

การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไธสงค์

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2563

การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไธสงค์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2563

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไธสงค์ แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____ ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล)

_____ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา)

_____ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา)

_____ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ว่าที่ร้อยโท_____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์

_____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน.....ปี.....

ชื่อเรื่อง : การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ผู้วิจัย : นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไธสงค์
ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตรศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ
ปีการศึกษา : 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 (2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 และ (3) สร้างสมการพยากรณ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 จำนวน 305 คน จาก 9 ห้องเรียน 4 โรงเรียน ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 6 ฉบับ เป็นแบบทดสอบ 3 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ ซึ่งเป็นแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก และแบบทดสอบความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89, 0.83 และ 0.87 ตามลำดับ และเป็นแบบสอบถาม 3 ฉบับ ได้แก่ แบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า มี 5 ระดับ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80, 0.84 และ 0.97 ตามลำดับ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน และวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

ผลการวิจัยพบว่า (1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านตามระดับพฤติกรรมของปัจจัยเรียงตามลาดับจากมากไปน้อย ดังนี้ ความสามารถในการคิดคำนวณ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนของครู อยู่ในระดับมาก เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง (2) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย

ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีค่ามากที่สุด คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .958 และที่มีค่าน้อยที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับพฤติกรรมการสอนของครู มีค่าเท่ากับ .204 (3) ตัวแปรความสามารถในการคิดคำนวณ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนของครู สามารถพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ร้อยละ 56.9 จากผลการวิเคราะห์สามารถเขียนเป็นสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y} = .638X_1 + .436X_3 + .282X_4$$

คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์สมการพยากรณ์

_____ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : Analysis of Equations Predictions Mathematical Problem Solving Ability of 9th grade students
Author : Miss Kanyalak Lapthaisong
Degree : Master of Education (Mathematics Education)
Rajabhat Maha Sarakham University
Advisors : Assistant Professor Dr. Yuthapong Tipchat
Year : 2020

ABSTRACT

The purposes of this research were (1) to examine factors that affect the ability of solving mathematical problems of the ninth grade students in the secondary education service area office 26 (2) to study the relationship between factors that affect the ability of solving mathematical problems of the ninth grade students in the secondary education service area office 26 and (3) to create a predictive equation of factors that affect the ability of solving mathematical problems of the ninth grade students in the secondary education service area office 26. The sample of the study were 305 ninth grade students attending the first semester of the academic year 2020 from 9 classrooms in 4 schools under the secondary education service area office 26. Samples were chosen by Multi-Stage Random Sampling. The instrumental for collecting data included quantitative ability test, basic mathematical knowledge test, mathematical problem solving ability test, attitude questionnaire for mathematical, achievement motivation questionnaire and teachers' teaching behavior questionnaire. The reliabilities of test were 0.89, 0.83, 0.87, 0.80, 0.84 and 0.97 respectively. The statistics used in data analysis were mean, standard deviation, the correlation coefficient and multiple regression analysis. The results of the research were as follows: (1) Factors that affect the ability to solve mathematical problems, it was found that students were quantitative ability and basic knowledge of mathematical at a good level. Attitude toward mathematics and achievement motivation were moderate level. Teachers' teaching behavior at a high level and ability to solve mathematical problems at a good. (2) The correlations between factors affecting students' ability to solve mathematical problems found

that the correlation coefficient with statistical significance at .01 level. Where the most significant correlation coefficient was the attitude toward mathematics with teachers' teaching behavior was equal to .958 and the least is basic knowledge of mathematical with the achievement motivation was equal to .204. (3) Quantitative ability, attitude toward mathematics and achievement motivation in mathematical able to predict 56.9% ability to solve mathematical problems. The results of the analysis can be written in the following equation

$$\hat{Y} = .638X_1 + .436X_3 + .282X_5$$

Keywords: Mathematics problem-solving ability, Analysis of Equations Predictions

_____ Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ท่านรองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา ผู้ทรงคุณวุฒิในการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อรัญ ซุยกระเดื่อง อาจารย์ ดร.ณิฎฐะญาร์ บรรเทา อาจารย์ ดร.อัจฉริยา พรมท้าว และ อาจารย์ ดร.โชติกา ธรรมวิเศษ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ คณะผู้อำนวยการโรงเรียน และ คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 จังหวัดมหาสารคาม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกให้ผู้วิจัยในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่าน มา ณ โอกาสนี้

คุณค่าทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกและบูชาพระคุณแก่บุพการีของผู้วิจัย และครอบครัวที่ให้การสนับสนุน รวมทั้งบูรพาจารย์ทุกท่านที่อยู่เบื้องหลังในการวางรากฐานการศึกษาให้กับผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไธสงค์

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ก
ABSTRACT ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 4
1.3 ขอบเขตการวิจัย 4
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ 5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 7
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 7
2.2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 13
2.3 การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 39
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 47
2.5 การหาคุณภาพของเครื่องมือ 57
2.6 การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ 68
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 79
2.8 กรอบแนวคิดการวิจัย 90
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 91
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 91
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 94
3.3 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 95
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 106
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 107

หัวเรื่อง **หน้า**

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 109
บทที่ 4 ผลการวิจัย 116
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 116
4.2 ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 117
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 117
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 122
5.1 สรุป 122
5.2 อภิปรายผล 123
5.3 ข้อเสนอแนะ 127
บรรณานุกรม 129
ภาคผนวก 137
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 138
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพเครื่องมือ 150
ภาคผนวก ค รายนามผู้เชี่ยวชาญ 164
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์ 166
ภาคผนวก จ การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติ 176
ประวัติผู้วิจัย 182

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 12
2.2 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา 40
2.3 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของ Charles; & Lester 41
2.4 เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 44
2.5 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก 64
2.6 ประเภทของความเชื่อมั่นความหมายและวิธีการประมาณค่า 65
2.7 ข้อมูลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Ach) และเจตคติ (Atti) ในการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 71
2.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจะใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ $X_1, X_2,..,X_k$ 75
2.9 รูปการณ์ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอย $\beta_i;i=1,2,...,k$ 77
2.10 การวิเคราะห์งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 87
3.1 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 จังหวัดมหาสารคาม จำแนกตามขนาดของโรงเรียน 92
3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ ของแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ 95
3.3 ความสัมพันธ์ของรูปแบบ และจำนวนของแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ ... 98
3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ ของแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 100
3.5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 107
4.1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 118
4.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างตัวแปรปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 118

ตารางที่ **หน้า**

4.3 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 120
4.4 ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 121
ข.1 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ 151
ข.2 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ 152
ข.3 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 153
ข.4 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) แบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 153
ข.5 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ 155
ข.6 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู 157
ข.7 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์..... 159
ข.8 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ..... 160
ข.9 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 161
ข.10 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์..... 161
ข.11 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ 162
ข.12 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู 163

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 90
3.1 การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) 94

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาคน ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา โดยมุ่งเน้นการพัฒนาคนให้เต็มตามศักยภาพ ดังที่ได้บัญญัติไว้ใน พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2554 มาตรา 22 ได้กล่าวว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตามธรรมชาติ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ และวิชาคณิตศาสตร์ก็เป็นวิชาที่สำคัญวิชาหนึ่งเพราะว่าคณิตศาสตร์มีบทบาทต่อบุคคลเป็นอย่างมาก เพราะคณิตศาสตร์ช่วยฝึกให้คนมีความรอบคอบ มีเหตุผล รู้จักเหตุผลความจริง และสามารถแก้ปัญหาตามวัยทุกระยะได้ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น สิริพร ทิพย์คง (2545, น. 1) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชา ที่ช่วยก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การคิดค้นทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้โลกเจริญและพัฒนาขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของยุพิน พิพิธกุล (2546, น. 1) สรุปได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่ง ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต เพราะคณิตศาสตร์จะทำให้บุคคลรู้จักคิดและใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เราใช้คณิตศาสตร์ในการดำรงชีวิตและแก้ปัญหาต่าง ๆ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานของวิทยาการแขนงต่าง ๆ มากมาย เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ตลอดจนเทคโนโลยี ดังนั้นกระทรวงศึกษาธิการจึงต้องกำหนดคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในแปดของสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และจัดอยู่ในกลุ่มแรกซึ่งต้องใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างพื้นฐานการคิดและเป็นกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและวิกฤติของชาติ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดวิสัยทัศน์ในการมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต รวมทั้งได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของ

นักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อจะแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 4) ซึ่งความคิดและความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นแนวความคิดที่สำคัญ ที่สอนให้คิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น และยังปรากฏอยู่ในความมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาหลายฉบับและหลายระดับ นับตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงระดับดมศึกษาเรื่อยมา

การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังประสบปัญหาและอุปสรรคในด้านต่าง ๆ อยู่มาก ทั้งผลการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจ เห็นได้จากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ทั้งระดับนานาชาติและระดับประเทศเอง ซึ่งจากข้อมูลสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผลการประเมินของประเทศไทยแนวโน้มจากการประเมิน PISA 2000 จนถึง PISA 2015 พบว่า ผลการประเมินทั้งสามด้านมีแนวโน้มลดลงจาก PISA 2012 โดยการอ่านเป็นด้านที่มีคะแนนลดลงมากที่สุด (ลดลง 32 คะแนน) รองลงมาคือ วิทยาศาสตร์ (ลดลง 23 คะแนน) ซึ่งทั้งสองด้านลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นด้านคณิตศาสตร์ (ลดลง 11 คะแนน) แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ย OECD ของคณิตศาสตร์ใน PISA 2015 เป็นคะแนนมาตรฐานที่ 490 คะแนน ผลการประเมินคณิตศาสตร์ในระดับนานาชาติ พบว่า คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยคือ 415 คะแนน อยู่ในช่วงลำดับที่ 49 - 55 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มากกว่าหนึ่งระดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สสวท, 2562, ออนไลน์) และจากการวัดประเมินผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานหรือ O-NET (Ordinary National Education Testing) ของสำนักงานทดสอบทางการศึกษากรมวิชาการที่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในช่วงปีการศึกษา 2561 ใน 4 วิชาหลัก คะแนนเฉลี่ยเพิ่ม - ลดใกล้เคียงกันกับปีที่แล้ว คณิตศาสตร์เฉลี่ย 30.04 อังกฤษ 29.45 วิทยาศาสตร์ 36.10 และภาษาไทย 54.42 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของรายวิชาคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับรายวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาภาษาไทย (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561, น. 2)

โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ถือว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญอันหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียน ทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ตลอดจนรู้จักปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริง และรู้จักแก้ปัญหาตามความสามารถของแต่ละบุคคล โดยเชื่อมโยงสาระความรู้และทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนสามารถนำไป

ประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ เพราะลำดับขั้นตอนในการคิดแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นมีลักษณะคล้ายกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั่ว ๆ ไป ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน จึงมีความสำคัญและขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายองค์ประกอบ กระบวนการหลายกระบวนการ และทักษะทางคณิตศาสตร์อีกหลายทักษะ จิตเมธี สายสุม (2543, น. 70 - 71) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอิทธิพลต่อผลสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่า ทักษะการอ่านเพื่อวิเคราะห์โจทย์ ทักษะการนำหลักการหรือทฤษฎี ที่เรียนรู้แล้วมาใช้ ทักษะการดัดแปลงภาษาโจทย์ให้เป็นภาษาคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดคำนวณและทักษะการตรวจสอบผลลัพธ์มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำรวย หาญห้าว (2560, น. 142-158) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเจตคติและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน ด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน และด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเจตคติทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ จิตอารีย์ ปัญญาแจ้งสกุล (2544, น. 134-135) ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางคณิตศาสตร์ สมรรถภาพทางจำนวน สมรรถภาพทางภาษา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความรูพื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลส่งผลทางตรงต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ไดแก่ ทักษะการแปลงภาษาโจทย์ให้เป็นภาษาคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะการตรวจสอบผลลัพธ์ ความรู้พื้นฐานเดิม และตัวแปรที่มีอิทธิพลส่งผลทางอ้อม ได้แก่ สมรรถภาพทางจำนวน สมรรถภาพทางภาษาและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ กระบวนการที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาคนให้เป็นผู้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับครูผู้สอน พฤติกรรมการสอนของครูเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ครูผู้สอนต้องปรับเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้นำ ผู้ถ่ายทอดความรู้ ไปเป็นผู้ช่วยเหลือส่งเสริมและสนับสนุนผู้เรียนในการแสวงหาความรู้จากสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ในขณะเดียวกันนักเรียนก็จะต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียน จากที่เคยเป็นผู้รับความรู้เพียงอย่างเดียว จะต้องเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นพฤติกรรมการเรียนก็นับว่าเป็นองค์ประกอบ ที่สำคัญในการเรียนองค์ประกอบหนึ่ง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยดังที่กล่าวมาเห็นได้ว่า ความสำเร็จในการเรียนของนักเรียนมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายด้าน พบว่า ความสามารถด้านภาษา ความสามารถด้านตัวเลข แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนการคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการสอนของครู ต่างมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การศึกษาปัจจัยเชิง

สาเหตุที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะสามารถอธิบายอิทธิพลรวม อิทธิพลทางตรง และอิทธิพลทางอ้อมของปัจจัยต่าง ๆ ต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ชัดเจนขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้เกิดความเข้าใจว่าทำไม หรือมีตัวแปรเชิงสาเหตุใดบ้าง ที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนและมีอิทธิพลอย่างไร ผู้วิจัยจึงมีความสนใจ ที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีความสัมพันธ์และส่งผลต่อความสามารถการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อเป็นข้อสนเทศและเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้เป็นไปในทางที่เหมาะสม อันจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26

1.2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26

1.2.3 เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ประชากร

ประชากรในการทำวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 5,542 คน ทั้งหมด 35 โรงเรียน

1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ซึ่งสุ่มได้มา 4 โรงเรียน จาก 35 โรงเรียน รวมทั้งหมดจำนวน 305 คน จากวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling)

1.3.3 ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความสามารถในการคิดคำนวณ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนของครู

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

1.3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

“ปัญหาทางคณิตศาสตร์” หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือการให้เหตุผล โดยผู้แก้ปัญหายังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที แต่ต้องค้นค้นคว้าว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา

“การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาต้องประยุกต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจและทักษะ ตลอดจนประสบการณ์ที่มีอยู่ผสมผสานกับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหา เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ

“ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์ การวางแผนและการเลือกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการคิดคำนวณหาคำตอบ

“ความสามารถในการคิดคำนวณ” หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณที่เกี่ยวกับตัวเลข โดยมีทักษะในการใช้เครื่องหมายการบวก ลบ คูณ หารจำนวนอย่างถูกต้องและรวดเร็ว รวมทั้งสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณตัวเลขได้ถูกต้อง

“เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์” หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ที่เกิดจากประสบการณ์และการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล เป็นผลให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมในลักษณะต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์

“แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์” หมายถึง ความปรารถนาที่จะประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคและพยายามหาวิธีการต่าง ๆ มาแก้ปัญหาด้วยความกระตือรือร้น เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ และจะเป็นแรงกระตุ้นให้ทำงานอื่นสำเร็จต่อไป

“ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์” หมายถึง ความรู้และทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือการโต้เถียงกันด้วยเหตุผลผลต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่รู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะนำไปเป็นพื้นฐานจำเป็นในการเรียนเรื่องต่อไป

“พฤติกรรมการสอนของครู” หมายถึง การกระทำของครูที่เกิดขึ้น ภายใต้สถานการณ์การเรียนการสอน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในหลักสูตรที่เรียน ซึ่งการแสดงออกของครูมีพฤติกรรมทางวาจา เช่น การพูด การอธิบายการใช้คำถาม การออกคำสั่ง การเสริมแรง การใช้สื่อการสอน การตอบ คำถามของนักเรียน การทำแบบฝึกหัด รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ด้วย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยจะเป็นข้อสนเทศสำหรับครู บุคลากรทางการศึกษา และผู้ที่สนใจในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลความสามารถการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รวมทั้งครูผู้สอนสามารถนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้เป็นไปในทางที่เหมาะสม อันจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นต่อไป

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. การหาคุณภาพของเครื่องมือ
6. การวิเคราะห์สมการพยากรณ์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
8. กรอบแนวคิดการวิจัย

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีความรู้ที่เป็นสากลสามารถสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีเพื่อการใช้ชีวิตอย่างมีความสุขและมีศักยภาพในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพ รวมไปถึงมีคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ยึดมั่นในระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขและมีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดีโดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานที่ว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 1-5)

2.1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ทาให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบมีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ

ศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

2.1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพโดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้

จำนวนและการดำเนินการ : ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวนระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริงการดำเนินการของจำนวนอัตราส่วนร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

การวัด : ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดอัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดและการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

เรขาคณิต : รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติสองมิติและสามมิติ การนึกภาพแบบจำลองทางเรขาคณิตทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

พีชคณิต : แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซต และการดำเนินการของเซต การให้เหตุผลนิพจน์สมการ ระบบสมการอสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น : การกำหนดประเด็นการเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูลค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็นความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายการให้เหตุผลการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนอันเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิต ซึ่งสาระมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์กำหนดไว้มี 6 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ (Number and Operations)

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สาระที่ 2 การวัด (Measurement)

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต (Geometry)

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจาลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต (Algebra)

มาตรฐาน ค 4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชันต่าง ๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจน แปลความหมายและนาไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (Data Analysis and Probability)

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้สมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Skills and Processes)

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.1.3 คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังได้กำหนดคุณภาพผู้ที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีความรู้ความสามารถ ดังนี้

2.1.3.1 ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

2.1.3.2 ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอกและปริมาตรของปริซึมทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

2.1.3.3 ผู้เรียนสามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรงอธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

2.1.3.4 ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยมเส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

2.1.3.5 ผู้เรียนสามารถนึกภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

2.1.3.6 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและกราฟในการแก้ปัญหาได้

2.1.3.7 ผู้เรียนสามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนาเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

2.1.3.8 ผู้เรียน เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

2.1.3.9 ผู้เรียนเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2.1.3.10 ผู้เรียนใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนาเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจนเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนาความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.1.4 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย เนื้อหาพื้นที่ผิวและปริมาตร กราฟ ระบบสมการเชิงเส้น และความคล้าย ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. รูปเรขาคณิตสามมิติ
2. ปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก
3. ปริมาตรของพีระมิดและกรวย
4. ปริมาตรของทรงกลม
5. พื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กราฟ ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
2. ปริมาณที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น
3. กราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
4. กราฟกับการนำไปใช้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น
2. กราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
3. กราฟกับการนำไปใช้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความคล้าย ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
2. การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและกราฟ
3. โจทย์สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	พื้นที่ผิวและปริมาตร	
	- รูปเรขาคณิตสามมิติ	3
	- ปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก	4
	- ปริมาตรของพีระมิดและกรวย	4
	- ปริมาตรของทรงกลม	2
	- พื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก	3
2	กราฟ	
	- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น	3
	- กราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	7
	- กราฟกับการนำไปใช้	5
3	ระบบสมการเชิงเส้น	
	- ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	3
	- การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและกราฟ	5
	- โจทย์สมการเชิงเส้นสองตัวแปร	6
4	ความคล้าย	
	- รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน	4
	- รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน	5
	- การนำไปใช้	6
	รวม	60

ปรับปรุงจาก. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, (2555), คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว กรุงเทพฯ.

จากตารางที่ 2.1 พบว่า โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ โดยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คือเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 16 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 คือ เรื่อง กราฟ จำนวน 15 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คือ

เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น จำนวน 14 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 คือ เรื่อง ความคล้าย จำนวน 15 ชั่วโมง รวมจำนวนเวลาเรียนทั้งสิ้น 60 ชั่วโมง

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ข้างต้นประกอบด้วย ความสำคัญของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คุณภาพผู้เรียน คำอธิบายรายวิชาและการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นและนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต โดยมีโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ที่ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ที่สำคัญผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหา พื้นที่ผิวและปริมาตร ระบบสมการเชิงเส้น และความคล้าย ซึ่งมีลักษณะเนื้อหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เพื่อเป็นตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

2.2 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

Adams, Ellis and Beeson (1977, pp. 173-174) ได้ให้ความหมายของปัญหาว่าคือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาต้องค้นคว้าว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา นั่นคือการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาจะได้จากการพิจารณาว่าจะต้องทำอย่างไร

Krulik and Rudnick (1993, p. 6) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่าเป็นสถานการณ์ ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาจะต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา จึงจะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

Sheffield and Cruikshank (2000, p. 38) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับจำนวนเท่านั้น แต่อาจเกี่ยวข้องกับปริภูมิหรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดยไม่เกี่ยวข้องกับจำนวน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538, น. 52) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1) เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณ หรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล 2) เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใดต้องใช้ทักษะ ความรู้และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวล

เข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้ 3) สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลาสถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสาหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกบุคคลหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีตอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

สิริพร ทิพย์คง (2544, น. 10) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาต่าง ๆ จะต้องใช้ความสามารถในวิธีการแก้ปัญหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 7) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบโดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือการให้เหตุผล โดยผู้แก้ปัญหายังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที แต่ต้องค้นค้นคว้าว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา

2.2.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

Bell (1978) and Polya (1980) ได้กล่าวว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการหาวิธีการหรือทางออกในสิ่งยุ่งยาก สิ่งที่เป็นอุปสรรค ซึ่งไม่สามารถที่จะคิดหาคำตอบได้ในทันทีทันใด การแก้ปัญหาเป็นสำเร็จของสติปัญญาซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะบุคคล

Krulik and Reys (1980, pp. 3-4) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมาย (Problem Solving as a Goal) จะพบคำถามว่าทำไมต้องสอนคณิตศาสตร์ อะไรเป็นเป้าหมายในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ นักการศึกษา นักคณิตศาสตร์และบุคคลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถามเหล่านี้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ เมื่อการแก้ปัญหาถูกนำมาพิจารณาว่าเป็นเป้าหมายอันหนึ่ง การแก้ปัญหาจึงเป็นอิสระจากปัญหาเฉพาะ (Specific Problem) กระบวนการและวิธีการ ตลอดจนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ แต่การพิจารณาที่สำคัญคือจะต้องคำนึงว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร ซึ่งเป็นเหตุผลแรกสำหรับศึกษาคณิตศาสตร์ ข้อพิจารณานี้มีอิทธิพลต่อหลักสูตรทั้งหมด และมีความสำคัญต่อการนำไปใช้ในการฝึกปฏิบัติในห้องเรียน

2. การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ (Problem Solving as a Process) การตีความในลักษณะนี้จะเห็นได้ชัดเจนเมื่อนักเรียนตอบปัญหา ตลอดจนกระบวนการหรือขั้นตอนที่กระทำเพื่อจะได้คำตอบ สิ่งสำคัญที่ควรจะนำมาพิจารณาก็คือ วิธีการ กระบวนการและกลวิธีที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในกระบวนการแก้ปัญหาและเป็นจุดสำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill) การตีความในลักษณะนี้ จะพิจารณาเฉพาะในเนื้อหาที่เป็นโจทย์ปัญหา คำนึงถึงรูปแบบของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา การพิจารณาถึงการแก้ปัญหาว่าเป็นทักษะพื้นฐาน จึงช่วยในการจัดการเรียนการสอนของครู ซึ่งประกอบด้วย การสอนทักษะ (Skill) มโนคติ (Concept) และการแก้ปัญหา (Problem Solving) ในทุกครั้งของการสอน

Branca (1980, pp. 3-8) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 นัย ดังนี้

1. การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Problem Solving as a Goal)

2. การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ (Problem Solving as a Process)

3. การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill)

Krulik and Rudnick (1987, p. 4) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการที่แต่ละบุคคลใช้ความรู้ ทักษะ และความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ในการแก้สถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย โดยสังเคราะห์การเรียนรู้มาใช้กับสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

Kutz (1991, p. 81) อธิบายไว้ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นเมื่อมีเงื่อนไขต่อไปนี้

1. มีเป้าหมายของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่สามารถจะเป็นไปได้ซึ่งเป้าหมายนั้นจะถูกทำความเข้าใจโดยผู้แก้ปัญหานั้น

2. วิธีจะไปสู่เป้าหมายนั้นจะมีอุปสรรค ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะไม่รู้วิธีที่บรรลุเป้าหมายนั้น

3. ผู้แก้ปัญหาถูกกระตุ้นเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544, น. 18) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ผสมผสานกับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหาเพื่อกำหนดวิธีการหาคำตอบของปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 7) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทาง

คณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหายุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาต้องประยุกต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจและทักษะ ตลอดจนประสบการณ์ที่มีอยู่ผสมผสานกับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ

2.2.3 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Anderson and Pingry (1973, อ้างถึงใน อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม, 2555, น. 32) ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถที่ผู้เรียนแก้ไขสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีการไขหรือหาคำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะทำได้ดีนั้นก็ต้องมีวิธีการที่เหมาะสมโดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผนและการตัดสินใจประกอบกันไปปัญหาจะมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหาสถานการณ์หนึ่ง อาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลอื่นก็ได้

Krulik and Rudnick (1993) ให้ความหมายความสามารถในการแก้ของปัญหาคณิตศาสตร์ว่า เป็นสถานการณ์ที่ต้องการการคิดสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เรียนมาเพื่อหาทางออก ซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ความรู้พื้นฐานหรือความรู้เดิม ทักษะและความเข้าใจในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย กระบวนการดังกล่าวเริ่มต้นด้วยการเผชิญปัญหาและหาข้อสรุปถึงคำตอบ ซึ่งนักเรียนต้องสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เรียนมาและนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

เพลินพิศ เสือชาวนา (2541, น. 11) กล่าวว่า ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา และการเลือกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการคิดคำนวณหาคำตอบ

ยุพิน พิพิธกุล (2542, อ้างใน อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม, 2555, น. 33) ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นปัญหาที่ผู้เรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน หรือเป็นปัญหาเกี่ยวกับวิธีการ การพิสูจน์ ทฤษฎีบท ปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่อาศัยนิยาม ทฤษฎีบทต่าง ๆ จะถูกนำมาใช้โดยอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหา

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาในสถานการณ์

ต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์ การวางแผนและการเลือกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการคิดคำนวณหาคำตอบ

2.2.4 ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสำคัญปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2544, น. 8-9) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหามีความสำคัญเป็นพิเศษในการเรียนคณิตศาสตร์ เป้าหมายเบื้องต้นของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็คือ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนอย่างหลากหลายในวงกว้าง สิ่งที่เป็นปัญหาของบุคคลหนึ่งอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่ง แต่ขอให้ปัญหานั้นท้าทายความอยากรู้อยากเห็นและนำไปสู่การคิดค้นซึ่งแต่ละคนอาจมีวิธีการแก้ปัญหาต่างกัน และท้ายที่สุดจะได้รับประสบการณ์และความพึงพอใจในการแก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2544, น. 13-17) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญมากในการพัฒนาคุณภาพบุคคล เนื่องจากวิชานี้ได้ฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล การคิดสร้างสรรค์ที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการเตรียมตัวของนักเรียน เพื่อการเป็นสมาชิกที่ดีของสังคม ส่งเสริมนักเรียนในการพัฒนาตนเอง รู้จักวิธีการแก้ปัญหาและสามารถตัดสินใจในการเลือกอาชีพตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของตนเอง ในชีวิตประจำวันทุกคนใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย นอกจากนี้อาชีพต่าง ๆ ก็ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการประกอบอาชีพในการเรียนคณิตศาสตร์นักเรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาต่าง ๆ ตั้งแต่ปัญหาที่ง่ายและยากขึ้นตามลำดับของชั้นเรียน การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจะช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน

2. การเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ สนุกสนาน นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนได้และสามารถนำความรู้ที่เรียนนั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญในการเรียนรู้อย่างมาก แต่ถ้านักเรียนเรียนด้วยการท่องจำ คิดคำนวณได้เฉพาะปัญหาที่มีสัญลักษณ์ ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนกับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ครูผู้สอนต้องสรรหากลยุทธ์ วิธีสอน ที่ทำให้นักเรียนเข้าใจ เรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์สนใจที่จะคิดและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถใช้ความรู้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และศาสตร์ต่าง ๆ ช่วยส่งเสริมการคิดค้นให้เกิดเทคโนโลยีใหม่วิทยาการใหม่ ๆ ขึ้นในโลกได้

3. การนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้เกิดการพัฒนาคุณภาพบุคคล เนื่องจากการเรียนคณิตศาสตร์ได้ฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล การคิดสร้างสรรค์ที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต ถ้านักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ และถ้าปัญหานั้นท้าทายความอยากรู้อยากเห็นจะทำให้นำไปสู่การคิดค้น ซึ่งแต่ละคนอาจมีวิธีการแก้ปัญหาต่างกัน และท้ายที่สุดจะได้รับประสบการณ์และความพึงพอใจในการแก้ปัญหา ทั้งยังเป็นการเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

2.2.5 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

Clyde (1967, pp. 109-112) ได้แบ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา คือ ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ต่าง ๆ ที่ใช้ในปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 การหาสิ่งที่ต้องการใช้หาคำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 3 ดูความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่จะให้หาคำตอบและความสัมพันธ์กับคำตอบ มองเห็นว่าต้องใช้การดำเนินการใดจึงจะได้คำตอบ ขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นให้เหตุผลที่แท้จริง นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในขั้นนี้ต้องมีความสามารถ 3 ประการ คือ 1) มองเห็นเงื่อนไขอย่างชัดเจน 2) การวางแผนแก้ปัญหาและให้เหตุผล 3) ตัดสินคำตอบที่มีเหตุผล หรือสมเหตุสมผลเพียงใด

ขั้นที่ 4 การคำนวณ จะต้องมีทักษะพื้นฐานเป็นอย่างดี

Guildford (1971, p. 12) กล่าวว่า การแก้ปัญหามี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. เตรียมการ คือ ค้นหาว่าปัญหาคืออะไร
2. วิเคราะห์ คือ พิจารณาถึงสาเหตุของปัญหา
3. เสนอทางแก้ คือ การหาวิธีการเหมาะสมกับสาเหตุของปัญหามาแก้ไข
4. ตรวจสอบผล คือ พิจารณาผลลัพธ์ว่าตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ถ้าไม่จะต้องหาวิธีอื่นจนกว่าจะได้ผลที่ตามที่ต้องการ
5. นำไปประยุกต์ใช้ คือ นำวิธีแก้ปัญหาที่ได้ผลไปใช้กับปัญหาที่คล้ายกันในโอกาสต่อไป

Polya (1973) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา (Understand and Explore the Problem) เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจประโยคย่อย ๆ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ของปัญหา โดยนักเรียนต้องสามารถสรุปปัญหาเป็นภาษาหรือคำพูดของตัวเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้และโจทย์ถามหาอะไร

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Find a Strategy) เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาโดยอาศัยข้อมูลจากขั้นที่ 1 นำไปการสู่การกำหนดว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด โดยพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ จะก่อให้เกิดผลอย่างไรได้บ้างและต้องใช้ความรู้อะไรที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น โดยการนำทฤษฎี หลักการ กฎ สูตร นิยาม ที่เรียนมากำหนดเป็นวิธีการในการแก้ปัญหา

3. ขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ (Use the Strategy to Solve the Problem) เป็นขั้นดำเนินการตามแผน/วิธีการที่เลือกไว้จนกระทั่งได้คำตอบ สำหรับปัญหาที่มีการคิดคำนวณ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ลงมือคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบตามวิธีการทางคณิตศาสตร์

4. ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ (Look Back and Reflect on the Solution) เป็นขั้นที่ต้องพิจารณาตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนว่าเรียบร้อยครบถ้วนทุกกรณีที่เป็นไปได้หรือไม่ ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

Weir (1974, p. 17) กล่าวถึง ขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

Mark (1975, pp. 401-402) กล่าวถึงกระบวนการในการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ค้นหาว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรและโจทย์ถามว่าอะไร
2. ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ให้มาเพื่อจะนำไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา
3. วิเคราะห์ข้อมูลและความสัมพันธ์เพื่อหาผลลัพธ์
4. ตรวจสอบความถูกต้อง

Bloom (1976, p. 122) ได้เสนอคิดขั้นตอนการแก้ปัญหาดังนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อนักเรียนได้พบปัญหา นักเรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 นักเรียนจะใช้ผลจากขั้นที่หนึ่งมาสร้างรูปแบบของปัญหาใหม่

ขั้นที่ 3 จำแนกแยกแยะปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิดและวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ บลูมได้อธิบายเพิ่มเติมอีกว่าความสามารถทางสมองที่นำมาใช้แก้ปัญหาขั้นที่ 1-4 เป็นส่วนของการนำมาใช้ ขั้นที่ 5 และ 6 เป็นส่วนของความเข้าใจสำหรับความรู้ความจำถือว่าเป็นพื้นฐานที่จำเป็นในการแก้ปัญหาส่วนความสามารถในการวิเคราะห์เป็นความสามารถทางสมองอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาในขั้นที่ 3

Krulik (1977, pp. 650-651) ได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดีดังนี้

1. อ่านและทำความเข้าใจว่าโจทย์ถามว่าอะไร ต้องการอะไร มีข้อมูลอะไรที่ โจทย์บอกแล้วเขียนรูปหรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

2. หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์บอกและข้อที่โจทย์ต้องการทราบด้วยการคิดย้อนกลับว่าเราเคยพบปัญหาเล่นนี้มาก่อนหรือไม่ แล้วเริ่มตั้งสมมติฐานหลาย ๆ ข้อเพื่อหามาทดสอบสมมติฐานนั้น ๆ

3. หาวิธีการที่ถูกต้องเพื่อทดสอบสมมติฐาน

4. ตรวจสอบผลลัพธ์ว่าสิ่งที่ค้นพบนั้นเป็นการตอบปัญหาที่ถูกต้องแน่นอนเพียงไร

Krulik and Rudnick (1993, pp. 39-57) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่ามีลำดับขั้นตอนแบ่งเป็น 5 ขั้น ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 อ่านและคิด (Read and Think) เป็นขั้นที่นักเรียนได้อ่านข้อปัญหาตีความจากภาษา สร้างความสัมพันธ์และระลึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วปัญหาจะประกอบด้วยข้อเท็จจริงและคำถามอยู่รวมกันอาจทำให้เกิดการไขว้เขวได้ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องแยกแยะข้อเท็จจริงและข้อคำถาม มองเห็นภาพของเหตุการณ์ บอกสิ่งที่กำหนดและสิ่งที่ต้องการและกล่าวถึงปัญหาในภาษาของเขาเองได้

ขั้นที่ 2 สำรวจและวางแผน (Explore and Plan) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาจะวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา รวบรวมข้อมูล พิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับความรู้เดิม เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้แล้ววางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยนำเอาข้อมูลที่มีอยู่สร้างเป็นแผนภาพหรือรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผัง ตาราง กราฟ หรือวาดภาพประกอบ

ขั้นที่ 3 เลือกวิธีการแก้ปัญหา (Select a Strategy) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด แต่ละบุคคลจะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไปและในการแก้ปัญหาหนึ่งปัญหาอาจจะมีการนำเอาหลาย ๆ วิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหานั้นก็ได้ ซึ่งวิธีการ

แก้ปัญหาเหล่านั้น ได้แก่ การค้นหาแบบรูป (Pattern Recognition) การทำย้อนกลับ (Working Backwards) การคาดเดาและตรวจสอบ (Guess and Test) การแสดงบทบาทสมมติหรือการทดลอง (Simulation or Experimentation) การสรุป รวบรวม หรือการขยายความ (Reduction /Expansion) การแจงรายกรณีอย่างเป็นระบบ (Organized Listing/Exhaustive Listing) การให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ (Logical Deduction)

ขั้นที่ 4 ค้นหาคำตอบ (Find an Answer) เมื่อเข้าใจปัญหาและเลือกวิธีในการแก้ปัญหาได้แล้ว นักเรียนควรจะประมาณคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นนี้นักเรียนควรลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจะต้องอาศัยการประมาณค่าการใช้ทักษะการคิดคำนวณ การใช้ทักษะทางพีชคณิตและการใช้ทักษะทางเรขาคณิต

ขั้นที่ 5 มองย้อนและขยายผล (Reflect and Extend) ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ใช่ผลที่ต้องการก็ต้องย้อนหลังไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องใหม่และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาใน สถานการณ์อื่นต่อไปในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย การตรวจสอบคำตอบ การค้นพบทางเลือกที่นำไปสู่ผลลัพธ์ การมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถาม การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544, น. 191-192) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกหลายประการ เช่น ทักษะการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษา ซึ่งผู้เรียนควรแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้และโจทย์ต้องการให้หาอะไร หรือพิสูจน์ข้อความใด

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้หลักการหรือทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้ว ทักษะในการเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม เช่น เลือกใช้การเขียนรูปหรือแผนภาพ ตาราง การสังเกตหาแบบรูปหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น ในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่าคาดการณ์หรือคาดคะเนคำตอบประกอบด้วยผู้สอนจะต้องหาวิธีฝึกวิเคราะห์แนวคิดในขั้นนี้ให้มาก

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ ต้องอาศัยทักษะในการคำนวณการประมาณคำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่หาได้โดยอาศัยความรู้สึกเชิงจำนวน (Number Sense) หรือความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Spatial Sense) ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2545, น. 97) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะในการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องใช้ความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎ หรือสูตร แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากผู้เรียนมีปัญหาในเรื่องของทักษะการอ่านทำความเข้าใจโจทย์และการวิเคราะห์โจทย์ ซึ่งในการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหาผู้เรียนต้องแยกแยะว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์ต้องการให้หาอะไรหรือโจทย์ถามอะไร หรือโจทย์ต้องการให้พิสูจน์อะไร

2. การวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้ หลักการ กฎ สูตร หรือทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้วมาใช้ เช่น การเขียนภาพลายเส้น การเขียนตารางแผนภาพช่วยในการแก้ปัญหา บางครั้งในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่าการคาดเดาคำตอบมาประกอบด้วย

3. การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้วางไว้ ซึ่งอาจใช้ทักษะการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การพิสูจน์

4. การตรวจสอบหรือการมองย้อนกลับ มีวิธีการอื่นในการหาคำตอบอีกหรือไม่ตลอดจนการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา สามารถค้นหาว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไร และโจทย์ถามว่าอะไร

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะแก้ปัญหา โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ถาม แล้ววิเคราะห์ว่าควรเลือกยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหาจึงจะเหมาะสม ซึ่งอาจค้นหาทฤษฎี หลักการ กฎ สูตร นิยามเพื่อมาใช้ในการแก้ปัญหา

3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแผน เป็นการดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้วางไว้จนกระทั่งได้คำตอบมา โดยใช้ยุทธวิธีที่เลือกไว้เพื่อหาคำตอบของปัญหา

4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาทั้งหมดว่าถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าคำตอบที่ได้มามีความเป็นไปได้และมีความน่าเชื่อถือ หรือมีความสมเหตุสมผลหรือไม่

2.2.6 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

Carroll (1972, p. 235) ได้กล่าวถึงวิธีการในการแก้ปัญหาว่า อาจจะใช้กลวิธีหลาย ๆ อย่างจึงจะแก้ปัญหาได้ กลวิธีต่าง ๆ มีดังนี้

1. วิธีการคาดคะเนหรือเดา
2. ควรทำให้เป็นอย่างง่าย และค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ เพื่อขยายไปยังเรื่องที่ซับซ้อนต่อไป
3. ใช้การทดลองเพื่อแก้ปัญหา
4. การสร้างแผนภาพ ทำให้เห็นโจทย์เป็นรูปธรรมชัดเจน มองเห็นแนวทางในการคิดได้
5. การทำตารางให้เห็นข้อเหมือนหรือแตกต่างได้ชัดเจนนำไปสู่การแก้ปัญหา
6. การเขียนกราฟ ช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล

Matlin (1983, pp. 225-229) ได้เสนอกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 วิธี ดังนี้

1. การใช้สัญลักษณ์ (Symbol) ถือเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากในการสร้างตัวแทนที่เป็นนามธรรมที่ไม่ซับซ้อนมากนัก
2. การเขียนรายการ (List) สำหรับปัญหาที่ไม่สามารถแปลงข้อมูลให้เป็นสัญลักษณ์ได้ก็สามารถใช้การเขียนรายการแทนโดยเขียนเฉพาะข้อมูลสำคัญของปัญหา ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นลักษณะของปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. การใช้ตารางสัมพันธ์ (Matrices) เป็นตารางที่ชี้ให้เห็นถึงการเชื่อโยงของข้อมูลของปัญหา ใช้ได้ดีกับปัญหาที่มีความซับซ้อน
4. การใช้กราฟ (Graphs) มีประโยชน์สำหรับปัญหาที่ไม่สามารถใช้สัญลักษณ์ หรือการเขียนรายงาน หรือการใช้ตารางสัมพันธ์ในการสร้างตัวแทนของปัญหา โดยที่การใช้กราฟยังสามารถแสดงการเคลื่อนไหวของสิ่งต่าง ๆ ได้ด้วย
5. การเขียนภาพ (Figure) เป็นการเขียนภาพประกอบ เพื่อสร้างความเข้าใจในปัญหา การเขียนภาพอาจเขียนจากการใช้จินตนาการ (Visual Imagery) ซึ่งมีประโยชน์ในการใช้เก็บข้อมูลที่ไม่มีกฎเกณฑ์ และช่วยขจัดรูปแบบเก่าๆ ในการหาสิ่งที่เป็นตัวแทนของปัญหา นอกจากนี้อาจเขียนภาพเป็นแผนภูมิหรือโครงร่างแทนความเข้าใจ

Gay (1992, pp. 3-25) ได้กล่าวถึงยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การวาดรูป
2. การเดา
3. การรวบรวมข้อมูล
4. แบ่งเป็นปัญหาย่อย ๆ
5. แก้ปัญหาที่ง่ายและคล้ายคลึงกัน

6. สร้างแบบจำลอง

7. ตัดสิ่งซ้ำ ๆ กันออกไป

8. รวบรวมสิ่งที่เดาไว้ในแผนผัง

9. การวางแผน

10. การมองหารูป

Wilson and Other (1993, p. 6) ได้เสนอกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ 21 กลวิธี ดังนี้

1. กลวิธีเดาและตรวจสอบ (Guess and Test) เป็นการเดาคำตอบของปัญหาที่พบและ ตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องยังมาหรือไม่ ถ้าคำตอบที่ได้ยังไม่ถูกต้อง ให้เดาคำตอบใหม่จนได้คำตอบที่ถูกต้องโดยอาศัยเหตุผลจากการเดาครั้งที่ผ่านมา

2. กลวิธีใช้ตัวแปร (Use a Variable) เป็นการกำหนดตัวแปรแทนตัวที่ไม่ทราบค่าหรือสิ่งที่โจทย์ถาม แล้วหาค่าของตัวแปรเพื่อให้ได้คำตอบที่โจทย์ถาม

3. กลวิธีหารูปแบบ (Look for Pattern) เป็นการหาคำตอบโดยสังเกตจากตัวอย่างที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วหารูปแบบจากตัวอย่างที่โจทย์กำหนดมาให้นั้นเป็นแนวทางในการหาคำตอบ

4. กลวิธีการสร้างรายการ (Make a List) เป็นการหาคำตอบโดยการสร้างรายการที่เป็นไปได้ของคำตอบตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

5. กลวิธีปัญหาที่ง่ายกว่า (Solve a Simpler Problem) เป็นการหาคำตอบโดยการสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ ซึ่งมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิมแล้วนำวิธีการใช้แก้ปัญหาที่สร้างขึ้นมานั้นมาใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหาเดิม

6. กลวิธีวาดภาพ (Draw a Picture) เป็นการวาดภาพเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา

7. กลวิธีเขียนแผนภาพ (Draw a Diagram) เป็นการเขียนแสดงสาระสำคัญเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ เพื่อเป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหาต่าง ๆ จากกลวิธีวาดภาพตรงที่เขียนแผนภาพจะไม่แสดงรายละเอียดจะบอกเพียงสาระสำคัญเท่านั้น

8. กลวิธีใช้การให้เหตุผลทางตรง (Use Direct Reasoning) เป็นการใช้เหตุผลพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดมาให้ในการหาคำตอบและมักเป็นกลวิธีที่ใช้ร่วมกับกลวิธีอื่นๆในการแก้โจทย์ปัญหา

9. กลวิธีใช้การให้เหตุผลทางอ้อม (Use Indirect Reasoning) เป็นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้การพิสูจน์เพื่อแสดงว่าคำตอบหนึ่งเป็นจริงแต่ไม่สามารถแสดงได้ ซึ่งจะเปลี่ยนการหาคำตอบเป็นการหาเหตุผลมาแสดงว่าคำตอบที่มีทิศทางหรือเครื่องหมายตรงกันข้ามเป็นเท็จแล้วจึงสรุปคำตอบที่โจทย์กำหนดให้พิสูจน์เป็นจริง

10. กลวิธีการใช้สมบัติของจำนวน (Use Properties of Number) เป็นการหาคำตอบโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติของจำนวนมาใช้ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

11. กลวิธีโจทย์ปัญหาที่เหมือนกัน (Solve an Equivalent) เป็นการหาคำตอบโดยการเปลี่ยนภาษาของโจทย์ปัญหาเป็นภาษาของผู้แก้ปัญหาเอง โดยที่ความหมายไม่เปลี่ยนไปจากเดิม เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจปัญหา

12. กลวิธีทำย้อนกลับ (Work Backward) เป็นการแก้โจทย์ปัญหาโดยพิจารณาจากผลลัพธ์ หรือเหตุการณ์สุดท้ายที่โจทย์กำหนดแล้วทำย้อนกลับ เพื่อหาคำตอบที่ต้องการ

13. กลวิธีแบ่งเป็นกรณี (Use Case) เป็นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่คำตอบมีสาเหตุมาจากกรณีย่อย ๆ หลายกรณี แล้วพิจารณาคำตอบจากทุกกรณีร่วมกันเป็นคำตอบที่โจทย์ต้องการ

14. กลวิธีแก้ปัญหาด้วยสมการ (Use an Equation) เป็นการหาคำตอบโดยการเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลให้อยู่ในรูปของการเท่ากันแล้วจึงหาคำตอบ

15. กลวิธีค้นหาสูตร (Look for a Formula) เป็นการหาคำตอบโดยการใช้สูตรที่สอดคล้อง กบข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ในการหาคำตอบ

16. กลวิธีสร้างสถานการณ์จำลอง (Do a Simulation) เป็นการหาคำตอบโดยการทดลองแสดงสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดมาให้ โดยใช้วัสดุที่มีลักษณะรูปร่างที่คล้ายกับข้อมูลที่โจทย์กำหนด

17. กลวิธีใช้แบบจำลอง (Use a Model) เป็นการหาคำตอบโดยการใช้แบบจำลองที่มีรูปร่างคล้ายกับโจทย์กำหนดมาให้ประกอบการแก้โจทย์ปัญหา

18. กลวิธีวิเคราะห์เกี่ยวกับขนาด (Use Dimensional Analysis) เป็นการหาคำตอบโดยใช้การแปลงหน่วยการวัดระยะทางอัตราเวลา หรือโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับมาตราวัดต่าง ๆ ทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์เกี่ยวกับขนาด

19. กลวิธีกำหนดเป้าหมายรอง (Identify Sub-Goals) เป็นการหาคำตอบโดยการหาคำตอบจากส่วนย่อยมาก่อนแล้วจะทำให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา

20. กลวิธีใช้หลายวิธีร่วมกัน (Use Coordinate) เป็นการหาคำตอบโดยใช้หลากหลายกลวิธีร่วมกัน

21. กลวิธีใช้การสมมาตร (Use Symmetry) เป็นการหาคำตอบโดยใช้คุณสมบัติของการเท่ากันของสิ่งของสองสิ่งมาใช้ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

Hatfield, Edwards and Bitter (1993, pp. 50-60) ได้เสนอยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ยุทธวิธีหารูปแบบ (Look for a Pattern) ยุทธวิธีนี้จะพิจารณารูปแบบของส่วนแรกในลำดับของจำนวนหรือข้อมูลที่ให้มาก่อน แล้วจึงค้นหาต่อไปอีก

2. ยุทธวิธีวิเคราะห์ให้ได้ปัญหาย่อย (Identify a Sub-Goal) ในการวางแผนแก้ปัญหาบางปัญหา คำตอบของปัญหาที่ง่ายกว่าหรือคำตอบของปัญหาที่คล้ายกันมาก ๆ หรือที่เคยพบมาแล้วอาจกลายเป็นปัญหาย่อยๆของเป้าหมายพื้นฐานในการแก้ปัญหานั้นได้

3. ยุทธวิธีทำย้อนกลับ (Work Backward) ปัญหาบางปัญหาอาจง่ายขึ้น ถ้าเริ่มต้นพิจารณาจากคำตอบหรือผลขั้นสุดท้าย

4. ยุทธวิธีสร้างแผนภาพ (Draw a Diagram) การวาดแผนภาพเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหาในวิชาเรขาคณิตจะสร้างรูปเพื่อการเข้าใจซึ่งจำเป็นในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ปัญหาที่ไม่ใช้ปัญหาทางเรขาคณิต ก็สามารถใช้การวาดรูปในการแก้ปัญหาได้ ยุทธวิธีนี้มีคุณค่าและประโยชน์ต่อการรับรู้ของนักเรียนเป็นวิธีการอันชาญฉลาดในการที่จะพัฒนาทักษะการให้เหตุผล

5. การวาดภาพ กราฟ และตาราง (Drawing Pictures, Graphs, and Table) ยุทธวิธีนี้จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพจากปัญหาที่ยุ่งยากหรือปัญหาที่เป็นนามธรรม การวาดภาพ กราฟ และตาราง เป็นการแสดงข้อมูลเชิงจำนวนให้นักเรียนเห็นกราฟช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ไม่ปรากฏในทันที ในการแก้ปัญหาจะใช้ยุทธวิธีสร้างตารางเพื่อ

5.1 แจงกรณีเป็นไปได้ทั้งหมด

5.2 แจงกรณีบางกรณีที่จำเป็นและเพียงพอ

5.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตั้งแต่ 2 ข้อมูลขึ้นไป

5.4 หานัยทั่วไปของความสัมพันธ์

6. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ (Guess and Check) ในขั้นแรกจะเดาคำตอบและใช้เหตุผล ดูความเป็นไปได้แล้วตรวจคำตอบ ถ้าการเดาครั้งนั้นไม่ถูก ขั้นต่อไปคือการเรียนรู้เกี่ยวกับความเป็นไปได้ของคำตอบให้มากขึ้นแล้วเดาต่อไป

7. ตรวจสอบว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ (Insufficient Information) บางครั้งข้อมูลที่ให้มาไม่เพียงพอบางส่วนขาดหายไป

8. การตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวออก (Elimination of Extraneous Data) ปัญหาบางปัญหามีข้อมูลทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็น นักเรียนต้องตัดข้อมูลส่วนที่ไม่จำเป็นออกเพื่อที่จะให้ข้อมูลนั้นแคบลงแทนที่จะพยายามใช้ข้อมูลทั้งหมดที่ไม่มีความหมาย

9. พัฒนาสูตรและเขียนสมการ (Developing Formula and Writing Equations) สูตรที่สร้างขึ้นจะใช้ประโยชน์โดยการแทนจำนวนลงในสูตรเพื่อหาคำตอบ

10. เขียนแผนภูมิสายงาน (Flow Charging) การเขียนแผนภูมิสายงานจะช่วยให้เห็นกระบวนการของการแก้ปัญหา ซึ่งแผนภูมิสายงานหรือผังงานเป็นเค้าโครงที่แสดงรายละเอียดของขั้นตอนที่ต้องดำเนินการตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ต้องการก่อนที่จะไปแก้ไขปัญหา

11. ยุทธวิธีการพิจารณากรณีที่ง่ายกว่าหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย (Simplifying the Problem) เป็นการพิจารณาสถานการณ์ที่ซับซ้อนโดยเริ่มพิจารณาจากกรณีง่าย ๆ ของปัญหานั้นก่อน หรือแบ่งปัญหาออกเป็นส่วน ๆ เพื่อลดระดับความซับซ้อนลงและแก้ปัญหาจากกรณีง่าย ๆ นั้นก่อนแล้วนำแนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหาที่กำหนดให้

12. ยุทธวิธีแจงกรณีที่เป็นไปได้ (Account for AL Possibilities) ยุทธวิธีนี้นักเรียนจะใช้ก่อนที่จะทราบคำตอบ นักเรียนอาจจะแจงความเป็นไปในทั้งหมด โดยนำมาเขียนเป็นรายการหรือ สร้างตาราง เหมาะสำหรับปัญหาที่มีจำนวนความเป็นไปได้ไม่มากนัก

13. เปลี่ยนมุมมองของปัญหา (Change Your Point of View) ปัญหาบางปัญหาต้องการให้เปลี่ยนสิ่งที่มีอยู่ในใจหรือยุติความคิดแบบเดิม ดังนั้นจึงต้องมองสภาพสถานการณ์นั้นด้วยวิธีใหม่

Cruikshank and Sheffield (2000, pp. 105-120) ได้เสนอแนะกลวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ 5 ประการ ดังนี้

1. เดาและตรวจสอบ (Guess and Check) เป็นวิธีเดาคำตอบและตรวจสอบเงื่อนไขของปัญหาเรื่อย ๆ จนได้เป็นผลลัพธ์ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขปัญหา

2. ค้นหารูปแบบ (Look for a Pattern) สำหรับบางปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาแบบรูปในการหาคำตอบ อาจเป็นตัวเลข จำนวนหรือรูปภาพ เมื่อจดจำแบบรูปได้แล้วก็นำไปใช้ในการแก้ปัญหาไปได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น

3. สร้างรายการ (Make a Systematic List) เป็นวิธีใช้หาทุกเหตุการณ์หรือทุกกรณีที่เป็นไปได้แล้วนำมาเขียนอย่างเป็นระเบียบ

4. วาดภาพหรือสร้างแบบจำลอง (Make and Use a Drawing or Model) ของปัญหาสามารถมองเห็นวิธีแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้นหากมีการวาดภาพหรือสร้างแบบจำลองทำให้มองเห็นความสัมพันธ์หรือเงื่อนไขของปัญหานั้นได้ชัดเจน

5. คิดย้อนหลัง (Working Backwards) ใช้สำหรับปัญหาที่แก้ขากข้อมูลสุดท้ายของปัญหา ไปสู่จุดเริ่มต้นของปัญหาง่ายกว่าแก้จากเริ่มต้นของปัญหาไปสู่ข้อมูลสุดท้ายของปัญหา

Reys, et al. (2004, p. 16) ได้เสนอกลวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 10 ประการ คือ

1. ปฏิบัติการเพื่อออกไปจากปัญหา (Act It Out) เป็นกลวิธีที่นักเรียนได้สัมผัสกับสถานการณ์ของโจทย์ปัญหา และนักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์นั้น

2. ใช้ภาพหรือแผนภาพ (Make a Drawing or Diagram) เป็นการเขียนภาพหรือแผนภาพของข้อมูลตามที่โจทย์กำหนดให้

3. ค้นหารูปแบบ (Look for a Pattern) เป็นการใช้แบบรูปของจำนวนหรือรูปภาพที่โจทย์กำหนดให้ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

4. สร้างตาราง (Construct a Table) เป็นการจัดระเบียบของข้อมูลในรูปแบบตารางช่วยให้ผู้แก้โจทย์ปัญหามองเห็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหามองเห็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาได้

5. จำแนกทุกกรณีที่เป็นไปได้ (Identify AI Possibilities) กลวิธีนี้มักใช้ร่วมกับกลวิธีสร้างตาราง และค้นหาแบบรูป ทำให้นักเรียนรู้ว่าคำตอบของโจทย์ปัญหาเป็นอะไรได้บ้าง

6. เดาและตรวจสอบ (Guess and Check) เป็นการคาดเดาคำตอบและตรวจสอบคำตอบที่ได้ ผู้แก้ปัญหาจะมั่นใจว่าคำตอบที่ได้จากการเดาถูกต้องหรือไม่ จะต้องตรวจสอบคำตอบว่าเป็นไป ตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดหรือไม่

7. ทำย้อนกลับ (Work Backward) เป็นการหาคำตอบโดยพิจารณาจากข้อมูลสุดท้ายที่โจทย์กำหนดมาให้ช่วยในการหาคำตอบที่โจทย์ถาม

8. เขียนเป็นประโยค (Write an Open Sentence) เป็นการฝึกหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในประโยคคำถาม ซึ่งมีลักษณะเหมือนคำทายเพื่อใช้ในการหาคำตอบ

9. แก้ปัญหาที่ง่ายกว่าหรือปัญหาที่คล้ายกัน (Solve a Simpler or Similar Problem) เป็นการกำหนดปัญหาขึ้นมาใหม่ที่มีลักษณะที่ง่ายกว่าหรือคล้ายกัน โดยมีโครงสร้างของปัญหาเหมือนเดิม แล้วนำวิธีการที่ใช้แก้โจทย์ปัญหาที่ง่ายกว่าหรือคล้ายกันไปแก้โจทย์ปัญหาเดิม

10. เปลี่ยนจุดมุ่งหมายของปัญหา (Change Your Point of View) เป็นการแก้โจทย์ปัญหาที่ละตอนทำให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, น. 23-71) ได้กล่าวถึง กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถแก้ได้โดยใช้กลยุทธ์ที่หลากหลาย ใช้กลยุทธ์ใดกลยุทธ์หนึ่งหรือใช้กลยุทธ์มากกว่า 1 กลยุทธ์ ประกอบกันก็ได้ นักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องเรียนรู้ให้มีความเข้าใจกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาอย่างลึกซึ้ง ซึ่งกลยุทธ์ในการแก้ปัญหามี ดังนี้

1. การเดาและตรวจสอบ สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ในกรณีที่การแก้ปัญหานั้นโดยตรงอาจยุ่งยาก ใช้เวลามาก หรือผู้แก้ปัญหาลืมวิธีการไปแล้ว การเดานั้นต้องเดาอย่างมีเหตุผล มีทิศทางเพื่อให้สิ่งที่เคานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

2. การเขียนภาพ แผนภูมิ และสร้างแบบจำลอง ช่วยให้มองเห็นปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม ทำให้ผู้แก้ปัญหาเกิดความรู้สึกว่าได้สัมผัสกับตัวปัญหานั้นอย่างแท้จริง ทำความเข้าใจกับ

ปัญหาได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้แก้ปัญหาสามารถกำหนดแนวทางวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนอีกด้วย

3. การสร้างตาราง การใช้ตารางแสดงข้อมูลให้เป็นระบบมีระเบียบช่วยให้มองเห็นความเกี่ยวข้องความสัมพันธ์กันของข้อมูลได้ชัดเจนขึ้น อันจะนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการการใช้กลยุทธ์สร้างตารางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีประเด็นที่ควรพิจารณา ดังนี้

3.1 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด

3.2 สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีที่เป็นไปได้บางกรณี

3.3 สร้างตารางเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด (หรือมากกว่า)

3.4 สร้างตารางเพื่อค้นหารูปแบบทั่วไปของความสัมพันธ์

4. การใช้ตัวแปร การใช้ตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาอย่างหนึ่งที่ใช้กันในวิชาพีชคณิต ผู้แก้ปัญหาสามารถสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดกับตัวแปรที่สมมติขึ้นและในปัญหาบางปัญหาสามารถหาความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขที่ปัญหากำหนดให้อยู่ในรูปสมการได้ กลยุทธ์ใช้ตัวแปรสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้ 2 ลักษณะ คือ

4.1 ใช้ตัวแปรสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแล้วพิจารณาหาคำตอบของปัญหาจากความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นนั้น

4.2 สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาในรูปแบบการเท่ากัน สามารถสร้างสมการที่สอดคล้องกับปัญหานั้นได้ การหาคำตอบทำโดยแก้สมการหรือพิจารณาคำตอบจากสมการนั้น

5. การค้นหาแบบรูปเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญมากในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เหมาะที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูปของจำนวน ผู้แก้ปัญหาจะต้องศึกษาข้อมูลที่มีอยู่วิเคราะห์ ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้น แล้วคาดเดาคำตอบซึ่งอาจเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ จากปัญหาเดียวกันข้อมูลชุดเดียวกันผู้แก้ปัญหาแต่ละคนอาจค้นพบคำตอบที่แตกต่างกันก็ได้

6. การแบ่งกรณี ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลายปัญหาสามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้นเมื่อแบ่งปัญหาเป็นกรณีมากกว่า 1 กรณี ซึ่งในแต่ละกรณีจะมีความชัดเจนมากขึ้น เมื่อแก้ปัญหาคำตอบของทุกกรณีได้แล้วพิจารณาคำตอบของทุกกรณีร่วมกันจะได้ภาพรวมซึ่งเป็นคำตอบของปัญหาเริ่มต้น

7. การใช้การให้เหตุผลทางตรง กลยุทธ์ที่ใช้การให้เหตุผลทางตรงนี้มักพบอยู่ตลอดเวลา ในการแก้ปัญหาโดยผู้แก้ปัญหามักใช้ร่วมกับกลยุทธ์อื่น ๆ ข้อความที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางตรงมักอยู่ในรูป “ถ้า A แล้ว B” โดยที่ข้อความ A เป็นเหตุบังคับให้เกิดข้อความ B การใช้

การให้ เหตุผลทางตรงในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการใช้ข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้ ประมวลเข้า กับความรู้และประสบการณ์ที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่แล้วให้เหตุผลนำไปสู่คำตอบของปัญหาที่ต้องการ ปัญหาที่ใช้กลยุทธ์นี้อาจไม่มีการคำนวณเลยก็ได้แต่เป็นการเน้นการให้เหตุผล

8. การใช้การให้เหตุผลทางอ้อม ปัญหาทางคณิตศาสตร์บางปัญหาไม่ง่ายนักที่จะแก้ปัญหาโดยใช้การให้เหตุผลทางตรงในกรณีเช่นนี้การให้เหตุผลทางอ้อมนับว่าเป็นวิถีทางที่ดี ที่สุดวิธีหนึ่งที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาในการใช้การให้เหตุผลทางอ้อมเพื่อแสดงเงื่อนไข “A” เป็นจริง ทำได้โดยสมมติว่าเงื่อนไข “not A” เป็นจริง หลังจากนั้นหาเหตุผลมาแสดงว่าเป็นไปไม่ได้ที่ “not A” เป็นจริง ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า “A” เป็นจริง ปัญหาที่ใช้การให้เหตุผลทางอ้อมมักเป็นปัญหาให้ พิสูจน์สำหรับปัญหาให้ค้นหาจะใช้การให้เหตุผล โดยการพิสูจน์เพื่ออธิบายคำตอบปัญหา

9. การทำย้อนกลับ ปัญหาบางปัญหาสามารถแก้ได้ง่ายกว่า ถ้าเริ่มต้นแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากผลลัพธ์สุดท้ายแล้วมองย้อนกลับมาสู่ตัวปัญหาอย่างมีขั้นตอน กลยุทธ์มองย้อนกลับใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์โดยพิจารณาจากผลย้อนกลับไปหาเหตุซึ่งจะต้องหาเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับสิ่งที่กำหนดให้

10. การสร้างปัญหาขึ้นใหม่ ปัญหาบางประการถ้าแก้ปัญหานั้นเลยโดยตรงจะทำได้ยาก การสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ให้เกี่ยวข้องกับปัญหาเดิมแล้วศึกษาวิธีการแก้ปัญหาจากปัญหาใหม่ที่สร้างขึ้นนี้เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดแนวคิดในการแก้ปัญหาเริ่มต้น ปัญหาที่สร้างขึ้นใหม่อาจสร้างให้ครอบคลุมปัญหาเดิมทั้งหมดหรือสร้างขึ้นใหม่เพียงบางส่วนของปัญหาเดิมก็ได้ กลยุทธ์ แก้ปัญหาโดยการสร้างปัญหาขึ้นใหม่แยกกล่าวได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

10.1 กลยุทธ์นึกถึงปัญหาที่สัมพันธ์กัน

10.2 กลยุทธ์แก้ปัญหาที่ง่ายกว่า

10.3 กลยุทธ์กำหนดเป้าหมายรอง

อัมพร ม้าคนอง (2554, น. 44) ได้กล่าวถึงกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้

1. การลองผิดลองถูก เป็นวิธีที่นักเรียนมักใช้กับปัญหาที่สามารถจะทดสอบคำตอบได้ แม้จะเป็นวิธีที่ไม่แน่นอนว่าจะได้คำตอบช้าหรือเร็ว แต่ก็เป็นวิธีที่นักเรียนทำได้สะดวก

2. การวาดภาพ เป็นการทำให้นักเรียนเข้าใจความซับซ้อนและบริบทของปัญหาง่ายขึ้น หรือทำให้ปัญหาที่เป็นนามธรรมเป็นรูปธรรมมากขึ้น

3. การสร้างแบบจำลอง เป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้แบบจำลองของปัญหา

4. การค้นหาแบบรูป ปัญหาบางอย่างมีแบบรูป การค้นหาแบบรูปทั่วไปของปัญหาอาจทำให้พบความสัมพันธ์บางอย่างและอาจมีประโยชน์ในการหาคำตอบ

5. การสร้างรายการ ตาราง และแผนภูมิ การจัดระบบและการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยการใช้ตารางหรือแผนภูมิ อาจทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาชัดเจนขึ้นและอาจทำให้แก้ปัญหาง่ายขึ้น

6. การทำงานย้อนกลับ เป็นการแก้ปัญหาโดยเริ่มต้นจากคำตอบที่ต้องการแล้วมองย้อนกลับไปหาข้อมูลหรือวิธีการแก้ปัญหาก่อนหน้า เพื่อตัดสินว่าจะต้องใช้ข้อมูลหรือทำงานอะไรก่อน

7. การใช้ปัญหาที่คุ้นเคยและง่ายกว่า เป็นการทำปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่เคยแก้ได้หรือสามารถใช้วิธีแก้ปัญหาอื่นที่ง่ายกว่า

8. การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ เป็นการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการที่เป็นเหตุเป็นผลและไม่เกิดข้อขัดแย้ง เนื่องจากปัญหาทางคณิตศาสตร์บางอย่างไม่เกี่ยวข้องกับการคำนวณแต่ต้องใช้เหตุผลในการคิด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 12-36) ได้แบ่งประเภทของยุทธวิธีในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือเป็นแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน การค้นหาแบบรูปไม่เพียงแต่เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการแก้ปัญหาเท่านั้น หากแต่ยังช่วยให้ผู้แก้ปัญหาได้พัฒนาความรู้สึกเชิงจำนวน (Number Sense) และทักษะการสื่อสาร ซึ่งเป็นทักษะที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประมาณและคาดคะเนคำตอบก่อนจะคิดคำนวณจริงตลอดจนสามารถสะท้อนความรู้ ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดของตนเองได้

2. การสร้างตาราง เป็นการนำข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้สรุปลงในตารางเพื่อช่วยให้ผู้แก้ปัญหาสามารถวิเคราะห์หา ค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลอันจะนำไปสู่การค้นพบแบบรูป หรือข้อชี้แนะอื่น ๆ ตลอดจนช่วยไม่ให้หลงลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่ง เมื่อต้องแสดงกรณี ที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ กลยุทธ์นี้ผู้แก้ปัญหาจะต้องนำข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาวาดออกมาเป็นภาพที่สัมพันธ์กัน การวาดภาพจะช่วยบรรยายสถานการณ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้นและง่ายต่อการทำความเข้าใจ ภาพที่วาดนั้นไม่จำเป็นต้องใส่รายละเอียดให้ครบถ้วนวาดเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเท่านั้น

4. การแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการพิจารณาทุกกรณีที่เป็นไปได้อย่างมีระบบ โดยอาจจะแบ่งออกเป็นกรณีย่อย ๆ แล้วค่อยขจัดบางกรณีที่เป็นไปไม่ได้ออกหลังจากนั้นค่อย

พิจารณากรณีที่เหลือในบางครั้งอาจใช้กลยุทธ์นี้ร่วมกับกลยุทธ์การค้นหาแบบรูปและกลยุทธ์การสร้างตาราง

5. การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดมาให้ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องมาสร้างข้อความคาดการณ์แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรก ๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไป ผู้แก้ปัญหาควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นใกล้เคียงคำตอบที่ต้องการมากที่สุด โอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการใช้กลยุทธ์นี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้จากการเดาเมื่อครั้งก่อนหน้า

6. การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้อยู่ในรูปสมการหรือบางครั้งอาจเป็นอสมการก็ได้ ในการใช้กลยุทธ์นี้ผู้แก้ปัญหาต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เพื่อหาว่าข้อมูลและเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้มีอะไรบ้างและสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรสิ่งที่ต้องหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้แล้วเขียนสมการหรืออสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้นหลังจากนั้นใช้สมบัติของการเท่ากันเพื่อแก้สมการและหลังจากสิ้นสุดการแก้สมการต้องตรวจคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหาถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยทั่วไปแล้วกลยุทธ์นี้มักใช้ในทางพีชคณิต

7. การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้ายแล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ขั้นตอน เริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาส่วนใหญ่จะเริ่มจากนำข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้แล้วดำเนินการไปจนกระทั่งได้คำตอบแต่สำหรับกลยุทธ์การคิดแบบย้อนกลับผู้แก้ปัญหาจะต้องเปลี่ยนมุมมองที่มีต่อปัญหาเสียใหม่ โดยพิจารณาปัญหาโดยรวมจากการทำย้อนกลับ กลยุทธ์นี้จะใช้เมื่อทราบผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาแต่ไม่ทราบจุดเริ่มต้นของสถานการณ์ปัญหา

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิด หรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคยหรือที่ต้องทำตามขั้นตอนทีละขั้น เพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น กลยุทธ์นี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหาด้วยกลยุทธ์อื่นได้ยาก สิ่งสำคัญของกลยุทธ์นี้ก็คือการเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อยหรือเป็นส่วน ๆ ซึ่งในการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นผู้แก้ปัญหาอาจลดจำนวนของข้อมูลหรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อนหรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่คุ้นเคย เช่น ปัญหาเดิมประกอบด้วยตัวเลขหลายหลักหรือมีรูปแบบที่ยุ่งยากซับซ้อน ดังนั้นวิธีการ

แก้ปัญหาจึงไม่ชัดเจนการแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่คล้ายคลึงกับปัญหาเดิมจะช่วยให้สามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความ หรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหา บางปัญหาใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบ และการเขียนภาพหรือแผนภาพจนทำให้ไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาอื่นได้ชัดเจน

11. การให้เหตุผลทางอ้อม กลยุทธ์นี้ผู้แก้ปัญหาจะต้องแสดงให้ได้ว่า เป็นไปไม่ได้ที่ข้อความจะเป็นเท็จ โดยการสมมติว่า ข้อความดังกล่าวเป็นเท็จแล้วทำให้เกิดข้อขัดแย้ง หรือนำไปสู่สิ่งที่เป็นไปไม่ได้ ดังนั้นจึงสรุปว่าข้อความดังกล่าวเป็นจริง

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ายุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แต่ละท่านได้นำเสนอนั้นมีลักษณะที่คล้ายกัน ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ 11 ประการ ดังนี้

1. การเดาและตรวจสอบ เป็นการคาดเดาคำตอบและตรวจสอบคำตอบที่ได้ ผู้แก้ปัญหาจะมั่นใจว่าคำตอบที่ได้จากการเดาถูกต้องหรือไม่ จะต้องตรวจสอบคำตอบว่าเป็นไปตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดหรือไม่

2. การค้นหาแบบรูป เป็นการค้นหาแบบรูปทั่วไปของปัญหา อาจทำให้พบความสัมพันธ์บางอย่างและอาจมีประโยชน์ในการหาคำตอบ

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ กลยุทธ์นี้ผู้แก้ปัญหาจะต้องนำข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาวาดออกมาเป็นภาพที่สัมพันธ์กัน การวาดภาพจะช่วยบรรยายสถานการณ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้นและง่ายต่อการทำความเข้าใจ

4. การสร้างรายการ ตาราง กราฟและแผนภูมิ การจัดระบบและการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยการใช้ตาราง กราฟหรือแผนภูมิ อาจทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาชัดเจนขึ้นและอาจทำให้ แก้ปัญหาง่ายขึ้น

5. การสร้างแบบจำลอง เป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้แบบจำลองของปัญหา

6. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อยหรือเป็นส่วน ๆ

7. การแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการพิจารณาทุกกรณีที่เป็นไปได้อย่างมีระบบ โดยอาจจะแบ่งออกเป็นกรณีย่อย ๆ แล้วค่อยขจัดบางกรณีที่เป็นไปไม่ได้ออกหลังจากนั้นค่อยพิจารณากรณีที่เหลือ

8. การทำงานย้อนกลับ เป็นการแก้ปัญหาโดยเริ่มต้นจากคำตอบที่ต้องการแล้วมองย้อนกลับไปหาข้อมูลหรือวิธีการแก้ปัญหาก่อนหน้า

9. การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้อยู่ในรูปสมการหรือบางครั้งอาจเป็นอสมการก็ได้

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหา

11. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคยหรือที่ต้องทำตามขั้นตอนทีละขั้น เพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

2.2.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ วิธีการสอนของครู บรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ดังนี้

Krulik and Rudnick (1987, pp. 39 - 74) ได้เสนอวิธีการสอนของครู เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ควรสร้างบรรยากาศที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าสามารถแก้ปัญหาให้สำเร็จได้
2. ควรจูงใจให้นักเรียนสนใจในการแก้ปัญหา
3. ควรสอนให้นักเรียนรู้ถึงวิธีการแก้ปัญหา รู้จักพิจารณาได้ว่าข้อความส่วนใดที่เป็นแนวคิดสำคัญ
4. ควรใช้นักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของปัญหา เช่น การใส่ชื่อนักเรียนเข้าไปในปัญหาหรือตั้งคำถามที่เกี่ยวกับตัวนักเรียน
5. ควรให้นักเรียนรู้จักสร้างปัญหาได้ด้วยตนเอง
6. ควรมีการจัดให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม
7. ควรกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการเขียนภาพด้วยมือเปล่าโดยไม่ใช้เครื่องมือ
8. ควรแนะนำวิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่น ๆ ที่แตกต่างจากแนวคิดของนักเรียนเพิ่มเติม
9. ควรส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ
10. ควรเน้นความคิดสร้างสรรค์ทางด้านความคิดและจินตนาการ
11. ควรส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักใช้เครื่องคำนวณ
12. ควรนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สมัยใหม่มาใช้
13. ควรให้นักเรียนเขียนแผนภูมิสายงาน (Flow - Chart) แสดงกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง
14. ควรนำกิจกรรมเกมมาใช้ในชั้นเรียน
15. ควรให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหาที่มีขั้นตอนในการแก้ปัญหามากกว่า 1 ขั้นตอน
16. ไม่ควรสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใหม่ในขณะที่สอนการแก้ปัญหา

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

1. ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป

2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน

3. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้างในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ

4. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามหาอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ ให้อ่านปัญหานั้นใหม่และถ้าจำเป็นจริง ๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ

5. ควรให้ฝึกการแก้ปัญหาหลายๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซาก ไม่ท้าทายความสามารถ

6. ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาบ่อย ๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน

7. ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาหลาย ๆ ข้อ โดยใช้วิธีการเดียวกัน เพื่อจะได้ฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่น ๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหาในข้อนั้นได้

8. ควรช่วยเหลือนักเรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบเฉพาะข้อนั้น ๆ

9. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาในข้อนั้นคล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่

10. ให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา

11. ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

Discol (1983, p. 72) กล่าวว่า ครูจะต้องมีบทบาทในการสอนแก้ปัญหา คือ

1. ครูต้องออกแบบปัญหาเพื่อการแก้ปัญหา

2. ครูต้องสอนปัญหาสำหรับการแก้ปัญหาโดยตรง

3. ครูต้องกระตุ้นให้เกิดการแก้ปัญหา

4. ครูต้องให้ความสำคัญกับกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. ครูต้องตื่นตัวในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนในการแก้ปัญหา

Gonzales (1994, p. 74) ให้แนวคิดโดยสรุปได้ว่า บรรยากาศที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ต้องเป็นบรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสะดวกสบายในการแสดงแนวคิด ไม่เข้มงวด เอาจริงเอาจังจนเกิดความตึงเครียด เพราะถ้าผู้เรียนเกิดความรู้สึกกลัวในสิ่งที่ทำผิดพลาด หรือกลัวถูกหัวเราะเยาะเย้ยจากเพื่อน ผู้เรียนไม่กล้าซักถาม ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ฉะนั้นผู้สอนจะต้องจัดบรรยากาศของชั้นเรียนที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระ เป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมให้มีการสำรวจ สืบค้น ให้เหตุผลและสื่อสารกัน

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991, p. 57) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่จะเอื้อให้เกิดการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนไว้ ดังนี้

1. เป็นบรรยากาศที่ยอมรับและเห็นคุณค่าของแนวคิดวิธีการคิดและความรู้สึกของนักเรียน
2. ให้เวลาในการสำรวจแนวคิดในทางคณิตศาสตร์
3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานทั้งส่วนบุคคลและร่วมมือกัน
4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลองใช้ความสามารถในการกำหนดปัญหาและสร้างข้อคาดเดา
5. ให้นักเรียนได้ให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2533, น. 126-133) เสนอแนะเทคนิคบางประการในการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ใช้โจทย์ปัญหาหลายระดับ ครูควรจัดโจทย์ปัญหาไว้หลายระดับความรู้ความสามารถและประสบการณ์ของเด็กแต่ละคน เพื่อไม่ให้เด็กเกิดความคับข้องใจ หรือขาดแรงจูงใจในการโจทย์ปัญหาในขณะเดียวกันก็พบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อสร้างแรงจูงใจในการแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อน

2. ฝึกเขียนโจทย์ปัญหาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ เป็นการฝึกความสามารถในการแปลความหมายของโจทย์ ซึ่งอยู่ในรูปของประโยคภาษาให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์

3. แสดงบทบาทสมมติ การแสดงบทบาทสมมติจะช่วยให้สภาพการณ์ของโจทย์ปัญหาแลดูเป็นจริงเป็นจังมากขึ้น จะช่วยให้เด็กมองเห็นเงื่อนไข แนวคิด และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

4. เขียนภาพ เป็นการวิเคราะห์สภาพการณ์ของโจทย์ปัญหา ช่วยลดความเป็นนามธรรมให้น้อยลง และช่วยให้มองเห็นลู่ทางในการแก้โจทย์ปัญหา

5. ฝึกสร้างโจทย์ปัญหา เป็นการฝึกสร้างโจทย์ปัญหาจากเงื่อนไขที่กำหนดให้ เช่น สร้างโจทย์ปัญหาเพียงบางส่วน สร้างโจทย์ปัญหาจากประโยคสัญลักษณ์และสร้างโจทย์ปัญหาโดยอิสระ

6. ใช้โจทย์ปัญหาที่ไม่มีตัวเลขเป็นการฝึกความสามารถในการวิเคราะห์สภาพการณ์ของโจทย์ปัญหา และการเลือกวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา โดยไม่ต้องพะวงถึงตัวเลข

7. ใช้โจทย์ปัญหาที่มีตัวเลขแต่ไม่ต้องการคำตอบ เพียงแต่ต้องการหาวิธีการในการหาคำตอบเป็นการฝึกความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

8. ใช้โจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลไม่ครบ หรือเกินความจำเป็น โจทย์ปัญหาเหล่านี้จะช่วยให้เด็กรู้จักการศึกษาข้อมูลอย่างพินิจพิจารณามากขึ้นก่อนลงมือแก้ปัญหา สิ่งที่ควรเน้น คือ การทำให้เด็กสนใจในรายละเอียดของข้อมูลให้มาก

9. ตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ เป็นการฝึกความสามารถในการพิจารณาคำตอบว่าน่าจะเป็นไปได้เพียงใด โดยใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการกะประมาณ เพราะจะช่วยให้สามารถประมาณคำตอบได้ว่าน่าจะถูกต้องหรือไม่ หากคลาดเคลื่อนไปมากจะได้ตรวจสอบวิธีทำใหม่

10. อ่านโจทย์ให้ฟังสำหรับเด็กที่มีปัญหาในการอ่าน ซึ่งจะทำให้เป็นอุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งที่มีความสามารถที่จะแก้โจทย์ปัญหาได้ ครูอาจใช้เทคนิคการอ่านโจทย์ให้ฟังหรือให้ฟังเทป

11. พัฒนาทักษะในการอ่านโจทย์ปัญหา เนื่องจากภาษาทางคณิตศาสตร์ มีความแตกต่างไปจากภาษาเขียนอื่น ๆ หากเด็กมีปัญหาในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูควรฝึกทักษะการอ่านโจทย์ปัญหา เช่น อ่านรวดเดียวให้จบ เพื่อให้เข้าใจคำถาม อ่านข้อมูลทีละส่วนช้า ๆ อ่านทบทวนในส่วนที่ยังไม่เข้าใจ ขณะอ่านถามตัวเองไปด้วยว่าโจทย์ข้อนี้ถามเกี่ยวกับอะไร นอกจากนี้ครูอาจฝึกให้เด็กทำพจนานุกรมคณิตศาสตร์ของตนเอง โดยรวบรวมคำศัพท์คณิตศาสตร์ตลอดจนสัญลักษณ์ต่าง ๆ ไว้ พร้อมกับเขียนคำอธิบายโดยใช้สำนวนภาษาของตนเองสำหรับใช้เป็นคู่มือช่วยจำ

พรทิพย์ ยาวะประภาษ (2534, น. 24) ได้เสนอแนะว่าในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้น ครูจำเป็นต้องนำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ มาใช้เพื่อ

1. สาธิตให้เข้าใจถึงสิ่งจำเป็นในการเรียนคณิตศาสตร์
2. ใช้ในการเริ่มความคิดรวบยอดใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยเรียนรู้
3. สรุปหลักการทางคณิตศาสตร์
4. ช่วยให้เกิดความเข้าใจและมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างการคิดคำนวณวิธีต่าง ๆ
5. ให้มองเห็นปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
6. เพิ่มพูนประสบการณ์การอ่านของนักเรียนให้ดีขึ้น
7. ทำให้เกิดแรงจูงใจ ความสนใจและเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

อาภา ถนัดช่าง (2534, น. 23) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการสอนแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนไว้ ดังนี้

1. ครูควรสร้างบรรยากาศการเรียนการสอนให้เด็กมีอิสระ กล้าคิด กล้าแสดงออก เพราะการคิดหรือกล้าแสดงออกเหล่านี้จะช่วยให้ครูรู้จักนักเรียนดียิ่งขึ้น ทั้งในแง่ของสติปัญญาและอารมณ์หรือปมทางจิตต่าง ๆ ซึ่งครูควรหาวิธีส่งเสริมและช่วยเหลือให้เหมาะสมต่อไป

2. การจะให้เด็กสามารถคิดและแก้ปัญหาได้อย่างฉลาดนั้นจะต้องอาศัยสิ่งเร้าหรือการกระตุ้นที่ดีคือมีการเสนอปัญหาหรือประเด็นให้คิดท้าทาย น่าสนใจ และเหมาะสมกับวัยของเด็ก

3. ครูอาจให้ความรู้ในรูปข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาหาทางเลือกได้ แต่ในขั้นของการตัดสินใจ ครูควรให้นักเรียนได้ตัดสินใจด้วยตัวเอง เพื่อที่จะให้เด็กได้รับผิดชอบตนเองและรู้จักควบคุมตนเองต่อไป

สิริพร ทิพย์คง (2545, น. 165-167) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของครูในการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ และเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน

2. ควรทดสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ถ้ามีไม่เพียงพอนั้นครูต้องสอนเสริมหรือทบทวนในสิ่งที่เคยเรียนไปแล้ว

3. ควรให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหา

4. ควรใช้แบบฝึกหัดที่มีข้อยาก ปานกลาง และง่าย เพื่อให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้กับนักเรียน

5. ควรทดสอบดูว่านักเรียนเข้าใจปัญหาในข้อนั้น ๆ หรือไม่โดยการถามว่าโจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรมาให้

6. ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบ โดยการประมาณก่อนที่จะคิดคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

7. ควรช่วยนักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพหรือเขียนแผนผัง ในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้

8. ควรช่วยนักเรียนในการคิดแก้ปัญหา เช่น การถามว่าเคยแก้ปัญหานี้หรือปัญหาที่มีลักษณะคล้ายข้อนี้มาก่อนหรือไม่ ลองแยกแยะปัญหาข้อนั้น ๆ ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ

9. ควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ตอบวิธีการที่คิดและทำในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ ตลอดจนให้ทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน

10. ควรให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อย ๆ หรือให้นำปัญหามาเองเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดกัน

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2543, น. 48) ได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น จะต้องพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ คือ

1. ในการทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างตรงประเด็น
2. ทักษะในด้านการอ่าน เพื่อการสื่อความหมายที่ถูกต้อง
3. ทักษะในด้านการคิดคำนวณ

สุนีย์ เงินยวง (2546, น. 22-23) กล่าวว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรเป็นดังนี้

1. ฝึกทักษะการอ่าน วิเคราะห์ทำความเข้าใจโจทย์ และตรวจสอบความรู้พื้นฐานของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ เพื่อเพิ่มความสามารถในการตีความโจทย์ของนักเรียน
2. ปัญหาที่จะนำมาใช้นั้นควรเป็นโจทย์ที่สอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียน และวิธีการนำเสนอโจทย์ปัญหาควรจะกระตุ้นให้นักเรียนต้องการที่จะแก้ปัญหา
3. สอนให้นักเรียนรู้จักวิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกและตัดสินใจใช้ให้เหมาะสมกับปัญหาที่แตกต่างกัน
4. ฝึกการคาดเดาคำตอบเพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาและสามารถไปสู่เป้าหมายของโจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
5. ฝึกให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้มาว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเหมาะสมตามที่โจทย์ต้องการแล้วหรือไม่ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลและยืนยันความถูกต้องของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนนั้นสามารถทำได้หลายแนวทาง คือ โจทย์ปัญหาที่นำมาต้องน่าสนใจมีหลายรูปแบบ ซึ่งครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญที่จะต้องกระตุ้นให้นักเรียนฝึกสร้างโจทย์ และคิดแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง และคอยสร้างบรรยากาศของชั้นเรียนที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระ เกิดแรงจูงใจ ความสนใจและเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

2.3 การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง นักการศึกษาหลายท่านที่ได้เสนอรูปแบบการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังต่อไปนี้

Polya (1973, pp. 5-40) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.2 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
ขันทำความเข้าในปัญหา	หลังจากอ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไรและข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	ใช้เงื่อนไขความเป็นจริงในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	ความสามารถในการสร้างตาราง เขียนไดอะแกรม เขียนสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
ขั้นตรวจคำตอบ	และทักษะการคำนวณ การพิจารณาความสมเหตุสมผลและการสรุป ความหมายของคำตอบ

Charles and Lester (1982, pp. 11-12) เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ โดยพิจารณาถึงความสามารถ 3 ประการ ดังนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา เป็นความสามารถในการแปลความหมายโจทย์ มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้
   - 0 หมายถึง แปลความหมายผิดโดยสิ้นเชิง
   - 1 หมายถึง แปลความหมายผิดบางส่วน
   - 2 หมายถึง แปลความหมายโจทย์ถูกต้อง
2. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้
   - 0 หมายถึง ไม่ลงมือทำหรือทำผิดโดยสิ้นเชิง
   - 1 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องเป็นบางส่วน
   - 2 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้อง (ไม่พิจารณาการคำนวณ)
3. การตอบปัญหา เป็นการพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาร่วมกับทักษะการคำนวณ มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้
   - 0 หมายถึง ตอบผิดและกระบวนการแก้ปัญหาผิด
   - 1 หมายถึง ตอบเพียงบางส่วน (ในกรณีที่มีหลายคำตอบ)
   - 2 หมายถึง การคำนวณถูกต้อง

ตารางที่ 2.3 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของ Charles & Lester

ส่วนที่พิจารณา	พฤติกรรมที่แสดง	คะแนนที่ได้
ความเข้าใจในปัญหา	ไม่แสดงอะไร	0
	แปลความหมายผิดทั้งหมด	1
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนมาก	2
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนน้อย	3
	แปลความหมายได้ถูกต้องสมบูรณ์	4
วิธีแก้ปัญหา	ไม่แสดงอะไร	0
	วางแผนการทำงานไม่ถูกต้อง	1
	แก้ปัญหาถูกเป็นส่วนน้อย	2
	แก้ปัญหาผิดเป็นส่วนน้อย	3
	วางแผนได้เหมาะสมมีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูก	4
ผลลัพธ์ที่ได้	ไม่แสดงอะไร	1
	เขียนผิด คำนวณผิด	2
	คำตอบถูกต้อง	3

Reys, et al. (1992, p. 313) ได้กำหนด Rubric ของความสามารถในการแก้ปัญหาโดยที่แต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา จะให้คะแนนตั้งแต่ 0-2 คะแนน ตามรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา
   - 0 หมายถึง ไม่เข้าใจในปัญหาเลย
   - 1 หมายถึง เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือแปลความหมายบางส่วนคลาดเคลื่อน
   - 2 หมายถึง เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์
2. การวางแผนแก้ปัญหา
   - 0 หมายถึง ไม่พยายาม หรือวางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด
   - 1 หมายถึง วางแผนถูกต้องบางส่วน
   - 2 หมายถึง วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
3. คำตอบ
   - 0 หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบผิดในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม
   - 1 หมายถึง คัดลอกผิดพลาด คำนวณผิด คำตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ
   - 2 หมายถึง ตอบได้ถูกต้องและใช้ภาษาได้ถูกต้อง

สิริพร ทิพย์คง (2544, น. 111-114) กล่าวว่า การประเมินความสามารถของนักเรียน นอกจากการใช้แบบทดสอบเลือกตอบ ครูอาจให้นักเรียนทำแบบทดสอบที่มีทั้งแบบเลือกตอบ แบบเติมคำตอบและแบบแสดงวิธีทำ ตลอดจนใช้การสัมภาษณ์ และการใช้คำถาม สามารถ กระตุ้นให้นักเรียนคิดได้อย่างหลากหลาย

ตัวอย่างการประเมินความสามารถของนักเรียนโดยใช้คำถาม

ปัญหาข้อที่ 1 มานะและมั่งมี นับเงินในกระเป๋ารวมกันได้ 500 บาท ต่อมาจ่ายเงินซื้อหนังสือและค่าอาหารกลางวัน 280 บาท แล้วแต่ละคนรับเงินที่เหลือไปคนละครึ่งหนึ่งของเงินที่เหลือทั้งหมด

จงพิจารณาว่าคำถามใดต่อไปนี้ เป็นคำถามที่ต้องการคำตอบ

- หนังสือราคากี่บาท
- ขนมราคาเท่าไร
- มานะและมั่งมีได้รับเงินไปคนละกี่บาท
- เงินที่เหลือจากการซื้อหนังสือและค่าอาหารกลางวันครั้งแรก สามารถนำไปจ่าย เป็นค่าหนังสือและอาหารกลางวันได้อีกหรือไม่
- มานะและมั่งมีจะสามารถซื้อหนังสือได้อีกกี่เล่ม

ปัญหาข้อที่ 2 คุณแม่ซื้อส้มโอ 3 ลูก ราคา 90 บาท ส้มโอราคาลูกละกี่บาท จงพิจารณาว่าคำถามใดต่อไปนี้ ใช้วิธีการแก้ปัญหาเหมือนกับการแก้ปัญหาข้อที่ 2

- ดินสอ 1 แท่ง ราคา 3 บาท ดินสอ 90 แท่ง ราคาเท่าไร
- ในขวดมีลูกแก้ว 90 ลูก ถ้าใส่ลูกแก้วในขวดอีก 3 ลูก จะมีลูกแก้วในขวดทั้งหมดที่ลูก
- ซื้อถุงมือ 3 คู่ คิดเป็นเงิน 90 บาท ถุงมือแต่ละคู่ราคาเท่าไร
- มีมะนาว 90 ลูก ในตะกร้า แม่ค้าหยิบมะนาวที่เสียออก 3 ลูก จะมีมะนาวเหลืออยู่ในตะกร้ากี่ลูก
- เสื้อนักเรียนราคาตัวละ 90 บาท ถ้าซื้อเสื้อ 3 ตัว คิดเป็นเงินเท่าไร

เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหา

1. ความเข้าใจปัญหา
   - 2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
   - 1 คะแนน สำหรับการเข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
   - 0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย

2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา
   2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูก
   1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูก แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
   0 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา
   2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
   1 คะแนน สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูก
   0 คะแนน สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
4. การตอบ
   2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้องสมบูรณ์
   1 คะแนน สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด
   0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 104-106) เสนอแนวคิดว่าครูและนักเรียนอาจร่วมกันประเมินผลการแก้ปัญหาได้ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา
2. การวางแผน
3. การดำเนินการแก้ปัญหา
4. การตรวจความถูกต้อง

ผลที่ได้จากการแก้ปัญหาจะเป็นข้อมูลที่ครูหรือผู้เกี่ยวข้องใช้ประเมินความรู้ความสามารถของนักเรียนได้โดยตรงและนักเรียนยังใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองพร้อมทั้งจัดเก็บผลงานไว้ในแฟ้มสะสมงานได้อีกด้วย การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีรายการประเมินที่แสดงถึงความเข้าใจปัญหา การวางแผนในการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบแล้วมองย้อนกลับไปยังขั้นตอนต่างๆเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น ๆ

ในการประเมินผลตามรายการประเมินดังกล่าวข้างต้น ครูจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่มีรายละเอียดไม่มากจนเป็นการสร้างแรงกดดันให้กับนักเรียน แต่ครูควรมีบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนมีหลักฐานแสดงความสามารถในการมองปัญหาย้อนกลับไปยังขั้นตอนแก้ปัญหาต่าง ๆ

เพื่อตรวจสอบถึงคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ มีการปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้ชัดเจนและเหมาะสมกว่าเดิม ตลอดจนสามารถขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักทั่วไปได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกล่าวว่าการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 องค์ประกอบ คือ ความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ที่แบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 นอกจากนี้ครูอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัญหาให้แตกต่างกันตามน้ำหนักของเนื้อหาหรือความเหมาะสมได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3	ดี	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3	ดี	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหา	3	ดี	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1	ต้องปรับปรุง	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
4. การสรุปคำตอบ	3	ดี	สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2	พอใช้	สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	ไม่มีการสรุปคำตอบ

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, (2546), คู่มือวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์, กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2547, น. 22-25) ได้รวบรวมแนวทางการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งนำเสนอเกณฑ์การให้คะแนน 3 แบบ

แบบที่ 1 การให้คะแนนตามรูปแบบของซีเทล (Szetele)

ซีเทล (Szetele) เสนอการประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าครูควรประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของเด็ก โดยใช้เกณฑ์คะแนนง่าย ๆ ดังนี้

0 คะแนน ถ้าเด็กไม่ได้แสดงความคิดแก้ปัญหาได้เลย กระดาษคำตอบอาจว่างเปล่า ไม่มีการตอบคำถาม หรือแสดงวิธีการแก้ปัญหาเอาไว้เลย

1 คะแนน ถ้าเด็กได้พยายามตอบคำถาม แต่คำถามที่ให้ไม่มีเหตุผล หรือตอบไม่ตรงคำถาม

2 คะแนน ถ้าเด็กแสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจในตัวคำถาม สามารถตอบคำถามได้บ้างแต่ไม่สมบูรณ์ มีวิธีที่ยังมีความสับสนอยู่

3 คะแนน ถ้าเด็กเข้าใจคำถามได้ดี สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง มีเหตุผลพอสมควรการอ้างอิงถูกต้อง แต่วิธีทำยังขาดความสมบูรณ์ขาดความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนต่างๆ หรือมีข้อผิดพลาดบกพร่องบ้าง

4 คะแนน ถ้าเด็กเข้าใจคำถามดี ตอบคำถามและแสดงวิธีทำในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ มีเหตุมีผลและอ้างอิงถูกต้อง

แบบที่ 2 การให้คะแนนตามรูปแบบของชาร์ลส์ (Chares)

ชาร์ลส์ (Charles) ได้เสนอเกณฑ์ให้คะแนนอีกวิธีหนึ่งที่เรียนกว่าการให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic Scoring Scales) ในแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ซึ่งแบ่งให้คะแนนออกเป็น 3 ตอน แต่ละตอนมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินความเข้าใจปัญหา

0 คะแนน ถ้าไม่เข้าใจปัญหาเลย

1 คะแนน ถ้าเข้าใจปัญหาเพียงบางส่วนหรือเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายตัวปัญหาบางส่วนผิดพลาด

2 คะแนน ถ้าเข้าใจตัวปัญหาอย่างถูกต้องสมบูรณ์

ตอนที่ 2 การวางแผนปัญหา

0 คะแนน ถ้าไม่ได้มีความพยายามในการวางแผน
หรือวางแผนไม่ถูกต้องไม่ได้มีแนวทางแก้ปัญหาได้เลย

1 คะแนน ถ้าการวางแผนมีส่วนถูกอยู่บ้าง สามารถนำปัญหาบางส่วน
มากำหนดเป็นขั้นตอนเพื่อใช้วิธีแก้ปัญหาได้

2 คะแนน ถ้าสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม
นำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์

ตอนที่ 3 การได้คำตอบ

0 คะแนน ถ้าไม่มีคำตอบหรือคำตอบที่ผิด ๆ หลงทาง
เนื่องจากการวางแผนที่ผิดพลาดแต่แรก

1 คะแนน ถ้ามีการเขียนคำตอบหรือวิธีทำที่ผิด เนื่องจากการลอกโจทย์ผิด
คำนวณผิด ทำให้ได้คำตอบผิด แต่มีความเข้าใจถูกต้องอยู่บ้าง
คำตอบบางส่วนมีความถูกต้อง

2 คะแนน ถ้าคำตอบถูกต้อง เขียนอธิบายวิธีทำถูกต้องสมบูรณ์

แบบที่ 3 การให้คะแนนตามรูปแบบของชาร์ลส์ เลซเตอร์ และโอเฟเฟอร์ (Charies, Lester and O'Deffer)

Charies, Lester and O'Detter (1978, อ้างถึงใน สมศักดิ์ โสภณพินิจ, 2547, น. 22 - 25) ได้เสนอวิธีการให้คะแนนที่เรียกว่าการให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic Scoring Scale) โดยกำหนดให้คะแนนเต็ม 4 คะแนน ถ้าสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องมากน้อยต่างกัน จะได้คะแนนลดหลั่นกันตามส่วน ดังนี้

0 คะแนน นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เลย
แม้จะมีรอยขีดเขียนอยู่บ้างก็ไม่ได้ใกล้เคียง
หรือสู่ทางว่าจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้

1 คะแนน ผู้เรียนมีความเข้าใจในโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง
ได้แสดงการคิดคำนวณที่ถูกต้องบ้างเล็กน้อย
แสดงให้เห็นว่าเขารู้วิธีทำที่ถูกต้องแต่ไม่สามารถทำจนสำเร็จได้

2 คะแนน มีวิธีการคำนวณที่ถูกต้อง ได้แสดงวิธีทำอย่างมีเหตุผล
แต่รายละเอียดของการคิดคำนวณยังผิดอยู่
ส่วนใหญ่เป็นความผิดจากการเข้าใจผิด
หรือมีความบกพร่องในขั้นตอนการคำนวณ

3 คะแนน สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เกือบถูกต้องสมบูรณ์ วิธีการถูกต้องตามขั้นตอนต่าง ๆ แต่มีข้อผิดพลาดบกพร่องในรายละเอียดบางประการ เช่น ไม่ได้ระบุเงื่อนไขที่จะเป็นการประกอบคำอธิบายหรือวิธีทำถูกต้องทั้งหมด แต่ตอบในขั้นสุดท้ายผิดพลาด

4 คะแนน มีความถูกต้องทั้งวิธีทำและรายละเอียดของการคิดคำนวณ

อัมพร ม้าคนอง (2553, น. 173-174) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. การแก้ปัญหาได้ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการหาคำตอบ ผลเฉลยหรือแนวทางในการจัดการกับปัญหา

2. การสร้างโจทย์หรือประเด็นปัญหา เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ อันจะนำไปสู่การสร้างโจทย์ปัญหา สถานการณ์หรือคำถาม

3. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธี

4. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นความสามารถในการพิจารณาคำตอบหรือการแก้ปัญหาที่ได้ว่าเหมาะสม สอดคล้อง และสมเหตุสมผลเพียงใด

5. การขยายความคิดจากผลการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการนำผลจากการแก้ปัญหาไปคิดต่อ เช่น การมองเห็นรูปทั่วไป การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นเมื่อเงื่อนไขของปัญหาเปลี่ยนไป

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ไม่ใช่การวัดให้คะแนนคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานั้น ๆ เพียงอย่างเดียว แต่รวมถึงการวัดและประเมินความสามารถในการเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย และกระบวนการของการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งผู้วัดได้ให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สิ่งที่มีความสำคัญประการหนึ่งในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ปัจจัยที่จะทำให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จ ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้เสนอปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Polya (1957, p. 225) กล่าวว่า สิ่งที่สัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นสิ่งที่มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ คือ

1. ความสามารถในการอ่านเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหา เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาข้อนั้นแล้ว จะต้องสามารถจับความได้ว่า โจทย์ปัญหาข้อนั้นต้องการให้หาคำตอบเกี่ยวกับอะไร โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง ข้อมูลที่กำหนดให้มีเงื่อนไขหรือข้อกำหนดอย่างไรบ้าง
2. ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดไว้ และประยุกต์ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมของตน เพื่อทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. ความสามารถในการแปลงสิ่งที่กำหนดให้ในโจทย์เป็นประโยคสัญลักษณ์
4. ความสามารถในการวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา
5. ความสามารถในการคิดคำนวณ เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องของโจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องมีพื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวนและตัวเลข ตลอดจนมีทักษะในการคำนวณต่าง ๆ อย่างคล่องแคล่ว
6. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบเพื่อให้มั่นใจว่า คำตอบที่คำนวณได้นั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้องและสมบูรณ์ของโจทย์ปัญหาข้อนั้น

Clyde (1967, p. 112) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยสรุป ได้แก่ วุฒิภาวะ ประสบการณ์และความสามารถในการอ่านของนักเรียน

Henny (1971, pp. 223-224) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่ามีปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. ความสามารถในการเข้าใจคำพูด
2. ความเข้าใจแนวคิดของปัญหา
3. การตีความของปัญหาอย่างมีเหตุผล
4. การคิดคำนวณที่ถูกต้อง

Adams, et al. (1977, pp. 174-175) กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลถึงความสามารถในการแก้ปัญหา 3 ด้าน คือ

1. สติปัญญา (Intelligence) การแก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูง สติปัญญาจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งประการหนึ่งในการแก้ปัญหา องค์ประกอบของสติปัญญามีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา คือ องค์ประกอบทางปริมาณ (Quantitative Factors) ดังนั้นนักเรียนบางคนอาจมีความสามารถในองค์ประกอบทางด้านภาษา (Verbal Factors) แต่อาจด้อยในความสามารถที่ไม่ใช่ภาษาหรือทางด้านปริมาณ

2. การอ่าน (Reading) การอ่านเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา เพราะการแก้ปัญหาต้องอ่านอย่างรอบคอบ อ่านอย่างวิเคราะห์อันจะนำไปสู่การตัดสินใจว่าควรจะทำอะไรและอย่างไร มีนักเรียนจำนวนมากที่มีความสามารถในการอ่านแต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

3. ทักษะพื้นฐาน (Basic Skill) หลังจากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและตัดสินใจว่าจะทำอะไรแล้วก็ยังเหลือขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบถูกต้องเหมาะสม นั่นคือนักเรียนจะต้องรู้การดำเนินการต่าง ๆ ที่จำเป็นซึ่งก็คือทักษะพื้นฐานนั่นเอง

Charles and Lester (1982, pp. 10-12) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหาทำนองเดียวกันกับบารู โดยพิจารณาถึงองค์ประกอบของการแก้ปัญหา 3 ด้าน คือ

1. ด้านประสบการณ์ ทั้งที่เป็นสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์ในตัวผู้แก้ปัญหา

2. ด้านความรู้สึก เช่น ความสนใจ ความอดทน ความพากเพียร การกระตุ้น ความกดดัน ความวิตกกังวล และอื่น ๆ

3. ด้านสติปัญญาและความคิด เช่น ความสามารถในการอ่าน ความสามารถในการวิเคราะห์ ความสามารถในเชิงมิติสัมพันธ์ ความสามารถในการให้เหตุผล ทักษะการคิดคำนวณและอื่น ๆ

Heimer and Trueblood (1977, pp. 30-32) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะการรู้คำศัพท์ในโจทย์จะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2. ทักษะการคำนวณ

3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

5. การคาดคะเนคำตอบ

6. การเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป

8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

Zalewski (1978) กล่าวถึง ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ให้ประสบผลสำเร็จ สรุปได้ว่ามีปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. ความเข้าใจในการอ่านศัพท์ การตีความจากกราฟและตาราง

2. ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการใช้สัญลักษณ์

4. ความสามารถในการจัดกระทำ

5. การมีทักษะในการคำนวณ

Baroody (1993, pp. 2-10) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ ความคิด ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนคติและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก เป็นแรงขับในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจและความเชื่อของนักเรียน

3. องค์ประกอบด้านการสังเคราะห์ความคิด เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหาซึ่งนักเรียนจะตอบตนเองได้ว่าทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาและจะติดตามควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

Cruikshark and Sheffield (2000, pp. 105-120) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
2. ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของคณิตศาสตร์
3. ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง
4. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
5. ความสามารถทางสมองของนักเรียน

สมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991, p. 57) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เนื่องจากผู้เรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง ผู้เรียนต้องอ่านอย่างรอบคอบ วิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์นิยาม มโนมติและข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อที่จะได้ตัดสินใจว่าควรทำอะไรและอย่างไร เป็นการแสดงออกถึงศักยภาพทางสมองของผู้เรียนในการนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่เผชิญอยู่

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอยู่เสมอ ย่อมมีโอกาสที่จะพบปัญหาต่าง ๆ หลายรูปแบบ ทั้งที่มีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึง หรือแตกต่างกัน การเผชิญกับปัญหาที่แปลกใหม่ การเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมจะเป็นการสั่งสมประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการใช้เหตุผล เมื่อทำความเข้าใจกับปัญหา และวางแผนการปัญหาเรียบร้อยแล้ว ก็ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งบาง

ปัญหาต้องใช้การคิดคำนวณ บางปัญหาต้องใช้กระบวนการใช้เหตุผล ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจในกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่าที่จาเป็นและเพียงพอในระดับของตน

4. แรงขับ ในการแก้ปัญหาผู้เรียนจะพบปัญหาที่แปลกใหม่หรือที่ไม่เคยพบเจอมาก่อน ปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบในทันทีทันใด ต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อจะหาคำตอบให้ได้ จึงจำเป็นที่ผู้เรียนต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้มาจากความสนใจ เจตคติ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งแรงขับนี้ผู้เรียนต้องใช้เวลาในการบ่มเพาะมายาวนาน

5. ความยืดหยุ่น การจะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี ผู้เรียนต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ไม่ยึดติดกับรูปแบบ การแก้ปัญหาแบบใดแบบหนึ่ง หรือยึดติดรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่ต้องยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการแก้ปัญหา โดยบูรณาการความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

6. ความรู้พื้นฐานปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ผู้เรียนต้องมีความรู้พื้นฐานที่ดีพอสามารถนามาใช้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับสาระของปัญหาระดับสติปัญญา การแก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูง สติปัญญาจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งประการหนึ่งในการแก้ปัญหา ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้ที่มีสติปัญญาดีจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้ที่มีสติปัญญาที่ด้อยกว่า

7. การอบรมเลี้ยงดูผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่มีการเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย ให้โอกาสแสดงความคิดเห็น คิดและตัดสินใจได้ด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่เลี้ยงแบบปล่อยปละละเลย หรือเข้มงวดเกินไป

8. วิธีสอนของผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ มีเหตุผล ให้ความสำคัญกับการคิดของผู้เรียน ย่อมส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่าแบบที่บทบาทการเรียนการสอนตกอยู่ที่ผู้สอนแต่เพียงฝ่ายเดียว นอกจากนี้การจัดสภาพแวดล้อมก็มีผลที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนเช่นกัน

ผกาทิพย์ รันสูงเนิน (2555, น. 104) กล่าวว่า ปัจจัยสาเหตุความสามารถด้านภาษา ความสามารถด้านตัวเลข พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการสอนของครู และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ล้วนมีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สุรีพร เปรมปรีดิ์ (2555, น. 83) กล่าวว่าปัจจัยบางประการ ได้แก่ ความสามารถด้านตัวเลข ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล เจตคติต่อครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ และนิสัยในการเรียนมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชลธิชา ใจพนัส (2556, น. 286-287) กล่าวว่า ตัวแปรปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการเปลี่ยนภาษาโจทย์

เป็นภาษาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดคำนวณ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

สำรวย หาญห้าว (2560, น. 151-152) กล่าวว่า พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน และการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยหลาย ๆ งานวิจัย พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความสามารถในการคิดคำนวณ ความสามารถในการอ่านทำความเข้าใจปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนโจทย์ภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ เจตคติต่อวิชาและผู้สอน ความคิดยืดหยุ่น แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ วิธีการสอนของครู การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ความตั้งใจเรียน ความซับซ้อนของโจทย์ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนักการศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.3.1 ความสามารถในการคิดคำนวณ

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดคำนวณ ซึ่งมีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น ความสามารถด้านตัวเลข (Numerical Ability) ความสามารถด้านจำนวน (Number Factor) เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเรียกความสามารถในด้านนี้ว่า ความสามารถในการคิดคำนวณ (Quantitative Ability) และมีผู้ให้ความหมายเกี่ยวกับความสามารถในการคิดคำนวณ ความสามารถด้านตัวเลข หรือความสามารถด้านจำนวน ไว้ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541, น. 93) กล่าวว่า ความสามารถด้านตัวเลข เป็นความสามารถด้านความสัมพันธ์ของปริมาณ จำนวนหรือด้านคณิตศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายใหญ่ของการวัดความสามารถด้านนี้ เพื่อตรวจสอบว่า ผู้ตอบมีมโนภาพทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด ไม่ใช่ดูเพียงการจำกฎเกณฑ์ ทฤษฎี และวิธีการเท่านั้น แต่จะต้องดูให้ลึกลงไปในแง่ของความสัมพันธ์ของปริมาณตัวเลข

ศิวพร ไชยพยอม (2550, น. 11) กล่าวว่า ความสามารถด้านตัวเลข หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณที่เกี่ยวกับตัวเลข มีความเข้าใจในความสัมพันธ์ของปริมาณจำนวน มีทักษะในการใช้เครื่องหมาย บวก ลบ คูณ หาร อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวเลขได้อย่างลึกซึ้งถูกต้อง ซึ่ง ประกอบด้วยความสามารถ 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านทักษะ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณเบื้องต้น โดยอาศัยความรู้พื้นฐานเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ สามารถบวก ลบ คูณ หาร ตัวเลขได้คล่องแคล่ว ถูกต้องและ รวดเร็ว

2. ด้านตัวเลขอนุกรมหลายชั้น หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณตัวเลขด้านวิธีการทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน เพื่อค้นหาระบบความสัมพันธ์ กฎเกณฑ์ หรือการเปลี่ยนแปลงของลำดับตัวเลขที่กำหนดให้ทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ

3. ด้านคณิตศาสตร์เหตุผล หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจหลักการ วิธีการ การแปลความ การตีความ การขยายความ การไล่เลียงหาเหตุผล การเปรียบเทียบ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มโนภาพ ขั้นตอนการพิสูจน์ และประเมินค่า

สุรีพร เปรมปรีดิ์ (2555, น. 30) กลว่าว่า ความสามารถด้านตัวเลข หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหาความสัมพันธ์ของปริมาณจำนวน หรือด้านคณิตศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 3 แบบ คือ ตัวเลข อนุกรมธรรมดา คณิตศาสตร์เหตุผล และการเปรียบเทียบปริมาณ

ผกาทิพย์ รันสูงเนิน (2555, น. 34) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดคำนวณที่เกี่ยวกับตัวเลข มีความเข้าใจในความสัมพันธ์ของปริมาณจำนวน มีทักษะในการใช้เครื่องหมาย บวก ลบ คูณ หาร อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวเลขได้ถูกต้อง

ชลธิชา ใจพนัส (2556, น. 20-21) ให้ความหมายของความสามารถในการคิดคำนวณว่าเป็นความสามารถในการบวก ลบ คูณ หารจำนวน หรืออื่น ๆ ตามที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องจนเกิดความชำนาญและรวดเร็ว โดยใช้วิธีการตามที่วางแผนไว้และสามารถดำเนินตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าความสามารถในการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณที่เกี่ยวกับตัวเลข โดยมีทักษะในการใช้เครื่องหมายการบวก ลบ คูณ หารจำนวนอย่างถูกต้องและรวดเร็ว รวมทั้งสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณตัวเลขได้ถูกต้อง

2.3.2 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

จักรี วัฒนะ (2548, น. 5) ได้ให้ความหมายของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ว่าเป็นความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความรู้สึกที่เกิดจากประสบการณ์และการเรียนรู้ที่แสดงออกมาได้ทางใดทางหนึ่ง

ศิวพร ไชยพยอม (2550, น. 12) ให้ความหมายของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ว่าเป็นความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ซึ่งความรู้สึก ดังกล่าว

จะเป็นตัวกำหนดและส่งผลให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่มี ทิศทางใด ทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางบวกคือ ชอบ พอใจ หรือในทางลบคือ ไม่ชอบ ไม่พอใจ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

แฉล้ม อินวารี (2552, น. 7) ให้ความหมายของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ว่าเป็นความรู้สึกหรือความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับคุณประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ความสำคัญของเนื้อหาและการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนหลังจากที่ได้รับประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นความรู้สึกทางบวก เป็นกลางหรือทางลบก็ได้ โดยวัดจากแบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ชลธิชา ใจพนัส (2556, น. 27) ให้ความหมายของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า ความคิดเห็น ความรู้สึกทางจิตใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่แสดงออกมา ซึ่งมีทั้งที่เป็นในทางบวกและทางลบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคลด้วย เช่น ชอบ ไม่ชอบ เป็นต้น และเจตคติของแต่ละบุคคล นั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือสร้างขึ้นใหม่ได้โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่

อัมพร ม้าคนอง (2556, น. 16) กล่าวว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นผลให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมในลักษณะต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ เช่น ตระหนักในคุณค่าหรือประโยชน์ของคณิตศาสตร์ขอบหรือพอใจที่จะเรียนคณิตศาสตร์ พร้อมที่จะเรียนหรือแข่งขันทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ที่เกิดจากประสบการณ์และการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล เป็นผลให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมในลักษณะต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์

2.3.3 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีการศึกษาหลายท่านกล่าวถึง ไว้ดังนี้

ศิวพร ไชยพยอม (2550, น. 12) กล่าวถึง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ว่าหมายถึงการที่นักเรียนมองเห็นคุณค่าของการเรียนคณิตศาสตร์ ทำให้แสดงพฤติกรรมหรือกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ด้วยความเต็มใจ พอใจและยินดีในผลงานของตน ทำด้วยความอยากทำ ไม่หวังผลตอบแทนใด ๆ โดยมีจุดหมายปลายทางอยู่ที่การบรรลุผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์

ชลธิชา ใจพนัส (2556, น. 34) กล่าวถึงความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ว่า เป็นความปรารถนา คาดหวังที่จะประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เมื่อเจออุปสรรคก็จะพยายามแก้ไขเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งความพยายามของแต่ละบุคคลที่จะมุ่งสู่ความสำเร็จก็จะแตกต่างกันไป และเมื่อประสบความสำเร็จก็ส่งผลให้เกิดความภาคภูมิใจในความสำเร็จนั้น ๆ

เฉลิมสิน สิงห์สนอง (2559, น. 40) กล่าวว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความปรารถนาที่จะประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคต่าง ๆ และพยายามหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่จะนำตนเองไปสู่ความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางเอาไว้ ประกอบด้วยความกระตือรือร้น ความรับผิดชอบต่อการเรียนและการคาดการณ์ล่วงหน้า

สุภาภรณ์ อุดมทรัพย์ (2555, น. 33) กล่าวว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง ความต้องการที่จะทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้ลุล่วงไปด้วยดีพร้อมจะเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ และพยายามทำให้ดีกว่าบุคคลอื่น ๆ เพื่อให้ได้มาตรฐานอันดีเยี่ยม

สุรางค์ โค้วตระกูล (2553, น. 172-173) ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แรงจูงใจที่เป็นแรงขับให้บุคคลพยายามที่จะประกอบพฤติกรรมที่จะประสบสัมฤทธิผลตามมาตรฐานความเป็นเลิศ (Standard of Excellence) ที่ตนเองตั้งไว้ บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์จะไม่ทำงานเพราะหวังรางวัล แต่ทำเพื่อประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

รังสรรค์ โฉมยา (2553, น. 294) ได้ให้ความหมายแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไว้ว่าการกระทำการเพื่อให้ได้มาซึ่งความต้องการความสำเร็จ โดยมิได้หวังรางวัลตอบแทนจากการกระทำของตนเอง เป็นความต้องการที่จะทำให้ดีที่สุดและทำให้สำเร็จผลตามที่ตั้งใจไว้เมื่อตนทำอะไรสำเร็จได้ ก็จะเป็นแรงกระตุ้นให้ทำงานอื่นสำเร็จต่อไป

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความปรารถนาที่จะประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคและพยายามหาวิธีการต่าง ๆ มาแก้ปัญหาด้วยความกระตือรือร้น เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ และจะเป็นแรงกระตุ้นให้ทำงานอื่นสำเร็จต่อไป

2.3.4 ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ มีการศึกษาหลายท่านกล่าวถึง ไว้ดังนี้

Bloom (1976, pp. 167-169) กล่าวว่า ความรู้พื้นฐานของนักเรียน มีส่วนอยู่ในความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์การเรียนตอนปลายเทอม 50% หมายความว่า ถ้านักเรียนทุกคนมีพื้นฐานความรู้ในการเรียนวิชาใดวิชาหนึ่งเท่ากันหมด นั่นคือค่าความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์การเรียนตอนปลายเทอมลดลง 50% ซึ่งลดการลดค่าความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์การเรียนตอนปลายเทอมก็เท่ากับลดความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนนั่นเอง

ยุพิน พิพิธกุล (2536, น. 1) กล่าวไว้สรุปได้ว่า พื้นฐานความรู้เดิม หมายถึง ความรู้ทักษะ และแสดงความสามารถในเรื่องต้น ๆ ที่เป็นพื้นฐานจำเป็นในการเรียนเรื่องต่อไปพื้นฐานความรู้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ความสามารถพื้นฐานทั่วไปที่จำเป็นในการเริ่มต้นหน่วยการเรียนการสอน และพื้นฐานความรู้เฉพาะที่ได้เรียนมาแล้วในหน่วยการเรียนการสอนก่อน ๆ

สิริชนม์ ปิ่นน้อย (2542, น. 49) กล่าวว่า ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เป็นการเปิดโอกาสให้เด็กได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนด้วยการพูดคุย สนทนา หรือโต้เถียงกันด้วยเหตุผลเกี่ยวกับสิ่งที่รู้ การใช้เหตุผลต่าง ๆ จะเป็นประโยชน์ต่อการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้มากกว่าการถามคำถามกับผู้ใหญ่ ครูสามารถท้าทายความคิดของเด็กด้วยการนำไปสู่ข้อสงสัยเมื่อเด็กพูดคุย สนทนา หรือโต้เถียงกับเพื่อนในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาซึ่งจะเป็นแนวทางที่ทำให้เกิดความคิดทางตรรกะคณิตศาสตร์ได้อีกทางหนึ่ง

พิจิตรา เกษประดิษฐ์ (2552, น. 9) กล่าวว่า ความรู้และทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานที่ช่วยให้เด็กรู้จักแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถในการคิดคำนวณมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิต เพราะในการดำเนินชีวิตตลอดจนการศึกษาและการเรียนรู้ต้องอาศัยทักษะการสังเกต การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การเรียงลำดับ การแก้ปัญหา การคิดคำนวณ การคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อปลูกฝังทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์เมื่อเติบโตขึ้น

ฐิติยา วงศวิทยากูล (2554, น. 17) กล่าวว่า ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องต่อไป

สุภาภรณ์ อุดมทรัพย์ (2555, น. 38) กล่าวว่า ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว ซึ่งจะนำไปเป็นพื้นฐานการเรียนเรื่องต่อไป

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้และทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ในเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือการโต้เถียงกันด้วยเหตุผลผลต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่รู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะนำไปเป็นพื้นฐานจำเป็นในการเรียนเรื่องต่อไป

2.3.5 พฤติกรรมการสอนของครู

จากการศึกษาค้นคว้าพฤติกรรมการสอนของครูมีการศึกษาหลายท่านกล่าวถึง ไว้ดังนี้

ขวัญจิรา อนันต์ (2546, น. 23) ได้ให้ความหมายไว้ว่า พฤติกรรมการสอนของครู หมายถึง การกระทำของครูที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2540, น. 3) สรุปไว้ว่าการสอนเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนดซึ่งต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ของผู้สอน

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2541, น. 11 - 14) ให้ความหมายของพฤติกรรมการสอนไว้ว่า พฤติกรรมที่ครูแสดงออกเกี่ยวกับการเรียนการสอน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปสู่พฤติกรรมที่พึงประสงค์ในหลักสูตรที่เรียน

เฉลิมสิน สิงห์สนอง (2559, น. 60) กล่าวว่า พฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์ หมายถึง การกระทำหรือกิจกรรมที่ครูแสดงออก ด้านเทคนิคและวิธีสอน การใช้สื่อการสอน การใช้หลักจิตวิทยา และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อมุ่งพัฒนานักเรียนทั้งในด้านความรู้ ความสามารถ เจตคติและทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า พฤติกรรมการสอนของครู หมายถึง การกระทำของครูที่เกิดขึ้น ภายใต้สถานการณ์การเรียนการสอน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในหลักสูตรที่เรียน ซึ่งการแสดงออกของครูมีพฤติกรรมทางวาจา เช่น การพูด การอธิบายการใช้คำถาม การออกคำสั่ง การเสริมแรง การใช้สื่อการสอน การตอบคำถามของนักเรียน การทำแบบฝึกหัด รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ด้วย

2.5 การหาคุณภาพของเครื่องมือ

จากการศึกษาการหาคุณภาพของเครื่องมือ ขอนำเสนอในประเด็นของความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือ ความเที่ยงตรง ความยากและอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น ซึ่งมีรายละเอียดไว้ดังนี้

2.5.1 ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือวัดที่ดีจะต้องมีคุณภาพจึงจะช่วยให้การวัดผลที่มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือในเรื่อง ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการหาคุณภาพเครื่องมือไว้ดังต่อไปนี้

บุญชุม ศรีสะอาด (2545, น. 81) กล่าวว่า เครื่องมือรวบรวมข้อมูลจะต้องมีคุณภาพหลายประการประกอบกัน ดังนี้

1. ทุกข้อต้องมีคุณภาพเข้าตามเกณฑ์ในด้านระดับความยากอำนาจจำแนกความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

2. เมื่อนำทุกข้อที่มีคุณภาพตามข้อ 1 มารวมกันเป็นฉบับเครื่องมือทั้งฉบับนั้นจะต้องมีคุณภาพในด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น

สมนึก ภัททิยธนี (2551, น. 193) กล่าวว่า การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบเป็นการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่ามีคุณภาพดีเพียงใด ทั้งลักษณะเป็นรายข้อและทั้งฉบับ ถ้าข้อสอบข้อใดหรือฉบับใดมีคุณภาพดี ก็ควรนำไปใช้แต่ถ้าบกพร่องก็ควรปรับปรุงแก้ไข

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 134) กล่าวว่า เครื่องมือวัดผลที่ดีจะต้องเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพจึงจะช่วยให้การวัดผลมีความถูกต้องเชื่อถือได้และผลการประเมินที่ได้ย่อมเชื่อถือได้ด้วย ดังนั้นก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้จริงจึงควรตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือก่อนทุกครั้งการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือในเรื่อง ความเที่ยงตรงความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก และความเป็นปรนัย

ไพศาล วรคำ (2561, น. 265) กล่าวว่า คุณภาพเครื่องมือ หมายถึงคุณ ลักษณะที่บ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย เช่น ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก เป็นต้น คุณสมบัติที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นเป็นหลัก ส่วนอำนาจจำแนกนั้นจะใช้เฉพาะในกรณีของแบบทดสอบและแบบสอบถาม และความยากจะใช้ได้เฉพาะกรณีแบบทดสอบเท่านั้น

สรุปได้ว่าการหาคุณภาพเครื่องมือ หมายถึง การตรวจสอบหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลที่ต้องมีการหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือเพื่อความถูกต้องและเชื่อถือได้

2.5.2 ความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรง เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพในการทำนายอนาคตของพฤติกรรม หรือเป็นค่าสหสัมพันธ์ของเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับองค์ประกอบที่ต้องการวัด ซึ่งเครื่องมือแต่ละอย่างจะมีจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง ดังนั้นเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายหนึ่งไม่จำเป็นต้องมีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายทั้งหมด (Wainer and Braun, 1988, p. 20) ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเที่ยงตรง (Validity) หรือความตรง (Validity) ไว้ดังต่อไปนี้

พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2551, น. 134-135) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบนั้นมีสิ่งที่ควรพิจารณา ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องที่อ้างถึงการตีความหมายของผลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหรือการประเมินผล มิใช่เป็นความเที่ยงตรงของเครื่องมือ แต่เป็นความเที่ยงตรงของการตีความหมายที่ได้จากผลของการทดสอบ

2. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องของระดับ (Matter of Degree) มิใช่เป็นเรื่องมีหรือไม่ การบอกความเที่ยงตรงของแบบทดสอบควรเสนอเจาะจง เช่น มีความเหยงตรง สูง ปานกลาง หรือต่ำ

3. ความเที่ยงตรงจะเป็นความเที่ยงตรงเฉพาะเรื่องที่ต้องการวัดเสมอ (Specific to Some Particular Use) ไม่มีแบบทดสอบใดที่มีความเที่ยงตรงทุกวัตถุประสงค์ เช่นแบบทดสอบเลขคณิตอาจมีความเที่ยงสูงในการวัดทักษะการคำนวณ แต่มีความเที่ยงตรงต่ำในการวัดเหตุผลเชิงตัวเลข และอาจมีความเที่ยงตรงปานกลางในการคาดคะเนผลการเรียน

4. ความเที่ยงตรงเป็นมโนทัศน์เดียว (Unitary Concept) หมายความว่าความเที่ยงตรงเป็นค่าตัวเลขตัวเดียวที่ได้มาจากหลักฐานหลายแหล่งหลักพื้นฐานที่ใช้ยึดในการตีความหมายของความเที่ยงตรงก็คือเนื้อหาเกณฑ์ที่กำหนดและโครงการ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 99) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ สามารถจำแนกความตรงเป็น 3 ประเภทหลักๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อ เรื่องความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี การตรวจสอบความเที่ยงตรงเป็นกระบวนการรวบรวมและวิเคราะห์หลักฐานเพื่อการสนับสนุนความเหมาะสม และความถูกต้องของการนำคะแนนจากเครื่องมือวัดไปสรุป ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงสามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่องการตรวจสอบความเที่ยงตามเกณฑ์สัมพันธ์และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี

ไพศาล วรคำ (2561, น. 266) กล่าวว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่องหรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด ความเที่ยงตรงจึงถือว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกประเภท เพราะเป็นคุณสมบัติเกี่ยวข้องกับคุณภาพ ด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด เนื่องจากความเที่ยงตรงของค่าวัดจากเครื่องมือวัดเป็นความสัมพันธ์หรือความสอดคล้องระหว่างค่าวัดของเครื่องมือวัดนั้นกับสิ่งที่ต้องการวัดหรือตัวเกณฑ์ ดังนั้น การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรง จึงเป็นการหาความสัมพันธ์หรือความสอดคล้องระหว่างค่าวัดของตัวแปรวิธีการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงจึงขึ้นอยู่กับชนิดของค่าวัดที่ได้จากตัวแปร ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการแสดงหรือหาว่าเครื่องมือวัดนั้น สามารถวัดได้ตรงและครอบคลุมเนื้อหาวิชาการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงมากน้อยเพียงใดโดยการเทียบกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางกำหนดข้อสอบสิ่งกำหนดตัวอย่างหัวข้อเนื้อหาสาระวิชาและพฤติกรรมจากเนื้อหาสาระวิชาทั้งหมด และถือว่าเป็นตัวแทนที่ดีแล้วการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือวัด สามารถพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของวิชา โดยคำนวณจากดัชนีความสอดคล้องของระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ค่า IOC ที่มีค่า 0. 50 ขึ้นไปแสดงว่ามีความสอดคล้องหรือเป็นตัวแทนจุดประสงค์ของวิชา

สำหรับสูตรที่ใช้ในการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบโดยคำนวณจากสูตรของบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 262-263) เป็นดังนี้

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{N} \qquad (2\text{-}1)$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

R_i แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum_{i=1}^{n} R_i$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity) ของค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดที่ต้องการกับค่าที่วัดได้จากเกณฑ์ ซึ่งสามารถคำนวณได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับค่าที่วัดได้ ซึ่งอาจใช้สูตร Pear Product Moment (เมื่อข้อมูลเป็นคะแนนทั้ง 2 ชุด) หรือ Spearman Rank Order (เมื่อข้อมูลเป็นการจัดอันดับ) ซึ่งแยกตามเกณฑ์เป็นการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามสภาพ และการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามพยากรณ์

3. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดขอบเขตความหมาย หรือคุณลักษณะประจำตามโครงสร้างทฤษฎีที่สมมุติขึ้นได้เพียงใด

สรุปได้ว่าความเที่ยงตรงหมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดหรือความสอดคล้องเหมาะของผลที่ได้จากการวัด และการตรวจสอบความเที่ยงตรงนั้นสามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อการตรวจสอบความเที่ยงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี

2.5.3 ความยากและอำนาจจำแนก

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความยากและอำนาจจำแนกไว้ดังต่อนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 138) กล่าวว่า ความยาก (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นก็ง่าย ถ้ามีคนตอบถูกน้อย ข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลาง ข้อสอบข้อนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คนและไม่เกิน 80 คนจากผู้สอบ 100 คนค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมดส่วนอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูง

ไพศาล วรคำ (2561, น. 298-311) กล่าวว่า ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก

ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่า ข้อสอบนั้นง่ายหรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Difficult Index : p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยากหรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ

การหาค่าความยากของข้อสอบโดยทั่วไปจะนิยมหาเฉพาะในการสอบแบบอิงกลุ่ม เพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง 0. 20 – 0. 80 ส่วนในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้นต้องพิจารณาความรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) หรือไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) จึงไม่ค่อยคำนึงถึงความยากของข้อสอบแต่จะพิจารณาพฤติกรรมและเนื้อหาที่ต้องการวัดมากกว่าการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์จึงเป็นการหาเพื่อให้ทราบระดับความยากเท่านั้น ซึ่งถ้ามีการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์ก็มักจะหาทั้งดัชนีความยากก่อนเรียนและดัชนีความยากหลังเรียนโดยใช้สูตรเดียวกับความยากแบบอิงกลุ่ม

การหาความยาก (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยาก (item difficulty index) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก หรือมีดัชนี ความยากต่ำ เช่น แบบทดสอบฉบับหนึ่งนำไปทดลองใช้กับนักเรียน 50 คน ได้ผลดังนี้

ข้อที่ 1 มีนักเรียนตอบถูก 45 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 45/50 = .90
ข้อที่ 2 มีนักเรียนตอบถูก 30 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 30/50 = .60
ข้อที่ 3 มีนักเรียนตอบถูก 25 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 25/50 = .50
ข้อที่ 4 มีนักเรียนตอบถูก 0 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 0/50 = .00
ข้อที่ 5 มีนักเรียนตอบถูก 50 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 50/50 = 1.00
ดังนั้นค่าดัชนีความยากจึงหาได้จาก (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 298)

$$p = \frac{f}{n} \qquad (2\text{-}2)$$

เมื่อ p เป็นดัชนีความยาก
F เป็นจำนวนผู้ตอบถูก
n เป็นจำนวนผู้เข้าสอบ

สำหรับข้อสอบอัตนัยการหาดัชนีความยากจะมีวิธีการแตกต่างไปจากข้อสอบปรนัยบ้างเนื่องจากคะแนนที่เป็นไปได้ของข้อสอบอัตนัยแต่ละข้อไม่ใช่ 0 หรือ 1 เหมือนกับข้อสอบปรนัย การหาดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยทำได้โดยการแบ่งผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่ม ๆ ละเท่า ๆ กัน

คือ กลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ จากนั้นคำนวณหาดัชนีความยากจากสูตรของ (Whitney and Sabers) ส่วนการแปลผลดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยก็ใช้เกณฑ์เดียวกับดัชนีความยากของข้อสอบปรนัย

สำหรับสูตรที่ใช้ในการหาค่าความยากของแบบทดสอบ จะต้องแบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้เทคนิค 25% ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมดโดยคำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 299)

$$p = \frac{S_H + S_L - (2nX_{min})}{2n(X_{max} - X_{min})} \quad (2\text{-}3)$$

เมื่อ p แทน ดัชนีความยาก
S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์
X_{max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ เช่น ในแบบทดสอบข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกก็คือข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้เครื่องมือที่นิยมหาอำนาจจำแนก ได้แก่ แบบทดสอบและแบบสอบถามเทคนิคการหาอำนาจจำแนกมีหลายวิธีตามลักษณะของเครื่องมือ ดังนี้

1. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม มีหลายวิธี
   1.1 เทคนิคร้อยละ 50
   1.2 เทคนิคร้อยละ 27
   1.3 การหาสหพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม
   1.4 การหาสหสัมพันธ์แบบ Point Biserial
2. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หาได้ 2 แบบ ดังนี้
   2.1 ดัชนีอำนาจจำแนกของแบรนแนน (Brennan 's Index : B-Index)
   2.2 ดัชนีความไวของข้อสอบ (Sensitive Index : S)
3. การหาอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัย

ในกรณีของข้อสอบอัตนัยค่าคะแนนในแต่ละข้อจะมีได้หลายค่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตรวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers)

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 225) กล่าวว่าความยากและอำนาจจำแนก หมายถึง สัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก เช่น ข้อสอบข้อหนึ่งมีคนตอบ 100 คนปรากฏว่าตอบถูกเพียง 30 คนแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความระดับความยาก (p) เท่ากับ 0.30 หรือ 30% ดังนั้น ระดับความยากของข้อสอบจึงมีค่าตั้งแต่ 0.00-1.00 ถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกมาก P จะมีค่าสูง (เข้าใกล้ 1) แสดงว่าข้อนั้นง่าย ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกน้อย P จะมีค่าต่ำ (เข้าใกล้ 0) แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก โดยทั่วไปข้อสอบที่มีค่า P ระหว่าง 0.20-0.80 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ และข้อสอบทั้งฉบับควรมีระดับความยากเฉลี่ยประมาณ 0.50 ส่วนอำนาจจำแนก (Discrimination) หรืออำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination Power of The Items) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนก หรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างข้อสอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนออกจากกันได้ โดยถือว่าคนที่เก่งหรือมีความสามารถควรทำข้อสอบนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนหรือไม่มีความสามารถไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ อำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 แต่อำนาจจำแนกที่ดีจะต้องมีค่าบวก ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบปรนัย

$$r = \frac{2(f_H - f_L)}{n} \qquad (2\text{-}4)$$

เมื่อ r เป็นอำนาจจำแนกของข้อสอบ

fH เป็นจำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

fL เป็นจำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

n_H, n_L เป็นจำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ

n เป็นจำนวนผู้ตอบทั้งหมด ($n=n_H + n_L$)

สำหรับการหาอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 309)

$$r_{XY'} = \frac{n\sum XY' - \sum X \sum Y}{\sqrt{\left[n\sum X^2 - (\sum X)^2\right]\left[n\sum Y')^2\right]}} \qquad (2\text{-}5)$$

เมื่อ $r_{XY'}$ เป็นดัชนีอำนาจจำแนกของข้อคำถาม

X เป็นคะแนนของข้อคำถามข้อนั้น

Y แทนคะแนนรวมจากข้อคำถามทั้งหมด (ที่วัดในสิ่งเดียวกัน)

Y' เป็นคะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนั้นออกแล้ว $Y' = Y - X$

n เป็นจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัยคำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 309)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{max} - X_{min})} \quad (2\text{-}6)$$

เมื่อ D แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก

S_U แทน ผลรวมคะแนนนักเรียนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ

S_L แทน ผลรวมคะแนนนักเรียนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ

X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

ความยาก (p)	ความหมาย	อำนาจจำแนก (D)	ความยาก
0.80-1.00	ง่ายมาก	0.60-1.00	ดีมาก
0.60-0.79	ค่อนข้างง่าย	0.40-0.59	ดี
0.40-0.59	ปานกลาง	0.20-0.39	พอใช้
0.20-0.39	ค่อนข้างยาก	0.10-0.19	ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
0.00-0.19	ยากมาก	0.00-0.09	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง

สรุปได้ ว่าความยากข้อสอบเป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บ่งบอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีโอกาสที่จะมีกลุ่มตัวอย่างจะตอบถูกหรือไม่ ถ้ากลุ่มตัวอย่างตอบถูกมากข้อสอบนั้นก็ง่าย ถ้ามีกลุ่มตัวอย่างตอบถูกน้อย ส่วนอำนาจจำแนก คือคุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยกผู้เรียนให้มีความต่างกัน ซึ่งเครื่องมือที่สร้างขึ้นมานั้นจะต้องมีการหาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบสอบด้วย

2.5.4 ความเชื่อมั่น

ความเชื่อมั่น เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดสิ่งที่ต้องการวัดไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งหรือวัดในสภาพการณ์ที่แตกต่างกันจะได้รับผลการวัดคงเดิม (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543, น. 170) ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึง ความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเชื่อมั่นไว้ ดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2552, น. 88) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น ตรงกับภาษาอังกฤษ “Reliability” ซึ่งหมายถึง “Stability and Consistency” ของคะแนนสอบ จึงเป็นที่เข้าใจของกลุ่มนักวัดผลคนไทยว่า Reliability นั้น หมายถึง ระดับความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบจากการทดสอบเรื่องเดียวกันในเวลาใดก็ตาม อย่างไรก็ดีสำหรับการใช้คำนั้นก็อาจใช้คำที่ต่างกันไป เช่น ความเชื่อมั่นความเที่ยง

ไพศาล วรคำ (2561, น. 278) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลายๆครั้ง การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดพัฒนามาจากนิยาม คือความสัมพันธ์กันระหว่างค่าการวัดหลายๆ ครั้งแต่ด้วยเหตุที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้นมักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอเมื่อเวลาผ่านไปจึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธีภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิด คือ

1. การวัดความคงที่ ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลาย ๆ ครั้ง
2. การวัดความสมมูลกันเป็นการวัดแบบที่เป็นคู่ขนานเพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ
3. การวัดความสอดคล้องภายในซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียวแล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัดนั้น

ศิริชัย กาญจนวาลี (2552, น. 59-60) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ และวิธีการประมาณค่าความเชื่อนั้น สามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ โดยมีความหมายและวิธีการประมาณค่า ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ประเภทของความเชื่อมั่นความหมายและวิธีการประมาณค่า

ประเภท	ความหมาย	วิธีประมาณค่า
1. ความเชื่อมั่นแบบคงที่ (Measure of Stability)	ความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกันโดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบเดิม (Test-retrst Method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากคนกลุ่มเดียวกันด้วย เครื่องมือเดียวกัน โดยทำการวัดซ้ำสองครั้งในเวลาต่างที่ต่างกัน

(ต่อ)

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ประเภท	ความหมาย	วิธีประมาณค่า
2. ความเชื่อมั่นแบบความสมมูล (Measure of Equivalent)	ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกันโดยใช้แบบสอบที่สมมูลกัน (Equivalent FormsMethod)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในเวลาเดียวกันจากคนกลุ่มเดียวกันโดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับที่ทัดเทียมกัน
3. ความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน (Measure of Internal Consistency)	ความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายข้อหรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหารายข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัดโดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้ 3.1 วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ (Spilt-half Method) 3.2 วิธีของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson Method) 3.3 วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาศ Cronbach’s Alpha Method) 3.4 วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยหล์ (Hoyt’s Analysis of Variance Method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเป็นเอกพันธ์ระหว่างคะแนนของกลุ่มข้อสอบ 2 กลุ่มจากการวัดด้วยแบบสอบเดียวกันคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากการแบ่งครึ่งข้อสอบที่สมมูลกันเช่นแบ่งเป็นข้อคู่และข้อคู่ จากนั้นจึงใช้สูตรของเปียร์แมน บราวน์คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อ (ซึ่งให้คะแนนแบบ 0,1)และคะแนนรวมจากนั้นจึงใช้สูตรของคเดอร์-ริชาร์ดสัน คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อและคะแนนรวมจากนั้นจึงใช้สูตรคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาควิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางจากนั้นจึงใช้สูตรของฮอยหล์

ในกรณีที่ข้อสอบเป็นแบบความเรียง (Essay Tests) ที่มีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบผู้ตรวจให้คะแนน (Rater) แต่ละคนอาจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนจึงสำคัญมากสำหรับเครื่องมือวัดทักษะนี้ วิธีการง่ายๆในการหาความเชื่อมั่น ระหว่างผู้ให้คะแนนก็คือให้ผู้ตรวจ

ให้คะแนนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ให้คะแนนในแบบทดสอบเดียวกันหรือพฤติกรรมเดียวกันแล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากผู้ตรวจ โดยการหาสัมประสิทธิ์ความพ้องกันหรือดัชนีความสอดคล้องกัน

สูตรการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบคำนวณจากสูตรการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (Cronbach's α - Coefficient) ของ ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 288)

$$a = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum_{t=1}^{k} S_i^2}{S_t^2}\right] \qquad (2\text{-}7)$$

เมื่อ a แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบในแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ไพศาล วรคำ (2561, น. 297) กล่าวว่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (Standard Error of Measurement: SEM) เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความเชื่อมั่นของเครื่องมือ กล่าวคือถ้าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดต่ำ ความเชื่อมั่นจะสูง ในทางกลับกันถ้าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดสูงความเชื่อมั่นจะต่ำ นั่นหมายความว่าถ้าแบบทดสอบใดมีความเชื่อมั่นอย่างแท้จริง คะแนนที่สอบได้นั้นจะเป็นคะแนนจริง (True Score) ถ้ามีการสอบด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกับกลุ่มๆเดียวหลายครั้ง คะแนนของผู้สอบแต่ละคนที่สอบได้จะแตกต่างกันไป การที่คะแนนแตกต่างกันมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหรือถ้าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูงความแตกต่างหรือความของคะแนนจะน้อย ถ้ามีความเชื่อมั่นต่ำความแตกต่างหรือของคะแนนจะมาก การคำนวณหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดจึงเป็นการหาค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนที่สอบได้ (Obtained Scores) กับคะแนนจริง (True Scores) สอดคล้องกับ เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี (2552, น. 97) ที่กล่าวว่า โดยปกติความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดจะมีค่าน้อยมาก และมีความสัมพันธ์กับค่าความเชื่อมั่นค่า SEM จึงเป็นดัชนีที่จะชี้ให้เห็นว่าเมื่อคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดมีค่าน้อยก็ย่อมจะทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสูงขึ้น

สรุปได้ว่า ความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ และวิธีการประมาณค่าความเชื่อนั้น สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การวัดความคงที่ การวัดความสมมูลกัน การวัดความสอดคล้องภายใน

2.6 การวิเคราะห์สมการพยากรณ์

การวิเคราะห์สมการพยากรณ์เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยวัตถุประสงค์ที่จะประมาณหรือพยากรณ์ของตัวแปรตัวหนึ่งจากตัวแปรอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ โดยจะต้องมีการกำหนดหรือทราบค่าตัวแปรอื่น ๆ ล่วงหน้า ในที่นี้เรียกว่าตัวแปรอิสระ จึงจะทำให้ทราบค่าของอีกตัวแปรหนึ่ง ซึ่งในที่นี้เรียกว่าตัวแปรตาม เช่น ถ้าทราบความสัมพันธ์ระหว่างยอดขายกับค่าโฆษณา จะทำให้สามารถประมาณ/พยากรณ์ยอดขายเมื่อกำหนดหรือทราบงบประมาณในการโฆษณา และจะศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของยอดขายเมื่องบประมาณในการโฆษณาเปลี่ยนแปลงไป โดยอาศัยหลักการของการวิเคราะห์การถดถอย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์การถดถอย คือ พยากรณ์ตัวแปรตามในอนาคต เมื่อกำหนดค่าตัวแปรอิสระ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2543, น. 252) ซึ่งมีรายละเอียดไว้ ดังนี้

2.6.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สันไว้ ดังต่อนี้

Ferguson (1981, p. 49) ได้กล่าว เรื่องขนาดและทิศทางของไว้ว่าสหสัมพันธ์เป็นตัววัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเชิงเส้น ค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บอกถึงระดับความสัมพันธ์ว่ามากหรือน้อย ซึ่งคือการเกาะกลุ่มของจุดรอบๆ แนวเส้นตรงว่าใกล้ชิดหรือกระจายห่างจากเส้น โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จะเขียนแทนด้วย r ซึ่งมีค่าระหว่าง -1 ถึง 1

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2542, น. 1) สหสัมพันธ์ (Correlation) แยกเป็นคำ 2 คำ คือ สห ซึ่งหมายถึง ร่วมกันหรือด้วยกัน และ ความสัมพันธ์ หมายถึง ความเกี่ยวข้องกัน เมื่อเหตุการณ์ 2 เหตุการณ์ที่โดยปกติมักเกิดพร้อมกัน จะบอกว่าสองเหตุการณ์นั้นมีสหสัมพันธ์กัน” ยกตัวอย่าง เช่น ความสูง กับ น้ำหนัก

ปิยะธิดา ปัญญา (2560, น. 151-156) ได้กล่าวว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเป็นสถิติที่ใช่ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือข้อมูล 2 ชุด ที่เป็นตัวแปรต่อเนื่อง เช่น การหาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียน วิชาภาษาไทย เป็นต้น

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ตัวแปรที่ศึกษาเป็นตัวแปรต่อเนื่องอยู่ในมาตราวัดอันตรภาคหรือมาตรวัดอัตราส่วน ข้อมูลมีการแจกแจงปกติและมีความสัมพันธ์เชิงเส้น
2. ข้อมูลแต่ละชุดเป็นอิสระต่อกัน

สูตรที่ใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

$$r_{XY} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\left[N\sum X^2 - (\sum X)^2\right]\left[N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\right]}} \quad (2\text{-}8)$$

เมื่อ r_{XY} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

$\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร X

$\sum Y$ แทน ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร Y

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างข้อมูลตัวแปร X และ Y

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร X

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร Y

N แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ชูศรี วงศ์รัตนะ (2560, น. 364) ได้กล่าวว่า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้นมีหลายวิธี ดังที่ได้นำเสนอมาแล้วเมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้แล้ว ผู้วิจัยจะต้องทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (Test of Significant) เพื่อลงข้อสรุปอย่างมั่นใจว่าตัวแปรทั้งสองนั้นมีความสัมพันธ์กันจริงซึ่งการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติมี 2 วิธี ดังนี้

1. วิธีที่ 1 การทดสอบที (t-test) มีสูตร ดังนี้

$$t = \frac{r_{XY}\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{XY}^2}} \quad , \; df = n - 2 \quad (2\text{-}9)$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

r_{XY} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

1.1 ถ้าค่า t คำนวณมากกว่าหรือเท่ากับ t ที่เปิดจากตาราง จะได้ข้อสรุปได้ว่าค่า r ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญทั้งหมดที่กำหนด นั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2 ถ้าค่า t คำนวณน้อยกว่า t ที่เปิดจากตาราง จะได้ข้อสรุปได้ว่า ค่า r ที่คำนวณได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด นั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. วิธีที่ 2 การเปิดตารางค่าวิกฤตของสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันค่าที่ต้องนำมาใช้ในการพิจารณาประกอบการเปิดตารางค่าวิกฤตของสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน คือ ค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดและค่า df=n-2

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ

2.1 ถ้าค่า r คำนวณมากกว่าหรือเท่ากับ r ที่เปิดจากตาราง จะสรุปได้ว่าค่า r ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด นั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในที่นี้จะขอนำเสนอการคำนวณการคำนวรโดยใช้สูตรและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเฉพาะวิธีที่พบบ่อยในการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ได้แก่ การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ในการทำวิจัยผู้วิจัยต้องกำหนดสมมุติฐานการวิจัยและสมมุติฐานทางสถิติเพื่อการทดสอบ ในที่นี้ขอยกตัวอย่างการเขียนสมมุติฐานการวิจัยแบบมีทิศทาง สมมุติฐานการวิจัยแบบไม่มีทิศทางและการเขียนสมมุติฐานทางสถิติ ดังนี้

ตัวอย่างสมมุติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการอ่านจับใจความวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์กันทางบวก (สมมุติฐานการวิจัยแบบมีทิศทาง)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาภาษาไทยและรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์กันทางลบ (สมมุติฐานการวิจัยแบบมีทิศทาง)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทยมีความสัมพันธ์กัน (สมมุติฐานการวิจัยแบบไม่มีทิศทาง)

จากตัวอย่างสมมุติฐานการวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่าทั้งแบบมีทิศทางและไม่มีทิศทาง ดังนั้นในการเขียนสมมุติฐานทางสถิติในส่วนของสมมุติฐานการวิจัย ซึ่งสามารถเป็นไปได้ใน 3 กรณี คือ มีความสัมพันธ์กัน มีความสัมพันธ์กันทางลบ หรือ มีความสัมพันธ์กันทางบวก ดังนี้

H_0 : $p = 0$ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1 : $p \neq 0$ มีความสัมพันธ์กัน

หรือ $H_1 : p < 0$ มีความสัมพันธ์กันทางลบ

หรือ $H_1 : p > 0$ มีความสัมพันธ์กันทางบวก

ตัวอย่างการคำนวณโดยใช้สูตร

การทำวิจัยเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยได้สุ่มตัวอย่างนักเรียนที่เรียนวิชาภาษาไทย มาจำนวน 30 คน แล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทย

จงทดสอบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทยมีความสัมพันธ์กัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หรือไม่

ตารางที่ 2.7 ข้อมูลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Ach) และเจตคติ (Atti) ในการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	Atti (X)	Ach (Y)	คนที่	Atti (X)	Ach (Y)	คนที่	Atti (X)	Ach (Y)
1	12	10	11	10	6	21	11	7
2	9	7	12	8	2	22	7	4
3	9	5	13	10	5	23	8	4
4	8	3	14	7	7	24	8	2
5	7	7	15	15	10	25	10	5
6	9	4	16	12	8	26	12	6
7	9	7	17	10	5	27	9	3
8	8	4	18	12	7	28	12	6
9	6	3	19	12	7	29	11	7
10	8	7	20	9	5	30	10	5
$\sum X = 288, \sum Y = 168, \sum XY = 1{,}691, \sum X^2 = 2{,}884, \sum Y^2 = 1{,}062$								

ขั้นตอนที่ 1 การตั้งสมมุติฐานหลักและสมมุติฐานทางเลือก

$H_0 : p = 0, H_1 : p \neq 0$

ขั้นตอนที่ 2 การเลือกระดับนัยสำคัญ

a = .05

df = n-2 = 30-2 = 28

ดังนั้น ค่าวิกฤตเมื่อเปิดตารางค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันจะได้ค่าวิกฤต $r_{.05,28} = 0.361$

ขั้นตอนที่ 3 การเลือกสถิติทดสอบ

$$r_{XY} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\left[N\sum X^2 - (\sum X)^2\right]\left[N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\right]}}$$

ขั้นตอนที่ 4 การคำนวณค่าสถิติจากตัวอย่าง

$$r_{XY} = \frac{(30)(1,691) - (288)(168)}{\sqrt{\left[(30)(2,884) - (288)^2\right]\left[(30)(1,062) - (168)^2\right]}}$$

$$r_{XY} = \frac{2,346}{3,605.88} = 0.651$$

ขั้นตอนที่ 5 การตัดสินใจ

การทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์มี 2 วิธี เพื่อการตัดสินใจดังนี้

วิธีที่ 1 การทดสอบที (t-test) จากสูตร

แทนค่า $t = \frac{.651\sqrt{30-2}}{\sqrt{1-.651^2}} = 4.533, \ df = n - 2$

ในขั้นตอนการตัดสินใจนี้ผู้วิจัยจะต้องพิจารณาเปรียบเทียบค่า t = 4.533 ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤต $t_{.05/2,28}$ = 2.048 ที่เปิดจากตารางค่าวิกฤต t ที่เปิดจากตารางจึงตัดสินใจปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1

t (4.533) > $t_{.05/2,28}$ (2.048) จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1

สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทยมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีที่ 2 การเปิดตารางค่าวิกฤตของสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ในขั้นตอนการตัดสินใจนี้ผู้วิจัยจะต้องพิจารณาเปรียบเทียบค่าวิกฤต r_{xy} ที่คำนวณได้คือ 0.651 กับค่าวิกฤต $r_{.05,28}$ = 0.361 ที่เปิดจากตาราง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่า r_{xy} ที่คำนวณได้มากกว่าค่า r_{xy} ที่เปิดตารางจึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1

r_{xy} (0.651)> $r_{.05,28}$ (0.361) จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1

สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทยมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพื่อการตัดสินใจทั้งสองวิธีนั้นได้ข้อสรุปเช่นเดียวกัน

สรุปได้ว่า ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน หมายถึง เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้น ที่มีความเกี่ยวข้องกัน เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือข้อมูล 2 ตัว ว่ามีความสหสัมพันธ์กันว่ามีความสัมพันธ์ว่ามากหรือน้อย

2.6.2 การวิเคราะห์สมการพยากรณ์

2.6.2.1 รูปแบบของสมการความถดถอยเชิงซ้อน

กัลยา วานิชย์บัญชา (2543, น. 292-320) กล่าวว่า ถ้ามีตัวแปรอิสระ k ตัว ($X_1,X_2,...,X_k$) ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม Y โดยที่ความสัมพันธ์อยู่ในรูปเชิงเส้น จะได้สมการความถดถอยเชิงซ้อน ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ $X_1,X_2,...,X_k$ ดังนี้

$$Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+...+\beta_kX_k+e \qquad (2\text{-}10)$$

โดยที่ β_0 = ส่วนตัดแกน เมื่อกำหนดให้ $X_1 = X_2 = ...X_k = 0$

$\beta_1,\beta_2...+\beta_k$ เป็นสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงส่วน (Partial Regression Coefficient) โดยที่ค่า β_i เป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม Y เมื่อตัวแปรอิสระ X_i เปลี่ยนไป 1 หน่วย โดยที่ตัวแปรอิสระ X_i เปลี่ยนไป 1 หน่อย โดยที่ตัวแปรอิสระ X ตัวอื่น ๆ มีค่าที่

ตัวอย่าง 1 ผู้จัดการบริษัทซึ่งขายแชมพูสระผมซ่าซ่า เชื่อว่ายอดขายจะขึ้นอยู่กับค่าโฆษณาทางวิทยุจึงเก็บข้อมูลยอดขายและค่าโฆษณาทางวิทยุรายเดือนของ 10 เดือนที่แล้วมาจงทดสอบความเชื่อดังกล่าวที่ระดับนัยสำคัญ .05

เช่น ถ้า X_1 เปลี่ยนไป 1 หน่วย ค่า Y จะเปลี่ยนไป หน่วย โดยที่ $X_1,X_2,..., X_k = 0$ มีค่าคงที่ จากตัวอย่าง จากตัวอย่างที่ 1 ซึ่งเป็นการศึกษาหาความสัมพันธ์ของยอดขายแชมพูสระผมซาซ่ากับค่าโฆษณาทางวิทยุเพื่อประมาณยอดขายเมื่อทราบ/กำหนดค่าโฆษณา แต่จะพบว่าในความเป็นจริงนั้นยอดขายยาสระผมซาซ่าไม่ได้ขึ้นอยู่กับค่าโฆษณาทางวิทยุเพียงอย่างเดียวยังอาจจะขึ้นอยู่กับราคาแชมพูสระผมซาซ่า คุณภาพของแชมพูสระผมซาซ่าขายของแชมพูยี่ห้ออื่น ๆ ซึ่งเป็นคู่แข่งเป็นต้น ดังนั้นถ้าต้องการประมาณยอดขายแชมพูสระผมซาซ่าให้ใกล้เคียงกับยอดขายจริงจึงควรพิจารณานำตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับยอดขายเข้ามาเพิ่มในสมการความถดถอยด้วยแทนที่จะพิจารณาเฉพาะค่าโฆษณาเพียงอย่างเดียวถ้าสนใจประมาณยอดขายโดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างค่าโฆษณากับราคาขายต่อหน่วยจะกำหนดให้

Y : ยอดขายแชมพูสระผมซาซ่า (หน่วย : 10,000 บาท)

X_1 : ค่าโฆษณาทางวิทยุ (หน่วย : 10,000 บาท)

X_2 : ราคาต่อหน่วยของแชมพูสระผมซาซ่า (หน่วย : 10 บาท)

สมการความถดถอยซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ X_1 และ X_2 ในรูปเชิงเส้นจะเป็น $Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+e$ โดยที่ β_0 = ส่วนตัดแกน Y เมื่อ $X_1 = X_2 = 0$

β_1 เป็นค่าที่แสดงถึงยอดขาย (Y) ที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อค่าโฆษณา (X_1) เปลี่ยนไป 10,000 บาท (1 หน่วย) ในขณะที่ราคาขายต่อหน่วย (X_2) คงเดิม

β_2 เป็นยอดขายที่เปลี่ยนไป เมื่อให้ราคาขายต่อหน่วย (X_2) เปลี่ยนไป 10 บาท (1 หน่วย) ในขณะที่ค่าโฆษณา (X_1) คงเดิม

สำหรับความหมายของเครื่องหมายของ β_1 และ β_2 จะเหมือนกับการวิเคราะห์ความถดถอยอย่างง่ายและหน่วยและหน่วยของ β_1 และ β_2 จะเหมือนกับหน่วยของ Y

2.6.2.2 สมมุติฐานของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน

สมมติฐานของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนจะเหมือนกับสมมติฐานของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย โดยที่สมการความถดถอยเชิงซ้อนซ้อนเป็น

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_k X_k + e \qquad (2\text{-}11)$$

สมมติฐานมีดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อน e เป็นตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบปกติ
2. ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็นศูนย์ นั่นคือ E(e)=0
3. ค่าแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบ $V(e)=\sigma_e^2$
4. e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน ;$i \neq j$ นั่นคือ covariance $(e_i, e_j)=0$

2.6.2.3 ความหมายของสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงส่วน

ถ้ามีตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม (Y) 3 ตัวคือ X_1, X_2 และ X_3

สมการความถดถอยเชิงซ้อนคือ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_3 X_3 + e \qquad (2\text{-}12)$$

ค่าประมาณของ Y คือ

$$\hat{Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 \qquad (2\text{-}13)$$

จากสมการที่ (2-13) พารามิเตอร์คือ a, b_1, b_2 และ b_3 โดยที่ a คือ ส่วนหรือระยะตัดแกน Y ซึ่งหมายถึงเมื่อกำหนดให้ $X_1 = X_2 = X_3 = 0$ และ b_1, b_2 และ b_3 เป็นค่าประมาณของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงส่วน ซึ่งมีหน่วยเหมือน Y และมีความหมาย ดังนี้

b_1 เป็นค่าซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ X_1 หมายถึง ถ้า X_1 เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ Y เปลี่ยนไป b_1 หน่วย (ขึ้นอยู่กับเครื่องหมายของ b_1) โดยที่กำหนดให้ตัวแปรอิสระอื่นๆ คือ X_2 และ X_3 มีค่าคงที่

b_2 เป็นค่าซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ X_2 หมายถึง ถ้า X_2 เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ Y เปลี่ยนไป b_2 หน่วย โดยที่กำหนดให้ X_1 และ X_3 มีค่าคงที่

ในทำนองเดียวกัน b_3 จะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ X_3 โดยที่ถ้า X_3 เพิ่มขึ้น 1 หน่วยจะทำให้ Y เปลี่ยนไป b_3 หน่วย โดยกำหนดให้ X_1 และ X_2 มีค่าคงที่

2.6.2.4 การทดสอบสมการความถดถอยเชิงซ้อนโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำแนกแบบทางเดียว

จากสมการความถดถอยเชิงซ้อน

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_k X_k + e \qquad (2\text{-}14)$$

ค่าแปรปรวนของ Y = ค่าความแปรปรวนที่เกิดจากอิทธิพลของ $X_1, X_2, \ldots, X_k$ + ค่าแปรปรวนอย่างสุ่มหรือ SST = SSR+SSE

โดยที่ SST (Sum Square of Total) คือค่าแปรปรวนทั้งหมดของ Y

หรือ $$SST = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \bar{y})^2 \qquad (2\text{-}15)$$

SSR (Sum Square of Total) คือ ค่าแปรปรวนทั้งหมดของ Y เนื่องจากอิทธิพลของ $X_1, \ldots, X_k$

SSE (Sum square of Error) คือ ค่าแปรปรวนของ Y เนื่องจากอิทธิพลอื่น ๆ หรือเรียกว่า ค่าแปรปรวนอย่างสุ่ม

ตารางที่ 2.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจะใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ $X_1, X_2, \ldots, X_k$

แหล่งแปรปรวน (SV)	คงค่าอิสระ (DF)	ผลบวกกำลังสอง(SS)	ผลบวกกำลังสองเฉลี่ย (MS)	F
ความถดถอย (Regression)	k	SSR	MSE = SSE/k	$\frac{MSR}{MSE}$
ความคลาดเคลื่อน (Error)	n-k-1	SSE	MSE= SSE/(n-k-1)	
ผลรวม (Total)	n-1	SST		

โดยที่ SSR = $b'X'Y - n\bar{y}^2$

SST = $\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{y})^2 = Y'Y - n\bar{y}^2$

SSE = $\sum_{i=1}^{n}\left[(a + b_1X_1 + b_2X_2 + \ldots + b_kX_k)\right]^2$

หรือ SSE = SST – SSR = $Y'Y - b'X'Y$

จากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนจะใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ $X_1, X_2, \ldots, X_k$ โดยตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \ldots \beta_k = 0$

$H_1:$ มี β_i อย่างน้อย 1 ค่าที่ $\neq 0$; i = 1,2,...,k

สถิติทดสอบ $F = \frac{MSR}{MSE} = \frac{(b'X'Y - n\bar{y}^2)/k}{Y'Y - b'X'Y / n-k-1)}$

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $F > F_{k,n-k-1,1-a}$

ผลของการทดสอบสมมติฐานอาจจะเป็น

1. ยอมรับสมมติฐาน $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \ldots \beta_k = 0$ ซึ่งสรุปได้ว่า Y ไม่มีความสัมพันธ์กับ X ทั้ง k ตัว ($X_1, X_2, \ldots, X_k$) ในรูปเชิงเส้น

2. ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 หรือ ยอมรับสมมติฐาน H_1 ซึ่งสรุปได้ว่ามี X_i อย่างน้อย 1 ตัว ที่มีความสัมพันธ์กับ Y ในรูปเชิงเส้น จึงต้องทดสอบต่อไปว่า X_i ตัวใดที่มีความสัมพันธ์กับ Y โดยใช้สถิติทดสอบ t

2.6.2.5 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอย

ถ้ามีตัวแปรอิสระ k ตัว ($X_1, X_2, \ldots, X_k$) ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม Y และเมื่อได้ทดสอบ F-test จากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบสมมติฐาน

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \ldots \beta_k = 0$

$H_0:$ มี β_i อย่างน้อย 1 ค่าที่ $\neq 0$; i = 1,2,...,k

1) ยอมรับสมมติฐาน H_0 ถ้า $F < F_{k,n-k-1}$ แสดงว่าตัวแปร Y ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระทั้ง k ตัว ($X_1, X_2, \ldots, X_k$)

2) ปฏิเสธสมมติฐาน H_0ถ้า $F > F_{k,n-k-1}$ แสดงว่ามีตัวแปรอิสระ (X's) อย่างน้อย 1 ตัว ที่มีความสัมพันธ์กับ Y ในกรณีที่เกิด ข. คือ ปฏิเสธ H_0 จะต้องทำการทดสอบต่อไปว่ามี β_i ตัวใดบ้างที่ไม่เท่ากับศูนย์ หรือมี X ตัวใดบ้างที่สัมพันธ์กับ Y โดยการทดสอบสมมติฐาน ดังต่อไปนี้

สมติฐาน

$H_0 : \beta i = 0$

$H_1 : \beta \neq 0; i=1,2,...,k$

สถิติทดสอบ $t=\frac{b_i-0}{S_b}$ หรือใช้สถิติทดสอบ Z ถ้า n มีค่ามาก

เขตปฏิเสธสมมติฐาน H_0

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ $t > t_{1-\alpha/2;n-k-1}$ หรือ $t < t_{1-\alpha/2;n-k-1}$ หรือกล่าวว่าจะปฏิเสธ H_0 ถ้า $|t| > t_{1-\alpha/2;n-k-1}$

ตารางที่ 2.9 รูปการณ์ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอย $\beta_i; i=1,2,...,k$

รูปการณ์ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอย $\beta_i; i=1,2,...,k$	
การทดสอบแบบข้างเดียว	การทดสอบแบบสองข้าง
$H_0:\beta_i=0$	$H_0:\beta_i=0$
$H_1:\beta_i<0$	$H_1:\beta_i\neq0$
(หรือ $H_1:\beta_i<0$)	สถิติทดสอบ
สถิติทดสอบ	$t=b_i/S_{bi}$
$t=b_i/S_{bi}$	เขตปฏิเสธสมมติฐาน H_0 $t > -t_{1-\alpha;n-k-1}$
เขตปฏิเสธสมมติฐาน H_0 $t < -t_{1-\alpha;n-k-1}$	หรือ $t < -t_{1-\alpha;n-k-1}$ หรือ $\|t\| > t_{1-\alpha/2;n-k=1}$)
(หรือ $t > -t_{1-\alpha;n-k-1}$ เมื่อ $H_1:\beta_i>0$)	

2.6.2.6 สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อน (Multiple Coefficient of Determination: R^2 หรือ r^2)

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนจะมีความหมายเหมือนกับความหมายของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเป็นสัดหรือเปอร์เซ็นต์ที่ตัวแปรอิสระ ($X_1, X_2,...,X_k$) สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ Y ได้ หรือกล่าวได้ว่าเป็นสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนเป็นสัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ของความผันแปร Y ที่มีสาเหตุเนื่องจากความผันแปรของ $X_1, X_2,...$ และ X_k โดยที่สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนจะใช้สัญลักษณ์ $R^2_{Y.123...k}$ แต่โดยทั่วไปจะใช้ R^2

$r^2 = R^2$ = ความผันแปรของ Y เนื่องจากอิทธิพลของ $X_1, X_2,...,X_k$ /ความผันแปรทั้งหมด =SSR/SST

หรือ $r^2 = R^2 = (SSR-SST)/SST=1-SSE/SST$ โดยที่ $0 \leq R^2, r^2 \leq 1$

ถ้าค่า R^2 ที่ใกล้ 1 จะหมายถึง $X_1, X_2,...,X_k$ มีความสัมพันธ์กับ Y มาก แต่ถ้า R^2 เข้าใกล้ศูนย์ หมายถึง ค่า $X_1, X_2,...,X_k$ มีความสัมพันธ์กับ Y น้อย

เนื่องจาก SSR จะเพิ่มขึ้นถ้าเพิ่มตัวแปรอิสระ เช่น เดิมมี X_1 และ X_2 ที่มีความสัมพันธ์กับ Y แต่ถ้าเพิ่มตัวแปรอิสระ X_3 เข้าในสมการความถดถอย จะได้ว่า

SSR(X1, X2, X3) >SSR (X1, X2) โดยที่ SSR(X_1, X_2, X_3) หมายถึง SSR ของสมการความถดถอยที่มีตัวแปรอิสระ X_1, X_2 และ X_3

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + e \qquad (2\text{-}16)$$

และ SSR(X_1, X_2) หมายถึง SSR ของสมการความถดถอยที่มีตัวแปรอิสระ X_1 และ X_2

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + e \qquad (2\text{-}17)$$

ดังนั้น เมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระดข้าสมการความถดถอยจะทำให้ค่า R^2 มากขึ้นทั้งที่ตัวแปรอิสระ X ที่เพิ่มอาจจะไม่มีความสัมพันธ์กับ Y เลยก็ได้ จึงมีการปรับค่า R^2 ให้ถูกต้องขึ้น เรียกว่า Adjusted R^2 โดยที่ R_a^2= Adjusted R^2

$$R_a^2 = 1 - \frac{SSE/(n-k-1)}{SST/(n-1)} \qquad (2\text{-}18)$$

หรือ $$R_a^2 = 1 + \frac{(n-1)}{(n-k-1)}(R^2-1) \qquad (2\text{-}19)$$

2.6.2.7 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (Multiple Coefficient of Correlation)

ค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน ได้จากการถอดรากที่สองของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน $= R_{Y.12...k} = R = \sqrt{R^2_{Y.12...k}}$ โดยที่ $0 \le R \le 1$ แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ $X_1, X_2, ...X_k$ ดังนี้

1) R มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่า Y มีความสัมพันธ์กับ $X_1, X_2, ...X_k$ น้อยมาก และถ้า R = 0 แสดงว่า Y ไม่มีความสัมพันธ์กับ $X_1, X_2, ...X_k$ เลย

2) R มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า Y มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระทั้ง k ตัวมีมาก

2.6.2.8 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงส่วน (Coefficients of Partial Correlation)

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงส่วนเป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ X ตัวใดตัวหนึ่งโดยให้ X ตัวอื่น ๆ มีค่าคงที่ เช่นถ้า X ความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระ 3 ตัว X_1,X_2,X_3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงส่วนระหว่าง Y กับ X_i โดยกำหนดให้ X_j และ X_k คงที่ $(i \neq j \neq k)$ จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ X_i จริง ๆ โดยกำจัดอิทธิพลของ X_j และ X_k ที่มีต่อ Y

สัญลักษณ์ของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงส่วนที่ใช้คือ

$r_{Y1.23}$ = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงส่วนระหว่าง Y กับ X_1 โดยกำหนดให้ X_2 และ X_3 มีค่าคงที่ เป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ X_1 โดยให้ X_2 และ X_3 มีค่าคงที่ จึงเป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ X_1 เท่านั้น มิใช่ความสัมพันธ์ของ X_2 และ X_3 กับ Y

$r_{Y1.23}$ = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงส่วนของ Y กับ X_2 โดยกำหนดให้ X_1 และ X_3 มีค่าคงที่

$r_{Y1.23}$ = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงส่วนของ Y กับ X_3 โดยกำหนดให้ X_1 และ X_2 มีค่าคงที่

โดย $-1 \leq r_{Yi;\ jk} \leq 1$ การคำนวณหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงส่วนทำโดยการใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายซึ่งเป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว

สรุปได้ว่า การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงซ้อน ประกอบด้วย รูปแบบของสมการความถดถอยเชิงซ้อน สมมุติฐานของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ความหมายของสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงส่วน การทดสอบสมการความถดถอยเชิงซ้อนโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำแนกแบบทางเดียว การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอย สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้งในและต่างประเทศ พบว่า มีหลายงานวิจัยได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สำรวย หาญห้าว (2560, น. 142-158) ได้ทำการวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อเจตคติและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 250 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านเพศกับเจตคติทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางลบกับเจตคติทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสัมพันธ์ทางลบกับ

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าเท่ากับ -.270 และ -.40 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านจำนวนชั่วโมงที่เรียนเสริม (เรียนพิเศษ) ความสัมพันธ์ทางลบกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าเท่ากับ -.23 และ -.39 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จำนวนชั่วโมงที่ค้นคว้าด้วยตนเองมีความสัมพันธ์ทางลบกับเจตคติทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติมีค่าเท่ากับ -.24 และ -.23 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน ด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน และด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเจตคติทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าเท่ากับ (.428, .373), (.336, .135) และ (.638, .269) ตามลำดับ

เฉลิมสิน สิงห์สนอง (2559, น. 186-187) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในรายวิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวันสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 337 คน ปีการศึกษา 2557 ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการสอนของผู้สอน ความภาคภูมิใจในตนเอง เจตคติ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การรับรู้ความสามารถของตนเอง และความตั้งใจเรียน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 97 ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมต่อความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เรียงตามลำดับ คือ พฤติกรรมการสอนของผู้สอน ความภาคภูมิใจในตนเอง เจตคติ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การรับรู้ความสามารถของตนเอง และความตั้งใจเรียน ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้แก่ พฤติกรรมการสอนของผู้สอน ความภาคภูมิใจในตนเอง เจตคติ และความตั้งใจเรียน ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการรับรู้ความสามารถของตนเอง

สุรีพร เปรมปรีดิ์ (2555, น. 82-83) ได้ทำการวิจัยเรื่องปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 350 คน ซึ่งได้จากวิธีการสุ่มแบบสองขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถด้านตัวเลขส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถทางสมองด้านเหตุผล และนิสัยในการเรียนส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ .455, .095 และ .093 ตามลำดับ ส่วนเจตคติต่อครูผู้สอนวิชา

คณิตศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 29

ผกาทิพย์ รันสูงเนิน (2555, น. 102-103) ได้ทำการวิจัยเรื่องปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 695 คน ซึ่งได้จากวิธีการสุ่มแบบสองขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยสาเหตุความสามารถด้านภาษา ความสามารถด้านตัวเลข พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการสอนของครู มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ส่วนปัจจัยสาเหตุแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ อิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ตัว ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 41.80 และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ฐิติยา วงศ์วิทยากูล (2554, น. 163-173) ได้ทำการวิจัยเรื่องปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอำนาจเจริญจำนวน 357 คน จากโรงเรียน 15 โรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุโดยทางตรงต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะทางภาษา และมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุโดยทางตรงและทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิม เจตคติต่อคณิตศาสตร์ และคุณภาพการสอน ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุโดยทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความตั้งใจเรียน และความมีวินัยในตนเอง ซึ่งปัจจัยเชิงสาเหตุทั้งหมดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิพยากรณ์ (R^2) เท่ากับ .215 แสดงว่าตัวแปรทั้งหมดร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 21.50

ชลธิชา ใจพนัส (2556, น. 78) ได้ทำการวิจัยเรื่องปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 270 คน ผลการวิจัย พบว่าตัวแปรปัจจัยทั้ง 4 ตัวมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .418 – .815 โดยความสามารถในการเปลี่ยนภาษาโจทย์เป็นภาษาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากที่สุด (r = .815) รองลงมา คือ ความสามารถในการคิดคำนวณ (r = .721) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (r = .466) ส่วนตัวแปรปัจจัยเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์น้อยที่สุด (r = .418) เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปของคะแนนมาตรฐาน พบว่า ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ความสามารถในการเปลี่ยนภาษาโจทย์เป็นภาษาคณิตศาสตร์ (B=.636) ปัจจัยความสามารถในการคิดคำนวณและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (B = .143 และB= .085 ตามลำดับ) สำหรับปัจจัยเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แฉล้ม อินวารี (2552, น. 138) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยด้านการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 670 คน ซึ่งได้จากวิธีการสุ่มแบบ 2 ขั้นตอน (Two - Stage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามวัดการรับรู้ของนักเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ และการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .8253, .8925, .8620, .8464, และ .9204 ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรพหุนาม (Multiple Regression: MR) และทำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรเอกนาน (Univar ate Multiple Regression: MR) พบว่า การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวแปรตามทั้งสอง คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .236

ยุทธนา หิรัญ (2551, น. 101-102) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ป.6 โรงเรียนกลุ่ม

มหาสวัสดิ์ สังกัดกรุงเทพมหานคร พบว่า 1) ตัวแปรปัจจัยทั้ง 6 ปัจจัยมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (A = 969) 2) ตัวแปรปัจจัยความสามารถด้านภาษา ความสามารถด้านตัวเลข ความสามารถด้านเหตุผล ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 05 ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นทำความเข้าใจในปัญหาและขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ ปัจจัยด้านความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และ .05 ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นความเข้าใจปัญหา ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา และขั้นวิธีแก้ปัญหา ส่วนตัวแปรปัจจัยด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

นารีรัตน์ สมัครผล (2552, น. 82-83) ได้ทาการวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสานักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 3 ผลการวิจัยพบว่า ความรู้พื้นฐานเดิม ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะทางภาษา แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ คุณภาพการสอน ความตั้งใจเรียน มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 43.00 ตัวแปรที่เป็นสาเหตุโดยทางตรงต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ทักษะทางภาษา ทักษะการคำนวณ และมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ตัวแปรที่เป็นสาเหตุโดยทางตรงและทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ คุณภาพการสอน ความรู้พื้นฐานเดิม และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตัวแปรที่เป็นสาเหตุโดยทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความตั้งใจเรียน

แสงจันทร์ วรรณพันธ์ (2552, น. 114-116) ได้ทาการวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในจังหวัดขอนแก่น ผลการวิจัย พบว่า 1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ ความตั้งใจเรียน ปัจจัยที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการสอน ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางอ้อม ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การรับรู้ความสามารถของตนเอง และบรรยากาศในชั้นเรียน 2) โมเดลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (X^2 = 31.34 df =22 p = 0.089) 3) โมเดลที่พัฒนาขึ้นสามารถ

อธิบายความแปรปรวนของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 55.00 (R^2 = .55)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ พบว่า ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะทางภาษา และมโนภาพเกี่ยวกับตนเอง เป็นปัจจัยสาเหตุโดยทางตรงต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยที่ความรู้พื้นฐานเดิม เจตคติต่อคณิตศาสตร์ และคุณภาพการสอน เป็นทั้งปัจจัยสาเหตุโดยทางตรงและทางอ้อม ส่วนแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความตั้งใจเรียน ความมีวินัยในตนเอง และบรรยากาศในชั้นเรียน เป็นปัจจัยสาเหตุโดยทางอ้อม ซึ่งปัจจัยทั้งหมดมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Majumder (2004, pp. 4077-B) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กรณีบทบาทของความไตรตรอง (Inhibition) ของนักเรียนเกรด 2 กลุ่มตัวอย่างจะถูกถามเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 3 วิธี มีระดับของการคิดต่างกัน ปัญหาแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน และวิธีการแก้ปัญหาของเด็ก ผลการวิจัยพบว่า ความเข้าใจภาษาในการอ่านนั้น เป็นตัวทำนายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูง ความสามารถในการคำนวณ การทำงานของระบบความจำก็เป็นตัวแปรที่สนับสนุนวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่วนการพิจารณาไตรตรองนั้นพบว่ามีบทบาทบ้างในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Poloko Chepete (2008) ได้ศึกษาการสร้างแบบจำลองของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในบอตสวานา โดยมีหกปัจจัยหลักเป็นภูมิหลังของนักเรียนและทัศนคติ (ที่แต่ละระดับ) และโรงเรียนที่มีคุณภาพครูคุณลักษณะและการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ (ที่โรงเรียนระดับ) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น โดยใช้วิธีการสร้างแบบจำลองหลายระดับเป็นสองระดับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์เป็นหน้าที่ของนักเรียนและโรงเรียนระดับปัจจัยบริบท ผลการทดลองพบว่า ประมาณหนึ่งในห้าของความแปรปรวนในการปฏิบัติงานคณิตศาสตร์ระหว่างโรงเรียนและการเรียนรู้ของคณิตศาสตร์ในบอตสวานา ส่วนใหญ่ได้รับการสนับสนุนจากปัจจัยในระดับนักเรียน ที่มีปัจจัยทัศนคติสำหรับส่วนใหญ่ของการเปลี่ยนแปลงมากกว่าปัจจัยภูมิหลังของนักเรียน สำหรับความแตกต่างในลักษณะของนักเรียนทั่วโรงเรียนผลการวิจัยพบว่า โรงเรียนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยในโรงเรียน ตามด้วยความคิดเห็นของนักเรียน (โรงเรียนที่มีคุณภาพ) และมีสมรรถภาพของนักเรียน ในด้านวิชาการได้แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ คุณลักษณะของครูและคุณภาพการสอน

Swangrojn (2004, pp. 2818-A) ได้วิจัยการแก้โจทย์ปัญหาพีชคณิตของนักเรียนเพื่อศึกษายุทธศาสตร์ที่นักเรียนใช้ในการแก้โจทย์และยุทธศาสตร์ที่ครูใช้ในการสอนแก้โจทย์ปัญหา ใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในการแก้โจทย์ปัญหา มีการสังเกต กระบวนการเรียนการสอนเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา โดยกลุ่มตัวอย่างจะเป็นครู 3 คน สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ห้อง และสัมภาษณ์นักเรียน 6 คน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการทดลองนี้ประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา และพบว่า ยุทธศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่มีตัวแปร 2 ตัว มีทั้งการใช้ยุทธศาสตร์ทางพีชคณิตและไม่ใช้ ยุทธศาสตร์ทางพีชคณิต นักเรียนที่มีปัญหาในการแก้โจทย์พีชคณิตในเรื่องการแปลความหมายของปัญหา และสร้างความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาไปเป็นสมการโดยใช้ตัวแปรและสัญลักษณ์ ผลจากการสังเกตพบว่าครูทั้ง 3 คนมีวิธีการสอนที่แตกต่างกันพบว่าครู 2 คน ใช้วิธีการสอนโดยตรง แต่อีกคนกลับใช้วิธีการสอนทางอ้อมโดยให้นักเรียนถาม พูดและตอบ ดังนั้น ศักยภาพของการเรียนการสอนจะเห็นได้จากผลงานของนักเรียนในชั้นเรียนที่สอนโดยครูที่ใช้วิธีสอนโดยตรงน้อยและใช้วิธีถาม - ตอบ จะมีผลการเรียนและผลงานที่น่าพอใจกว่ากลุ่มที่ครูสอนโดยตรง

Diaz and Hernando (2009, pp. 13-31) ได้ศึกษาเกี่ยวกับภาษาพูดและเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ พบว่า ในทางวิศวกรรมศาสตร์ใช้ภาษาพูดเป็นเครื่องมือในการสื่อสารที่สำคัญที่จะอธิบายเกี่ยวกับหลักทางคณิตศาสตร์ เช่น พีชคณิต เลขคณิต และเรขาคณิต ในการเก็บรวบรวมข้อมูลไดแอสและเฮกเตอร์ พบว่า การใช้ภาษาพูดแต่เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจได้ สิ่งที่ต้องดำเนินไปควบคู่กันคือ ความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเขียนอธิบายผลที่ได้ จุดอ่อนของนักศึกษาวิศวะคือ การเขียนสรุป ไม่ใช่ความรู้ทางคณิตศาสตร์แต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้น เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ จึงต้องพัฒนาทั้งสองด้านควบคู่กันไปคือ ความรู้ทางคณิตศาสตร์และภาษาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ พบว่า ทักษะความเข้าใจทางภาษา เป็นตัวที่ทำนายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูง ทั้งยังเป็นเครื่องมือในการสื่อสารที่เกี่ยวกับหลักทางคณิตศาสตร์ แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อการทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจได้ ดังนั้น การพัฒนาความรู้พื้นฐาน และความสามารถในการคำนวณ ก็เป็นตัวแปรที่สนับสนุนที่จะทำให้ประสบผลสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ พฤติกรรมการสอนของครูและคุณภาพการสอน ก็ยังเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับปัจจัยที่ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะเห็นว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้นขึ้นอยู่กับตัวแปรปัจจัยต่าง ๆ ทั้งตัวแปรที่ส่งผลโดยทางตรงหรือทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนต่อไป และเพื่อให้ได้ปัจจัยที่เหมาะสมมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสรุปปัจจัยต่าง ๆ เพื่อคัดเลือกเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 การวิเคราะห์งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ยุทธนา หิรัญ 2551	แฉล้ม อินวารี 2552	นารีรัตน์ สมัครผล 2552	แสงจันทร์ วรรณพันธ์ 2552	ฐิติยา วงศ์วิทยากูล 2554	ผกาทิพย์ รันสูงเนิน 2555	สุรีพร เปรมปรีดิ์ 2555	ชลธิชา ใจพนัส 2556	เฉลิมสิน สิงห์สนอง 2559	สำรวย หาญูห้าว 2560	Swangrojn 2004	Diaz and Hernando H. 2009
ความสามารถด้านภาษา	/	-	/	-	/	/	-	-	-	-	-	-
ความสามารถด้านตัวเลข	/	-	/	-	/	/	/	/	-	-	-	-
ความสามารถด้านเหตุผล	/	-	-	-	-	-	/	-	-	-	-	-
ความวิตกกังวลในการเรียน	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	/	/	-	/	/	-	-	/	/	-	-	-
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน	/	-	/	/	/	/	-	/	/	/	-	-
มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง	-	-	/	-	/	-	-	-	/	-	-	-
คุณภาพการสอน	-	-	/	-	/	-	-	-	-	-	-	-

(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ยุทธนา หิรัญ 2551	แฉล้ม อินวารี 2552	นารีรัตน์ สมัครผล 2552	แสงจันทร์ วรรณพันธ์ 2552	ฐิติยา วงศ์วิทยากูล 2554	ผกาทิพย์ รันสูงเนิน 2555	สุรีพร เปรมปรีดิ์ 2555	ชลธิชา ใจพนัส 2556	เฉลิมสิน สิงห์สนอง 2559	สำรวย หาญูห้าว 2560	Swangrojn 2004	Diaz and Hernando H. 2009
ความสามารถในการเปลี่ยนภาษาโจทย์เป็นภาษาคณิตศาสตร์	-	-	-	-	-	-	-	/	-	-	-	/
ความรู้พื้นฐาน	-	-	/	-	/	-	-	-	-	-	-	-
ความตั้งใจเรียน	-	-	/	/	/	-		-	/	-	-	-
การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน	-	-	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-
พฤติกรรมการสอนของครู	-	-	-	/		/	-	-	/	/	/	-
การรับรู้ความสามารถของตนเอง	-	-	-	/	-	-	-	-	/	/	-	-
นิสัยในการเรียน	-	-	-	-	-	-	/	-	-	-	-	-

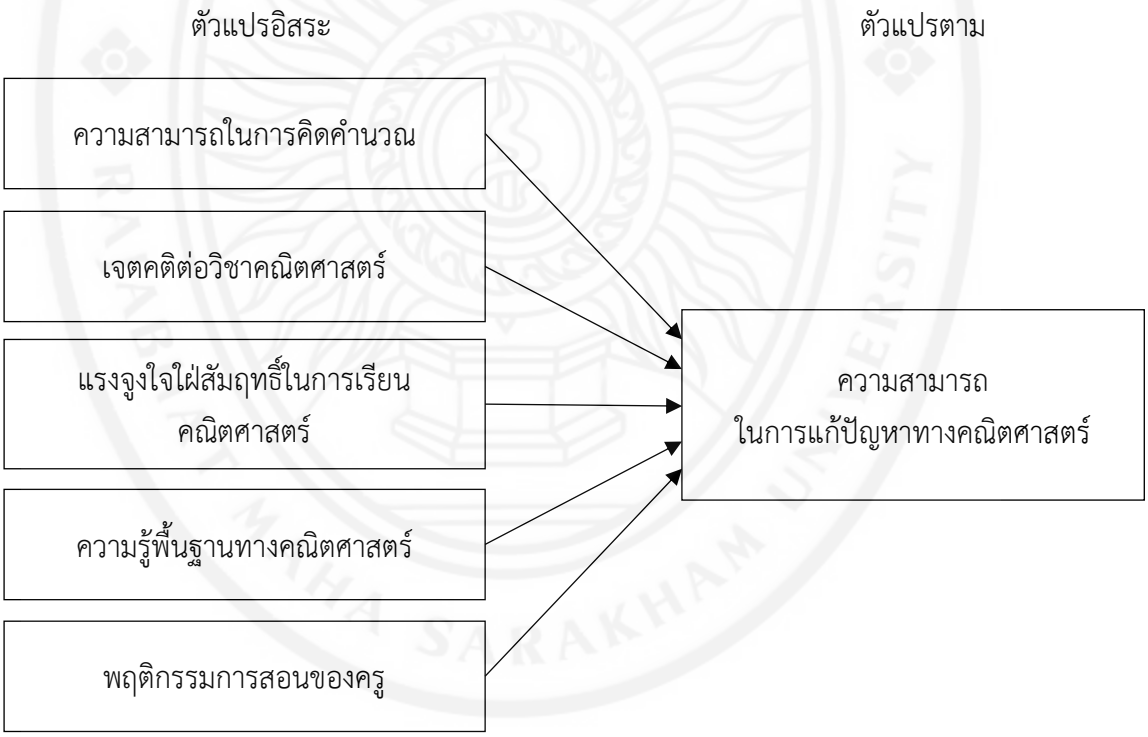
(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ยุทธนา หิรัญ 2551	แฉล้ม อินวารี 2552	นารีรัตน์ สมัครผล 2552	แสงจันทร์ วรรณพันธ์ 2552	ฐิติยา วงศ์วิทยากูล 2554	ผกาทิพย์ รันสูงเนิน 2555	สุรีพร เปรมปรีดิ์ 2555	ชลธิชา ใจพนัส 2556	เฉลิมสิน สิงห์สนอง 2559	สำรวย หาญูห้าว 2560	Swangrojn 2004	Diaz and Hernando H. 2009
บรรยากาศในชั้นเรียน	-	-	-	/	-	-	-	-	-	-	-	-
พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์	-	-	-	-	-	/	-	-	-	-	-	-
เจตคติต่อครูผู้สอน	-	-	-	-	-	-	/	-	-	-	-	-
ความมีวินัยในตนเอง	-	-	-	-	/	-	-	-	-	-	-	-

2.8 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นระบบ มักขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ กระบวนการ ทักษะทางคณิตศาสตร์ และปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ทักษะการคิดคำนวณ (ฐิติยา วงศ์วิทยากูล, 2554, น. 163-173) และความรู้พื้นฐานเดิม (นารีรัตน์ สมัครผล, 2552, น. 82-83) ก็เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Poloko Chepete, 2008) เป็นองค์ประกอบหนึ่งในการทำนายความสำเร็จในการเรียน รวมถึงพฤติกรรมการสอนของครู (Swangrojn, 2004, pp. 2818-A) อีกด้วย นอกจากนี้เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ยุทธนา หิรัญ, 2551, น. 101-102) ก็ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และได้แสดงกรอบแนวคิดการวิจัยได้ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 จังหวัดมหาสารคาม จำนวนนักเรียน 5,542 คน จาก 35 โรงเรียน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 จำนวน 305 คน โดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1.2.1 จำแนกโรงเรียนตามขนาดของนักเรียน ได้ 4 ขนาด ดังนี้

โรงเรียนขนาดเล็ก	มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 1 – 499 คน
โรงเรียนขนาดกลาง	มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 500 – 1,499 คน
โรงเรียนขนาดใหญ่	มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 1,500 – 2,499 คน
โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ	มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 2,500 คนขึ้นไป

พบว่า มีโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 4 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 4 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 6 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 21 โรงเรียน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 จังหวัดมหาสารคาม จำแนกตามขนาดของโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)
ขนาดใหญ่พิเศษ	1. โรงเรียนสารคามพิทยาคม	620
	2. โรงเรียนผดุงนารี	799
	3. โรงเรียนพยัคภูมิวิทยาคาร	445
	4. โรงเรียนวาปีปทุม	538
ขนาดใหญ่	5. โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์	392
	6. โรงเรียนบรบือ	294
	7. โรงเรียนบรบือวิทยาคาร	407
	8. โรงเรียนนาเชือกพิทยาสรรค์	272
ขนาดกลาง	9. โรงเรียนเขวาไร่ศึกษา	183
	10. โรงเรียนกันทรวิชัย	145
	11. โรงเรียนเชียงยืนพิทยาคม	238
	12. โรงเรียนชื่นชมพิทยาคาร	85
	13. โรงเรียนนาดูนประชาสรรค์	196
	14. โรงเรียนมัธยมยางศรีสุราช	98
ขนาดเล็ก	15. โรงเรียนมหาวิชานุกูล	27
	16. โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร	44
	17. โรงเรียนแกดำวิทยาคาร	57
	18. โรงเรียนมิตรภาพ	38
	19. โรงเรียนเขื่อนพิทยาสรรค์	34
	20. โรงเรียนโพนงามพิทยานุกูล	16
	21. โรงเรียนวังยาวศึกษาวิทย์	14
	22. โรงเรียนเขวาใหญ่พิทยาสรรค์	15
	23. โรงเรียนกู่ทองพิทยาคม	18
	24. โรงเรียนกุดรังประชาสรรค์	14
	25. โรงเรียนนาโพธิ์พิทยาสรรค์	97
	26. โรงเรียนเหล่ายาววิทยาคาร	39

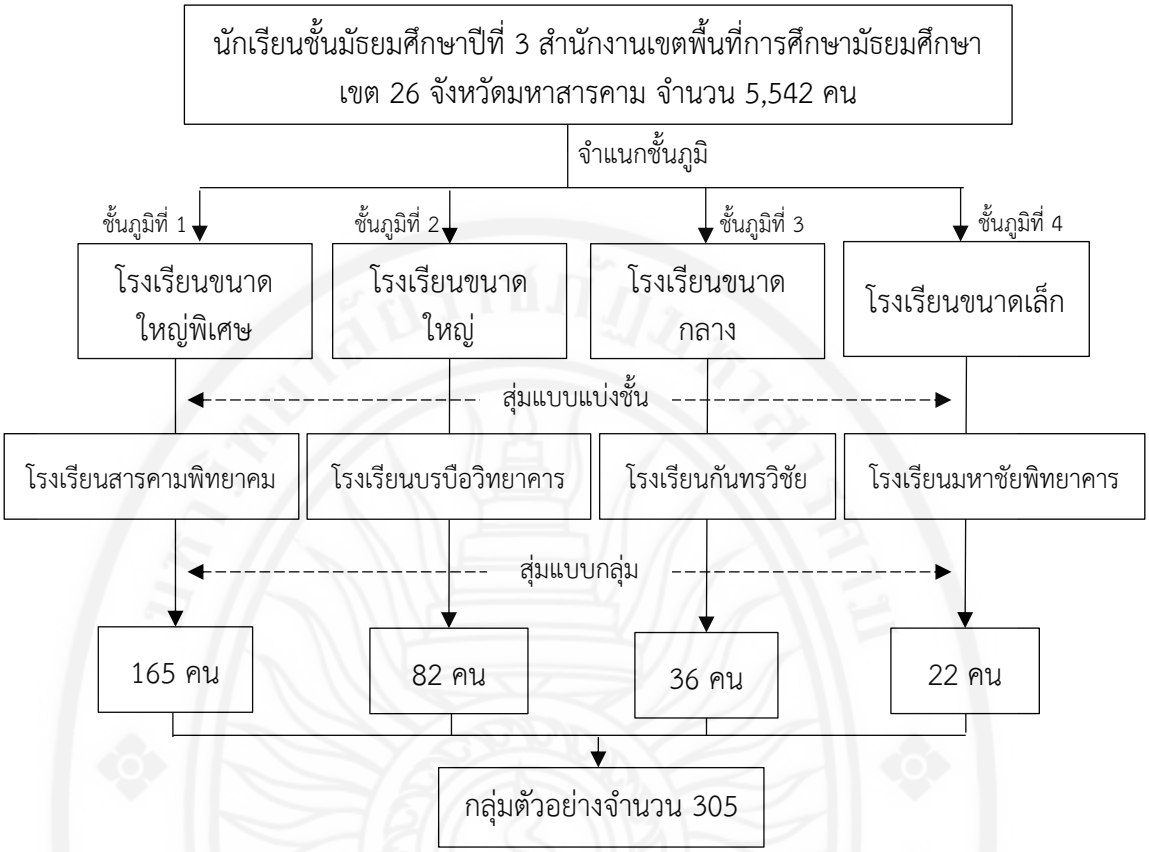
(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)
	27. โรงเรียนโนนแดงวิทยาคม	46
	28. โรงเรียนยางวิทยาคม	49
	29. โรงเรียนโนนราษีวิทยา	14
	30. โรงเรียนหนองม่วงวิทยาคาร	16
	31. โรงเรียนประชาพัฒนา	50
	32. โรงเรียนดงบังพิสัยนวการนุสรณ์	67
	33. โรงเรียนนาภูพิทยาคม	93
	34. โรงเรียนปอพานพิทยาคม รัชมังคลาภิเษก	28
	35. โรงเรียนดงใหญ่วิทยาคม รัชมังคลาภิเษก	54
รวม	35	5,542

3.1.2.2 ทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม โดยทำการสุ่มอย่างง่ายออกมาขนาดละ 1 โรงเรียน รวมทั้งหมด 4 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ คือ โรงเรียนสารคามพิทยาคม โรงเรียนขนาดใหญ่ คือ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร โรงเรียนขนาดกลาง คือ โรงเรียนกันทรวิชัย และโรงเรียนขนาดเล็ก คือ โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร

3.1.2.3 ทำการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนจากโรงเรียนในข้อ 2 เป็นหน่วยในการสุ่ม โดยจำแนกเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 5 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 2 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 1 ห้องเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 1 ห้องเรียน ได้จำนวนนักเรียนในแต่ละโรงเรียนซึ่งใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย จำนวน 305 คน ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3.2.2 แบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ

แบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3.2.3 แบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

3.2.4 แบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

แบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) มี 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

3.2.5 แบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

แบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) มี 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

3.2.6 แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู

แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู เป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) มี 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

3.3 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับ โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 แบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพ ดังต่อไปนี้

3.3.1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายการสร้างแบบทดสอบเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบจะเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.3.1.2 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ ของแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ต้องการ
บทที่ 1 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1. อธิบายความสัมพันธ์ตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับได้	6	6

(ต่อ)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ต้องการ
	2. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุ สมผลของคำตอบที่ได้		
บทที่ 2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง	1. บอกความเกี่ยวข้องระหว่างจำนวนเต็ม จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะได้ 2. หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็ม จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะที่กำหนดให้และนำไปใช้แก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของปัญหา	7	5
บทที่ 3 การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	1. เขียนสมการแทนข้อความและอธิบายเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ 2. แก้ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้	8	5
บทที่ 4 เส้นขนาน	1. บอกคุณสมบัติของเส้นขนานและบอกเงื่อนไขที่ทำให้เส้นตรงสองเส้นขนานกัน 2. ใช้คุณสมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานและความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้	4	4
รวม		25	20

3.3.1.3 สร้างแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choices) จำนวน 25 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างเผื่อไว้จำนวน 5 ข้อ และใช้จริงจำนวน 20 ข้อ

3.3.1.4 นำแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมของข้อสอบ โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ เครื่องมือมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มีเพียงบางข้อที่ยังไม่ชัดเจนควรจะปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้โจทย์มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

3.3.1.5 นำแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขจากประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และให้ข้อเสนอแนะ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ว่าที่ ร้อยตรี ดร.อรัญ ซุยกระเดื่อง กศ.ด. วิจัยและประเมินผลการศึกษา อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติ การวัดและประเมินผล

2) อาจารย์ ดร.ณิฎฐะญาร์ บรรเทา ปร.ด. (สถิติศาสตรประยุกต์) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติการวัดและประเมินผล

3) อาจารย์ ดร.โชติกา ธรรมวิเศษ ปร.ด. วิจัยและพัฒนาศักดภาพมนุษย์ (จิตวิทยาการศึกษา) อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยา

4) อาจารย์ ดร. อัจฉริยา พรมท้าว ปร.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

5) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ ค.ด. การวัดและประเมินผลการศึกษา อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้ โจทย์บางข้อไม่ชัดเจนควรจะปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้โจทย์ชัดเจนยิ่งขึ้น

3.3.1.6 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective – Congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	-1

3.3.1.7 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 266-278) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

3.3.1.8 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วและผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 ภาคเรียนที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสมของข้อสอบ และความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

3.3.1.9 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ผลการวิเคราะห์ มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.42 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.27 – 0.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.3.1.10 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ผลการวิเคราะห์ พบว่าแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89

3.3.1.11 จัดทำแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้ว ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3.3.2 แบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ

แบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3.3.2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายการสร้างแบบทดสอบเกี่ยวกับความสามารถในการคิดคำนวณ ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบจะเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.3.2.2 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ จากเอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องความสามารถในการคิดคำนวณ เพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ความสัมพันธ์ของรูปแบบ และจำนวนของแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ

รูปแบบ	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ต้องการ
อนุกรรมตัวเลขธรรมดา	5	5
อนุกรรมตัวเลขหลายชั้น	4	3
ทักษะการคิดคำนวณ	9	8
ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	7	4
รวม	25	20

3.3.2.3 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choices) จำนวน 25 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างเผื่อไว้จำนวน 5 ข้อ และใช้จริงจำนวน 20 ข้อ โดยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ

3.3.2.4 นำแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณที่สร้างขึ้น เสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหา และภาษาที่ใช้ พร้อมกับปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ เครื่องมือมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์มีเพียงบางข้อที่ยังไม่ชัดเจนควรจะปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้โจทย์มีความชัดเจนยิ่งขึ้น จากนั้นนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ซึ่งข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้ ตัวเลือกของโจทย์ควรจัดให้อยู่ในหน้าเดียวกัน และควรมีคำชี้แจงอธิบายขั้นตอนในการทำอย่างชัดเจน

3.3.2.5 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective – Congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

3.3.2.6 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 266-278) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ จำนวน 25 ข้อ

3.3.2.7 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วและผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 ภาคเรียนที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสมของข้อสอบ และความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

3.3.2.8 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.40 - 0.70 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.36 – 0.84 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.3.2.9 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

3.3.2.10 จัดทำแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ ที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้ว ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3.3.3 แบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ

3.3.3.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เนื้อหาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.3.3.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3.3.3.3 วิเคราะห์เนื้อหาคณิตศาสตร์พื้นฐานและจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบจะเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อวัดความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ต้องการ
บทที่ 1 พื้นที่ผิวและปริมาตร	1. นักเรียนใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ได้	2	1
บทที่ 3 ระบบสมการเชิงเส้น	2. นักเรียนนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2	1
บทที่ 4 ความคล้าย	3. นักเรียนใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้ายในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้	1	1
รวม		5	3

3.3.3.4 สร้างแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างเผื่อไว้จำนวน 2 ข้อ และใช้จริงจำนวน 3 ข้อ โดยสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ

3.3.3.5 นำแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของข้อสอบ และข้อสอบตรงตามเนื้อหาที่กำหนด พร้อมกับปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

เครื่องมือมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มีเพียงบางข้อที่ยังไม่ชัดเจนควรจะปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้โจทย์มีความชัดเจนยิ่งขึ้น จากนั้นนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ซึ่งข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้ ตัวเลขจากโจทย์ที่คำนวณเสร็จแล้วควรได้คำตอบเป็นจำนวนเต็ม และเครื่องมือมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

3.3.3.6 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective – Congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

3.3.3.7 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 266-278) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ จำนวน 5 ข้อ

3.3.3.8 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วและผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 ภาคเรียนที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสมของข้อสอบ และความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

3.3.3.9 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดรายข้อตามสูตรของวิทเนย์ และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 309) ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.51 - 0.65 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.38 – 0.45 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ได้ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.3.3.10 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 3 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

3.3.3.11 จัดทำแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้ว ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3.3.4 แบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

แบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) มี 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

3.3.4.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการและแนวทางในการสร้างแบบสอบถามเจตคติทางคณิตศาสตร์ จากหนังสือ วารสาร บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางคณิตศาสตร์ของไพศาล วรคำ (2561, น. 246-249) และศึกษาการสร้างแบบสอบถามเจตคติ จากหนังสือการวัด

ด้านจิตพิสัยของ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, น. 90-98) และศึกษาการสร้างแบบวัดเจตคติจากหนังสือการวัดเจตคติของ (ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2550, น. 52-55)

3.3.4.2 สร้างแบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ โดยใช้มาตรวัดของ Likert Scale ชนิด 5 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ (ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2550, น. 52-55)

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวกให้คะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5 คะแนน
เห็นด้วย	ให้	4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1 คะแนน

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบให้คะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1 คะแนน
เห็นด้วย	ให้	2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5 คะแนน

โดยเกณฑ์ในการแปลความหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

คะแนนเฉลี่ย 3.01 - 5.00 หมายถึง มีเจตคติทางคณิตศาสตร์ในทางบวก

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 3.00 หมายถึง มีเจตคติทางคณิตศาสตร์ในทางลบ

3.3.4.3 นำแบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอต่อประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษา ความถูกต้องของภาษา และความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามกับผู้ให้ข้อมูล พร้อมกับปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ ควรมีคำชี้แจงในแบบสอบถามและควรระบุเวลาในการทำแบบสอบถาม จากนั้นนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ซึ่งข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้ มีความซ้ำซ้อนของข้อคำถาม ข้อคำถามควรถามให้ตรงประเด็นไม่วกไปวนมา และในแบบสอบถามมีทั้งคำว่า “ฉัน” และ “ข้าพเจ้า” ควรเลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง

3.3.4.4 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective – Congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	-1

3.3.4.5 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 266-278) เลือกแบบสอบถามที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เป็นแบบสอบถามที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ จำนวน 19 ข้อ

3.3.4.6 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วและผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 ภาคเรียนที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสมของแบบสอบถาม

3.3.4.7 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ($r_{XY'}$) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีค่าอำนาจจำแนก ($r_{XY'}$) อยู่ในช่วง 0.31 – 0.65 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ได้

3.3.4.8 นำแบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80

3.3.4.9 จัดทำแบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3.3.5 แบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

แบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) มี 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

3.3.5.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการและแนวทางในการสร้างแบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ จากหนังสือ วารสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3.5.2 สร้างแบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ โดยใช้มาตรวัดของ Likert Scale ชนิด 5 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ (ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2550, น. 52-55)

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวกให้คะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5 คะแนน
เห็นด้วย	ให้	4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1 คะแนน

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบให้คะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1 คะแนน
เห็นด้วย	ให้	2 คะแนน

ไม่แน่ใจ ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย ให้ 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้ 5 คะแนน

โดยเกณฑ์ในการแปลความหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

คะแนนเฉลี่ย 3.01 – 5.00 หมายถึง มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ในทางบวก

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 3.00 หมายถึง มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ในทางลบ

3.3.5.3 นำแบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอต่อประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษา ความถูกต้องของภาษา และความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามกับผู้ให้ข้อมูลพร้อมกับปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ ควรมีคำชี้แจงในแบบสอบถามและควรระบุเวลาในการทำแบบสอบถาม จากนั้นนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ซึ่งข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้ มีความซ้ำซ้อนของข้อคำถาม ข้อคำถามควรถามให้ตรงประเด็นไม่วกไปวนมา และในแบบสอบถามมีทั้งคำว่า “ฉัน” และ “ข้าพเจ้า” ควรเลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง

3.3.5.4 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective – Congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

3.3.5.5 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 266-278) เลือกแบบสอบถามที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เป็นแบบสอบถามที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ จำนวน 18 ข้อ

3.3.5.6 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วและผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 ภาคเรียนที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสมของแบบสอบถาม

3.3.5.7 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ($r_{xy'}$) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ผลการวิเคราะห์ พบว่ามีค่าอำนาจจำแนก ($r_{xy'}$) อยู่ในช่วง 0.20 – 0.58 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ได้

3.3.5.8 นำแบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

3.3.5.9 จัดทำแบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้ว ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3.3.6 แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู

แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู เป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) มี 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

3.3.6.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการและแนวทางในการสร้างแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู จากหนังสือ วารสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3.6.2 สร้างแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู จำนวน 25 ข้อ โดยใช้มาตรวัดของ Likert Scale ชนิด 5 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ (ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2550, น. 52-55)

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวกให้คะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5 คะแนน
เห็นด้วย	ให้	4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1 คะแนน

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบให้คะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1 คะแนน
เห็นด้วย	ให้	2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5 คะแนน

โดยเกณฑ์ในการแปลความหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

คะแนนเฉลี่ย 3.01 – 5.00 หมายถึง พฤติกรรมการสอนของครูในทางบวก

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 3.00 หมายถึง พฤติกรรมการสอนของครูในทางลบ

3.3.6.3 นำแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครูที่สร้างขึ้น เสนอต่อประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษา ความถูกต้องของภาษา และความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามกับผู้ให้ข้อมูลพร้อมกับปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ มีข้อเสนอแนะดังนี้ ควรมีคำชี้แจงในแบบสอบถามและควรระบุเวลาในการทำแบบสอบถาม จากนั้นนำเสนอต่อ

ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ซึ่งข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้ มีความซ้ำซ้อนของข้อคำถาม ข้อคำถามควรถามให้ตรงประเด็นไม่วกไปวนมา และในแบบสอบถามมีทั้งคำว่า “ฉัน” และ “ข้าพเจ้า” ควรเลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง

3.3.6.4 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective – Congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

3.3.6.5 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 266-278) เลือกแบบสอบถามที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เป็นแบบสอบถามที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ จำนวน 18 ข้อ

3.3.6.6 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วและผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562 ภาคเรียนที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสมของแบบสอบถาม

3.3.6.7 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ($r_{XY'}$) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีค่าอำนาจจำแนก ($r_{XY'}$) อยู่ในช่วง 0.27 – 0.64 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้ได้

3.3.6.8 นำแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97

3.3.6.9 จัดทำแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู ที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริงเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ทำหนังสือขออนุญาตจากคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อขอความร่วมมือ และความอนุเคราะห์จากหน่วยงานที่เป็นต้นสังกัดและโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2 นำหนังสือจากจากบัณฑิตวิทยาลัย ไปติดต่อขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนของแต่ละโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อกำหนดวัน เวลา ห้องสอบ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.3 จัดเตรียมแบบทดสอบ และแบบสอบถาม และกระดาษคำตอบให้พร้อมตามจำนวนนักเรียนที่ต้องการศึกษา และใช้ห้องเรียนปกติของนักเรียนเป็นสถานที่สอบ

3.4.4 นำเครื่องมือไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.4.5 นำแบบทดสอบและแบบสอบถามทั้งหมดมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์ค่าสถิติ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

3.5.1.1 วิเคราะห์ข้อมูลการทำแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแต่ละข้อ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3	ดี	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3	ดี	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหา	3	ดี	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1	ต้องปรับปรุง	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง

(ต่อ)

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4. การสรุปคำตอบ	3	ดี	สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2	พอใช้	สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	ไม่มีการสรุปคำตอบ

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, (2546), คู่มือวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์, กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.

สำหรับเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยปรับเกณฑ์จากบุญชม ศรีสะอาด (2556) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 24.51 – 36.00 หมายถึง ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 12.51 – 24.50 หมายถึง ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0 – 12.50 หมายถึง ระดับน้อย

3.5.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลการทำแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ โดยนำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ ซึ่งผู้วิจัยได้ตรวจให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ส่วนข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้ 0 คะแนน

สำหรับเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ ผู้วิจัยปรับเกณฑ์จากบุญชม ศรีสะอาด (2556) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 16.51 – 20.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 12.51 – 16.50 หมายถึง ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.51 – 12.50 หมายถึง ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.51 – 8.50 หมายถึง ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0 – 4.50 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

3.5.1.3 วิเคราะห์ข้อมูลการทำแบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู โดยนำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย ผู้วิจัยปรับเกณฑ์จากบุญชม ศรีสะอาด และบุญส่ง นิลแก้ว (2545, น. 22-25) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 67.51 – 75.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 52.51 – 67.50 หมายถึง ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 37.51 – 52.50 หมายถึง ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 22.51 – 37.50 หมายถึง ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15.00 – 22.50 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

3.5.2 การวิเคราะห์และตรวจสอบหาคุณภาพเครื่องมือ

วิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือของแบบทดสอบ แบบสอบถามแต่ละฉบับ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และค่าความเชื่อมั่น

3.5.3 วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์

ทำการทดสอบหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางใด และมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด โดยการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยการใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient)

เกณฑ์ในการพิจารณาความสัมพันธ์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2551, น. 325)

± 0.70 ถึง ± 1.00 หมายถึง มีความสัมพันธ์ระดับสูง

± 0.40 ถึง ± 0.69 หมายถึง มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง

± 0.00 ถึง ± 0.39 หมายถึง มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ

3.5.4 วิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ

วิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวแปรอิสระ โดยใช้การวิเคราะห์พหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression)

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถิติ ดังนี้

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนของการวิจัยนี้ มีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่

3.6.1.1 ร้อยละ (Percentage) หาได้จาก (อรัญ ซุยกระเดื่อง, 2559, น. 51-57)

$$P = \frac{f_i}{N} \times 100 \qquad (3\text{-}1)$$

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

3.6.1.2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) หาได้จาก (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 323)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \quad (3\text{-}2)$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
X_i แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัว
n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) หาได้จาก (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 325)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i}^{n}=1(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3\text{-}3)$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
X_i แทน คะแนนของคนที่ i
n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบหาคุณภาพเครื่องมือ

3.6.2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 269)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{N} \quad (3\text{-}4)$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความอดคล้อง

R_i แทน คะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.6.2.2 หาค่าความยากของแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 298)

ดัชนีค่าความยาก $$p = \frac{f}{n} \quad (3\text{-}5)$$

เมื่อ p แทน ดัชนีความยาก

f แทน จำนวนผู้ตอบถูก

n แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

3.6.2.3 หาค่าความยากของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 299)

ดัชนีค่าความยาก $$p = \frac{S_H + S_L - (2nX_{min})}{2n(X_{max} - X_{min})} \quad (3\text{-}6)$$

เมื่อ p แทน ดัชนีความยาก

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.6.2.4 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณแบบทดสอบความรู้พื้นฐาน ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 300-301)

$$r = \frac{2(f_H - f_L)}{n} \quad (3\text{-}7)$$

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ

f_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

f_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

n_H, n_L แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ

n แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมด ($n = n_H + n_L$)

3.6.2.5 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 309)

$$r_{xy'} = \frac{n\sum XY' - \sum X \sum Y'}{\sqrt{\left[n\sum X^2 - (\sum X)^2\right]\left[n\sum Y'^2 - (\sum Y')^2\right]}} \quad (3\text{-}8)$$

เมื่อ $r_{xy'}$ เป็นดัชนีอำนาจจำแนกของข้อคำถาม

X เป็นคะแนนของข้อคำถามข้อนั้น

Y แทนคะแนนรวมจากข้อคำถามทั้งหมด (ที่วัดในสิ่งเดียวกัน)

Y' เป็นคะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนั้นออกแล้ว $Y' = Y-X$

N เป็นจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

3.6.2.6 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์คำนวณจากสูตรของวิทเนย์ และซาเบอร์ส ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 309)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{max} - X_{min})} \quad (3\text{-}9)$$

เมื่อ D แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก

S_U แทน ผลรวมคะแนนนักเรียนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ

S_L แทน ผลรวมคะแนนนักเรียนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ

X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

3.6.2.7 การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู ซึ่งใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 288)

$$a = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum_{t=1}^{k} S_i^2}{S_t^2}\right] \qquad (3\text{-}10)$$

เมื่อ a แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบในแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3.6.2.8 หาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis)

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน การคำนวณหาค่า r สามารถคำนวณได้หลายวิธี ดังนี้ (ปิยะธิดา ปัญญา, 2560, น. 149-150)

$$r_{XY} = \frac{n\sum XY' - \sum X \sum Y'}{\sqrt{\left[n\sum X^2 - (\sum X)^2\right]\left[n\sum Y'^2 - (\sum Y')^2\right]}} \qquad (3\text{-}11)$$

เมื่อ r_{xy} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

$\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร X

$\sum Y$ แทน ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร Y

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างข้อมูลตัวแปร X และ Y

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร X

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปร Y

N แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้แล้ว ผู้วิจัยจะต้องทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (Test of Significant) เพื่อลงข้อสรุปอย่างมั่นใจว่าตัวแปรทั้งสองนั้นมีความสัมพันธ์กันจริง โดยใช้การทดสอบที (t-test) มีสูตร ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2560, น. 364)

$$t = \frac{r_{XY}\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{XY}^2}}, \quad df = n - 2 \qquad (3\text{-}12)$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

r_{xy} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

1. ถ้าค่า t คำนวณมากกว่าหรือเท่ากับ t ที่เปิดจากตาราง จะได้ข้อสรุปได้ว่า ค่า r ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญทั้งหมดที่กำหนด นั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ถ้าค่า t คำนวณน้อยกว่า t ที่เปิดจากตาราง จะได้ข้อสรุปได้ว่า ค่า r ที่คำนวณได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด นั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.6.2.9 สัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณ โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคุณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Analysis) เพื่อคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่ดีที่สุด โดยการใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเสร็จรูป SPSS (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2543, น. 292)

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \ldots + b_kX_k \qquad (3\text{-}13)$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$z_{\hat{Y}} = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_k X_k \qquad (3\text{-}14)$$

เมื่อ $\hat{Y}$ แทน ค่าประมาณของคะแนนตัวแปรเกณฑ์

$z_{\hat{Y}}$ แทน ค่าประมาณของคะแนนมาตรฐานของคะแนน Y

a แทน ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์

$b_1, b_2, \ldots, b_k$ แทน ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัว พยากรณ์ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ (ในรูปคะแนนดิบ)

$\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_k$ แทน ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัว พยากรณ์ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ (รูปคะแนนมาตรฐาน)

$X_1, X_2, \ldots, X_k$ แทน คะแนนของพยากรณ์ของตัวเกณฑ์ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ

k แทน จำนวนตัวพยากรณ์

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัย ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ระบุสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา ดังต่อไปนี้

X_1 แทน ความสามารถในการคิดคำนวณ

X_2 แทน ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

X_3 แทน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

X_4 แทน พฤติกรรมการสอนของครู

X_5 แทน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

Y แทน ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

$\hat{Y}$ แทน ค่าประมาณของคะแนนตัวแปรเกณฑ์

$Z_{\hat{Y}}$ แทน ค่ามาตรฐานของ Y ที่ได้จากการพยากรณ์

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

df แทน ระดับชั้นความเป็นอิสระ

SS แทน ค่าผลรวมกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบน

MS แทน ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบน

R แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

R^2 แทน ค่ากำลังสองของสัมประสิทธิสหสัมพันธ์พหุคูณ

R^2_{adj} แทน ค่ากำลังสองของสัมประสิทธิสหสัมพันธ์พหุคูณที่ปรับแก้แล้ว

B	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระในรูปคะแนนดิบ
Beta	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระในรูปคะแนนมาตรฐาน
Std.Error	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าน้ำหนักความสำคัญของ B
F	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบเอฟ
t	แทน	ค่าสถิติของการแจกแจงแบบที
p-value	แทน	ระดับนัยสำคัญ

4.2 ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการศึกษา ดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26

4.2.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26

4.2.3 สมการพยากรณ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

4.3.1 ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้นำเสนอ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ และแบบสอบถามตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ดังตาราง ที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
ความสามารถในการคิดคำนวณ (X_1)	20	15.96	4.84	มาก
ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (X_2)	20	15.33	4.16	มาก
เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (X_3)	75	52.26	14.96	ปานกลาง
พฤติกรรมการสอนของครู (X_4)	75	57.22	12.74	มาก
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ (X_5)	75	52.33	9.91	ปานกลาง
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (Y)	36	28.83	8.70	มาก

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ตัวแปรความสามารถในการคิดคำนวณ (X_1) และความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (X_2) อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.96 และ 15.33 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน สำหรับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (X_3) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ (X_5) อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.26 และ 52.33 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 75 คะแนน พฤติกรรมการสอนของครู (X_4) อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 57.22 จากคะแนนเต็ม 75 คะแนนและนักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (Y) อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.83 จากคะแนนเต็ม 36 คะแนน

4.3.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้นำเสนอ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (r_{xy}) ระหว่างตัวแปรปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (r_{xy}) ระหว่างตัวแปรปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
X_1	1	.857**	.389**	.276**	.369**	.730**
X_2	-	1	.315**	.204**	.303**	.637**
X_3	-	-	1	.898**	.958**	.431**

(ต่อ)

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
X_4	-	-	-	1	.919**	.402**
X_5	-	-	-	-	1	.268**
Y	-	-	-	-	-	1

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละตัว พบว่า ตัวแปรทุกตัวมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .204 - .958 โดยเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (X_3) กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ (X_5) มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด มีค่าเท่ากับ .958 ส่วนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันน้อยที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (X_2) กับพฤติกรรมการสอนของครู (X_4) มีค่าเท่ากับ .204

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่เป็นตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์ พบว่า ตัวแปรทั้ง 5 ตัวมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .268 -.730 โดยตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเกณฑ์มากที่สุด ได้แก่ ความสามารถในการคิดคำนวณ (X_1) รองลงมาคือ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (X_2) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (X_3) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ (X_5) และตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเกณฑ์ในระดับน้อยที่สุด คือ พฤติกรรมการสอนของครู (X_4)

4.3.3 สมการพยากรณ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ระหว่างปัจจัยกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ ดังปรากฏในตารางที่ 4.3 - 4.4

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p-value
Regression	3	13184.681	4394.894	134.916	.000**
Residual	301	9805.122	32.575	-	-
Total	304	22989.803	-	-	-
R=.757		R^2=.574		R^2_{adj} = .569	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

H_0: ตัวแบบไม่มีความเหมาะสม

H_1: ตัวแบบมีความเหมาะสม

จากตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ค่า F = 134.916 และค่าความน่าจะเป็นของ p-value = .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า a=.01 จึงปฏิเสธ H_0 นั้นคือ ตัวแบบมีความเหมาะสม และ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการพยากรณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) มีค่าเท่ากับ .757 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์พยากรณ์ (R^2) จะเป็นค่าที่ระบุว่าความแปรปรวนตัวแปรเกณฑ์ที่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรพยากรณ์คิดเป็นร้อยละเท่าไร (หรือที่เรียกว่าอำนาจการพยากรณ์) สามารถหาได้โดยการคูณค่า R^2 ด้วย 100 จากตารางพบว่า ตัวแปรความแปรปรวนของตัวแปรเกณฑ์ได้ 0.574x100 เท่ากับร้อยละ 57.4 ส่วนค่า R^2_{adj} เป็นการปรับแก้ค่า R^2 ให้ได้ค่าที่มีความเหมาะสมมากกว่าค่า R^2 หากเกิดกรณีที่มีกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย ๆ ค่า R^2 จะประมาณค่าสูงเกินกว่าค่าจริงของประชากร (Overestimation) จึงควรพิจารณาค่าอำนาจการพยากรณ์ จากค่า R^2_{adj} จึงจะเหมาะสมมากกว่า ดังนั้นสามารถทำนายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 56.9

ตารางที่ 4.4 ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวแปรที่ถูกเลือกเข้าสมการ	B	Std.Error	Beta	t	p-value
ความสามารถในการคิดคำนวณ (X_1)	1.148	.075	.638	15.358	.000**
เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (X_3)	.253	.053	.436	4.806	.000**
พฤติกรรมการสอนของครู (X_4)	.534	.165	.282	3.243	.002**
ค่าคงที่ (constant)	-4.032	6.256	-	-.644	-

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$H_0 : \beta_i = 0$ (ตัวแปร i ไม่มีอยู่ในตัวแบบ)

$H_0 : \beta_i \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งค่า, i = 1,2,3,...,5 (ตัวแปร i อย่างน้อยหนึ่งค่าที่อยู่ในตัวแบบ)

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณของปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์พหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise multiple regression) พบว่า ความสามารถในการคิดคำนวณ (X_1) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (X_3) และพฤติกรรมการสอนของครู (X_4) ตัวแปรทั้ง 3 ตัวนี้ สามารถพยากรณ์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสามารถนำค่าที่ได้มาเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y} = 4.032 + 1.148X_1 + .253X_3 + .534X_4$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$Z_{\hat{Y}} = .638X_1 + .436X_3 + .282X_4$$

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ในการวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของการศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านตามระดับพฤติกรรมของปัจจัยเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ ความสามารถในการคิดคำนวณ (X_1) ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (X_2) และพฤติกรรมการสอนของครู (X_4) อยู่ในระดับมาก เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (X_3) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ (X_5) อยู่ในระดับปานกลาง

5.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า ตัวแปรทุกตัวมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .204 - .958 โดยเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (X_3) กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ (X_5) มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด มีค่าเท่ากับ .958 ส่วนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันน้อยที่สุด คือ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (X_2) กับพฤติกรรมการสอนของครู (X_4) มีค่าเท่ากับ .204

5.1.3 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณของปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์พหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise multiple regression) พบว่า ความสามารถในการคิดคำนวณ (X_1) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (X_3) และพฤติกรรมการสอน

ของครู (X_4) ตัวแปรทั้ง 3 ตัวนี้ สามารถพยากรณ์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (Y) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสามารถนำค่าที่ได้มาเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

$$Y = -4.032 + 1.148X_1 + .253X_3 + .534X_4$$

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\hat{Y} = .638X_1 + .436X_3 + .282X_4$$

5.2 อภิปรายผล

ในการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยสรุปและอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

5.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยความสามารถในการคิดคำนวณ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการสอนของครู และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .204 - .958 นั่นหมายความว่านักเรียนที่ให้ความสำคัญในกับความสามารถในการคิดคำนวณนั้น จะต้องหมั่นฝึกฝนทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร และการใช้สมบัติต่าง ๆ ให้เกิดความชำนาญและคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของยุทธนา หิรัญ (2551, น. 102) พบว่า ความสามารถในการคิดคำนวณ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้การที่นักเรียนจะมีความสามารถในการคิดคำนวณที่สูงได้นั้น ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ด้วย โดยจะต้องศึกษาเนื้อหาจากง่ายไปหายาก ตามลำดับ ดังนั้นนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดี มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ก็จะสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ได้ตลอดเวลาและสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาไปสู่ชีวิตจริงได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของฐิติยา วงศ์วิทยากูล (2554, น. 163-173) พบว่า ความรู้พื้นฐานเดิม มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และหากนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีด้วยนั้น นักเรียนก็จะให้ความสำคัญกับวิชาคณิตศาสตร์ เอาใจใส่ต่อการเรียน และหมั่นศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมอยู่เสมอ จึงส่งผลให้นักเรียน มีความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ดี สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ แสงจันทร์ วรรณพันธ์ (2552, น. 114-116) ที่พบว่า เจตคติต่อวิชา

คณิตศาสตร์ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และการที่ครูจัดกิจกรรม การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ดี มีการจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ที่เหมาะสม หรือการอำนวยความสะดวกเพื่อการสอน พฤติกรรมการสอนของครูที่แสดงออกนั้นย่อมจะทำให้นักเรียนเกิดความพยายามอยากที่จะเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของเฉลิมสิน สิงห์สนอง (2559, น. 186-187) ที่พบว่า พฤติกรรมการสอนของครู เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ รวมทั้งนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่สูงย่อมส่งผลให้เกิดความกระตือรือร้น ความพยายามที่จะเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ ความตั้งใจที่จะแก้ปัญหา และทำสิ่งที่ปรารถนาให้ได้รับความสำเร็จ ส่วนนักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ต่ำ ก็จะขาดความมั่นใจ กลัวความล้มเหลวในการทำงาน อาจส่งผลให้ไม่ประสบผลสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของสำรวย หาญห้าว (2560, น. 142-158) พบว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับเจตคติทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.2.2 สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการคิดคำนวณ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนของครู สามารถร่วมกันพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 56.9 แยกอภิปรายรายปัจจัย ได้ดังนี้

5.2.2.1 ความสามารถในการคิดคำนวณ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความสามารถในการคิดคำนวณเป็นความสามารถพื้นฐานที่จำเป็น พร้อมกับต้องมีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร และพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวเลขได้ถูกต้อง ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของศิวพร ไชยพยอม (2550, น. 11) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดคำนวณที่เกี่ยวกับตัวเลข มีความเข้าใจในความสัมพันธ์ของปริมาณจำนวนมีทักษะในการใช้เครื่องหมายบวก ลบ คูณ หาร อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวเลขได้อย่างลึกซึ้งถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของชลธิชา ใจพนัส (2556, น. 78) ที่พบว่า ความสามารถในการคิดคำนวณมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 นอกจากนี้หากนักเรียนขาดการฝึกฝนทักษะต่าง ๆ อาจส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ และในทางตรงกันข้าม หากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ ฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ นักเรียนก็จะคิดคำนวณได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของยุทธนา หิรัญ (2551, น. 102) ที่พบว่า ความสามารถในการคิดคำนวณ

มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในภาพรวม ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

5.2.2.2 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเจตคติเป็นเรื่องของความคิดเห็น ความรู้สึกของแต่ละบุคคล ซึ่งจะแสดงพฤติกรรมออกมาภายใต้ความคิด ความรู้สึกของตนเองต่อสิ่งนั้น ๆ สอดคล้องกับแนวคิดของอัมพร ม้าคนอง (2556, น. 16) กล่าวว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นผลให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมในลักษณะต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของฐิติยา วงศ์วิทยากูล (2554, น. 163-173) ที่พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนจะแสดงความรู้สึกหรือพฤติกรรมต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างไรขึ้นอยู่กับว่านักเรียนมีเจตคติทางบวกหรือทางลบ ดังนั้นนักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ รู้และเข้าใจว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญ สามารถนำไปใช้ได้จริง นักเรียนก็จะเอาใจใส่ ตั้งใจทำกิจกรรมต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์รวมทั้งการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และหมั่นศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมอยู่เสมอ นั่นย่อมส่งผลให้นักเรียนมีความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ดี สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของแฉล้ม อินวารี (2552, น. 138) ที่พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2.2.3 พฤติกรรมการสอนของครู มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพฤติกรรมการสอนของครูแสดงถึงสัมพันธภาพระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง รวมทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมด้วย ประกอบกับการใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย ก็จะเป็นตัวกระตุ้นหรือแรงผลักดันให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Swangrojn (2004, p.2818-A) พบว่า พฤติกรรมการสอนของครูเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้พฤติกรรมการสอนของครูที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สามารถดึงดูดและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเชื่อ แรงจูงใจ และเกิดการอยากเรียนรู้ที่จะประสบความสำเร็จ เมื่อนักเรียนเผชิญกับปัญหาที่ยากหรือท้าทายก็จะสามารถค้นพบคำตอบนั้นได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของผกาทิพย์ รันสูงเนิน (2555, น. 102-103) ที่พบว่าพฤติกรรมการสอนของครู มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของสำรวย หาญห้าว (2560, น. 142-158) ที่พบว่า พฤติกรรม

การสอนของครูเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเจตคติทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.2.2.4 ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ไม่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะเมื่อพิจารณาจากค่าสถิติพื้นฐานและค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ในตารางที่ 4.1 และ 4.2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 15.33 อยู่ในระดับมาก และความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดคำนวณสูง จึงเป็นส่วนหนึ่งของตัวแปรดังกล่าวด้วย ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้พบว่าความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์นี้ไม่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของฐิติยา วงศ์วิทยากูล (2555, น. 171) พบว่า ความรู้พื้นฐานเดิม มีทั้งอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และร่วมกันกับตัวแปรอื่นอธิบายความแปรปรวนของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 21.50 นอกจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว อาจเป็นเพราะการดำเนินชีวิตประจำวันและการเรียนวิชาอื่น ๆ ต้องใช้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานทั้งสิ้น ซึ่งนอกจากจะใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์แล้วนั้นยังต้องใช้ความสามารถในการคิดคำนวณร่วมด้วย ซึ่งในการเรียนการสอนวิชานี้ต้องเรียนจากเนื้อหาที่ง่ายไปหายาก และสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาสู่ชีวิตจริงได้ สอดคล้องกับแนวคิดของพิจิตรา เกษประดิษฐ์ (2552, น. 9) กล่าวว่า ความรู้และทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานที่ช่วยให้เด็กรู้จักแก้ปัญหา และความสามารถในการคิดคำนวณก็มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิต เพราะในการดำเนินชีวิตตลอดจนการศึกษาและการเรียนรู้ต้องอาศัยทักษะการสังเกต การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ การเรียงลำดับ การแก้ปัญหา การคิดคำนวณ การคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อปลูกฝังทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์เมื่อเติบโตขึ้น ดังนั้นการที่นักเรียนมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่สูง อาจไม่ได้ส่งผลให้ผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยตรง แต่อย่างไรก็ตามความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ก็ยังมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงว่าความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นได้

5.2.2.5 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน ไม่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะเมื่อพิจารณาจากค่าสถิติพื้นฐานและค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ในตารางที่ 4.1 และ 4.2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนเท่ากับ 52.33 อยู่ในระดับปานกลาง และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนมีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูง จึงเป็นส่วนหนึ่งของตัวแปรดังกล่าวด้วย ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้พบว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนนี้ ไม่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของ นารีรัตน์ สมัครผล (2552, น. 82-83) ที่พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน มีอิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถ

ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และร่วมกันกับตัวแปรอื่นอธิบายความแปรปรวนของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 43 นอกจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วอาจเป็นเพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ฝึกฝนทักษะต่าง ๆ จนเกิดความชำนาญ ซึ่งการที่นักเรียนจะประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถในการคิดคำนวณและความตั้งใจของนักเรียนมากกว่า แต่อาจจะอาศัยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นแรงจูงใจที่จะทำสิ่งต่าง ๆ ให้ได้รับความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ สอดคล้องกับแนวคิดของชลธิชา ใจพนัส (2556, น. 34) กล่าวว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นความปรารถนา คาดหวังที่จะประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อเจออุปสรรคก็จะพยายามแก้ไขเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งความพยายามของแต่ละบุคคลที่จะมุ่งสู่ความสำเร็จก็จะแตกต่างกันไป และเมื่อประสบความสำเร็จก็ส่งผลให้เกิดความภาคภูมิใจในความสำเร็จนั้น ๆ ดังนั้นการที่นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนที่สูง อาจไม่ได้ส่งผลให้ผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยตรง แต่อย่างไรก็ตามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนก็ยังมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การศึกษาในครั้งนี้พบว่า ความสามารถในการคิดคำนวณ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนของครู เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนฝึกคิดคำนวณเพื่อให้เกิดทักษะ และพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้ประสบความสำเร็จในการเรียนของนักเรียนมากขึ้นประกอบกับปลูกฝังเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ในทางบวกซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป

5.3.1.2 จากผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการคิดคำนวณ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนของครู สามารถพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ครูผู้สอนตลอดจนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องควรมีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละบุคคลและสอดแทรกให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ยิ่งขึ้นไป

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 การวิจัยครั้งนี้ศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 เท่านั้น จึงควรมีการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากสถาบันการศึกษาอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา ระดับอาชีวศึกษา หรือระดับอุดมศึกษาทั้งของภาครัฐและเอกชนเพื่อดูปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวและหาแนวทางที่ในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม

5.3.2.2 เนื่องจากความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะที่สำคัญและเป็นพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ทุกระดับชั้น ดังนั้นอาจศึกษาหรือพัฒนาการวิจัยเกี่ยวกับตัวแปรปัจจัยด้านอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เพื่อจะได้ปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2543). *สถิติสำหรับงานวิจัย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ขวัญจิรา อนันต์. (2546). *การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

จักรี วัฒนะ. (2548). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือเป็นกลุ่มย่อยโดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกลุ่มการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือเป็นกลุ่มย่อยโดยครูเป็นผู้จัดกลุ่มให้และการสอนแบบปกติ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์. (2544). *ปกิณกะคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

เฉลิมสิน สิงห์สนอง. (2559). *การศึกษาปัจจัยด้านจิตพิสัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์และสถิติในชีวิตประจำวัน สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

แฉล้ม อินวารี. (2552). *การศึกษาปัจจัยด้านการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชลธิชา ใจพนัส. (2556). *ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ*. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2560). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.* (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: อมรการพิมพ์.

ฐิติยา วงศ์วิทยากูล. (2555). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารการวัดผลการศึกษา,* 17(1), 163 - 171.

ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2533). *การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.

นารีรัตน์ สมัครผล (2552). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 3*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด และบุญส่ง นิลแก้ว. (2545). การอ้างอิงกลุ่มประชากรเมื่อใช้เครื่องมือแบบมาตราส่วนประมาณค่ากับกลุ่มตัวอย่าง. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม*, 3(1), 22-25.

ปิยะธิดา ปัญญา. (2560). *สถิติสำหรับการวิจัย Education for Research.* มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ และวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15.* นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2538). *การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนทรวิโรฒ.

ผกาทิพย์ รันสูงเนิน. (2555). *ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พรทิพย์ ยาวะประภาษ. (2534). เทคนิคการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์. *วารสารคณิตศาสตร์ปริทัศน์,* 8(2), 24.

พิจิตรา เกษประดิษฐ์. (2550). *ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์ด้วยขนมอบ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2551). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ : วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

เพลินพิศ เสือชาวนา. (2541). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดวิเคราะห์ปัญหาการเปลี่ยนแปลงภาษาโจทย์การคิดคำนวณกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ไพศาล วรคำ. (2561). *การวิจัยทางการศึกษา Educational Research*. มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.

ยุพิน พิพิธกุล. (2536). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยุทธนา หิรัญ. (2551). *การศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2552). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รังสรรค์ โฉมยา. (2553). *จิตวิทยา : พื้นฐานในการทำความเข้าใจพฤติกรรมมนุษย์.* มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *การวัดด้านจิตพิสัย*. กรุงเทพฯ: สุวิริยาสาส์น.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2541). *เทคนิคการสร้างและออกข้อสอบความถนัดทางการเรียน*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2541). ความคิดสร้างสรรค์: ศักยภาพที่เสริมสร้างพัฒนาได้. *วารสารวิชาการ,* 1(18), 11-14.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. (2551). *การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2561). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2561*. กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.

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

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3 - คิว มีเดีย.

สมนึก ภัททิพยธณี. (2553). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. มหาสารคาม: ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2543). ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์(กับการสอน). *วารสารคณิตศาสตร์*, 44(500-502), 41-52.

สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2547). ยุทธวิธีแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์กับการสอน. *วารสารคณิตศาสตร์ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ,* 14-25.

สุภาภรณ์ อุดมทรัพย์. (2555). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สานักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ดเขต 2 : การวิเคราะห์พหุระดับ*. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สิริชนม์ ปิ่นน้อย. (2542). *ผลของการใช้เกมคณิตศาสตร์ในการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของเด็กอนุบาล*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Problem Solving)*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

สุนีย์ เงินยวง. (2546). การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพะเยาพิทยาคม จังหวัดพะเยา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรีพร เปรมปรีดิ์. (2555). *ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

แสงจันทร์ วรรณพันธ์ (2552). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในจังหวัดขอนแก่น.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สำรวย หาญห้าว. (2560). ปัจจัยที่มีผลต่อเจตคติและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,* 18(1), 142-158.

ศิวพร ไชยพยอม. (2550). *ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยด้านคุณลักษณะทางจิตพิสัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านตัวเลขของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาช่วงชั้นที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบุรี เขต 1.* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

อนงค์ เมธีพิทักษ์ธรรม. (2555). *ผลของรูปแบบการใช้ข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรัญ ซุยกระเดื่อง. (2559). เอกสารประกอบการสอน วิชา 1043408 การวิจัยทางการศึกษา. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อัมพร ม้าคนอง, (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาภา ถนัดช่าง. (2534). การสอนแบบแก้ปัญหา. *วารสารแนะแนว*, 25(135), 15 - 23.

Adams, Sam.; Leslie Ellis.; & B.F. Beeson. (1977). *Teaching Mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach.* New York: Harper &Publishers.

Baroody, A. J. (1993). *Problem Solving, Reasoning and Communicating*. K-8: Helping Children Think Mathematically. New York: Macmillan Publishing.

Bell, F.H. (1978). *Teaching and Learning Mathematics (in secondary school)*. Dubuqe, Lowa: Wm. C. Brown.

Bitter, Gary G. (1990). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle Schools:A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn and Bacon.

Bloom, B.S. (1976). *Human Characteristic and School Learning*. New York: Mc Graw-Hill.

Branca, N.A. (1980). Problem Solving as a Goal, Process and Basics Skill. In Krulik, S., and Reys, R.E. (eds.). *Problem Solving in School Mathematics;* Yearbook, pp. 3-8. Reston, VA: NCTM.

Carroll, John B. (1972). *Teaching Problem Solving*. Dale Seymour Publications.

Charles, Randall; & Lester Frank K. (1982). *Teaching Problem Solving.* What Why & How. Dale Seymour Publications.

Clyde, C.G. (1967). *Teaching mathematics in the elementary school*. New York: Ronald Press.

Cruikshank, D.E., and Sheffield, L.J. (2000). *Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics*. United States of America: John Wiley & Sons.

Diaz, Hector Hernando. (2009). Verbal language as a mathematical tool. *Education y educadores*, 12(3), 13 - 31.

Driscoll, Marcy P. (1983). *Psychology of Learning for Instruction.* Needham Heighta, MA: Alyn&Bacon.

Gay, David. (1992). *Problem Solving Using Elementary Mathematics*. New York: Macmillan Publishing Company.

Gonzales, N. A. (1994). A Problem Posing: A Neglected Component in Mathematics Course for Prospective Elementary and Middle School Teachers. *School Science and Mathematics,* 94, 2,78-84.

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

Hatfield, M.M., Edwards, N.T., and Bitter, G.G.,(1993). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle School.* Boston: Allyn and Bacon.

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.

Krulik Stephen and Reys, Robert E. (1980). *Problem Solving in School Mathematics*. Washington D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics.

Krulik, S. (1977). Problem Solving and Strategy Games. *The Mathematics Teachers,* 7(9), 650-651.

Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1987). *Problem solving: A handbook for teachers* (2nd ed.). Boston: Allyn and Bacon.

Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem solving: A Handbook for Elementary School Teacher*. Boston: Allyn and Bacon.

Kutz, R.E. (1991). *Teaching Elementary Mathematics***.** Massachusetts: A Division of Simon & Schuster, Inc.

Mark, J.L. (1975). *Teaching Elementary School Mathematics for Understanding*. New York: McGraw-Hill Book.

Majumder, Shilpi. (2004). Factors in Mathematical Word Problem Solving: The Role of Inhibition. *Dissertation Abstracts International.*

Matlin, M. (1983). *Cognition*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics. Reston*. Va: NCTM.

Poloko Chepete. (2008). *Modeling of The Factors Affecting Mathematical Achievement of Form 1 Students in Botswana based on The 2003 Trends in International Mathematics and Science Study*. Ph.D. Bloomington: Indiana University.

Polya, G. (1957). *How to Solve it A New Aspect of Mathematical Method*. Garden City, New York: Doubleday and Company.

Polya, G. (1973). *How to Solve It.* New Jensey: Princeton University Press.

Polya, G. (1973). On Solving Mathematical Problems in High School. *Problem Solving in school Mathematics: Yearbook.* Virginia: the National Council of Teachers of Mathematics.

Reys, Robert E.; et al. (1992). *Helping Children Learn Mathematics*. Boston: Allyn and Bacon.

Sheffield, L.J., & Cruikshank, D. E. (2000). *Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics* (4th ed.). New York : Wiley.

Swangrojn, Porntip. (2004). Solving Algebra Word Problems: Solution Strategies Thai Students Used and Potential Connections with Teachers' Instruction Strategies. *Dissertation Abstracts International,* 64(8), 2818 – A.

Weir, John Joseph. (1974). Problem Solving in Everybody Problem. *Science Teacher.* 41, 16-18.

Wilson, et al. (1993). *Mathematical Problem Solving. Research Idea for the Classroom: High School Mathematics*. New York: McMillan Publishing.

Zalewski, C.J. (1978). *An Investigation of Selected Factor, Contributing to Success in Solving Mathematical Word Problem.* Dissertation Abstracts International: 2804–A.

ภาคผนวก

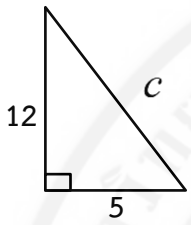
ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

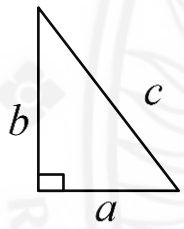
<u>คำชี้แจง</u> ให้เลือกคำตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. จงหาความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากในรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้



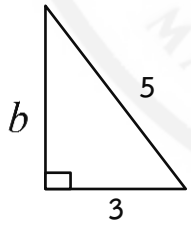
ก. 6 ข. 8
ค. 11 ง. 13

2. จากรูปข้อใดสรุป**<u>ไม่ถูกต้อง</u>**



ก. $a^2+b^2=c^2$
ข. $c^2-a^2=b^2$
ค. $a^2-b^2=c^2$
ง. $c^2-b^2=a^2$

3. จากรูปข้อใดต่อไปนี้**<u>ไม่เป็นจริง</u>**



ก. $5^2 = 3^2 + b^2$
ข. $b^2 = 5^2 - 3^2$
ค. $3^2 = 5^2 - b^2$
ง. $3^2 = b^2 - 5^2$

4. จงพิจารณาว่าความยาวทั้งสามด้านของรูปสามเหลี่ยมข้อใดต่อไปนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ก. a=6, b=8, c=10
ข. a=9, b=12, c=14
ค. a=3, b=4, c=7
ง. a=5, b=5, c=10

5. เราใช้ความยาวของเส้นทแยงมุมของหน้าจอโทรทัศน์เพื่อบอกขนาดของโทรทัศน์ค่าโทรทัศน์เครื่องหนึ่งมีหน้าจอที่วัดตามแนวเส้นทแยงมุมได้ 20 นิ้วและหน้าจอสูง 16 นิ้วจงหาว่าหน้าจอโทรทัศน์ยาวเท่าไร

ก. 12 ข. 14
ค. 16 ง. 18

6. ทฤษฎีบทพีทาโกรัสกล่าวถึงความสัมพันธ์ของด้านของรูปเรขาคณิตใด

ก. รูปสามเหลี่ยมมุมแหลม
ข. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
ค. รูปสามเหลี่ยมมุมเท่า
ง. รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

7. รูปทั่วไปของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวคือข้อใด

ก. $ax + b = 0$
ข. $y=ax+b$
ค. $ax + by + c = 0$
ง. $ax + by = c$

8. สามเท่าของจำนวนหนึ่งรวมกับ 9 เท่ากับ 24 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ในข้อใด

ก. $3(x+9)=24$
ข. $3x + 9 = 24$
ค. $3(3x + 9) = 24$
ง. $x + 9 = 24$

9. อีก 3 ปี นุ้ยจะอายุครบ 18 ปี เขียนเป็นสมการได้อย่างไร

ก. $3x=18$

ข. $3-x=18$

ค. $x+18=3$

ง. $x+3=18$

10. ถ้า $4x+7=27$ แล้ว $2x+4$ มีค่าเท่ากับเท่าไร

ก. 10 ข. 14

ค. 16 ง. 30

11. คำตอบของสมการ $\frac{2+x}{4}=8$ ตรงกับข้อใด

ก. 14 ข. 20

ค. 26 ง. 30

12. ข้อความใดกล่าว**<u>ไม่ถูกต้อง</u>**

ก. มีจำนวนตรรกยะที่เป็นจำนวนเต็ม

ข. มีจำนวนเต็มที่เป็นจำนวนตรรกยะ

ค. ผลบวกของจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะเป็นจำนวนอตรรกยะ

ง. ผลคูณของจำนวนอตรรกยะและจำนวนตรรกยะเป็นจำนวนอตรรกยะ

13. จำนวนนับที่น้อยที่สุดนำมาคูณกับ 567 แล้วถอดรากที่สองได้เป็นจำนวนเต็มคือข้อใด

ก. 5 ข. 6

ค. 7 ง. 11

14. ค่าของ $\frac{1}{\sqrt{5}-2}-\frac{1}{\sqrt{5}+2}$ เท่ากับข้อใด

ก. 4 ข. $\sqrt{5}$

ค. $4(\sqrt{5}+2)$ ง. $4(\sqrt{5}-2)$

15. ถ้า $x=5, y=-3$ แล้วจำนวนในข้อใดมีค่าเท่ากับ 16

ก. $\sqrt{4(x-y)^2}$ ข. $\sqrt{4(x+y)^2}$

ค. $\sqrt{4x^2+y^2}$ ง. $\sqrt{4x^2-y^2}$

16. รากที่สามของ -125 คือข้อใด

ก. -5 ข. -25

ค. 5 ง. |-5|

17. เมื่อใดจึงอ้างได้ว่าเส้นตรงสองเส้นขนานกัน

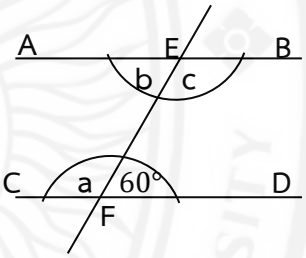
ก. เมื่อเส้นตรงสองเส้นตัดกับเส้นตรงอีกเส้นหนึ่ง

ข. เมื่อเส้นตรงสองเส้นตัดกันได้มุมตรงข้ามเท่ากัน

ค. เมื่อเส้นตรงเส้นหนึ่งตั้งอยู่บนเส้นตรงอีกเส้นหนึ่ง

ง. เมื่อเส้นตรงสองเส้นตัดกับเส้นตรงอีกเส้นหนึ่งแล้วทำให้เกิดมุมแย้งเท่ากัน

18. กำหนดให้ $\overline{AB}//\overline{CD}$, $\overline{EF}$ เป็นเส้นตัด ถ้า $D\hat{F}E=60°$ ดังรูป

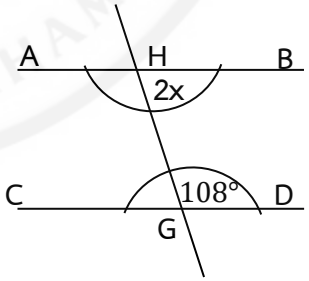


จงหาว่า c เท่ากับกี่องศา

ก. 50 องศา ข. 120 องศา

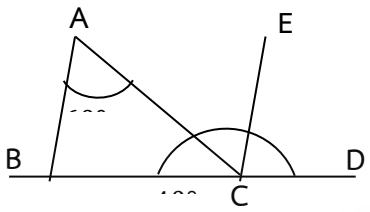
ค. 130 องศา ง. 140 องศา

19. ถ้าให้ $\overline{AB}//\overline{CD}$, $\overline{GH}$ เป็นเส้นตัด แล้ว **x** มีค่าเท่ากับกี่องศา



ก. 108 องศา ข. 72 องศา

ค. 68 องศา ง. 36 องศา

20. 

จากรูป กำหนดให้ $\overline{AB} // \overline{CE}$ แล้ว $D\hat{C}E$ มีค่าเท่ากับกี่องศา

ก. 100 องศา ข. 80 องศา

ค. 60 องศา ง. 30 องศา

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ

ตอนที่ 1 ชุดอนุกรมหลายชั้น จำนวน 8 ข้อ
คำชี้แจง ให้นักเรียนหาจำนวนถัดไป

1) 3 4 6 9 .....
ก. 11 ข. 12
ค. 13 ง. 14

2) 4 5 3 6 2 7 .....
ก. 1 ข. 3
ค. 5 ง. 7

3) 1 2 10 4 100 8 .....
ก. 80 ข. 400
ค. 500 ง. 1000

4) 81 3 27 9 9 27 .....
ก. 3 ข. 9
ค. 27 ง. 51

5) 1 3 7 13 .....
ก. 19 ข. 20
ค. 21 ง. 22

6) 25 24 22 19 .....
ก. 13 ข. 15
ค. 16 ง. 17

คำชี้แจง ตัวเลขที่แทนด้วย ? คือข้อใด

7)

2	5	10
4	7	?
7	10	70

ก. 24 ข. 28
ค. 40 ง. 50

8)

0	6	11
3	9	14
?	14	19

ก. 8 ข. 9
ค. 10 ง. 11

ตอนที่ 2 ชุดทักษะ จำนวน 8 ข้อ

9) จงหาผลลัพธ์ของ $(-39)+(-14)$
ก. 25 ข. 53
ค. -25 ง. -53

10) จงหาผลลัพธ์ของ $\frac{1}{4}+1\frac{1}{2}$
ก. $\frac{5}{4}$ ข. $\frac{6}{4}$
ค. $\frac{7}{4}$ ง. $\frac{8}{4}$

11) จงหาผลลัพธ์ของ $0.0025+0.04\times0.05$
ก. 0.0045 ข. 0.0027
ค. 0.02125 ง. 0.2125

12) จงหาผลลัพธ์ของ $12^2+(-5^3)-3^3$
ก. -5 ข. -6
ค. -7 ง. -8

13) จงหาผลลัพธ์ของ $(-12)\times(-4)\times5$
ก. 240 ข. 280
ค. -240 ง. -280

14) จงหาผลลัพธ์ของ $\left(\frac{21}{4}+\frac{1}{2}\right)\div\frac{3}{4}$
ก. $\frac{22}{3}$ ข. $\frac{23}{3}$
ค. $\frac{25}{16}$ ง. $\frac{69}{16}$

15) จงหาผลลัพธ์ของ $\left(\frac{1}{4}\right)^3\div\left(\frac{1}{2}\right)^6$
ก. 0 ข. 1
ค. 2 ง. 4

18) ถ้า $A:B=3:1$ และ $B:C=3:2$ และ ถ้า $A=18$ แล้ว C มีค่าเท่าใด
ก. 3 ข. 4
ค. 6 ง. 12

16) จงหาผลลัพธ์ของ $[(-25)\times 2]+[(-2)\times(-1)]$

ก. 48 ข. 52

ค. -48 ง. -52

ตอนที่ 3 ชุดคณิตศาสตร์เหตุผลจำนวน 4 ข้อ

17) ถ้าผลลัพธ์ของ $a\times b\times c$ เป็นจำนวนเต็มบวก โดยที่ $a<0$ และ $b>0$ แล้วข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

ก. $c > 0$ ข. $c \geq 0$

ค. $c < 0$ ง. $c \leq 0$

19) ถ้า $\frac{x}{y} = 1$ และ x, y เป็นจำนวนเต็ม แล้วจำนวนในข้อใด <u>ไม่ใช่</u> ค่าของ $x + y$

ก. 4 ข. 6

ค. 9 ง. 12

20) สินค้าชนิดหนึ่งปิดราคาไว้ 700 บาท ถ้าขายในราคานี้จะได้กำไร 40% ถ้าขาย 550 บาท จะได้กำไรกี่บาท

ก. 50 ข. 60

ค. 70 ง. 80

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามและแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1) ตู้เลี้ยงปลาทำด้วยกระจกหนา 1 เซนติเมตร วัดภายในตู้กระจกกว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร และสูง 40 เซนติเมตร ถ้าต้องการใส่น้ำให้ต่ำกว่าขอบบน 20 เซนติเมตร จะต้องใสน้ำกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีทำ

โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง.....

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

.....

.....

วางแผนแก้ปัญหา.....

.....

.....

.....

ดำเนินการตามแผน.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบ.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบที่ได้.....

2) ในฟาร์มแห่งหนึ่งเลี้ยงไก่และวัวไว้ในคอกเดียวกัน 17 ตัว เมื่อนับจำนวนขาสัตว์ทั้งสองชนิดนี้รวมกันจะได้จำนวนขาทั้งหมด 52 ขา จงหาว่าฟาร์มแห่งนี้เลี้ยงไก่และวัวอย่างละกี่ตัว

วิธีทำ

โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง.....

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

.....

.....

วางแผนแก้ปัญหา.....

.....

.....

.....

ดำเนินการตามแผน.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบ.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบที่ได้.....

3) น้องมี่ยืนอยู่ที่ถนนสุขุมวิท หลักกิโลเมตรที่ 108 ใช้กล้องขยายส่องมองเห็นยอดต้นไม้ ซึ่งอยู่ตรงหลักกิโลเมตรที่ 113 และยอดเสาไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งอยู่ตรงหลักกิโลเมตรที่ 117 อยู่ในแนวเดียวกันพอดี ถ้าน้องมี่สูง 180 เซนติเมตร และต้นไม้สูง 680 เซนติเมตร แล้วเสาไฟฟ้าแรงสูงสูงกี่เมตร

วิธีทำ

โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง.....

.....

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม.....

.....

.....

วางแผนแก้ปัญหา.....

.....

.....

.....

ดำเนินการตามแผน.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบ.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบที่ได้.....

ฉบับที่ 4 แบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย ✔ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฝึกให้ข้าพเจ้าเป็นคนมีเหตุผล					
2. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฝึกให้ข้าพเจ้ารู้จักคิดและแก้ปัญหาได้					
3. วิชาคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานของการเรียนวิชาต่าง ๆ					
4. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนรู้ได้อย่างกว้างขวาง					
5. ข้าพเจ้าชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
6. ข้าพเจ้าชอบทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์					
7. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก					
8. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ควรเรียนอย่างยิ่ง					
9. ข้าพเจ้ารู้สึกวิตกกังวลเวลาเข้าเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
10. ข้าพเจ้าเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีความสุข					
11. ข้าพเจ้าฉลาดขึ้นเพราะเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
12. ข้าพเจ้ารู้สึกไม่พอใจเวลาที่อาจารย์เรียกชื่อให้ตอบคำถามคณิตศาสตร์เพราะกลัวว่าจะตอบผิด					
13. ถ้าเลือกได้ข้าพเจ้าจะไม่เรียนวิชาคณิตศาสตร์					
14. ข้าพเจ้าชอบนำเอาโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจไปฝึกคิดอยู่เสมอ					
15. พอถึงชั่วโมงวิชาคณิตศาสตร์ ข้าพเจ้ากระตือรือร้นและพร้อมที่จะเรียนเสมอ					

ฉบับที่ 5 แบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย ✔ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. ข้าพเจ้าตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างเต็มความสามารถ					
2. ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อหน่ายต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
3. ข้าพเจ้าเต็มใจให้ความช่วยเหลือและแนะนำเพื่อนเกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์					
4. ข้าพเจ้าคิดว่าการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ท้าทายความสามารถ					
5. เมื่อข้าพเจ้าทำการบ้านไม่ถูกต้อง ข้าพเจ้าจะแก้ไขและนำไปส่งครูอีกครั้ง					
6. เมื่อมีข้อสงสัยในบทเรียนข้าพเจ้าจะถามครูทันที					
7. ข้าพเจ้าพยายามทำงานหรือแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเองไม่ว่าจะยากเพียงใด					
8. ข้าพเจ้าทบทวนและเตรียมความพร้อมก่อนเรียนวิชาคณิตศาสตร์เสมอ					
9. ข้าพเจ้าลอกการบ้านวิชาคณิตศาสตร์จากเพื่อน					
10. ข้าพเจ้าจะหยุดทำแบบฝึกหัดทันทีหากคิดไม่ออกหรือทำไม่ได้					
11. ข้าพเจ้าไม่มีความอดทนต่อความยากลำบากในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
12. ข้าพเจ้าไม่ตั้งใจทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ เพราะข้าพเจ้าไม่มีความเข้าใจในรายวิชานี้					
13. ข้าพเจ้ามุ่งมั่นที่จะให้ตนประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
14. ข้าพเจ้าต้องทำคะแนนสอบคณิตศาสตร์ให้ได้มากกว่าเดิม					
15. ข้าพเจ้าขวนขวายหาความรู้เพิ่มเติมในวิชาคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ					

ฉบับที่ 6 แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อความแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย ✔ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. ครูตอบข้อสงสัยให้กับนักเรียนได้อย่างชัดเจน					
2. ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนหาวิธีคิดแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง					
3. ครูยกตัวอย่างประกอบการสอนได้ชัดเจน และมีวิธีการสอนที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนและสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้					
4. ครูและนักเรียนร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนการสอน					
5. ครูใช้คำอธิบายเข้าใจง่ายเรียงลำดับขั้นตอนได้ดีไม่พูดวกวน					
6. ครูสร้างสถานการณ์ส่งเสริมการคิดต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์					
7. ครูสอนวิธีคิดแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก					
8. ครูจัดกิจกรรมการสอนซ่อมเสริมให้นักเรียนเป็นรายบุคคล					
9. ครูมีการทบทวนเนื้อหาเดิมก่อนที่จะเริ่มเนื้อหาใหม่					
10. ครูมีความรู้ถูกต้องในเนื้อหาวิชาที่สอน					
11. ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามปัญหาข้อสงสัยหรือแสดงความคิดเห็นในการเรียนคณิตศาสตร์					
12. ครูยิ้มแย้มแจ่มใสแสดงความเป็นกัลยาณมิตร					
13. ครูกล่าวชมเชยเมื่อนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง					
14. ครูตรวจแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ด้วยความเอาใจใส่และแจ้งชี้ข้อบกพร่องให้ผู้เรียนทราบ					
15. ครูวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยมีการสอบย่อยและแจ้งผลการสอนให้ผู้เรียนทราบเป็นระยะๆ					

ภาคผนวก ข

การหาคุณภาพเครื่องมือ

ตารางที่ ข.1 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อคำถาม	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	สอดคล้อง*
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
5	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	สอดคล้อง*
6	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง*
7	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
8	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง*
9	+1	+1	0	-1	+1	2	0.4	ไม่สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
15	0	+1	-1	+1	+1	2	0.4	ไม่สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	-1	3	0.6	สอดคล้อง*
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
19	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*

หมายเหตุ. * หมายถึง ข้อที่เลือกนำมาใช้

ตารางที่ ข.2 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อคำถาม	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
15	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
18	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
21	0	0	+1	+1	+1	3	0.6	สอดคล้อง
22	0	+1	0	+1	+1	3	0.6	สอดคล้อง
23	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*

หมายเหตุ. * หมายถึง ข้อที่เลือกนำมาใช้

ตารางที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อคำถาม	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง*

หมายเหตุ. * หมายถึง ข้อที่เลือกนำมาใช้

ตารางที่ ข.4 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) แบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฝึกให้ข้าพเจ้าเป็นคนมีเหตุผล	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
2. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฝึกให้ข้าพเจ้ารู้จักคิดและแก้ปัญหาได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
3. วิชาคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานของการเรียนวิชาต่าง ๆ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
4. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนรู้ได้อย่างกว้างขวาง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
5. วิชาคณิตศาสตร์ทำให้ข้าพเจ้ามีความรอบคอบ	+1	+1	0	0	+1	3	0.6
6. วิชาคณิตศาสตร์ช่วยให้ไหวพริบดี	0	+1	+1	0	+1	3	0.6
7. ข้าพเจ้าชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
8. ข้าพเจ้าชอบทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
9. ข้าพเจ้าชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นชีวิตจิตใจ	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8

(ต่อ)

ตารางที่ ข.4 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
10. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
11. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ควรเรียนอย่างยิ่ง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
12. ข้าพเจ้ารู้สึกวิตกกังวลเวลาเข้าเรียนวิชาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
13. ข้าพเจ้าเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีความสุข	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
14. ข้าพเจ้าฉลาดขึ้นเพราะเรียนวิชาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
15. ข้าพเจ้ารู้สึกไม่พอใจเวลาที่อาจารย์เรียกชื่อให้ตอบคำถามคณิตศาสตร์เพราะกลัวว่าจะตอบผิด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
16. ถ้าเลือกได้ข้าพเจ้าจะไม่เรียนวิชาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
17. ข้าพเจ้าชอบนำเอาโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจไปฝึกคิดอยู่เสมอ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
18. พอถึงชั่วโมงวิชาคณิตศาสตร์ ข้าพเจ้ากระตือรือร้นและพร้อมที่จะเรียนเสมอ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
19. ควรเพิ่มเวลาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้มากขึ้น	+1	0	+1	-1	0	1	0.2
20. ข้าพเจ้าพอใจผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8

หมายเหตุ. * หมายถึง ข้อที่เลือกนำมาใช้

ตารางที่ ข.5 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ข้าพเจ้าตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างเต็มความสามารถ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
2. ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อหน่ายต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
3. ข้าพเจ้าทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ด้วยความเอาใจใส่	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.6
4. ข้าพเจ้าเต็มใจให้ความช่วยเหลือและแนะนำเพื่อนเกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
5. ข้าพเจ้าคิดว่าการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ท้าทายความสามารถ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
6. เมื่อข้าพเจ้าทำการบ้านไม่ถูกต้อง ข้าพเจ้าจะแก้ไขและนำไปส่งครูอีกครั้ง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
7. ข้าพเจ้าเข้าเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตรงเวลา	+1	0	+1	0	+1	3	0.6
8. เมื่อมีข้อสงสัยในบทเรียนข้าพเจ้าจะถามครูทันที	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
9. ข้าพเจ้าสนุกกับการทำการบ้านคณิตศาสตร์ที่มีการใช้สูตรคำนวณ	0	+1	+1	-1	+1	2	0.4
10. ข้าพเจ้าพยายามทำงานหรือแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายด้วยตนเองไม่ว่าจะยากเพียงใด	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
11. ข้าพเจ้าทบทวนและเตรียมความพร้อมก่อนเรียนวิชาคณิตศาสตร์เสมอ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
12. เมื่อขาดเรียนข้าพเจ้าจะรับผิดชอบต่องานทันทีที่มาเรียนวิชาคณิตศาสตร์	0	0	+1	0	+1	2	0.4
13. ข้าพเจ้าไม่ลงมือทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ถ้าไม่ถึงเวลาที่กำหนดส่ง	+1	+1	0	0	+1	3	0.6

(ต่อ)

ตารางที่ ข.5 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
14. ข้าพเจ้าลอกการบ้านวิชาคณิตศาสตร์จากเพื่อน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
15. ข้าพเจ้าจะหยุดทำแบบฝึกหัดทันทีหากคิดไม่ออกหรือทำไม่ได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
16. ข้าพเจ้าไม่มีความอดทนต่อความยากลำบากในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
17. ข้าพเจ้าไม่ตั้งใจทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ เพราะข้าพเจ้าไม่มีความเข้าใจในรายวิชานี้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
18. ข้าพเจ้ามุ่งมั่นที่จะให้ตนประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
19. ข้าพเจ้าต้องทำคะแนนสอบคณิตศาสตร์ให้ได้มากกว่าเดิม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
20. ข้าพเจ้าขวนขวายหาความรู้เพิ่มเติมในวิชาคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*

หมายเหตุ. * หมายถึง ข้อที่เลือกนำมาใช้

ตารางที่ ข.6 ผลการวิเคราะห์วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (IOC) ของแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ครูตรงต่อเวลาในการเข้าสอนและเลิกสอน	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
2. ครูตอบข้อสงสัยให้กับนักเรียนได้อย่างชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
3. ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนหาวิธีคิดแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
4. ครูยกตัวอย่างประกอบการสอนได้ชัดเจนและมีวิธีการสอนที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนและสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
5. ครูและนักเรียนร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
6. ครูใช้คำอธิบายเข้าใจง่ายเรียงลำดับขั้นตอนได้ดีไม่พูดวกวน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
7. ครูสร้างสถานการณ์ส่งเสริมการคิดต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
8. ครูสอนวิธีคิดแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
9. ครูจัดกิจกรรมการสอนซ่อมเสริมให้นักเรียนเป็นรายบุคคล	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
10. ครูมีการทบทวนเนื้อหาเดิมก่อนที่จะเริ่มเนื้อหาใหม่	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
11. ครูมีความรู้ถูกต้องในเนื้อหาวิชาที่สอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*

(ต่อ)

ตารางที่ ข.6 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					∑R	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
12. สื่อการสอนคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอกับนักเรียน	+1	+1	+1	0	-1	2	0.4
13. ครูใช้สื่อการสอนหลายประเภทในการสอนคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
14. ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามปัญหาข้อสงสัยหรือแสดงความคิดเห็นในการเรียนคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
15. ครูยิ้มแย้มแจ่มใสแสดงความเป็นกัลยาณมิตร	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
16. ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ครูส่งเสริมให้นักเรียนอภิปรายและซักถาม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
17. ครูกล่าวชมเชยเมื่อนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
18. ครูคณิตศาสตร์ไม่มีความเที่ยงตรงและยุติธรรมในการให้คะแนน	0	+1	0	0	+1	2	0.4
19. ครูตรวจแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ด้วยความเอาใจใส่และแจ้งชี้ข้อบกพร่องให้ผู้เรียนทราบ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*
20. ครูวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยมีการสอบย่อยและแจ้งผลการสอนให้ผู้เรียนทราบเป็นระยะๆ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1*

หมายเหตุ. * หมายถึง ข้อที่เลือกนำมาใช้

ตารางที่ ข.7 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์		
ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.54	0.60
2	0.47	0.60
3	0.62	0.67
4	0.54	0.60
5	0.80	0.56
6	0.45	0.32
7	0.56	0.40
8	0.42	0.52
9	0.64	0.48
10	0.44	0.52
11	0.58	0.44
12	0.62	0.28
13	0.52	0.36
14	0.60	0.54
15	0.52	0.27
16	0.58	0.36
17	0.66	0.40
18	0.50	0.64
19	0.43	0.36
20	0.66	0.52
ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89		

ตารางที่ ข.8 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบความสามารถในการคิดคำนวณ

ความสามารถในการคิดคำนวณ		
ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.70	0.60
2	0.64	0.72
3	0.60	0.80
4	0.64	0.72
5	0.60	0.64
6	0.66	0.60
7	0.54	0.68
8	0.70	0.60
9	0.66	0.68
10	0.50	0.36
11	0.58	0.84
12	0.58	0.64
13	0.56	0.68
14	0.66	0.60
15	0.62	0.44
16	0.54	0.68
17	0.68	0.56
18	0.62	0.68
19	0.62	0.76
20	0.40	0.64
ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83		

ตารางที่ ข.9 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์		
ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (D)
1	0.58	0.42
2	0.61	0.45
3	0.65	0.38
ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87		

ตารางที่ ข.10 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	
ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก ($r_{XY'}$)
1	0.62
2	0.62
3	0.47
4	0.37
5	0.42
6	0.57
7	0.39
8	0.44
9	0.65
10	0.36
11	0.45
12	0.49
13	0.37
14	0.59
15	0.31
ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80	

ตารางที่ ข.11 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์	
ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r_{XY},)
1	0.53
2	0.58
3	0.56
4	0.20
5	0.45
6	0.46
7	0.54
8	0.20
9	0.44
10	0.41
11	0.48
12	0.31
13	0.34
14	0.38
15	0.53
ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84	

ตารางที่ ข.12 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู

พฤติกรรมการสอนของครู	
ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r_{XY},)
1	0.57
2	0.27
3	0.39
4	0.39
5	0.54
6	0.51
7	0.49
8	0.61
9	0.62
10	0.63
11	0.56
12	0.41
13	0.30
14	0.46
15	0.64
ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97	

ภาคผนวก ค

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผศ.ว่าที่ ร.ต.ดร.อรัญ ซุยกระเดื่อง	กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์สาขาวิชา วิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
2. อาจารย์ ดร.ณิฎฐญาร์ บรรเทา	ปร.ด. (สถิติศาสตร์ประยุกต์) ตำแหน่งอาจารย์สาขาวิชาสถิติศาสตร์ ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
3. อาจารย์ ดร.โชติกา ธรรมวิเศษ	ปร.ด. วิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ (จิตวิทยาการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์สาขาจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยา
4. อาจารย์ ดร.อัจฉริยา พรมท้าว	ปร.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งอาจารย์สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ	ค.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและเครื่องมือ

ภาคผนวก ง

หนังสือขอความอนุเคราะห์



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๓๐๙๙

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๙ พฤษภาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ดร.ทัศน์ศิรินทร์ สว่างบุญ

ด้วย นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไชยงค์ รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

- [x] ตรวจสอบความถูกต้องด้านวิจัยและเครื่องมือ
- [ ] ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
- [ ] ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- [ ] อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอบคุณล่วงหน้ามา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์/โทรสาร. ๐ - ๔๓๗๑ - ๓๒๐๖



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ คศ. ๖๐๑๙๘/ ๒๕๖๓ วันที่ ๙ มิถุนายน ๒๕๖๓
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน อาจารย์ ดร. อัจฉริยา พรมท้าว

ด้วย นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไธสงค์ รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

เพื่อ

- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านวิจัยและเครื่องมือ
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- ☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทขุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ คศ. ๖๐๑๙๑/ ๒๕๖๓ วันที่ ๑ มิถุนายน ๒๕๖๓
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน อาจารย์ ดร. นิตยา จันตะคุณ

ด้วย นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไธสงค์ รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

เพื่อ

- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านวิจัยและเครื่องมือ
- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- ☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ คศ. ๖๐๑๘๘/ ๒๕๖๓ วันที่ ๑ มิถุนายน ๒๕๖๓
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผศ.ว่าที่ ร.ต. ดร. อรัญ ชุยกระเดื่อง

ด้วย นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไธสงค์ รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

เพื่อ

- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านวิจัยและเครื่องมือ
- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- ☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ คศ. ๖๐๑๙๗/ ๒๕๖๓ วันที่ ๙ มิถุนายน ๒๕๖๓
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน อาจารย์ ดร. โชติกา ธรรมวิเศษ

ด้วย นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไธสงค์ รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อ

- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านวิจัยและเครื่องมือ
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านจิตวิทยา
- ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- ☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๓๘๖๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๓ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม

ด้วย นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไธสงค์ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัย-ราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ในโรงเรียนของท่าน เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์/โทรสาร. ๐ - ๔๓๗๑ - ๓๒๐๖



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๓๘๖๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๓ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกันทรวิชัย

ด้วย นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไธสงค์ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๐๓ นักศึกษาระดับบริญญาโทสาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัย-ราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ในโรงเรียนของท่าน เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์/โทรสาร. ๐ - ๔๓๗๑ - ๓๒๐๖



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๓๘๖๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๓ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบรบือวิทยาคาร

ด้วย นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไธสงค์ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัย-ราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ในโรงเรียนของท่าน เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์/โทรสาร. ๐ - ๔๓๗๑ - ๓๒๐๖



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๓๘๖๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๓ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร

ด้วย นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไธสงค์ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัย-ราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ในโรงเรียนของท่าน เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฏฐชัย จันทขุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์/โทรสาร. ๐ - ๔๓๗๑ - ๓๒๐๖

ภาคผนวก จ

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติ

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติ

1. ข้อตกลงเบื้องต้น ของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

1.1 ตัวแปร 2 ตัว เป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง หรือเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

1.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรเป็นเส้นตรง (Linear Relationship)

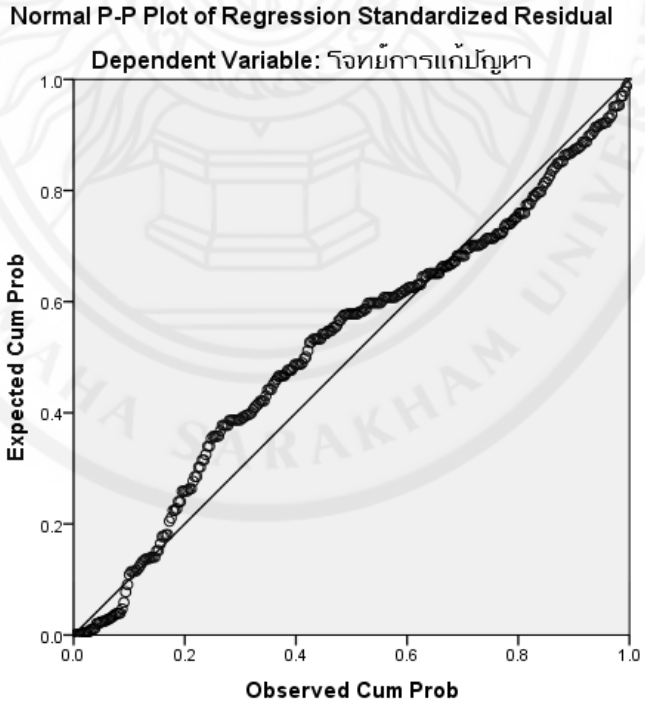
การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

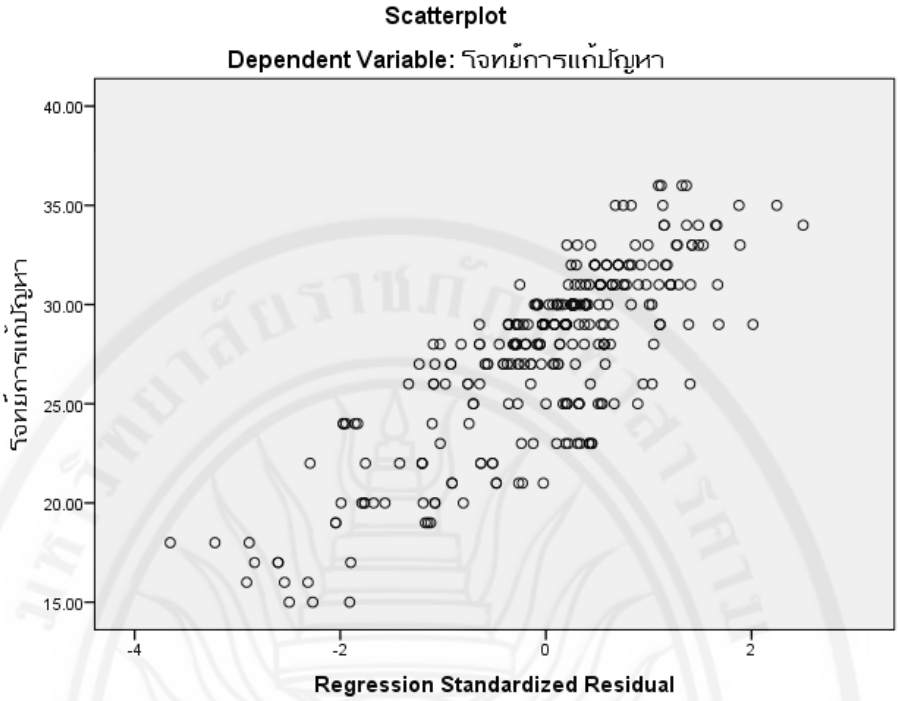
1. ตัวแปร 2 ตัว เป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง หรือเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

จากการศึกษาความสามารถที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่ง ตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม มีมาตรวัดเป็น Scale และเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

2. ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรเป็นเส้นตรง (Linear Relationship)

เป็นข้อตกลงในสถิติที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เช่น การวิเคราะห์การถดถอยและการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ ว่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตามที่จะวิเคราะห์นั้น จะต้องมีความสัมพันธ์กับเส้นตรง (Linearity)





จากกราฟ พิจารณาลักษณะการกระจายของข้อมูลเรียงกันอยู่อยู่ในแนวเส้นตรง แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์อยู่ในรูปแบบเชิงเส้นตรง (Linearity)

2. ข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression)

2.1 ตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม มีมาตรวัดเป็น Interval ขึ้นไป (อนุญาตให้ตัวแปรอิสระบางตัวมีมาตรวัดเป็น Norminal หรือ Ordinal ได้บ้าง โดยจะต้องทำการเปลี่ยนตัวแปรอิสระที่มีมาตรวัดเป็น Norminal หรือ Ordinal เหล่านั้น เป็นตัวแปรหุ่น แล้วจึงทำการวิเคราะห์การถดถอยโดยใช้ตัวแปรหุ่นที่เกิดขึ้นแทนตัวแปรเดิมที่มี ในที่นี้จะไม่ขอกล่าวถึง)

2.2 ข้อมูลของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม จะต้องสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

2.3 ตัวแปรอิสระจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กันเอง (การเกิดความสัมพันธ์กันเองของตัวแปรอิสระเรียกว่า การเกิด Multicollinearity จะมีเฉพาะในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ)

2.4 ข้อมูลจะต้องไม่มีความสัมพันธ์ภายในตัวเอง (การที่ข้อมูลมีความสัมพันธ์ภายในตัวเองจะเรียกว่า การเกิด Autocorrelation)

2.5 ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ จะต้อง

2.5.1 มีการแจกแจงแบบปกติ

2.5.2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0

2.5.3 มีความแปรปรวนคงที่

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการถดถอยพหุคุณ (Multiple Regression)

1. ตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม มีมาตรวัดเป็น Interval ขึ้นไป

จากการศึกษาความสามารถที่ส่งผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่ง ตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม มีมาตรวัดเป็น Scale และเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

2. ข้อมูลของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม จะต้องสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ความรู้พื้นฐาน	.233	305	.175	.765	305	.447
การคิดคำนวณ	.257	305	.164	.792	305	.336
เจตคติ	.070	305	.059	.959	305	.087
แรงจูงใจ	.186	305	.102	.869	305	.061
พฤติกรรมการสอน	.204	305	.125	.895	305	.167
โจทย์การแก้ปัญหา	.136	305	.174	.954	305	.380

a. Lilliefors Significance Correction

เนื่องจากค่า Sig. = 0.174 ของ Kolmogorov-Smirnova ซึ่งมากกว่า α = 0.05 ทุกตัว ดังนั้นข้อมูลของตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม สุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ

3. ตัวแปรอิสระจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กันเอง (การเกิดความสัมพันธ์กันเองของตัวแปรอิสระ เรียกว่า การเกิด Multicollinearity จะมีเฉพาะในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ) การตรวจสอบ Multicollinearity จะใช้ค่า Variance inflation factor (VIF) หรือค่า Tolerance หรือค่า Eigen Value ตัวใด ตัวหนึ่งก็ได้ โดยมีเกณฑ์การตรวจสอบดังนี้

Variance inflation factor (VIF)

ค่า VIF ที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 4 หรือ 5 หากเกินกว่านี้แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเอง Tolerance

หากค่า Tolerance < 0.2 แสดงว่าเกิด Multticollinearity

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	23.137	4.070		5.685	.061		
	ความรู้พื้นฐาน	.094	.096	.088	.976	.330	.262	3.813
	การคิดคำนวณ	.328	.085	.358	3.859	.272	.249	4.016
	เจตคติ	.032	.049	.108	.651	.516	.278	4.789
	แรงจูงใจ	.083	.117	.087	.711	.477	.245	2.913
	พฤติกรรมการสอน	.085	.064	.245	1.335	.183	.264	4.665

a. Dependent Variable: โจทย์การแก้ปัญหา

จากผลการวิเคราะห์จะพบว่า ค่า VIF สูงสุดที่ได้มีค่า 4.789 ซึ่งไม่เกิน 5 หรือค่า Tolerance ที่มีค่าน้อยที่สุด .245 ซึ่งไม่ต่ำกว่า .2 แสดงว่าตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน (ไม่เกิด Multicollinearity)

4. ข้อมูลจะต้องไม่มีความสัมพันธ์ภายในตัวเอง (การที่ข้อมูลมีความสัมพันธ์ภายในตัวเอง จะเรียกว่า การเกิด Autocorrelation)

สมมุติฐาน H_0 : no autocorrelation

H_1 : autocorrelation

ระดับนัยสำคัญ α = 0.05

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.598[a]	.358	.347	3.57578	1.319

a. Predictors: (Constant), พฤติกรรมการสอน, ความรู้พื้นฐาน, การคิดคำนวณ, แรงจูงใจ, เจตคติ

b. Dependent Variable: โจทย์การแก้ปัญหา

เนื่องจากค่าสถิติของ Durbin-Watson = 1.319 ซึ่งมีค่าใกล้ 2 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั้นคือ no autocorrelation ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ จะต้อง

3.1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0

การตรวจสอบ : ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0

Residuals Statistics[a]

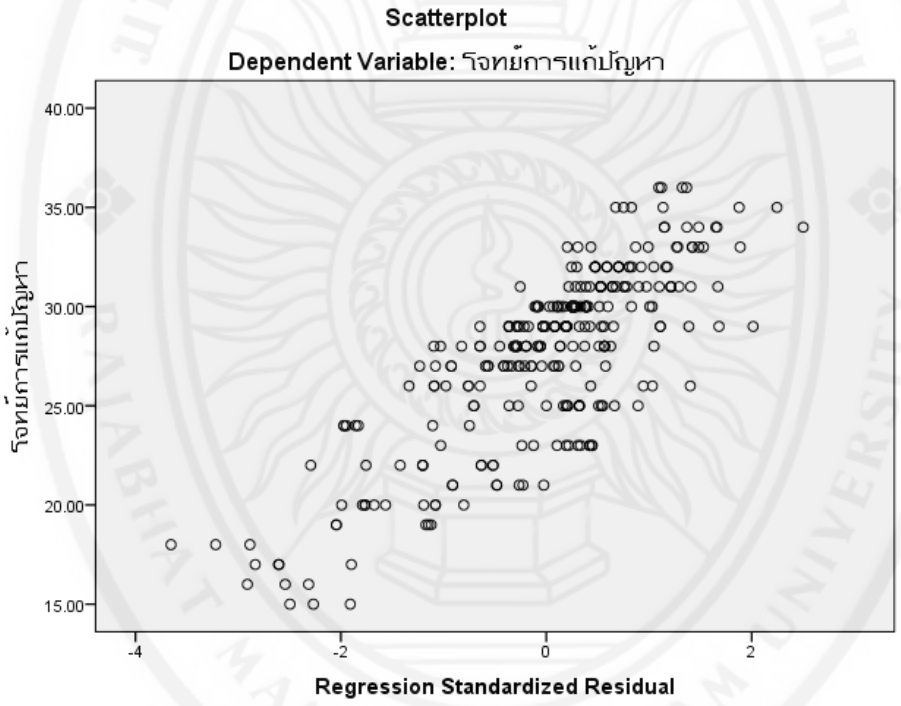
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	20.5633	32.1982	27.6295	2.64828	305
Residual	-12.97425	8.78489	.00000	3.54625	305
Std. Predicted Value	-2.668	1.725	.000	1.000	305
Std. Residual	-3.628	2.457	.000	.992	305

a. Dependent Variable: โจทย์การแก้ปัญหา

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (Residual) = .00000 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง หรือเท่ากับศูนย์

3.2 มีความแปรปรวนคงที่

การตรวจสอบ : ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการพยากรณ์ มีความแปรปรวนคงที่



จากกราฟจะเห็นว่าการกระจายเหนือและใต้ระดับ 0.0 มีพื้นที่ใกล้เคียงกันและเป็นแนวเหลี่ยมผืนผ้าได้ แสดว่าความคลาดเคลื่อน มีความแปรปรวนคงที่

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นางสาวกัญญาลักษณ์ ลาภไธสงค์

วันเกิด 30 มีนาคม 2539

ที่อยู่ปัจจุบัน 132 หมู่ที่ 7 บ้านเหล่าโพธิ์ทอง ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย 43120

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2561 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พ.ศ. 2563 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม