้การแก้สมการค่ะ โดยการกำหนดตัวแปร จากนั้นเขียนสมการ

แล้วก็แก้สมการค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

S2 : ไม่มีค่ะ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

S2 : จากคำตอบที่หนูได้คือ 330.6 บาท หนูเลยกำหนดให้ $Y = 330.6$ จากนั้นแทนค่า Y ในสมการ $Y = (198 \div 5) + (3 \times 97)$ จะได้ว่า $330.6 = 39.6 + 295$ สุดท้ายจะได้ว่า $330.6 = 330.6$ นั่นทำให้ 330.6 บาท เป็นคำตอบที่ถูกต้องค่ะ (เป็นคำตอบที่ผิด)

สัมภาษณ์ T1 นักเรียนที่มีระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 0

จากโจทย์ นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพฝูงปลานั้นในแนวระดับเดียวกับฝูงปลา จงหาว่า ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

T1 : นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

T1 : ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

T1 : ใช้การคำนวณโดยสมบัติการลบครับ โดยนำ -27 - 62 จากโจทย์ที่กำหนดครับ (วิธีทำผิดและคำตอบผิด)

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

T1 : ไม่มีครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

T1 : ไม่มีครับ

จากโจทย์ บอลลูนลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วยอัตราเร็วคงตัว อยากทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที บอลลูนนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

T1 : บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วยอัตราเร็วคงตัว

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

T1 : เมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

T1 : ใช้การคำนวณโดยสมบัติการคูณครับ โดยนำ $12 \times 60 \times 38$ จากโจทย์ที่กำหนดครับ (วิธีทำผิดและคำตอบผิด)

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

T1 : ไม่มีครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

T1 : ไม่มีครับ

จากโจทย์ ฝ่ายชายเสียราคาตัวละ 198 บาท และขายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้ามาซื้อเสื้อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื้อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

T1 : ฝ่ายชายเสียราคาตัวละ 198 บาท และขายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้ามาซื้อเสื้อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

T1 : ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื้อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

T1 : ใช้การคำนวณโดยสมบัติการคูณกับสมบัติการบวกครับ โดยนำ $(198 \times 3) + (97 \times 5)$ จากโจทย์ที่กำหนดครับ (วิธีทำถูกแต่คำตอบผิด)

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

T1 : ไม่มีครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

T1 : ไม่มีครับ

สัมภาษณ์ T2 นักเรียนที่มีระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 0

จากโจทย์ นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลา การตุ่นว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพฝูงปลานั้นในแนวระดับเดียวกับฝูงปลา จงหาว่า ฝูงปลาการตุ่นอยู่ที่ระดับความสูง

เท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

T2 : บอกไม่ได้ครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

T2 : บอกไม่ได้ครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

T2 : ใช้การคำนวณครับ โดยนำ $-27 - 62$ ครับ

(วิธีทำผิดและคำตอบผิด)

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

T2 : ไม่มีครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

T2 : ไม่มีครับ

จากโจทย์ บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วยอัตราเร็วคงตัว อยากทราบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

T2 : บอกไม่ได้ครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

T2 : บอกไม่ได้ครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

T2 : ใช้การคำนวณ โดยนำ $12 + 38$ ครับ (วิธีทำผิดและคำตอบผิด)

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

T2 : ไม่มีครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

T2 : ไม่มีครับ

จากโจทย์ ฝ่ายชายเสื่อราคาตัวละ 198 บาท และชายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้าซื้อเสื้อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื้อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

T2 : บอกไม่ได้ครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร

T2 : บอกไม่ได้ครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร

T2 : ใช้การคำนวณ โดยนำ $198 + 3 + 97 + 5$ ครับ
(วิธีทำผิดคำตอบผิด)

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีหาคำตอบวิธีอื่นอีกหรือไม่

T2 : ไม่มีครับ

ผู้สัมภาษณ์ : นักเรียนมีวิธีตรวจสอบคำตอบอย่างไร

T2 : ไม่มีครับ

สรุปจากการสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 4 สามารถวิเคราะห์ โจทย์ได้ดี สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง สามารถบอกได้ว่าโจทย์นั้นต้องการให้หาอะไร ทั้งยังมีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ พร้อมทั้งสามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ สามารถมองเห็นภาพรวมของโจทย์ได้ไม่มีร่องรอยการคำนวณหาคำตอบ และสามารถตรวจคำตอบได้ อย่างถูกต้องนักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 3 สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ดี สามารถบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง สามารถบอกได้ว่า โจทย์นั้นต้องการให้หาอะไร ทั้งยังมีการวางแผนวิธี ในการหาคำตอบ พร้อมทั้งสามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ แต่ยังมีร่องรอยการคิด คำนวณในการหาคำตอบ และสามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้องนักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ ระดับ 2 สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ดี สามารถบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง สามารถบอกได้ว่า โจทย์นั้นต้องการให้หาอะไร ทั้งยังมีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ แต่ไม่สามารถใช้วิธีอื่นนอกจาก วิธีเดิมในการหาคำตอบได้ และสามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้องนักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ ระดับ 1 สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ดี สามารถบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง สามารถบอกได้ว่า โจทย์นั้นต้องการให้หาอะไร ทั้งยังมีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ แต่นักเรียนบางคนหาคำตอบได้ ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ และสำหรับนักเรียนที่หาคำตอบได้ ถูกต้องสามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้องนักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 0 ไม่สามารถ วิเคราะห์โจทย์ได้ ไม่สามารถบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง ไม่สามารถบอกได้ว่า โจทย์นั้น ต้องการให้หาอะไร ทั้งยังไม่มีวิธีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ ไม่สามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมใน การหาคำตอบได้ และไม่สามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง

สรุปตอนที่ 3 การคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กัน ในระดับสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .709 และมีความสัมพันธ์กันเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 และจากสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 4 สามารถ วิเคราะห์โจทย์ได้ดี มีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ พร้อมทั้งสามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมใน

การหาคำตอบได้ สามารถมองเห็นภาพรวมของโจทย์ได้ และสามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง นักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 3 สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ดี ทั้งยังมีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ พร้อมทั้งสามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ แต่ยังมีร่องรอยการคิดคำนวณในการหาคำตอบ และสามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง นักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 2 สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ดี ทั้งยังมีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ แต่ไม่สามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ และสามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง นักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 1 สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ดี ทั้งยังมีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ แต่นักเรียนบางคนหาคำตอบได้ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ และสำหรับนักเรียนที่หาคำตอบได้ถูกต้องสามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง นักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 0 ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ ไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง ไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์นั้นต้องการให้หาอะไร ทั้งยังไม่มีวิธีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ ไม่สามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ และไม่สามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัย เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้สรุปผลของการวิจัยหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

การวิจัย เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการวิจัย พบว่า การคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 34.09 รองลงมานักเรียนมีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 1 คิดเป็นร้อยละ 22.73 นักเรียนมีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 20.45 นักเรียนมีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 13.64 และนักเรียนมีการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 0 คิดเป็นร้อยละ 9.09

5.1.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการวิจัย พบว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีคิดเป็นร้อยละ 38.64 รองลงมานักเรียนมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้คิดเป็นร้อยละ 36.36 นักเรียนมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุงคิดเป็นร้อยละ 18.18 และนักเรียนมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมากคิดเป็นร้อยละ 6.82

5.1.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

พบว่า การคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ในระดับสูง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .709 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และจากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 4 สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ดี มีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ พร้อมทั้งสามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ สามารถมองเห็นภาพรวมของโจทย์ได้ และสามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง นักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 3 สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ดี ทั้งยังมีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ พร้อมทั้งสามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ แต่ยังมีร่องรอยการคิดคำนวณในการหาคำตอบ และสามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง นักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 2 สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ดี ทั้งยังมีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ แต่ไม่สามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ และสามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง นักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 1 สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ดี ทั้งยังมีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ แต่นักเรียนบางคนหาคำตอบได้ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ และสำหรับนักเรียนที่หาคำตอบได้ถูกต้องสามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง นักเรียนที่อยู่ในการคิดเชิงความสัมพันธ์ระดับ 0 ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ ไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง ไม่สามารถบอกได้ว่าโจทย์นั้นต้องการให้ทำอะไร ทั้งยังไม่มีวิธีการวางแผนวิธีในการหาคำตอบ ไม่สามารถใช้วิธีอื่นนอกจากวิธีเดิมในการหาคำตอบได้ และไม่สามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง

5.2 อภิปรายผล

ในการทำวิจัยเรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยสรุปอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

5.2.1 ผลศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 34.09 นักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาสามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหานั้นได้ ซึ่งส่วนมากนักเรียนจะใช้วิธีการที่ไม่หลากหลายในการแก้ปัญหา โดยส่วนใหญ่นักเรียนจะใช้วิธีแก้สมการและคำนวณค่าแบบตรง ๆ ทำในแต่ละวงเล็บ ไม่ใช่สมบัติทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถหาคำตอบได้ง่ายและเร็วกว่า ที่เป็นเช่นนี้เพราะนักเรียนส่วนใหญ่นั้นมีความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องหมายเท่ากับไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนจะเข้าใจว่าหลัง

เครื่องหมายเท่ากับคือคำตอบที่ได้จากการคำนวณเท่านั้น และเข้าใจว่าคำตอบคือการนำจำนวนทั้งหมดมารวมกัน นั้นทำให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องหมายเท่ากับเพียงแค่การหาคำตอบด้านเดียว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ โคจิวิจน์ เสริฐศรี (2553, น. 149) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องหมายเท่ากับ ไม่ถูกต้อง เข้าใจว่าหลังเครื่องหมายเท่ากับคือคำตอบที่ได้จากการคำนวณค่าของจำนวนที่อยู่หน้าเครื่องหมายเท่ากับเท่านั้น และเข้าใจว่าคำตอบคือ การนำจำนวนทั้งหมดมารวมกัน ดังนั้นการที่นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องหมายเท่ากับไม่ถูกต้อง นักเรียนมักจะมองดูเครื่องหมายเท่ากับเหมือนกับว่าเป็นการแจ้งให้ทราบถึงผลของการดำเนินการทางเลขคณิต โดยยึดถือการดำเนินการเป็นหลักในการมองมากกว่าจะมองว่าเป็นสัญลักษณ์ของการเท่ากันใน คณิตศาสตร์ การเข้าใจเครื่องหมายเท่ากับในลักษณะนี้ ถือว่าเป็นความเข้าใจความคิดรวบยอดใน เรื่องการเท่ากัน คลาดเคลื่อน เพราะไม่ได้แสดงถึงความเข้าใจทั่วไปว่า สัญลักษณ์นี้แสดงถึง ความสัมพันธ์ที่เท่ากันระหว่างจำนวนสองจำนวน แต่เข้าใจคลาดเคลื่อนว่าสัญลักษณ์นี้ แสดงถึงยอดรวมทั้งหมด หรือคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภัก หาญพิทักษ์วงศ์ (2553, น. 125) พบว่า นักเรียนเข้าใจเครื่องหมายเท่ากับว่าเป็นสัญลักษณ์แทนการคำนวณ หมายความว่าหลังเครื่องหมายเท่ากับต้องตามด้วยคำตอบเท่านั้น โดยนักเรียนจะมองประโยคในลักษณะโจทย์เท่ากับคำตอบ ซึ่งมีพฤติกรรมแสดงออกคือ นักเรียนจะนำจำนวนที่อยู่ข้างเดียวกันของเครื่องหมายเท่ากับ (ด้านที่ไม่มีตัวไม่ทราบค่า) มาหาผลลัพธ์ แล้วนำผลลัพธ์ดังกล่าวเติมในช่องว่าง โดยละเลยจำนวนที่ดำเนินการกับตัวไม่ทราบค่าอีกข้างหนึ่งของเครื่องหมายเท่ากับ หรือนักเรียนนำจำนวนทั้งหมดมาหาผลลัพธ์ และเขียนเพิ่มเติมจำนวนสุดท้ายที่คำนวณได้เอง ซึ่งจะต่อท้ายประโยคสัญลักษณ์ และรูปแบบการสร้างข้อสรุปในการหาตัวไม่ทราบค่า นั้น นักเรียนจะคำนึงถึงความสะดวกในการคำนวณมากกว่าการตระหนักถึงความสัมพันธ์ที่เท่ากันระหว่างค่าของนิพจน์ ทั้งสองข้างของเครื่องหมายเท่ากับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิตยา ละดาตาส (2560, น. 125) พบว่า นักเรียนมุ่งเน้นการหาคำตอบของประโยคสัญลักษณ์โดยใช้การคำนวณเน้นการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอน มองภาพรวมของประโยคสัญลักษณ์ ใช้การเปรียบเทียบจำนวนคู่หนึ่งที่ทราบค่าซึ่งอยู่คนละด้านของเครื่องหมายเท่ากับเพื่อหาจำนวนที่ไม่ทราบค่า และใช้การสังเกตความสัมพันธ์ของจำนวนในสมการในการหาคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิษณุ นภาพันธ์ (2551, น. 7) พบว่า นักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 มีการคิดเชิงความสัมพันธ์มากกว่านักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 อย่างเห็นได้ชัดและเมื่อพิจารณาระหว่างสังกัด พบว่านักเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสามารถใช้การคิดเชิงความสัมพันธ์เกือบ 1 ใน 2 ของนักเรียนในสังกัดเดียวกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนมีลักษณะการคิดเชิงความสัมพันธ์ในสัดส่วนที่น้อย ดังนั้นควรสนับสนุนจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีการสอดแทรกการคิดเชิงความสัมพันธ์ และช่วยส่งเสริมพัฒนาการในการแก้ปัญหาของนักเรียน ควรให้มีการสอนเลขคณิตที่เอื้อต่อการพัฒนาทางด้านการ

คิดเชิงความสัมพันธ์ ซึ่งประโยคจำนวนเป็นเครื่องมือที่เหมาะสม ในการพัฒนาให้นักเรียนสามารถคิดเชิงความสัมพันธ์ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Stephens and Inprasitha (2007, pp. 319-362) พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายของไทยมีความสามารถในการคิดเชิงสัมพันธ์น้อยมาก เมื่อเทียบกับนักเรียนในระดับชั้นเดียวกันของจีน และออสเตรเลีย ทั้งนี้ Stephens ระบุว่า สาเหตุมาจากตำราเรียนของไทยที่เน้นทักษะการคำนวณเป็นส่วนใหญ่ หรืออาจเกิดจากวิธีการสอนของครูที่เน้นการคำนวณ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยในการหาคำตอบของประโยคสัญลักษณ์ โดยใช้การคำนวณเป็นลำดับขั้นตอน โดยไม่ได้ให้ความสำคัญกับเครื่องหมายเท่ากับ และมีความเข้าใจที่ไม่ลึกซึ้งซึ่งเกี่ยวกับการเท่ากัน รวมไปถึงการมองเครื่องหมายเท่ากับในลักษณะหลังเครื่องหมายเท่ากับคือคำตอบ โดยละเลยจำนวนที่ดำเนินการกับตัวไม่ทราบค่าอีกข้างหนึ่งของเครื่องหมายเท่ากับ นักเรียนจะคำนึงถึงความสะดวกในการคำนวณมากกว่าการตระหนักถึงความสัมพันธ์ที่เท่ากันระหว่างค่าของนิพจน์ทั้งสองข้างของเครื่องหมายเท่ากับ

5.2.2 ผลการศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง จำนวนเต็ม ส่วนใหญ่อยู่ในระดับคิดเป็นร้อยละ 38.64 ที่เป็นเช่นนี้เพราะ นักเรียนเข้าใจปัญหาได้อย่างถูกต้อง นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมแต่ก็มีบางส่วนที่เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่เหมาะสมกับบางสถานการณ์ซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องแต่ก็ใช้เวลานานในส่วนของ การแก้ปัญหา และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องแต่ก็มีบางส่วนที่ยังแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง จึงทำให้ในการสรุปคำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้องตามมา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิขญา ลือชัย (2555, น. 161-162) พบว่า ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นักเรียนกลุ่มกลางและกลุ่มต่ำจะมีการทำความเข้าใจปัญหามากที่สุด แต่ที่เป็นปัญหาสำหรับนักเรียนทำคะแนนเฉลี่ยได้น้อยที่สุดคือ การวางแผนแก้ปัญหา คือเป็นนักเรียนต้องวางแผนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน บอกวิธีการคิดแก้ปัญหาหรือกำหนดตัวแปร และเป็นทักษะที่ต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์บอกกับสิ่งที่โจทย์ถามค้นหาคณิตศาสตร์ กฏ สูตร นิยามเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัมพร ม้าคนอง (2553, น. 11) พบว่า ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนมากสามารถทำโจทย์ปัญหาในรูปแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เพราะโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาในรูปแบบทดสอบมีความใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนในชั้นเรียน และเป็นเนื้อหาที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วินัย สุวรรณ (2529, น. 28) พบว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับปัญหาที่บุคคลนั้นได้รับและตัวของผู้นั้นแก้ปัญหาเองว่ามีพื้นฐานความรู้ประสบการณ์เดิมและวิธีแก้ปัญหา ที่เหมาะสมมากน้อยเพียงไร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย

ของ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2550, น. 62) พบว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้ที่แก้ปัญหาก็ต้องใช้ทั้งความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมที่พบเจอประมวลผลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ Clyde (1967, p. 112) ที่กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยสรุป ได้แก่ วุฒิภาวะ ประสบการณ์และความสามารถในการอ่านของนักเรียน และเมื่อศึกษาในแต่ละทักษะพบว่า ทักษะที่นักเรียนทำคะแนนเฉลี่ยได้มากที่สุดคือ ทักษะการแปลงโจทย์คณิตศาสตร์เป็นทักษะการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใด และโจทย์ต้องการให้หาสิ่งใดได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ละออง เงินมาก (2550, น. 69) พบว่า ปัญหาที่ควรเร่งแก้ไขคือ นักเรียนขาดวางแผนและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์และดำเนินการคำนวณได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, น. 6-7) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียนเอง การเรียนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นจะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะกระบวนการพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

5.2.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .709 ที่เป็นเช่นนี้เพราะ การที่นักเรียนมีการคิดเชิงความสัมพันธ์ในระดับสูง นักเรียนก็จะมี การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงด้วย เพราะการคิดเชิงความสัมพันธ์นั้นต้องอาศัยการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ร่วมในการแก้ปัญหาคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภานุขารณ ทวีชาติ (2563, น.81) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลาง ที่เป็นเช่นนี้เพราะ การคิดเชิงความสัมพันธ์ เป็นการมองนิพจน์และสมการโดยภาพรวม สังเกตความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสองจำนวนที่อยู่ในแต่ละด้านของเครื่องหมายเท่ากับ ใช้สมบัติและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งการนำความรู้ พื้นฐานและประสบการณ์มาผนวกกับสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ เพื่อให้คำนวณง่ายขึ้น จนนำไปสู่กระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ซึ่งสอดคล้องกับ Ahmad Zakaria (2018, p. 1) พบว่า พื้นฐานอย่างหนึ่งของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นมาจากการคิดเชิงความสัมพันธ์ เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจปัญหาจะมีการนำความรู้เดิมมาอธิบายความสัมพันธ์เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ จึงทำให้การคิดเชิงความสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้หรือข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

5.3.1.1 ผลการวิจัยใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาในการจัดหลักสูตรของสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมทางการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียน หรือทำให้การคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนสูงขึ้น

5.3.1.2 เป็นข้อเสนอแนะให้ผู้ที่เกี่ยวข้องนำผลการวิจัยไปใช้ตระหนักในการส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการคิดเชิงความสัมพันธ์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และนำไปสู่การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

5.3.1.3 เป็นข้อเสนอแนะให้ผู้ที่เกี่ยวข้องนำผลการวิจัยไปใช้ตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ โดยการส่งเสริมให้เด็กมีความสามารถด้านการคิดเชิงความสัมพันธ์อยู่ในระดับ 3 และระดับ 4 และจะช่วยพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้อยู่ในระดับสูงขึ้นเช่นกัน รวมทั้งพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงความสัมพันธ์ให้เหมาะกับนักเรียนมากยิ่งขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์ที่มีความสัมพันธ์ตัวแปรอื่น ๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระดับของพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิต ความสามารถในการคิดคำนวณ เป็นต้น

5.3.2.2 ควรศึกษาเปรียบเทียบการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนตามขนาดโรงเรียน หรือตามเพศ หรือตามระดับชั้นในแต่ละช่วงชั้น



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2546). เอกสารประกอบหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560). กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2545). การวิเคราะห์สถิติ: สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 6): บริษัทธรรมสาร.
- ทิวานนท์ สุปมอม. (2555). การพัฒนาทักษะการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยทักษิณ
- นิตยา ละดาตาช. (2560). การศึกษาการคิดเชิงสัมพันธ์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอน ปลาย โรงเรียนบ้านปลาขาว อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2550). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์. 38 (434-435). 62-74.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2554). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์. 38, 434-435.
- ปรีฉัตร จันท์หอม. (2555). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์และไม่เดลเมรอดที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล วรคำ. (2554). การวิจัยทางการศึกษา *Educational Research*. มหาสารคาม: โรงพิมพ์ลีลาการพิมพ์.
- ภานุขนาถ ทวีชาติ. (2563). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- ละออ เงินมาก. (2550). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคognitionชั้นกับวิธีของ สสวท. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- วินัย คำสุวรรณ. (2529). ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชญ์ นภาพันธุ์. (2551). การศึกษาลักษณะการพบเหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย. (ดุสิตนิพนธ์การศึกษาดุสิตบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). การวัดประเมินผลเพื่อคุณภาพการเรียนรู้และตัวอย่างข้อสอบจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA). กรุงเทพฯ: เซเว่นพรี้นติ้งกรุ๊ป.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2552. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2547). ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (กับการสอน). วารสารคณิตศาสตร์, ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ.
- สุกัญญา หะยีส. (2554). กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงความสัมพันธ์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุภัค หาญพิทักษ์วงศ์. (2553). กรอบแนวคิดในการจำแนกลักษณะการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษา: ประโยคเปิดจำนวน (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

- สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2554). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิด*. กรุงเทพฯ: อี เค บุ๊คส์
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม. (2562). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2562. สืบค้นจาก <https://bigdata.ses26.go.th/public/index.php?name=onet&file=m3&op=shdetail&id=44012001&y=2564&gr=2&route=onet/m3>.
- เวชฎฤทธิ อังคนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอนและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- โคจิวิจันท์ เสรีรัฐศรี. (2553). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์และแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนประถมศึกษา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- อุษาวดี จันทรสณี. (2556). *หน่วยที่ 12 การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์*. ในประมวลสาระชุดวิชา สาระตละและวิทยวิธีการทางคณิตศาสตร์=Foundations and methodologies of mathematics instruction หน่วยที่ 11-15 (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิขญา ลือชัย. (2555). *การวิเคราะห์ทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรรณู ชูกระเดื่อง. (2557). *เอกสารประกอบการเรียนรายรายวิชาการวิจัยทางการศึกษา (Educational Research)*. มหาสารคาม: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- Adams, S. (1977). *Teaching Mathematics*. New York: Harper & Row.
- Ahmad Zakaria. (2018). *The Relational Thinking Process of Secondary School Student with High Mathematical Ability in Solving Mathematics Problem*. Retrieved From <https://www.atlantis-press.com/proceedings/miseic-18/25905024>
- Baroody, A. J. (1993). *Problem Solving, Reasoning and Communicating, K-8: Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan.
- Bitter, Gray G. (1990). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle School: A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn and Bacon.

- Carpenter, T. P. and Moser, J. M. (1984). The Acquisition and Subtraction Concepts in Grade one through three. *Journal for Research in Mathematics Education*. 15(13), 179-202.
- Carpenter, T. P., Franke, M. L. and Levi, L. (2003). *Thinking Mathematically: Integrating Arithmetic and Algebra in Elementary School*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Carpenter, T. P., Levi, L., Frank, M. L. and Zeringue, J. K. (2005). Algebra in elementary School: Developing relational thinking, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik: The International Journal Mathematics Education*. 37(1), 53-59.
- Charles, R. L. (1985). *The role of Problem Solving*. *Arithmetic Teacher* 22.
- Clyde, C. G. (1967). *Teaching mathematics in the elementary school*. New York: Ronald Press.
- Greenes, C.; & Findell, C. (1999). *Developing Students' Algebraic Reasoning Abilities*. In *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12*. Edited by Lee V. Stiff and Frances R. Curcio. pp. 127-137. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Heimer, R. T., and Trueblood, C. R. (1977). *Strategies for teaching children mathematics*. Reading Mass: Addison Wesley.
- Henny, M. (1971). Improving Mathematics Verbal Problem Solving ability Through Reading Instruction. *The Arithmetic Teacher*. 18 (4), 223-224.
- Hogan, M. and Alejandre, S. (2010). *Problem Solving-It Has to Begin with Noticing and Wondering*. Retrieved from <http://mathforum.org/articles/communicator.article.dec>.
- Hunter, J. (2007). *Relational or calculational thinking: Students solving open numberequivalence problems*, In Watson, J. and Beswick, K. (eds.), *Proceedings of 30th annual conference of the mathematics education research group of Australasia*, (pp.421-429). Hobart, Australia: The Mathematics Education Research Group of Australasia. in Primary Grades. Madison: National Center for Improving Student Learning Achievement in Mathematics and Science, University of Wisconsin-Madison

- Jacobs, V. R., Franke, M. L., Carpenter, T. p., Levi, L. and Battey, D. (2007). Developing children's algebraic reasoning, *Journal for Research in Mathematics Education*. 38(3), 258-288.
- Kennady, Leonard M. and Steve Tipps. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. Belmont, CA : Wadsworth.
- Krulik, Stephen, and Jesse A. Rudnick. (1993). *Reasoning and Problem Solving: A Handbook fo Elementary School Teachers*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Kutz, R. E. (1991). *Teaching Elementary Mathematics*. Boston: Allyn and Bacon.
- Lester, Frank K. Jr. (1977). Ideas About Problem Solving: A Look at some Psychological Research. *Arithmetic Teacher*. 25, 1-14.
- Molina, M. and Ambrose, R. (2006). Fostering Relational Thinking While Negotiating the Meaning of the Equal Sign, *Teaching Children Mathematics*. 13(2), 111-117.
- Molina, M., Castro, E. and Castro, E. (2008). *Third Graders' Strategies and Use of Relational Thinking When Solving Number Sentences*, In International Group for the Psychology of Mathematics Education: Proceedings of the Joint Meeting of PME 32 and PME-NA XXX. (pp.399 - 406). July 17-21, 2008. Morelia : Michoacan University of Saint Nicholas of Hidalgo.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Polya, George. (1957). *How to solve It*. New York: Doubleday & Company.
- Polya, G. (1973). *How to Solve It*. New Jersey: Princeton, Princeton University Press.
- Polya, G. (1980). *On Solving Mathematical Problems in High School*. Problem Solving in School Mathematics; Yearbook. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Popham. (1997). Rubrics or Scoring Rubrics. *Journal for Research in mathematics Education*.

- Rey, C. L. (1992). A Comparative Laboratory Study of the Effects of Lower Level and Higher Level Questions on Student Abstract Reasoning and Critical Thinking in Two Non Directive High School Chemistry Classroom. *Dissertation Abstracts International* 6(40), 3220 - A.
- Reys, R. E., et al. (2004). *Helping Children Learn Mathematics*. (7thed). New York: John Wiley & Sons, 124 - 130.
- Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions: Reflections on processes and objects as different sides of the same coin. *Educational Studies in Mathematics*. 22, 1-36.
- Son, Aloisius & Darhim, & Fatimah, Sri. (2019). An analysis to student error of algebraic problem solving based on polya and newman theory. *Journal of Physics: Conference Series*. 1315. 012069. 10.1088/1742-6596/1315/1/012069.
- Stephens, M; Isoda, M ; Inprashita. (2007). *Exploring the Power of Relational Thinking: Student' Emerging Algebraic Thinking in the Elementary and Middle School*. In C. S. Lim, S. Fatimah, G. Munirah, S. Hajar, M.Y. Hashimah, W.L. Gan, & T.Y. Hwa (EDs.). Meeting challenges of developing quality Mathematics education. *Penang, Malaysia: University Sains Malaysia*. 219-326.
- Stephens, A.C. (2006). Equivalence and Relational Thinking: Preservice Elementary Teachers' Awareness of Opportunities and Misconceptions. *Journal of Mathematics Teacher Education*. 9, 249-278.
- Van De Walle, J.A. (2007). *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally*. (6nd edition). Boston: Pearson Education.
- Wilson, et al. (1993). *Mathematical Problem Solving*. Research Idea for the Classroom: High School Mathematics. New York: McMillan.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบการคิดเชิงความสัมพันธ์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้ (ให้เขียนโจทย์แล้วตอบใส่กระดาษ)

ชื่อ - สกุล.....เลขที่.....

1. จากสมการ $38 + 24 = \square + 27$ จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 จงหาคำตอบของ \square (แสดงวิธีทำ)

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 จงวาดเส้นจำนวนของ \square



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.3 จงหาจำนวนเต็มบวก 2 จำนวน ที่คูณกันแล้วได้เท่ากับ \square (ห้ามใช้ 1)

.....

.....

.....

2. จากสมการ $72 - \square = 75 - 47$ จงตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 จงหาคำตอบของ \square (แสดงวิธีทำ)

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 จงวาดเส้นจำนวนของ \square



2.3 จงหาจำนวนเต็มลบ 2 จำนวน ที่คูณกันแล้วได้เท่ากับ \square (ห้ามใช้ -1)

.....

.....

.....

3. จากสมการ $[(-8) \times (-6)] + [(-8) \times 11] = \square$ จงตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 จงหาคำตอบของ \square (แสดงวิธีทำ)

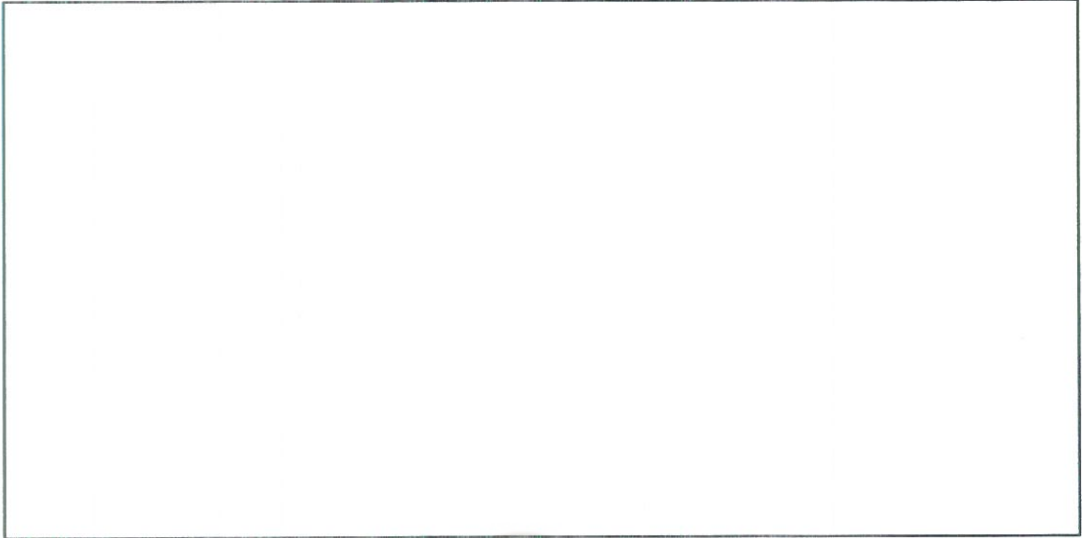
.....

.....

.....

.....

3.2 จงวาดเส้นจำนวนของ



3.3 จงหาจำนวนเต็ม 2 จำนวน ที่คูณกันแล้วได้เท่ากับ (ห้ามใช้ 1 และ -1)

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้ (ให้เขียนโจทย์แล้วตอบใส่กระดาษ)

ชื่อ - สกุล.....เลขที่.....

1. นักดำน้ำกำลังดำน้ำอยู่ที่ระดับ -62 เมตร จากระดับน้ำทะเล เขาพบฝูงปลาการ์ตูนว่ายน้ำอยู่เหนือเขา เขาจึงว่ายขึ้นไปในแนวตั้งเป็นระยะ 27 เมตรเพื่อถ่ายภาพฝูงปลานั้นในแนวระดับเดียวกับฝูงปลา จงหาว่า ฝูงปลาการ์ตูนอยู่ที่ระดับความสูงเท่าไรจากระดับน้ำทะเล

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง.....

.....
- โจทย์ถามอะไร.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....
.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

.....
.....

.....
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

.....
.....

.....
.....

ตอบ.....

2. บอลลูกหนึ่งลอยขึ้นจากพื้นดินได้ 12 เมตร ในเวลา 1 นาที ด้วยอัตราเร็วคงตัว อยากรทราบ
ว่าเมื่อเวลาผ่านไป 38 นาที บอลลูกนี้จะอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง.....

.....

- โจทย์ถามอะไร.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตอบ.....

3. ฝ่ายชายเสียราคาตัวละ 198 บาท และขายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้มาซื้อเสื้อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว ฝ่ายจะได้เงินจากการขายเสื้อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง.....

.....

- โจทย์ถามอะไร.....

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ

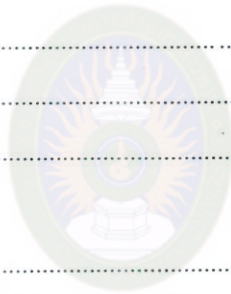
.....

.....


.....

.....

ตอบ.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ข

การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบตรวจสอบความสอดคล้องเครื่องมือการวิจัย

ชื่อเรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นิยามศัพท์

การคิดเชิงความสัมพันธ์ หมายถึง เป็นการคิดหาความสัมพันธ์ในประโยคสัญลักษณ์ มองภาพรวม
ทั้งหมดบนประโยคสัญลักษณ์ สังเกตและเป็นการมองนิพจน์โดยภาพรวม ใช้ถ้อยคำและลูกศร และ
สมบัติพื้นฐานของจำนวนและการดำเนินการ เพื่อเป็นแนวทางสู่การหาตัวไม่ทราบค่าบนประโยคสัญลักษณ์
โดยไม่ใช่วิธีการคำนวณเป็นขั้นในการหาคำตอบ ซึ่งระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์ สามารถแบ่งได้เป็น
5 ระดับ คือ

ระดับที่ 0 คือ คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่มีหลักฐานของการคิดเชิงสัมพันธ์หรือ คำตอบถูกต้องแต่
ใช้การคำนวณ หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ ซึ่งระดับนี้จะไม่จัดอยู่ในกลุ่มการคิดเชิงความสัมพันธ์

ระดับที่ 1 คือ คำตอบไม่ถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ และมีหลักฐาน
ของการคำนวณในการหาคำตอบ

ระดับที่ 2 คือ คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง และมีหลักฐาน
การคำนวณในการหาคำตอบ

ระดับที่ 3 คือ คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ มีหลักฐาน
การคำนวณในการหาคำตอบ

ระดับที่ 4 คือ คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ และไม่พบ
ร่องรอยการคำนวณในการหาคำตอบ

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การทำงานเพื่อหาคำตอบในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทันทีทันใด
โดยสถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่นั้นจะขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลและเวลาในการแก้ปัญหา ซึ่งใน
การดำเนินการหาคำตอบเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทักษะการฝึกฝน
และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันเพื่อค้นหาคำตอบในสถานการณ์นั้น ๆ มี 4 ขั้นตอน
คือ

1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา เป็นชั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจคำ ประโยคย่อย ๆ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ของปัญหา โดยนักเรียนต้องสามารถสรุปปัญหาเป็นภาษาหรือคำพูด ของตนเองได้สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้และโจทย์ถามหาอะไร
2. ชั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาโดยอาศัยข้อมูลจากชั้นที่ 1 นำไปสู่การกำหนดว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด โดยพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้จะก่อให้เกิดผล อย่างไรได้บ้างและต้องใช้ความรู้อะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นโดยการนำทฤษฎี หลักการ/กฎ สูตร บทนิยามที่เรียนมากำหนดเป็นวิธีการในการแก้ปัญหา
3. ชั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ เป็นชั้นดำเนินการตามแผน/วิธีการที่เลือกไว้ จนกระทั่งได้คำตอบสำหรับปัญหาที่มีการคิดคำนวณขั้นนี้ เป็นชั้นที่ลงมือคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบตาม วิธีการทางคณิตศาสตร์
4. ชั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ เป็นชั้นที่ต้องพิจารณาตรวจสอบ กระบวนการแก้ปัญหาของตนว่าเรียบร้อยครบทุกกรณีที่เป็นไปได้หรือไม่ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของคำตอบ



แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง โปรดพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อต่อไปว่าตรงตามกรอบเนื้อหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์ในแต่ละระดับหรือไม่ โดยใช้เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนน ตามความ คิดเห็นของท่าน

- ใช้เครื่องหมาย ✓ ในช่อง +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้อง
- ใช้เครื่องหมาย ✓ ในช่อง 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้อง
- ใช้เครื่องหมาย ✓ ในช่อง -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้อง



ตารางที่ ข.1 รายการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวัดการคิดเชิงความสัมพันธ์

ระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์	เนื้อหา	ข้อคำถาม	คะแนนพิจารณา			ความคิดเห็น /ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
ระดับ 0 คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่มีหลักฐานของการคิดเชิงสัมพันธ์หรือ คำตอบถูกต้องแต่ใช้การคำนวณ หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ		ข้อที่ 1 จากสมการ $38 + 24 = \square + 27$ จงตอบคำถามต่อไปนี้ 1.1) จงหาคำตอบของ \square				
ระดับ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ และมีหลักฐานของการคำนวณในการหาคำตอบ	จำนวนเต็ม	1.2) จงวาดเส้นจำนวนของ \square				
ระดับ 2 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง และมีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ		1.3) จงหาจำนวนเต็มบวก 2 จำนวน ที่คูณกันแล้วได้เท่ากับ \square (ห้ามใช้ 1)				
ระดับ 3 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ มีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ						
ระดับ 4 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ และไม่พบบรรยากาศการคำนวณในการหาคำตอบ						

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

ระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์	เนื้อหา	ข้อคำถาม	คะแนนพิจารณา			ความคิดเห็น /ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
ระดับ 0 คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่มีหลักฐานของการคิดเชิงสัมพันธ์หรือ คำตอบถูกต้องแต่ใช้การคำนวณ หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ		ข้อที่ 2 จากสมการ $63 + \square = 68 + 55$ จงตอบคำถามต่อไปนี้ 1.1) จงหาคำตอบของ \square				
ระดับ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ และมีหลักฐานของการคำนวณในการหาคำตอบ	จำนวนเต็ม	1.2) จงวาดเส้นจำนวนของ \square				
ระดับ 2 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง และมีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ		1.3) จงหาจำนวนเต็มบวก 2 จำนวน ที่คูณกันแล้วได้เท่ากับ \square (ห้ามใช้ 1)				
ระดับ 3 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ มีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ						
ระดับ 4 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ และไม่พบร่องรอยการคำนวณในการหาคำตอบ						

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

ระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์	เนื้อหา	ข้อคำถาม	คะแนนพิจารณา			ความคิดเห็น /ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
ระดับ 0 คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่มีหลักฐานของการคิดเชิงสัมพันธ์หรือ คำตอบถูกต้องแต่ใช้การคำนวณ หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ		ข้อที่ 3 จากสมการ $\square + 47 = 45 + 54$ จงตอบคำถามต่อไปนี้ 1.1) จงหาคำตอบของ \square				
ระดับ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ และมีหลักฐานของการคำนวณในการหาคำตอบ	จำนวนเต็ม	1.2) จงวาดเส้นจำนวนของ \square				
ระดับ 2 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง และมีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ		1.3) จงหาจำนวนเต็มบวก 2 จำนวน ที่คูณกันแล้วได้เท่ากับ \square (ห้ามใช้ 1)				
ระดับ 3 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ มีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ						
ระดับ 4 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ และไม่พบร่องรอยการคำนวณในการหาคำตอบ						

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

ระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์	เนื้อหา	ข้อคำถาม	คะแนนพิจารณา			ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
ระดับ 0 คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่มีหลักฐานของการคิดเชิงสัมพันธ์หรือ คำตอบถูกต้องแต่ใช้การคำนวณ หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ		ข้อที่ 4 จากสมการ $42 - 17 = 43 - \square$ จงตอบคำถามต่อไปนี้ 1.1 จงหาคำตอบของ <input type="checkbox"/>				
ระดับ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ และมีหลักฐานของการคำนวณในการหาคำตอบ		1.2 จงวาดเส้นจำนวนของ <input type="checkbox"/>				
ระดับ 2 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง และมีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ	จำนวนเต็ม				
ระดับ 3 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ มีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ		1.3 จงหาจำนวนเต็มลบ 2 จำนวน ที่คูณกันแล้วได้เท่ากับ <input type="checkbox"/> (ห้ามใช้ -1)				
ระดับ 4 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ และไม่พบร่องรอยการคำนวณในการหาคำตอบ					

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

ระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์	เนื้อหา	ข้อคำถาม	คะแนนพิจารณา			ความคิดเห็น /ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
ระดับ 0 คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่มีหลักฐานของการคิดเชิงสัมพันธ์ หรือ คำตอบถูกต้องแต่ใช้การคำนวณ หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ		ข้อที่ 5 จากสมการ $72 - \square = 75 - 47$ จงหาคำถามต่อไปนี้ 1.1) จงหาคำตอบของ <input type="checkbox"/>				
ระดับ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ และมีหลักฐานของการหาคำตอบ		1.2) จงวาดเส้นจำนวนของ <input type="checkbox"/>				
ระดับ 2 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ และมีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ	จำนวนเต็ม				
ระดับ 3 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ มีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ		1.3) จงหาจำนวนเต็มลบ 2 จำนวน ที่คูณกันแล้วได้เท่ากับ <input type="checkbox"/> (ห้ามใช้ -1)				
ระดับ 4 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ และไม่พบร่องรอยการคำนวณในการหาคำตอบ					

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

ระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์	เนื้อหา	ข้อคำถาม	คะแนนพิจารณา			ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
ระดับ 0 คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่มีหลักฐานของการคิดเชิงสัมพันธ์หรือ คำตอบถูกต้องแต่ใช้การคำนวณ หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ		ข้อที่ 6 จากสมการ $64 - 49 = \square - 47$ จงตอบคำถามต่อไปนี้ 1.1) จงหาคำตอบของ <input type="checkbox"/>				
ระดับ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สัมพันธ์ และมีหลักฐานของการคำนวณในการหาคำตอบ		1.2) จงวาดเส้นจำนวนของ <input type="checkbox"/>				
ระดับ 2 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สัมพันธ์ ถูกต้อง และมีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ	จำนวนเต็ม	1.3) จงหาจำนวนเต็มลบ 2 จำนวน ที่คูณกันแล้วได้เท่ากับ <input type="checkbox"/> (ห้ามใช้ -1)				
ระดับ 4 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ และไม่พบร่องรอยการคำนวณในการหาคำตอบ						

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

ระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์	เนื้อหา	ข้อคำถาม	คะแนนพิจารณา			ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
ระดับ 0 คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่มีหลักฐานของการคิดเชิงสัมพันธ์หรือ คำตอบถูกต้องแต่ใช้การคำนวณ หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ		ข้อที่ 7 จากสมการ $(-14 \times 10) + (13 \times 10) = \square$ จงตอบคำถามต่อไปนี้ 1.1) จงหาคำตอบของ <input type="checkbox"/>				
ระดับ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ และมีหลักฐานของการคำนวณในการหาคำตอบ		1.2) จงวาดเส้นจำนวนของ <input type="checkbox"/>				
ระดับ 2 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง และมีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ	จำนวนเต็ม	1.3) จงหาจำนวนเต็ม 2 จำนวน ที่คูณกันแล้วได้เท่ากับ <input type="checkbox"/> (ห้ามใช้ 1 และ -1)				
ระดับ 3 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ มีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ						
ระดับ 4 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ และไม่พบร่องรอยการคำนวณในการหาคำตอบ						

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

ระดับการคิดเชิงความสัมพันธ์	เนื้อหา	ข้อคำถาม	คะแนนพิจารณา			ความคิดเห็น /ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
ระดับ 0 คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่มีหลักฐานของการคิดเชิงสัมพันธ์หรือ คำตอบถูกต้องแต่ใช้การคำนวณ หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ		ข้อที่ 8 จากสมการ $[(-8) \times (-6)] + [(-8) \times 1] = \square$ จงตอบคำถามต่อไปนี้ 1.1) จงหาคำตอบของ <input type="checkbox"/> 1.2) จงวาดเส้นจำนวนของ <input type="checkbox"/> 1.3) จงหาจำนวนเต็ม 2 จำนวน ที่คูณกันแล้วได้เท่ากับ <input type="checkbox"/> (ห้ามใช้ 1 และ -1)				
ระดับ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ และมีหลักฐานของการคำนวณในการหาคำตอบ						
ระดับ 2 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ไม่ชัดเจน สมบูรณ์ ถูกต้อง และมีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ	จำนวนเต็ม					
ระดับ 3 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ มีหลักฐานการคำนวณในการหาคำตอบ						
ระดับ 4 คำตอบถูกต้อง ใช้การคิดเชิงสัมพันธ์ได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ และไม่พบร่องรอยการคำนวณในการหาคำตอบ						

(ต่อ)

ชื่อเล่นและ

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



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง

วันที่ / /

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง โปรดพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้เป็นว่าตรงตามกรอบเนื้อหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือไม่ โดยใช้เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนน ตามความ คิดเห็นของท่าน

ใช้เครื่องหมาย ✓ ในช่อง	+1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้อง
ใช้เครื่องหมาย ✓ ในช่อง	0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้อง
ใช้เครื่องหมาย ✓ ในช่อง	-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้อง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เนื้อหา	สถานการณ์ปัญหา	คะแนนพิจารณา			ความคิดเห็น /ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
<p>ค.1.1 ม. 1/1 เข้าใจจำนวนตรรกยะ และความสัมพันธ์ของจำนวนตรรกยะ และใช้สมบัติของจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p>	จำนวนเต็ม	<p>ข้อที่ 3 ในถ้อยรอน เมืองมอส์โก ประเทศรัสเซีย มีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 34 องศาเซลเซียส และในฤดูหนาว มีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ -27 องศาเซลเซียส อยากรทราบว่า อุณหภูมิสูงสุดต่างจากอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่องศาเซลเซียส</p> <p>ชั้นที่ 1 ชั้นทำความเข้าใจปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง - โจทย์ถามอะไร <p>ชั้นที่ 2 ชั้นวางแผนแก้ปัญหา</p> <p>ชั้นที่ 3 ชั้นดำเนินการตามแผน</p> <p>ชั้นที่ 4 ชั้นตรวจสอบ</p> <p>ตอบ.....</p>				

(ต่อ)

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เนื้อหา	สถานการณ์ปัญหา	คะแนนพิจารณา			ความคิดเห็น /ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
<p>ค.1.1 ม. 1/1 เข้าใจจำนวนตรรกยะ และความสัมพันธ์ของจำนวนตรรกยะ และใช้สมบัติของจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p>	จำนวนเต็ม	<p>ข้อที่ 4 เรือดำน้ำลำหนึ่งออกสำรวจเรืออับปางซึ่งจมอยู่ก้นทะเลที่ระดับ -83 เมตร จากระดับน้ำทะเลในสภาพพียงเรือดำน้ำลงไปถึงระดับ -69 เมตร จากระดับน้ำทะเล จึงได้พบกับศพของเรือที่อับปาง อยากรทราบว่า เรือที่อับปางนี้มีความสูงจากท้องเรือถึงจุดที่ประมาณกี่เมตร</p> <p>ข้อที่ 1 ชั้นทำความเข้าใจปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง - โจทย์ถามอะไร <p>ข้อที่ 2 ชั้นวางแผนแก้ปัญหา</p> <p>ข้อที่ 3 ชั้นดำเนินการตามแผน</p> <p>ข้อที่ 4 ชั้นตรวจสอบ</p> <p>ตอบ.....</p>				

(ต่อ)

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เนื้อหา	สถานการณ์ปัญหา	คะแนนพิจารณา			ความคิดเห็น /ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
<p>ค.1.1 ม. 1/1 เข้าใจจำนวนตรรกยะ และความสัมพันธ์ของจำนวนตรรกยะ และใช้สมบัติของจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p>	จำนวนเต็ม	<p>ข้อที่ 6 ปลูกฝังดอกช้อยู่ที่ห้องทะเลที่ระดับประมาณ -183 เมตร จากระดับน้ำทะเล และปลากลามขาอาศัยอยู่ ห่างจากระดับน้ำทะเลประมาณ 7 เท้า ของระดับ ที่ปลาสังโต อาศัยอยู่ อยากรทราบว่าปลากลามขาอาศัยอยู่ที่ระดับเท่าไร จากระดับน้ำทะเล</p> <p>ข้อที่ 1 ชั้นทำความเข้าใจปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง - โจทย์ถามอะไร <p>ข้อที่ 2 ชั้นวางแผนแก้ปัญหา</p> <p>ข้อที่ 3 ชั้นดำเนินการตามแผน</p> <p>ข้อที่ 4 ชั้นตรวจสอบ</p> <p>ตอบ.....</p>				

(ต่อ)

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เนื้อหา	สถานการณ์ปัญหา	คะแนนพิจารณา			ความคิดเห็น /ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
<p>ค 1.1 ม. 1/1 เข้าใจจำนวนตรรกยะ และความสัมพันธ์ของจำนวนตรรกยะ และใช้สมบัติของจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p>	จำนวนเต็ม	<p>สถานการณ์ปัญหา</p> <p>ข้อที่ 7 ศาลซื้อทุเรียนราคา กิโลกรัมละ 90 บาท มา 3 กิโลกรัม กับอีก 7 ชุด ศาลจะต้องจ่ายราคาทุเรียนเท่าใด (10 ชุดเท่ากับ 1 กิโลกรัม)</p> <p>ข้อที่ 1 ชั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง - โจทย์ถามอะไร <p>ข้อที่ 2 ชั้นวางแม่แก้ปัญหา</p> <p>ข้อที่ 3 ชั้นดำเนินการตามแผน</p> <p>ข้อที่ 4 ชั้นตรวจสอบ</p> <p>ตอบ.....</p>				

(ต่อ)

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	เนื้อหา	สถานการณ์ปัญหา	คะแนนพิจารณา			ความคิดเห็น /ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
<p>ค.1.1 ม. 1/1 เข้าใจจำนวนตรรกยะ และความสัมพันธ์ของจำนวนตรรกยะ และใช้สมบัติของจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p>	จำนวนเต็ม	<p>สถานการณ์ปัญหา</p> <p>ข้อที่ 8 ฝ่ายขายเสื้อราคาตัวละ 198 บาท และขายกางเกงราคาตัวละ 97 บาท ถ้ามีลูกค้ามาซื้อเสื้อ 3 ตัว และกางเกง 5 ตัว ฝ่ายขายจะได้เงินจากการขายเสื้อและกางเกงเป็นเงินเท่าใด</p> <p>ชั้นที่ 1 ชั้นที่ทำความเข้าใจปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง - โจทย์ถามอะไร <p>ชั้นที่ 2 ชั้นวางแผนแก้ปัญหา</p> <p>ชั้นที่ 3 ชั้นดำเนินการตามแผน</p> <p>ชั้นที่ 4 ชั้นตรวจสอบ</p> <p>ตอบ.....</p>				

(ต่อ)

ชื่อเล่น

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



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ ผู้เขียน

(.....)

ตำแหน่ง

วันที่/...../.....

ศูนย์บูรณาการศึกษาระดับปริญญาตรีและปริญญาโท

๒ ชั้นเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องสำอางการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วาที ร้อยตรี ดร.อรุณี สุขกระแสนอง กศ.๑ (วิจัยและประเมินผลการศึกษา)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์มหาสารคาม

ผู้เชี่ยวชาญด้านงานวิจัยและประเมินผล

ค.๑. (เคมีอุตสาหกรรมศึกษา)

ตำแหน่ง หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและภาษาวิจัย

ค.๑. (เคมีอุตสาหกรรมศึกษา) สาขาวิชาเทคโนโลยี

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม

ผู้เชี่ยวชาญด้านปริมาณเชิงสถิติ


ด้านนิเทศศาสตร์

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นดา สังข์ศรีแก้ว

3. ดร.เสนาห์ หนองจากกลาง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ง

หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๓๓๘๙

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒ พฤษภาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม

ด้วยนายจักริน รัตนพลแสน นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๓๘๐๑๐๑๖๐๑๑๐ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยกับประชากรและกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาทย์)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๘๖๙๔๑๙๖๔๐



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์
ที่ ศศ.๐๑๓๘/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๒ พฤษภาคม ๒๕๖๕
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์
เรียน ผศ.ดร. อริญ ชูกระเดื่อง

ด้วยนายจักริน รัตนพลแสน นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๓๘๐๑๐๑๖๐๑๑๐
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษา
ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ
ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาวิจัย
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล
 อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)
คณบดีคณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๓๓๙๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒ พฤษภาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบขออนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์
เรียน ผศ.ดร. ปณิศา สังข์ศรีแก้ว

ด้วยนายจักริน รัตนพลแสน นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๓๘๐๑๐๑๖๐๑๑๐
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษา
ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
๑" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ
ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาวิจัย
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา สกิติ การวัดและประเมินผล
 อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์
จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT SAKON NAKHON UNIVERSITY
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๘๒๙๔๑๙๖๔๐



ที่ อว๐๖๑๔.๐๖/๑๓๓๔๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒ พฤษภาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิทยานิพนธ์
เรียน ดร. เสน่ห์ หมายจากกลาง

ด้วยนายจักริน รัตนพลแสน นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๓๘๐๑๐๑๖๐๑๑๐ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

- เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาวิจัย
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านการวัดและประเมินผล
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล
 อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ
 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)
 คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
 อธิการบดี

คณะครุศาสตร์
 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
 โทรศัพท์นักศึกษา ๐๘๒๙๔๑๙๖๔๐

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

จักริน รัตนพลแสน, ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ. (2565). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ในการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 6. วันที่ 22 กรกฎาคม 2565. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นายจักริน รัตนพลแสน
วัน เดือน ปี เกิด 6 เมษายน 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน 40/23 ตำบลเขวา อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
รหัสไปรษณีย์ 44000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2559 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ) สาขาวิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2565 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY