

ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นายภีมพัฒน์ นามโยธา

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2568

ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นายภีมพัฒน์ นามโยธา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2568
สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นายภีมพัฒน์ นามโยธา แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา)

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ)

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา)

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวพล นนทภา)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(อาจารย์อนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษกนก ดวงชาทม)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน.....ปี.....

เรื่อง : ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ผู้วิจัย : นายภีมพัฒน์ นามโยธา
ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตรศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวพล นนทภา
ปีที่สำเร็จการศึกษา : 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) เพื่อสร้างสมการพยากรณ์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ปีการศึกษา 2567 จำนวน 280 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ 1) แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 2) แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 3) แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ 4) แบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 5) แบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ 6) แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ 7) แบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์

ผลการวิจัยพบว่า 1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย พฤติกรรมการสอนของครู เจตคติทางคณิตศาสตร์ การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และมีความสัมพันธ์กับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ .05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .854, .892, .860, .904, .875, .881 และ 2) สมการพยากรณ์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ พบว่า พฤติกรรมการสอนของครู (X_1) เจตคติทางคณิตศาสตร์ (X_2) การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ (X_3) ความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (X_4) การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ (X_5) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (X_6) สามารถพยากรณ์ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และร่วมกันพยากรณ์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ $\hat{Y}$ ที่ร้อยละ 88.3 ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสามารถนำค่าที่ได้มาเขียนเป็นสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

สมการพยากรณ์ ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y} = -9.090 + (-0.953)X_1 + 1.093X_2 + 0.716X_3 + 1.728X_4 + 0.699X_5 + 0.847X_6$$

สมการพยากรณ์ ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$Z_{\hat{Y}} = -0.236X_1 + 0.262X_2 + 0.172X_3 + 0.412X_4 + 0.168X_5 + 0.212X_6$$

คำสำคัญ: สมรรถนะทางคณิตศาสตร์, ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะ, สมรรถนะของนักเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Title : Factors Affecting the Mathematical Competency of Mathayomsuksa 1 Students
Author : Mr.Phimmaphat Namyotha
Degree : Master of Education (Mathematics Education)
Rajabhat Maha Sarakham University
Advisor : Assistant Professor Dr.Nawapon Nontapa
Year : 2025

ABSTRACT

This research aims to: Study the factors affecting the mathematical competence of Mathayomsuksa 1 students. Develop a predictive equation for the mathematical competence of Grade 7 students. The sample group consists of 280 Mathayomsuksa 1 students from Sarakhampittayakhom School, in the second semester of the academic year 2024, totaling 280 students. selected using the Cluster Random Sampling method. The research instruments include: 1) A mathematical competence test 2) A mathematical achievement motivation scale 3) A self-efficacy in mathematics learning scale 4) A mathematics learning intention questionnaire 5) A self-regulation in mathematics learning scale 6) A mathematics attitude scale 7) A teacher's instructional behavior assessment The statistics used for data analysis included percentage, mean, and standard deviation, Pearson correlation analysis and Stepwise multiple regression analysis.

The research findings revealed that: 1) Factors influencing the mathematical competence of Mathayomsuksa 1 students include teacher instructional behavior, mathematical attitude, self-regulation in mathematics learning, mathematics learning intention, self-efficacy in mathematics learning, and achievement motivation in mathematics learning. These factors showed a statistically significant relationship with mathematical competence at the .05 level, with correlation coefficients of .854, .892, .860, .904, .875, .881 respectively. 2) The predictive equation for the mathematical performance of Grade 7 students, using stepwise multiple regression analysis, revealed that teacher instructional behaviors (X_1), attitudes toward mathematics (X_2), self-

regulation in mathematics learning (X_3), intention to study mathematics (X_4), perceived self-efficacy in mathematics learning (X_5), and achievement motivation in mathematics (X_6) learning significantly predicted mathematical ability at the .05 level. Together, these variables could significantly predict 88.3% of the variance in mathematical performance at the .05 level. The resulting predictive equation can be formulated as follows:

Predictive equation in raw score form:

$$\hat{Y} = -9.090 + (-0.953)X_1 + 1.093X_2 + 0.716X_3 + 1.728X_4 + 0.699X_5 + 0.847X_6$$

Predictive equation in standardized score form:

$$Z_{\hat{Y}} = -0.236X_1 + 0.262X_2 + 0.172X_3 + 0.412X_4 + 0.168X_5 + 0.212X_6$$

Keywords: Mathematical competence, Factors affecting competence, Student competence

Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวพล นนทภา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา ผู้ทรงคุณวุฒิการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนชี้นำแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมทั้งให้คำแนะนำองค์ความรู้ แนวทางในการศึกษาค้นคว้ามาโดยตลอด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่าน มา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ วงศ์พินิจ และคุณครูอาภาพร ปัญญาฟู ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ที่ช่วยตรวจสอบและให้คำแนะนำไปปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และท่านผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย รวมถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/5 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/9 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/12 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/17 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย

คุณค่าและประโยชน์ของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่านที่ได้กล่าวถึง และผู้ที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ได้มีส่วนช่วยเหลือในการสนับสนุนให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา จึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านด้วยความจริงใจ และขอน้อมรำลึกบูชาพระคุณบิดามารดาผู้มีพระคุณตลอดจนบูรพาจารย์และผู้มีอุปการะทุกท่านที่ให้การสนับสนุน อยู่เบื้องหลังในการวางรากฐานการศึกษาให้กับผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้ผู้วิจัยขอน้อมคารวะแด่ผู้เขียนตำราวิชาการที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าและใช้ในการอ้างอิงทุกท่าน

นายภีมพัฒน์ นามโยธา

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ก
ABSTRACT ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 4
1.3 สมมติฐานการวิจัย 4
1.4 ขอบเขตการวิจัย 4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 9
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ปรับปรุง 2560 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 9
2.2 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 14
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 66
2.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน 81
2.5 การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงซ้อน 86
2.6 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ 92
2.7 การตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย 100
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 109
2.9 กรอบแนวคิดการวิจัย 116
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 117
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 117
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 119

หัวเรื่อง **หน้า**

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ 120
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 138
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 142
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 142
บทที่ 4 ผลการวิจัย 148
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 148
4.2 ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 149
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 149
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 181
5.1 สรุป 181
5.2 อภิปรายผล 182
5.3 ข้อเสนอแนะ 186
บรรณานุกรม 188
ภาคผนวก 199
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 200
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพเครื่องมือ 224
ภาคผนวก ค รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย 250
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์ 252
การเผยแพร่ผลงานวิจัย 257
ประวัติผู้วิจัย 258

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นบาน รหัสวิชา ค 21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลาตลอดภาคเรียน 60 ชั่วโมง 13

2.2 ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 21

2.3 การคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F) 23

2.4 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (F) 24

2.5 การใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E) 27

2.6 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (E) 28

2.7 การตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I) 33

2.8 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการตีความและประเมิน (I) 34

2.9 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R) 47

2.10 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (R) 48

2.11 วิเคราะห์ข้อสอบตัวอย่างที่ 1 61

2.12 วิเคราะห์ข้อสอบตัวอย่างที่ 2 61

2.13 เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์ย่อยซึ่งกำหนดประเด็นการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ 64

2.14 ผลการสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 67

2.15 ข้อมูลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Ach) และเจตคติ (Atti) ในการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 84

2.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจะใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ $X_1, X_2, ..., X_K$ 88

2.17 รูปการณ์ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอย $\beta_1; i = 1, 2, ..., k$ 89

2.18 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก 103

3.1 จำนวนข้อสอบที่สร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 ข้อ ที่สอดคล้องกับเนื้อหา 120

3.2 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ 122

ตารางที่ **หน้า**

3.3 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 125

3.4 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ 127

3.5 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 129

3.6 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ 132

3.7 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ 134

3.8 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู 137

3.9 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 139

3.10 เกณฑ์การให้คะแนนระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 141

3.11 เกณฑ์ในการแปลความหมาย ของค่าเฉลี่ยที่ใช้ในการวิจัย 141

4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 150

4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 151

4.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ 153

4.4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 155

4.5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ 157

4.6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเจตคติทางคณิตศาสตร์ 159

4.7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพฤติกรรมการสอนของครู 161

4.8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 1 163

4.9 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 164

4.10 ผลการศึกษาความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ แต่ละระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ จากแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 165

4.11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนระดับสูง จำนวน 120 คน 165

ตารางที่ **หน้า**

4.12 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระดับสูง จำนวน 120 คน 166

4.13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนระดับปานกลาง จำนวน 98 คน 167

4.14 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระดับปานกลาง จำนวน 98 คน 168

4.15 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนระดับต่ำ จำนวน 62 คน 168

4.16 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระดับต่ำ จำนวน 62 คน 169

4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอยเชิงซ้อน 171

4.18 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความถดถอยเชิงซ้อน ระหว่างตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ . 172

4.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอยเชิงซ้อน ระดับสูง จำนวน 120 คน 173

4.20 ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงซ้อน ระหว่างตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ ระดับสูง จำนวน 120 คน 174

4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอยเชิงซ้อน ระดับปานกลาง จำนวน 98 คน 176

4.22 ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงซ้อน ระหว่างตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ ระดับปานกลาง จำนวน 98 คน 177

4.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความถดถอยเชิงซ้อน ระดับต่ำ จำนวน 62 คน 178

4.24 ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงซ้อน ระหว่างตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ ระดับต่ำ จำนวน 62 คน 179

ข.1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ .. 225

ข.2 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 226

ข.3 ผลรวมและค่า IOC ของแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ 227

ตารางที่ **หน้า**

ข.4 ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ 228
ข.5 ผลรวมและค่า IOC ของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ 230
ข.6 ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ 231
ข.7 ผลรวมและค่า IOC ของแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ 233
ข.8 ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ 234
ข.9 ผลรวมและค่า IOC ของแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู 236
ข.10 ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู 237
ข.11 ผลรวมและค่า IOC ของแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 239
ข.12 ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 240
ข.13 ผลรวมและค่า IOC ของแบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 242
ข.14 ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 243

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 สมรรถนะและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทหนึ่ง ๆ 20

2.2 กรอบแนวคิดการวิจัย 116

3.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่างการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 119

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 พระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับบที่ 2) พ.ศ. 2545 มีสาระทั้งสิ้น 9 หมวด หมวดที่เกี่ยวข้องกับการศึกษามากที่สุดคือหมวด 4 แนวการจัดการศึกษาตามหมวดนี้เริ่มตั้งแต่มาตรา 22 ถึงมาตรา 30 มีสารสำคัญดังนี้ มาตรา 23 การจัดการศึกษาทั้งในระบบการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้คุณธรรมกระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสม ของแต่ละระดับการศึกษาในเรื่องความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545, น. 13–17)

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหาทางคณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบายและคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้ และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุป และการตัดสินใจซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความคิดสร้างสรรค์ มีการคิดไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม ซึ่งการประเมินความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของ PISA 2021 มุ่งเน้นการวัดความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) กับการแก้ปัญหาในสถานการณ์โลกจริง (Real-World Problem Solving) หรือที่เรียกว่าสมรรถนะการสร้างแบบจำลอง (Modelling Competency) ซึ่งในกระบวนการแก้ปัญหาโลกจริงหรือกระบวนการสร้างแบบจำลองนั้น จะมีกระบวนการที่สำคัญ 3 ขั้นตอน ได้แก่ การคิด/การแปลงปัญหา (Formulate) การใช้คณิตศาสตร์ (Employ) การตีความและประเมิน (Interpret & Evaluate) (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2565, น. 7-56) ดังนั้นสถาบันการส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในโครงการเพิ่มศักยภาพครูให้มีสมรรถนะของครูยุคใหม่สำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงได้กำหนดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เป็น 4 สมรรถนะหลัก ได้แก่ การคิด/แปลงปัญหา (Formulate) คือความสามารถของบุคคลในการพิจารณาสถานการณ์และตัดสินใจเลือกนำความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และนำไปแก้ไขปัญหาผ่านการแปลงปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง

ให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์การใช้คณิตศาสตร์ (Employ) คือ ความสามารถของบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิด หลักการข้อเท็จจริง กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่ผ่านกระบวนการคิดแปลงปัญหามาแล้วเพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ โดยการหาผลลัพธ์และวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การแสดงการคำนวณ การแก้สมการ การงข้อสรุปจากข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ การตีความและประเมินผล (Interpret & Evaluate) คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลลัพธ์ หรือข้อสรุป ที่ได้จากกระบวนการใช้คณิตศาสตร์แล้วตีความให้สอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์ปัญหาโลกชีวิตจริง รวมถึงการแปลความหมายผลลัพธ์หรือข้อสรุปที่ได้ จากกระบวนการใช้คณิตศาสตร์ย้อนกลับไปยังบริบทของสถานการณ์ปัญหาโลกจริง และประเมินผลลัพธ์ว่าหรือข้อสรุปเหล่านั้นสมเหตุสมผล กับบริบทนั้น ๆ หรือไม่การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) คือ ความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และนำเสนอข้อโต้แย้งที่น่าเชื่อถือว่าเป็นไปได้อย่างตรงไปตรงมา ด้วยคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีกรอบแนวคิดที่ชัดเจน (ฝ่ายบริการโครงการริเริ่มสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565, น. 7-56)

ปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญที่ทำให้นักเรียนเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ในการเรียนคณิตศาสตร์ให้เกิดผลย่อมต้องอาศัยปัจจัยหรือองค์ประกอบต่าง ๆ ก็คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง ความต้องการได้รับผลสำเร็จจากการกระทำในสิ่งที่ยาก ต้องการเอาชนะอุปสรรคและบรรลุถึงมาตรฐานอันดีเลิศต้องการเป็นคนเก่งมีความสามารถในการแข่งขันและเอาชนะคนอื่น ๆ ต้องการเพิ่มการยอมรับตนเองโดยการบรรลุความสำเร็จในกิจกรรมที่เป็นอัจฉริยะ (Hermans, 1970, p. 353) เจตคติทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดเห็นของนักเรียนในด้านความสำคัญ และคุณประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ด้านความรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์ และด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วม (ฐิติพร ลินิฐฎา, 2547, น. 13) ความตั้งใจเรียนหมายถึง ความจดจ่อของจิตใจในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความตั้งใจเรียนจะทำให้บุคคลมีสมาธิ การศึกษาวิชาใดก็ตาม ถ้าวิชาที่เรียนตรงกับความสนใจของผู้เรียนแล้ว จะทำให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความตั้งใจเรียนจะสูงขึ้นกว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ไม่มีความตั้งใจเรียน (ศรีนวล วรรณสุธี, 2536, น. 30) พฤติกรรมการสอนในห้องเรียนเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งถ้าครูเอาใจใส่และควบคุมพฤติกรรมการสอนของตนให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้แล้ว ย่อมทำให้การเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายของการศึกษาที่กำหนดไว้ได้ (Flanders, 1970, p. 3) การกำกับตนองไว้ว่าการวางแผนและปรับการคิด ความรู้สึก อารมณ์ และการปฏิบัติงานด้วยตนเอง ซึ่งเป็นผลในการเรียนรู้จากการคิดและพฤติกรรมของตน เพื่อบรรลุเป้าหมายของตนที่ตั้งไว้ (Zimmerman, 1994, p. 329) การรับรู้ความสามารถของตนเองไว้ว่าเป็นการตัดสินเกี่ยวกับความสามารถของตนเอง ในการแสดงพฤติกรรมที่เฉพาะเจาะจงในแต่ละสถานการณ์ (Pajares and Miller, 1994, p. 194)

จากรายงานสรุปผลการประเมินชี้ให้เห็นว่านักเรียนในประเทศไทย ยังไม่มีศักยภาพการแข่งขันทางเศรษฐกิจในอนาคต ประเทศไทยควรที่จะพัฒนาการจัดการศึกษาอย่างเร่งด่วนทั้งด้านนักเรียน ครู ทรัพยากรการเรียนและการจัดการในระบบโรงเรียน ซึ่งต้องคำนึงถึงความเสมอภาคทางการศึกษา โรงเรียนที่มีขนาดต่างกัน อยู่ในบริบทต่างกัน ควรได้รับการพัฒนาอย่างเท่าเทียมกัน ดังนั้นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทางการศึกษาต้องร่วมมือกันหาวิธีการในการแก้ไขปัญหานี้ ปัญหาวิกฤตการณ์คุณภาพการศึกษาดังกล่าว จึงนำมาสู่การปฏิรูปการศึกษา เริ่มตั้งแต่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในปัจจุบันที่เน้นการพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพบนพื้นฐานความแตกต่างระหว่างบุคคล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553, น. 1-5) การจัดการเรียนการสอนมุ่งให้ผู้เรียน มีสมรรถนะสำคัญ คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ มีความสามารถ ในการแก้ปัญหา มีทักษะชีวิต และสามารถในการใช้เทคโนโลยีในการดำเนินชีวิตอย่างเหมาะสม แม้ว่า ในทางปฏิบัติและแนวนโยบายการจัดการศึกษา จะเห็นว่าหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาทุกแห่ง มีความเคลื่อนไหวเพื่อพัฒนาผู้เรียนอย่างเต็มกำลังความสามารถและมีทิศทางเดียวกัน แต่การพัฒนา นั้นไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างตรงจุด และที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือการจัดการศึกษายังคงมุ่งเน้นที่ จะยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทุกวิชา รวมถึงวิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้นว่า การพัฒนาครูผู้สอน ให้มีศักยภาพทางวิชาการจัดโครงการส่งเสริมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และการศึกษาวิจัย เกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การเข้าร่วมโครงการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของสมาคมนานาชาติ (IEA) การวิจัยและประเมินผลร่วมกับนานาชาติวิชาคณิตศาสตร์ (TIMSS) ซึ่งทั้งที่จริงแล้วควรพัฒนาให้นักเรียนมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ที่ครอบคลุม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเน้นการนำความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, น. 2)

โรงเรียนสารคามพิทยาคมเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล เนื่องจากโรงเรียนสารคามพิทยาคมมีนักเรียนที่มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ในระดับที่หลากหลาย ครอบคลุมทั้งกลุ่มที่มีความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ซึ่งทำให้โรงเรียนเป็นกรณีศึกษาที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากการศึกษาทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความตั้งใจในการเรียน พฤติกรรมการสอนของครู การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ และการกำกับตนเองในการเรียน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ในระดับที่แตกต่างกัน การพยากรณ์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้เข้าใจถึงอิทธิพลของแต่ละปัจจัยต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

ยิ่งขึ้น ทั้งในแง่ของผลกระทบทางตรงและทางอ้อม อันจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อนำเสนอข้อเสนอแนะในการยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ และเป็นรากฐานที่แข็งแกร่งสำหรับการศึกษาต่อในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2.2 เพื่อสร้างสมการพยากรณ์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

1.3.2 สัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงส่วนของตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากโรงเรียนสารคามพิทยาคม ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2567 จำนวนทั้งหมด 17 ห้องเรียน โดยเป็นห้องเรียนที่จัดนักเรียนแบบคละความสามารถ รวมทั้งสิ้น 636 คน ประกอบด้วย ห้องเรียนพิเศษ English Program จำนวน 2 ห้อง มีนักเรียน 60 คน ห้องเรียนทั่วไป จำนวน 10 ห้อง มีนักเรียน 400 คน ห้องเรียน Sport Program จำนวน 1 ห้อง มีนักเรียน 40 คน ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม จำนวน 4 ห้อง มีนักเรียน 136 คน

1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากโรงเรียนสารคามพิทยาคม ซึ่งศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2567 จำนวนทั้งหมด 7 ห้องเรียน

รวม 280 คน โดยการสุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยเลือกห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนจากห้องเรียนดังต่อไปนี้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 จำนวน 40 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 จำนวน 40 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/5 จำนวน 40 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/9 จำนวน 40 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 จำนวน 40 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/12 จำนวน 40 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/17 จำนวน 40 คน

1.4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.4.3.1 ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติทางคณิตศาสตร์ ความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการสอนของครู การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ และการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

1.4.3.2 ตัวแปรตามที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สมรรถนะทางคณิตศาสตร์

1.4.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยเรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้กำหนดไว้ในช่วงภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการคิดและทำงานทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ประกอบด้วย

1. การคิด/แปลงปัญหา (Formulate) สมรรถนะในการแยกแยะและรู้ถึงโอกาสที่จะใช้คณิตศาสตร์ และใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแปลงสถานการณ์ให้เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนการแปลงสถานการณ์ให้เป็นบริบททางคณิตศาสตร์ แต่ละบุคคลจะต้องพิจารณาว่าจะนำความรู้คณิตศาสตร์ส่วนใดมาวิเคราะห์ จัดการ และแก้ปัญหา พวกเขาจะต้องแปลงสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงให้อยู่ในบริบทของคณิตศาสตร์ กำหนดโครงสร้าง การแสดงแทน และข้อมูลทางคณิตศาสตร์ให้กับปัญหาในชีวิตจริงนั้น โดยต้องพิจารณาและทำความเข้าใจถึงข้อจำกัดและสมมติฐานต่าง ๆ ในปัญหา

2. การใช้คณิตศาสตร์ (Employ) สมรรถนะในการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหาซึ่งได้แปลงให้อยู่ในรูปคณิตศาสตร์แล้ว เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหานั้น แต่ละบุคคลต้องแสดงการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์และหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อาทิ การคำนวณเบื้องต้น การแก้สมการ การอนุมานด้วยหลักเหตุผลจากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ การจัดการกับสัญลักษณ์ การพิจารณาเลือกข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากตารางหรือกราฟ การแสดงและการจัดการกับรูปเรขาคณิตสามมิติ และการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น นักเรียนต้องดำเนินการกับตัวแบบของสถานการณ์ปัญหา สร้างข้อกำหนด ระบุความเกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ กระบวนการในการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา

3. การตีความและประเมิน (Interpret) สมรรถนะในการสะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ และตีความสิ่งเหล่านี้ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริงที่เป็นปัญหาเริ่มต้นได้ รวมถึงการแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กลับไปยังบริบทของปัญหาแล้วพิจารณาว่า ผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความสมเหตุสมผลและมีความหมายในบริบทของปัญหาหรือไม่ การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการรวมองค์ประกอบของวัฏจักรการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สองด้านไว้ด้วยกัน คือ “ตีความ” และ “ประเมิน” บุคคลที่ใช้กระบวนการนี้จะต้องสร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหาเริ่มต้น โดยต้องสะท้อนทั้งกระบวนการสร้างตัวแบบและผลลัพธ์ที่ได้มา กระบวนการในการตีความ การประยุกต์ใช้และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

4. การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical reasoning) การประเมินสถานการณ์ การเลือกกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา การสรุปที่สมเหตุสมผล การปรับปรุงและอธิบายที่มาของคำตอบ และการตระหนักรู้ถึงวิธีการประยุกต์ใช้วิธีแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความสามารถหรือการแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ 1) ระบุ ตระหนักรู้ จัดระบบ เชื่อมโยง และแสดงแทนสิ่งที่เกี่ยวข้อง 2) สร้าง คิดเชิงนามธรรม ประเมิน สรุปความ แสดงเหตุผล อธิบาย และแก้ต่าง 3) ตีความ ตัดสินใจ วิจารณ์ โต้แย้ง และทำให้เหมาะสม

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง การตั้งเป้าหมายความปรารถนาที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ มีความเพียรพยายาม มีความทะเยอทะยานสูง ไม่ย่อท้อต่อปัญหาและอุปสรรคที่ขัดขวาง ความพยายามหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่จะนำตนไปสู่ความสำเร็จ จะมีความสบายใจเมื่อประสบความสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อทำไม่สำเร็จหรือประสบความล้มเหลว

เจตคติทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่เกิดจากประสบการณ์และการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล เป็นผลให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมในลักษณะต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่มีทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางบวก คือ ชอบพอใจหรือในทางลบคือไม่ชอบไม่พอใจ โดยผู้วิจัยวัดจากแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการวิเคราะห์จากแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์

ความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความมีจิตใจจดจ่อในการเรียน มีความมุ่งมั่น ฝึกฝนการที่ผู้เรียนพยายามประกอบกิจกรรมเกี่ยวกับการเรียน เพื่อให้ได้ความรู้ ความสามารถ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี บุคคลที่มีความตั้งใจเรียนมาก จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ซึ่งตรงข้ามกับบุคคลที่มีความตั้งใจเรียนน้อยจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยผู้วิจัยวัดจากแบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์

พฤติกรรมการสอนของครู หมายถึง การกระทำของครูที่เกิดขึ้น ภายใต้สถานการณ์การเรียนการสอน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในหลักสูตรที่เรียน ซึ่งการแสดงออกของครูมีพฤติกรรมทางวาจา เช่น การพูด การอธิบายการใช้คำถาม การออกคำสั่ง การเสริมแรงการใช้สื่อการสอน การตอบคำถามของนักเรียน การทำแบบฝึกหัด รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ด้วย ผู้วิจัยวิเคราะห์จากแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู

การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง การประเมินสถานการณ์หรือปัญหาเฉพาะในความเชื่อมั่นของแต่ละบุคคล เกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถ ของตนเองเพื่อปฏิบัติงานหรือแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ

การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง การควบคุมพฤติกรรมตนเองในการเรียนรู้และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีการคิดของตนเองที่จะวางแผนและปรับความคิดของตนเองให้มีความรู้ เพื่อบรรลุเป้าหมายและการรู้คิดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สร้างลักษณะเด่นของการเรียนรู้และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นข้อมูลสำคัญที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.6.1 ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.6.2 ทำให้ทราบถึงระดับความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.6.3 ได้สมการสำหรับพยากรณ์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.6.4 ครูผู้สอนสามารถนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางสำหรับโรงเรียนในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.6.5 ผู้บริหารสถานศึกษาสามารถนำความรู้จากผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนกำหนดเป้าหมายของการจัดการศึกษา และพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ปรับปรุง 2560 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์
3. ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
4. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
5. การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงซ้อน
6. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
7. การตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
9. กรอบแนวคิดการวิจัย

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

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) มีรายละเอียดของหลักสูตรตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ และถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ และพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัย และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว

ในยุคโลกาภิวัตน์ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสาร และการร่วมมือซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมสามารถแข่งขัน และอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

2.1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น มีรายละเอียดดังนี้

2.1.2.1 จำนวน และพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วนร้อยละ เศษส่วน และทศนิยม การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ย และมูลค่าของเงิน ลำดับ และอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัด และเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2.2 การวัด และเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ปริมาตร และความจุเงิน และเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัด และเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2.3 สถิติ และความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูลการคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอ และแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติ และความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการสมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับ และอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิตความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิตและนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

สรุปได้ว่า สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความคาดหวัง หรือจุดหมายปลายทางของการเรียนคณิตศาสตร์ว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนทุกคนรู้และปฏิบัติได้ และสำหรับการศึกษาต่อในระดับสูงต่อไป

2.1.4 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

2.1.4.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2.1.4.2 การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

2.1.4.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

2.1.4.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

2.1.4.5 การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้

2.1.5 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.5 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1.5.6 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.7 มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้ง โปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.8 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ความเข้าใจในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ

2.1.5.9 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.10 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.11 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.12 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5.13 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1.5.14 มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

2.1.5.15 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

สรุปได้ว่า คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นเป้าหมายความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่คาดหวังให้ได้ตามมาตรฐานของหลักสูตร เพื่อให้ครูสอนคณิตศาสตร์ นำไปเป็นแนวทางในการวางแผนและจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับที่สอนต่อไป

2.1.6 โครงสร้างเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 เรื่อง อัตราส่วน

โครงสร้างเนื้อหารายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัส ค 21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลาเรียนตลอดภาคเรียน 60 ชั่วโมง มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	16
	การเตรียมความพร้อมก่อนรู้จักสมการ	2
	สมการและคำตอบของสมการ	2
	การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	4
	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	8
2	อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ	17
	อัตราส่วน	4
	สัดส่วน	6
	ร้อยละ	3
	บทประยุกต์	4
3	กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น	13
	คู่อันดับและกราฟคู่อันดับ	3
	กราฟและการนำไปใช้	5
	ความสัมพันธ์เชิงเส้น	5

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
4	สถิติ	14
	คำถามทางสถิติ	2
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	2
	การนำเสนอข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูล	10

จากตารางที่ 2.1 พบว่า โครงสร้างรายวิชา คณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ โดยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คือเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 16 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 คือ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จำนวน 17 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น จำนวน 13 ชั่วโมง และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 คือ เรื่อง สถิติ จำนวน 14 ชั่วโมง รวมจำนวนเวลาเรียนทั้งสิ้น 60 ชั่วโมง

สรุปได้ว่า หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 ข้างต้นประกอบด้วย ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์ เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และโครงสร้างเนื้อหาวิชารายวิชาคณิตศาสตร์ เป็นกรอบและทิศทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสาหรับการดำรงชีวิตในสังคม ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำ เรื่อง อัตราส่วน ซึ่งอยู่ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวนการดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

2.2 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์เป็นความความสามารถของแต่ละบุคคล ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุป และการตัดสินใจซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความคิดสร้างสรรค์ มีการคิดไตร่ตรอง และมีส่วนร่วม

ต่อสังคมส่วนรวม จากหนังสือเรื่องการประเมินความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ (Assessing Mathematical Literacy) ได้ระบุ ไว้ว่า ถ้าหากบุคคลใดบุคคลหนึ่งมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ย่อมมีความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ Stacey and Turner (2014, p. 10)

2.2.1 ความหมายของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงความหมายของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Scott B. Parry (1998, p. 10) ได้กล่าวว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หมายถึงกลุ่มของความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และคุณลักษณะ (Attributes) ที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งมีผลกระทบต่องานหลักของตำแหน่งงานหนึ่ง ๆ โดยกลุ่มความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะดังกล่าวสัมพันธ์กับผลงานของตำแหน่งงานนั้น ๆ และสามารถวัดผลเทียบกับมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ และเป็นสิ่งที่สามารถเสริมสร้างขึ้นได้โดยผ่านการฝึกอบรมและการพัฒนา

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (2548, น. 6) ได้กล่าวว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ คือ คุณลักษณะเชิงพฤติกรรม ที่เป็นผลมาจากความรู้ ทักษะความสามารถและคุณลักษณะอื่น ๆ ที่ทำให้บุคคลสร้างสรรค์ผลงานให้โดดเด่นในองค์กร สมรรถนะมีแนวคิดพื้นฐานมาจากความแตกต่างระหว่างบุคคลเช่นในเรื่องเชาวน์ปัญญาและ บุคลิกภาพที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมในองค์การ ซึ่งเป็นเรื่องที่นักจิตวิทยาองค์การได้ศึกษากันมาเป็น เวลานานแล้วกล่าวกันว่านี่เป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาสมรรถนะ (Competency) ให้เป็นอีก ทางเลือกหนึ่งนอกเหนือไปจากการวัดเชาวน์ปัญญาในการศึกษาจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการคัดเลือก บุคลากร มักใช้คำว่า KSAO เป็นคำย่อที่แสดงคุณลักษณะของบุคคลที่เกี่ยวกับผลการปฏิบัติงาน โดย K หมายถึง Knowledge (ความรู้) S หมายถึง Skill (ทักษะ) A หมายถึง Ability (ความสามารถ) และ O หมายถึง Other Characteristics

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552, น. 218-219) ได้กล่าวว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถที่นักเรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และสามารถจำแนกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 8 สมรรถนะ ดังนี้

1. การคิดเป็นคณิตศาสตร์ (Thinking Mathematically)

1.1 การตั้งคำถามในเชิงคณิตศาสตร์ และการรู้ลักษณะคำตอบของ คณิตศาสตร์ ซึ่งไม่จำเป็นต้องตอบคำถามได้หรือรู้คำตอบ

1.2 การเข้าใจ และการจัดการกับขอบข่าย และข้อจำกัดของมโนทัศน์ที่ กำหนดให้

1.3 การขยายขอบข่ายมโนทัศน์หนึ่งโดยการทำให้สมบัติบางข้อของมโน ทัศน์นั้นเป็นนามธรรม เช่น การวางนัยทั่วไปของผลลัพธ์เพื่อขยายขอบเขตของสิ่งนั้น

1.4 การแยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อความคิดคณิตศาสตร์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ข้อความเงื่อนไข ข้อความที่มีตัวบ่งปริมาณ สมมติฐาน คำนิยาม ทฤษฎี การคาดเดา

2. การตั้งปัญหา และการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (Posing and Solving Mathematical Problems)

2.1 การกำหนดปัญหา การตั้งปัญหา และการระบุปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ ชนิดต่าง ๆ ทั้งในเชิงคณิตศาสตร์ หรือเชิงประยุกต์ ปัญหาปลายเปิดหรือปัญหาปลายปิด

2.2 การแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ชนิดต่าง ๆ ในเชิงคณิตศาสตร์หรือเชิง ประยุกต์ ปัญหาปลายเปิดหรือปัญหาปลายปิด ทั้งที่ตั้งโดยผู้อื่นหรือด้วยตนเอง

3. การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Modeling Mathematical) เช่น การ วิเคราะห์และการสร้างตัวแบบ

3.1 การวิเคราะห์หลักการพื้นฐาน และสมบัติของตัวแบบที่มีอยู่ ได้แก่ การประเมินขอบเขต และความตรงของตัวแบบ

3.2 การถอดรหัสตัวแบบที่มีอยู่ เช่น การแปลความ และการตีความ ส่วนประกอบของตัวแบบ

3.3 การนำเสนอการสร้างตัวแบบที่สอดคล้องกับบริบทที่กำหนดให้ได้แก่ โครงสร้างการคิดในเชิงคณิตศาสตร์ การทำงานกับตัวแบบในการแก้ปัญหา ความตรงของตัว แบบทั้งภายใน และภายนอก การวิเคราะห์ และสังเคราะห์ตัวแบบทั้งในตัวแบบเอง และกับตัวแบบอื่นที่เป็นไปไม่ได้ การสื่อสารเกี่ยวกับตัวแบบ และผลของตัวแบบ การ ตรวจสอบ และควบคุมกระบวนการทั้งหมดในการสร้างตัวแบบ

4. การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning Mathematically)

4.1 การติดตาม และประเมินข้อโต้แย้งของผู้อื่น

4.2 การรู้ว่าสิ่งใดเป็นการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ สิ่งใดไม่เป็น และรู้ว่า เป็นการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ต่างจากการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ชนิดอื่น ๆ อย่างไร เช่น ยุทธวิธีที่ใช้

4.3 การเปิดเผยความคิดที่เป็นพื้นฐานในการโต้แย้งที่กำหนดให้ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพิสูจน์) ได้แก่ การแยกแยะใจความสำคัญออกจากรายเอียด การแยกแยะ ความคิดออกจากหลักการ

4.4 การสร้างข้อโต้แย้ง เชิงคณิตศาสตร์ ที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ และแปลงยุทธวิธีการโต้แย้งไปสู่การพิสูจน์ที่สมเหตุสมผล เช่นการพิสูจน์ข้อความ

5. การแสดงเครื่องหมายแทนวัตถุหรือสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ (Representing Mathematical Entities)

5.1 การเข้าใจ และการใช้ประโยชน์ ได้แก่ การถอดรหัส การตีความ และการแยกแยะความแตกต่างของการแสดงเครื่องหมายแทนวัตถุ ปรากฏการณ์ และ สถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ชนิดต่าง ๆ

5.2 การเข้าใจ และการใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์ระหว่างการแสดง เครื่องหมายแทนชนิดต่าง ๆ ของวัตถุ และสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นสิ่งเดียวกัน ได้แก่ การรู้เกี่ยวกับจุดแข็งและข้อจำกัดของการแสดงเครื่องหมายแทนชนิดต่าง ๆ

6. การจัดการกับสัญลักษณ์ และแบบแผนทางคณิตศาสตร์ (Handling Mathematical Symbols and Formalisms)

6.1 การถอดรหัสและการตีความสัญลักษณ์ และแบบแผนของภาษาทางคณิตศาสตร์ และการเข้าใจความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ และแบบแผนของภาษาทาง คณิตศาสตร์กับภาษาธรรมดา

6.2 การเข้าใจธรรมชาติ และกฎของระบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นแบบแผน ทั้งโครงสร้าง ไวยากรณ์ และความหมาย

6.3 การแปลความจากภาษาธรรมคาเป็นภาษาสัญลักษณ์

6.4 การควบคุม และการจัดการกับข้อความ และคำบรรยายที่ ประกอบด้วยสัญลักษณ์ และสูตร

7. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารด้วยคณิตศาสตร์ และการสื่อสาร เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Communication With and About Mathematics)

7.1 การเข้าใจข้อความที่ผู้อื่นเขียน พูด ในภาษาต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับ คณิตศาสตร์

7.2 การบรรยายเป็นคำพูดหรือรูปแบบของการเขียนได้อย่างถูกต้องตาม ทฤษฎีในระดับต่าง ๆ

8. การใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Making use of Aid and Tools) รวมถึง เทคโนโลยีสารสนเทศ

8.1 การรู้จักและรู้สมบัติของตัวช่วย และเครื่องมือต่าง ๆ ในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และรู้ความแตกต่าง และข้อจำกัดของตัวช่วย และเครื่องมือดังกล่าว

8.2 สามารถใช้ตัวช่วยและเครื่องมือดังกล่าวได้อย่างไตร่ตรอง

อัมพร ม้าคนอง (2554, น. 8) ได้กล่าวว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การจัดการและตอบสนองอย่างมีประสิทธิภาพต่อความต้องการใช้งานทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ที่มีความแตกต่างและหลากหลาย ต้องแต่การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานจนถึง การคิดและหยั่งรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้ทั้งความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Content) ที่เป็นความเข้าใจ มโนทัศน์ และความคิดทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ (Skill and Process of Mathematics) เช่น การแก้ปัญหา การใช้ภาษาเกี่ยวกับ คณิตศาสตร์ การคำนวณ การเชื่อมโยงปัญหา การวิเคราะห์ การอ้างอิงไปใช้ และการหยั่งรู้

สมเกียรติ อินทสิงห์ (2558, น. 10) ได้กล่าวว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการบูรณาการผสมผสานใช้ความรู้ ที่เป็นเนื้อหาสาระทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ ไปดำเนินการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งใน บทเรียนคณิตศาสตร์ และในชีวิตประจำวันได้

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2565, น. 7–56) ได้กล่าวว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจ สมรรถะทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

1. สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate) คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาสถานการณ์และตัดสินใจ นำกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และนำไปแก้ไขปัญหาผ่านการแปลงปัญหา จากสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์กำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และใช้การแสดงแทน ให้เหมาะสมกับบริบทโลกชีวิตจริง รวมถึงสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นได้อย่าง สมเหตุสมผล สมรรถนะการคิดแปลงปัญหา

2. สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ) คือ ความสามารถของบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิด หลักการ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการกระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาที่ผ่านการคิด/แปลงปัญหามาแล้ว เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การแสดงการคำนวณ การแก้สมการ การลงข้อสรุปจากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ การใช้สัญลักษณ์ การสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์ จากตารางและกราฟ การจัดการกับรูปร่างและรูปทรง และการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการสร้างแบบจำลองของ สถานการณ์ปัญหา สร้างกฎเกณฑ์ระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้ง ทางคณิตศาสตร์สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์

3. สมรรถนะการตีความและประเมิน (Interpret & Evaluate) คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ผลลัพธ์ หรือข้อสรุป แล้วตีความภายใต้บริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ซึ่งรวมถึงการแปล ความหมายผลลัพธ์หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับเข้าไปในบริบทของปัญหา และประเมินว่า ผลลัพธ์เหล่านั้นสมเหตุสมผลกับบริบทนั้น ๆ หรือไม่ สมรรถะการตีความและประเมิน

4. สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) คือ ความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และนำเสนอข้อโต้แย้งที่น่าเชื่อว่าเป็นไปได้อย่างตรงไปตรงมา ด้วยคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีกรอบแนวคิด ที่ชัดเจน แต่ก็สามารถวิเคราะห์และแปลความได้หลากหลาย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จึงมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นในการลงข้อสรุปที่แน่ชัดและเป็นจริงอยู่เสมอ นอกจากนี้ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ว่าในบริบทโลกชีวิตจริง ที่มีความหลากหลายผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อถือได้จะต้องเกิดจากการให้เหตุผล และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นทาง

คณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และสิ่งที่สำคัญที่สุด คือการลงข้อสรุปนั้นจะต้องทำอย่างเป็นกลาง แม้จะไม่มีการตรวจสอบจากผู้อื่นก็ตาม

สรุปได้ว่า ผู้วิจัยได้ศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์จึงขอสรุปสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 สมรรถนะโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ 1) การคิด/แปลงปัญหา หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาสถานการณ์และตัดสินใจ นำกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และนำไปแก้ไขปัญหาผ่านการแปลงปัญหา จากสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์ กำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และใช้การแสดงแทน ให้เหมาะสมกับบริบทโลกชีวิตจริง รวมถึงสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นได้อย่าง สมเหตุสมผล 2) การใช้คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิด หลักการ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการ กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาที่ผ่านการคิดแปลงปัญหามาแล้ว เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การแสดงการคำนวณ การแก้สมการ การลงข้อสรุปจากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ การใช้สัญลักษณ์การสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์ จากตารางและกราฟ การจัดการกับรูปร่างและรูปทรง และการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการสร้างแบบจำลองของ สถานการณ์ปัญหา สร้างกฎเกณฑ์ ระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้ง ทางคณิตศาสตร์ 3) การตีความและประเมิน หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ผลลัพธ์ หรือข้อสรุป แล้วตีความภายใต้บริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ซึ่งรวมถึงการแปล ความหมายผลลัพธ์หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับเข้าไปในบริบทของปัญหา และประเมินว่า ผลลัพธ์เหล่านั้นสมเหตุสมผลกับบริบทนั้น ๆ หรือไม่ และ 4) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และนำเสนอข้อโต้แย้งที่น่าเชื่อว่าเป็นไปได้อย่างตรงไปตรงมา ด้วยคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีกรอบแนวคิด ที่ชัดเจน แต่ก็สามารถวิเคราะห์และแปลความได้หลากหลาย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จึงมีความสำคัญ เพิ่มมากขึ้นในการลงข้อสรุปที่แน่ชัดและเป็นจริงอยู่เสมอ นอกจากนี้ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ว่าในบริบทโลกชีวิตจริง ที่มีความหลากหลาย ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อถือได้จะต้องเกิดจากการให้เหตุผล และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม

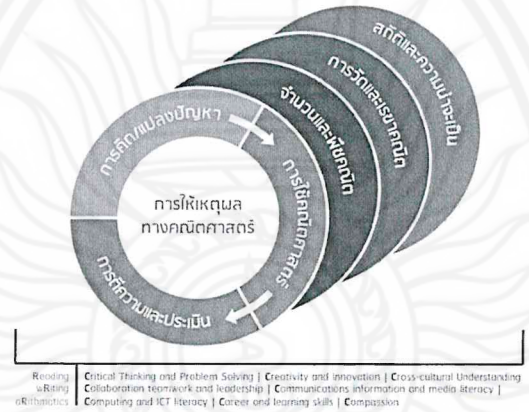
2.2.2 องค์ประกอบของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงองค์ประกอบของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564, น. 6-7) ได้กล่าวว่า การแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทที่ท้าทายหรือปัญหาที่พบเจอในโลกชีวิตจริง เราจะต้องอาศัยการนำเอาความรู้ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ผนวกเข้ากับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

1. การคิด/แปลงปัญหา (formulate)
2. การใช้คณิตศาสตร์ (employ)
3. การตีความและประเมิน (interpret)
4. การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical reasoning)

นอกเหนือจากสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะต้องใช้องค์ความรู้ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น รวมถึงทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่จะเป็นพื้นฐานสำคัญที่เมื่อผู้เรียนได้ฝึกฝนจนมีความชำนาญแล้ว จะมีสมรรถนะในด้านต่าง ๆ ที่จะใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนหรือไม่เคยเผชิญหน้ามาก่อนในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 2.1 สมรรถนะและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทหนึ่ง ๆ

สรุปได้ว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) การคิด/แปลงปัญหา (Formulate) 2) การใช้คณิตศาสตร์ (Employ) 3) การตีความและประเมิน (Interpret) 4) การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) นอกเหนือจากสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้านแล้ว จะต้องใช้องค์ความรู้ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น รวมถึงทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่จะเป็นพื้นฐานสำคัญที่เมื่อผู้เรียนได้ฝึกฝนจนมีความชำนาญแล้ว การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงจะสำเร็จได้

2.2.3 ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564, น. 7-9) ได้กล่าวว่า การแบ่งระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนออกเป็น 6 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ระดับ	ที่ระดับนี้ นักเรียน
6	1. สามารถสร้างกรอบความคิด สร้างข้อสรุปและสาระบนฐานของข้อมูลการสำรวจตรวจสอบและการสร้างตัวแบบของสถานการณ์ที่ซับซ้อนของปัญหา 2. สามารถใช้ความรู้ในบริบทที่ไม่เคยชินและไม่เป็นไปตามแผนที่มีมาก่อน 3. สามารถเชื่อมโยงแหล่งข้อมูลและสัญลักษณ์ต่าง ๆ อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงและปรับใช้อย่างคล่องแคล่ว 4. สามารถในการคิดและการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 5. สามารถในความสัมพันธ์ของตัวแปร มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของการใช้สัญลักษณ์การดำเนินการ และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างวิธีการและกลยุทธ์ใหม่สำหรับการแก้ปัญหาในวิธีใหม่ 6. สามารถสะท้อนความเห็น การกระทำ และสามารถสื่อสารความเห็นและการกระทำที่ตนค้นพบ ตีความ และโต้แย้งได้ชัดเจน แม่นยำ อีกทั้งยังสามารถอธิบายถึงสาเหตุที่ได้ใช้การกระทำนั้น ๆ มาตั้งแต่ต้น
5	1. สามารถสร้างและใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) สำหรับปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน สามารถระบุข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นเฉพาะเรื่องนั้น ๆ 2. สามารถเลือก เปรียบเทียบ และประเมินถึงกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนที่เชื่องโยงกับตัวแบบ 3. สามารถใช้ทักษะการคิดและทักษะการให้เหตุผล สามารถเชื่อมโยงการนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ สัญลักษณ์ และลักษณะของโจทย์คณิตศาสตร์ และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้าที่เป็นส่วนของสถานการณ์ 4. สามารถคิดวิเคราะห์การทำงานของตน สามารถสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ และสามารถสื่อสาร การแปลความ ตีความ และการใช้เหตุผลของตนให้เป็นที่เข้าใจได้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ระดับ	ที่ระดับนี้ นักเรียน
4	1. สามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบชัดเจน แต่อยู่ในสถานการณ์ค่อนข้างซับซ้อน และอาจมีข้อจำกัดเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือต้องมีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นบ้าง 2. นักเรียนสามารถเลือกการนำเสนอแบบต่าง ๆ หลายแบบรวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ หรือใช้ผสมกันได้ โดยนำมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในโลกจริง 3. สามารถใช้ทักษะทางคณิศาสตร์ที่มีอยู่จำกัด และสามารถใช้เหตุผลได้ และมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรในสถานการณ์ตรง ๆ ที่ไม่ซับซ้อน 4. สามารถสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้งและสามารถสื่อสารสิ่งที่สร้างขึ้นให้เป็นที่เข้าใจได้ โดยสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแปลความ การโต้แย้ง และการกระทำของตน
3	1. สามารถทำโจทย์ตามตัวอย่างหรือวิธีการที่บอกไว้ชัดเจน รวมทั้งโจทย์ที่ต้องเลือกลำดับขั้นตอนด้วย 2. สามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหา 3. สามารถตีความ แปลความ และใช้สถานการณ์ที่มีที่มาจากหลายแหล่ง รวมทั้งสามารถใช้ความเป็นเหตุเป็นผลของแหล่งที่มานั้น ๆ ได้ 4. สามารถสร้างคำอธิบาย รายงานการตีความ และแปลความนั้น และสามารถสื่อสารผลที่เกิดขึ้นได้
2	1. สามารถตีความ แปลความ และรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อนที่ต้องการตัวอ้างอิงไม่เกิน 2 ตัว 2. สามารถสกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูลแหล่งเดียวและสามารถใช้สถานการณ์ที่นำเสนอง่าย ๆ เพียงขั้นเดียว 3. นักเรียนที่ระดับนี้สามารถใช้วิธีการคิดสูตรคณิตศาสตร์ สามารถคิดวิธีการ หรือข้อตกลงเบื้องต้น 4. สามารถใช้ความเป็นเหตุเป็นผลแบบตรง ๆ และตีความผลที่พบอย่างตรงไปตรงมา
1	1. สามารถตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่เคยพบมาก่อนหรือที่คุ้นเคย และมีข้อมูลชัดเจนให้และคำถามที่ถามตรง ๆ อย่างชัดเจน 2. สามารถระบุสาระที่ต้องการ และสามารถทำโจทย์แบบที่คุ้นเคยที่มีวิธีการทำหรือสถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน 3. สามารถทำโจทย์ตามตัวอย่างที่กำหนดให้ได้

จากตารางที่ 2.2 ระดับความสามารถ 1-2 จะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ใช้การแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการที่คุ้นเคย ไม่ซับซ้อน และเป็นการให้เหตุผลแบบตรงไปตรงมา ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในระดับความสามารถ 3-4 จะมีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ต้องใช้วิธีการแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น จึงเหมาะกับการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งเมื่อผู้เรียนสำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นการศึกษาภาคบังคับตามระบบการศึกษาของประเทศไทยแล้ว ควรมีระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ในระดับ 3-4 เป็นพื้นฐาน

2.2.4 สมรรถนะ

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงสมรรถนะ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564, น. 12-45) ได้กล่าวว่า การรวบรวมคำอธิบายกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับแต่ละสมรรถนะ พร้อมทั้งตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ให้เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้และบริบทห้องเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

2.2.4.1 สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F)

สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาสถานการณ์และตัดสินใจนำกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และนำไปแก้ไขปัญหาผ่านการแปลงปัญหาจากสถานกรณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์ กำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และใช้การแสดงแทนให้เหมาะสมกับบริบทโลกชีวิตจริง รวมถึงสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นได้อย่างสมเหตุสมผล สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F)

สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F)	
F1	เลือกการอธิบายหรือการแสดงแทนเชิงคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายปัญหา
F2	ระบุตัวแปรหลักที่ใช้ในแบบจำลอง
F3	เลือกการแสดงแทนที่เหมาะสมกัลป์บริบทของปัญหา
F4	อ่าน แปลความหมาย และทำความเข้าใจข้อคงาม คำถาม กิจกรรม สิ่งของ หรือ รูปภาพ เพื่อสร้างการณ์นั้น

(ต่อ)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F)	
F5	รู้ถึงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (รวมถึง กฎเกณฑ์ ความสัมพันธ์ และแบบรูป) ของปัญหาหรือสถานการณ์
F6	ระบุและอธิบายประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ในโลกจริงรวมถึงการระบุตัวแปรที่สำคัญ
F7	จัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้
F8	รู้ถึงประเด็นต่าง ๆ ของปัญหาซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่เคยพบมาก่อน หรือหลักการข้อเท็จจริง รวมทั้งกระบวนการทางคณิตศาสตร์
F9	แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานหรือในรูปอัลกอริทึม
F10	ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (ตัวแปร สัญลักษณ์ หรือแผนภาพ) ที่เหมาะสม เพื่ออธิบายโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และ/หรือ ความสัมพันธ์ของปัญหานั้น
F11	ประยุกต์ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์และเครื่องมือเชิงคำนวณเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์
F12	ระบุเงื่อนไข ข้อตกลงเบื้องต้น และการทำให้สถานการณ์อยู่ในรูปอย่างง่ายในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (F)

ครูกำหนดสถานการณ์ ให้มีบันไดยาว 25 ฟุต วางอยู่ระหว่างตึกสองหลัง นำบันไดพาดที่ขอบด้านล่างของหน้าต่างของตึกหลังหนึ่ง โดยที่ขอบหน้าต่างของตึกนั้นอยู่สูงจากพื้น 24 ฟุต เมื่อพลิกบันไดไปอีกด้านหนึ่ง (โดยที่ฐานของบันไดไม่ขยับ) บันไดจะพาดขอบด้านล่างของหน้าต่างของตึกอีกหลังซึ่งอยู่สูงจากพื้น 20 ฟุต พอดีตึกสองหลังนี้ห่างกันเท่าไร

หมายเหตุ: กิจกรรมการเรียนรู้ไม่ได้เรียงลำดับตามกระบวนการในสมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา โดยจะเขียนแสดงลำดับด้วยคำว่า **[ขั้นที่ X]** ด้านหน้าแต่ละขั้นตอน

F1	เลือกการอธิบายหรือการแสดงแทนเชิงคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายปัญหา
	[ขั้นที่ 1] ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า นักเรียนมีแนวคิดในการหาคำตอบอย่างไร แนวคำตอบ: ใช้การวาดภาพ/สร้างแบบจำลองของสถานการณ์/คำตอบอื่น ๆ

(ต่อ)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

F2	ระบุตัวแปรหลักที่ใช้ในแบบจำลอง
	[ขั้นที่ 5] ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า จากภาพที่นักเรียนวาดขึ้น สิ่งใดที่อยู่ในภาพที่นักเรียนต้องสนใจเพื่อหาคำตอบ แนวคำตอบ: ระยะห่างระหว่างฐานของตึกสองตึก
F3	เลือกการแสดงแทนที่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา
	[ขั้นที่ 2] ครูชักชวนนักเรียนร่วมกันอภิปรายในห้องเรียนว่าแนวคิดใดจากที่นักเรียนเสนอทั้งหมด เหมาะสมที่สุด แนวคำตอบ: ใช้การวาดภาพ/สร้างแบบจำลองสถานการณ์/คำตอบอื่น ๆ เพราะ (เหตุผลสนับสนุนคำตอบ)
F4	อ่าน แปลความหมาย และทำความเข้าใจข้อความ คำถาม กิจกรรม สิ่งของ หรือ รูปภาพ เพื่อสร้างแบบจำลองของสถานการณ์นั้น
	[ขั้นที่ 6] ครูบอกให้นักเรียนระบุข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ลงในภาพ
F5	รู้ถึงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (รวมถึง กฎเกณฑ์ ความสัมพันธ์ และแบบรูป) ของปัญหาหรือสถานการณ์
	[ขั้นที่ 9] ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้างมาใช้ในการหาคำตอบ แนวคำตอบ: ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
F6	ระบุและอธิบายประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงรวมถึงการระบุตัวแปรที่สำคัญ
	[ขั้นที่ 7] ครูชักชวนนักเรียนอภิปรายในห้องเรียนว่า นักเรียนมีแนวคิดอย่างไรในการหาระยะห่างระหว่างฐานของตึกสองตึกที่อยู่ในแผนภาพ แนวคำตอบ: เมื่อวางบันไดพาดที่ขอบหน้าต่างของแต่ละตึก จะเกิดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 2 รูป โดยที่ระยะห่างระหว่างฐานของทั้งสองตึก สามารถหาได้จากผลรวมของความยาวฐานของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากทั้งสองรูป ดังนั้นตัวแปรที่ต้องการหาค่า คือ ความยาวฐานของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากทั้งสองรูป

(ต่อ)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

F7	จัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้
	[ขั้นที่ 8] ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาค่าของตัวแปรที่ยังไม่ทราบค่าได้ให้อธิบายเป็นขั้นตอน แนวคำตอบ: จะต้องหาความยาวฐานของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปก่อน แล้วจึงนำความยาวฐานของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากมาบวกกัน จะได้เป็นระยะห่างระหว่างทั้งสองตึก
F8	รู้ถึงประเด็นต่าง ๆ ของปัญหาซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่เคยพบมาก่อน หรือหลักการข้อเท็จจริง รวมทั้งกระบวนการทางคณิตศาสตร์
	[ขั้นที่ 10] ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า นักเรียนจำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลใดบ้าง จึงจะสามารถหาความยาวฐานของสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส แนวคำตอบ: จะต้องใช้ข้อมูลความยาวด้านของสามเหลี่ยมอีก 2 ด้าน เพื่อหาความยาวฐานของสามเหลี่ยมมุมฉาก
F9	แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานหรือในรูปอัลกอริทึม
	[ขั้นที่ 12] นักเรียนแทนค่าข้อมูลที่ได้จากโจทย์ลงในสมการจากทฤษฎีบทพีทาโกรัส
F10	ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (ตัวแปร สัญลักษณ์ หรือแผนภาพ) ที่เหมาะสม เพื่ออธิบายโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และ/หรือ ความสัมพันธ์ของปัญหานั้น
	[ขั้นที่ 3] ครูชักชวนให้นักเรียนใช้การวาดภาพในการหาคำตอบ โดยนำเสนอเหตุผลเพิ่มเติมว่าการวาดภาพเหมาะสมกับการหาคำตอบของคำถามนี้ในห้องเรียนกว่าวิธีการอื่น ๆ จากนั้นครูให้นักเรียนวาดภาพของสถานการณ์ปัญหา
F11	ประยุกต์ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์และเครื่องมือเชิงคำนวณเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์
	[ขั้นที่ 11] ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า ทฤษฎีบทพีทาโกรัสมีหลักการอย่างไร ให้นักเรียนอธิบายโดยการเขียนสมการ แนวคำตอบ: $a^2 + b^2 = c^2$ โดยที่ a และ b คือ ด้านประชิดมุมฉาก และ c คือ ด้านตรงข้ามมุมฉาก

(ต่อ)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

F12	ระบุเงื่อนไข ข้อตกลงเบื้องต้น และการทำให้สถานการณ์อยู่ในรูปอย่างง่ายในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
	[ขั้นที่ 4] ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่าในภาพที่นักเรียนวาดขึ้นมีสิ่งใดบ้างที่เป็นเงื่อนไขสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง เพื่อทำให้สถานการณ์อยู่ในรูปอย่างง่าย แนวคำตอบ: ฐานของบันไดต้องอยู่กับที่ และตึกมีผนังตรงและตั้งเป็นมุมฉากกับพื้น (ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขดังกล่าว จะไม่สามารถใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาคำตอบได้)

2.2.4.2 สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E)

สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิ
หลักการ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการ กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาที่ผ่า
การคิด/แปลงปัญหามาแล้ว เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาด้ว
วิธีการต่าง ๆ เช่น การแสดงการคำนวณ การแก้สมการ การลงข้อสรุปจากสมมติฐานทางคณิตศาสต
การใช้สัญลักษณ์ การสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากตารางและกราฟ การจัดการกับรูปร่างและรูปทร
และการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ปัญหา สร้างกฎเกณฑ์ ระบุความ
เชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ สมรรถนะการใ
คณิตศาสตร์ ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E)

การใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E)	
E1	คำนวณอย่างง่ายได้
E2	เลือกยุทธวิธี เช่น แผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมจากสถานการณ์ที่กำหนด
E3	ใช้ยุทธวิธีที่กำหนดให้เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหา
E4	สร้างแผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ หรือ Computing Artifacts ได้
E5	เข้าใจและใช้แนวคิดบนพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์ (บทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน) รวมถึงใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหา
E6	พัฒนาแผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น หรือ Computing Artifacts และ การเลือกข้อมูลทางคณิตศาสตร์ไปใช้

(ต่อ

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

	การใช้คณิ
E7	จัดกระทำจำนวน ข้อมูลและสารสนเ พีชคณิต และการแสดงแทนทางเรขา
E8	บอกวิธีการแก้ปัญหา การแสดง และ/
E9	ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ รวมถึงเ เชิงคำนวณ เพื่อหาวิธีการที่ได้มาซึ่งผ
E10	จากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนด อย่างสมเหตุสมผล
E11	ใช้วิธีอื่น ๆ ในการแสดงแทนกระบวน
E12	ใช้กระบวนการที่มีหลายขั้นตอนเพื่อ
E13	ใช้ความเข้าใจในบริบทเพื่อเป็นแนวท ทางคณิตศาสตร์
E14	นำผลลัพธ์ที่เกิดจากการประยุกต์ขั้นต ข้อสรุปทั่วไปได้

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ย

E1	คำนวณอย่างง่ายได้
	ร้านขายสินค้า OTOP ร้านหนึ่งจัดเรียงหมอนขวานเป็นชั้น ๆ สั  หมอนมากกว่าชั้นก่อนหน้าอยู่ 2 ใบ นั หมอนที่ต้องใช้เรียงถึงชั้นที่ 8 ได้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

E2	เลือกยุทธวิธี เช่น แผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิ กำหนด
	ร้านขายสินค้า OTOP ร้านหนึ่งจัดเรียงหมอนขวานเป็นชั้น ๆ ดังรูป  ถ้าท ได้ทั้ : หล การ ขวา จะใช้หมอนขวานครบ 100 ใบ อาจจะใช้เวลานาน นักเรี สถานการณ์มาใช้
E3	ใช้ยุทธวิธีที่กำหนดให้เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหา
	บริษัทแห่งหนึ่งต้องการซื้อบัตรอวยพรและซองเพื่อส่งให้ลู พรแพ็คละ 12 ใบ และซองแพ็คละ 50 ซอง และเมื่อบริ ให้กับลูกค้าจะหมดพอดี บริษัทจะส่งบัตรอวยพรให้ลูกค้า : โดยโจทย์ปัญหานี้กำหนดให้ใช้ ห.ร.ม หรือ ค.ร.น เมื่อนั ใช้ ค.ร.น เพื่อหาจำนวนบัตรอวยพรและซองให้ได้จำนวน
E4	สร้างแผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ หรือ
	 ให้นักเรียนสร้างรูปสี่ ฐานและความสูงเป็ เซนติเมตร ให้ได้จำน : นักเรียนจะได้ฝึกสร้ ต่าง ๆ ตามพื้นที่ที่กำ

MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2.

E5	เข้าใ ขั้นต
	 แบบ แนวคิ
E6	พัฒน และก
	กำหน รูปแบ : โจทย แผนภ ความเ
E7	จัดกระ และกา
	 คำนวณ มาตรา

ตารางที่ 2.

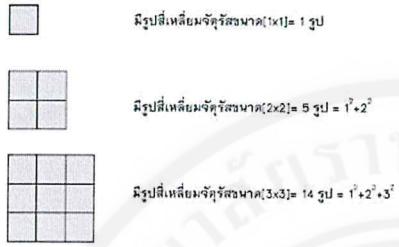
E8	บอ
	
E9	ใช้เ คำน
	 : นัก ที่ n
E10	จาก อย่า
	ช่วง ยีรา ยีรา นกก ได้บ : นัก ขา แ หลังจ ยีราฟ

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

E11	ใช้วิธีอื่น ๆ ในการแสดงแทนกระบวนการแก้ปัญหาเดียวกันได้
	(โจทย์ปัญหาเดียวกับ E10) : นอกจากการวาดรูปแสดงแทนแล้ว นักเรียนอาจใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยกำหนดให้สัตว์ชนิดหนึ่งเป็น x ส่วนอีกชนิดเป็น 35-x หรือใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยกำหนดให้ยีราฟเป็น x และนกกระจอกเทศเป็น y ก็สามารถหาคำตอบได้เช่นเดียวกัน
E12	ใช้กระบวนการที่มีหลายขั้นตอนเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา คำตอบ หรือข้อสรุปทั่วไปได้
	เค้กชิ้นหนึ่งตัดแบ่งออกมาจากเค้กวงกลมที่มีรัศมี 10.5 เซนติเมตร ทำให้เกิดมุมที่จุดศูนย์กลางขนาด 60 องศา เค้กหนา 5 เซนติเมตร จงหาว่าเค้กชิ้นที่ตัดแบ่งออกมามีปริมาตรเท่าใด : นักเรียนจะต้องหาปริมาตรของเค้กทั้งก้อนโดยใช้ความรู้การหาพื้นที่ของทรงกระบอก หลังจากนั้นนักเรียนจะต้องศึกษาว่าเค้กที่ถูกตัดออกมา มีปริมาตรเป็นสัดส่วนเท่าไหร่จากเค้กทั้งก้อน โดยใช้ความรู้เรื่องมุมว่ามุมรอบจุดมีขนาด 360 องศา ดังนั้นเค้กที่ตัดออกมาขนาด 60 องศา คือ 1 ใน 6 สุดท้ายจึงนำปริมาตรของเค้กทั้งก้อนหารด้วย 6 จึงจะได้ปริมาตรของเค้กชิ้นที่ถูกตัดออกมา
E13	ใช้ความเข้าใจในบริบทเพื่อเป็นแนวทาง หรือกระตุ้นให้เกิดกระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
	มีลูกบอล 3 สี สีละ 2 ลูก ให้ลูกค้าสุ่มหยิบโดยกำหนด 2 เหตุการณ์ที่ได้รับรางวัล เหตุการณ์ A รางวัลที่ 1 (0 < ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ A < 0.1) เหตุการณ์ B รางวัลที่ 2 (0.4 <= ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ B <= 0.5) ให้นักเรียนออกแบบกติกาสำหรับร้านดังกล่าว (ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม) : นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจในบริบทของเหตุการณ์ก่อน โดยผ่านการวาดแผนภาพแสดงแทน ทดลองสุ่มหยิบลูกบอล หรือวิธีอื่น ๆ เพื่อให้เข้าใจรูปแบบของสถานการณ์ ก่อนนำไปประกอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

(ต่อ)

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

E14	นำผลลัพธ์ที่เกิดจากการประยุกต์ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อสร้างข้อสรุปทั่วไปได้
	 ให้นักเรียนพิจารณารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เกิดขึ้นของโจทย์ปัญหา หลังจากนั้นพิจารณารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เช่น 4x4 10x10 : นักเรียนจะได้ใช้ผลลัพธ์จากการศึกษารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1x1 2x2 และ 3x3 จนเข้าใจรูปแบบ และนำรูปแบบนั้นมาทดลองกับสี่เหลี่ยมที่ใหญ่ขึ้นจนมั่นใจว่ารูปแบบมีความถูกต้อง นักเรียนก็จะสามารถสร้างข้อสรุปทั่วไปในการอธิบายจำนวนสี่เหลี่ยมจัตุรัสจากโจทย์ปัญหาได้

2.2.4.3 สมรรถนะการตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I)

สมรรถนะการตีความและประเมิน คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลลัพธ์ หรือข้อสรุป แล้วตีความภายใต้บริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ซึ่งรวมถึงการแปลความหมายผลลัพธ์หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับเข้าไปในบริบทของปัญหา และประเมินว่าผลลัพธ์เหล่านั้นสมเหตุสมผลกับบริบทนั้น ๆ หรือไม่ สมรรถะการตีความและประเมิน ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 การตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I)

การตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I)	
I1	ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในบริบทชีวิตจริง
I2	ระบุได้ว่าผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหาหรือไม่
I3	ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
I4	ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์หรือคอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์เพื่อทำให้แน่ใจว่าวิธีการและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ข้อจำกัด และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหาและบริบทของปัญหานั้นสมเหตุสมผล
I5	ตีความ ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา การแสดงแทน ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่หลากหลายเพื่อเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรือการใช้งาน เช่น การเปรียบเทียบหรือประเมินการแสดงแทนอย่างน้อย 2 รูปแบบที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

(ต่อ)

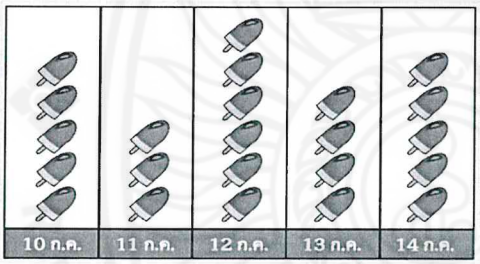
ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

I6	ใช้ความรู้ในการพิจารณาว่าสถานการณ์ในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และการคำนวณตามขั้นตอนหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างไร เพื่อที่จะตัดสินใจได้ว่าควรปรับปรุงหรือนำผลลัพธ์ไปประยุกต์ใช้ได้
I7	สร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหา
I8	อธิบาย หรือตีความ หรือแสดง ขอบเขต ข้อจำกัดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
I9	เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของปัญหากับการแสดงแทน เพื่อช่วยในการตีความและการประเมินความเป็นไปได้และข้อจำกัดของวิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการตีความและประเมิน (I)

I1	ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในบริบทชีวิตจริง

สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา)



จากแผนภาพแสดงจำนวนไอศกรีมที่ร้านค้าขายได้ใน 5 วันตั้งแต่วันที่ 10 ก.ค. – 14 ก.ค. โดย

กำหนดให้  แทนไอศกรีม 10 แท่ง

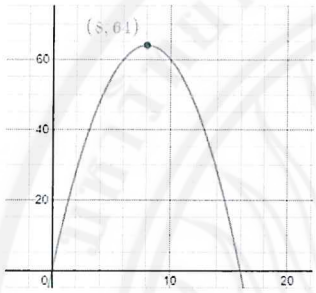
คำถาม รูป  นี้แสดงจำนวนไอศกรีมกี่แท่ง

คำตอบ 5 แท่ง

เหตุผล เพราะว่าไอศกรีม 1 รูปแทนจำนวนไอศกรีม 10 แท่ง ดังนั้นไอศกรีม ครึ่งแท่ง จะต้องแทนจำนวนไอศกรีมเพียงครึ่งเดียวคือ 10/2 = 5 แท่ง นั่นคือ เราตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในบริบทชีวิตจริง

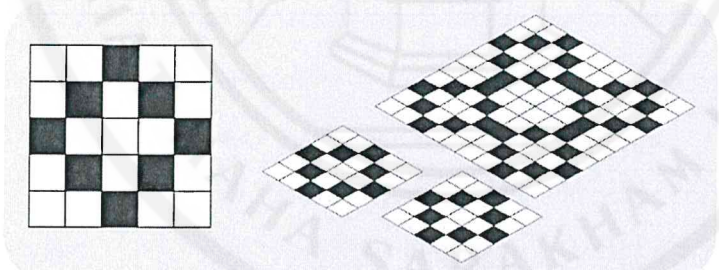
(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

I1	ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในบริบทชีวิตจริง
	สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา) การยิงบั้งไฟแต่ละครั้งจะมีความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ผ่านไป t ในหน่วยวินาทีและความสูงของบั้งไฟอยู่เหนือพื้นดิน s ในหน่วยเมตร ซึ่งแสดงได้ด้วยสมการของพาราโบลา $s = 16t - t^2$ เมื่อพิจารณากราฟความสูงของบั้งไฟกับเวลา พบว่าเป็นรูปพาราโบลาคว่ำโดยที่จุดสูงสุดของกราฟ คือ จุด (8, 64)  คำถาม อธิบายว่า จุด (8, 64) หมายถึงอะไร คำตอบ 8 คือ ตัวแปรต้น ซึ่งในที่นี้คือ เวลา ในขณะที่ 64 คือ ตัวแปรตาม ซึ่งในที่นี้คือ ความสูงของบั้งไฟวัดจากพื้น ดังนั้น (8,64) จึงหมายถึง เมื่อเวลาผ่านไป 8 วินาทีหลังการยิง บั้งไฟขึ้นไปได้สูงสุด 64 เมตร เหตุผล เราต้องแปลความหมายของคู่อันดับให้ได้ว่า ตัวหน้า และ ตัวหลัง ของคู่อันดับคืออะไรในบริบทนั้น จึงเป็นการตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในบริบทชีวิตจริง
I2	ระบุได้ว่าผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหาหรือไม่
	สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา) ถ้าคุณลุงมีรวมเวลา 37 นาที 26 วินาที กับ 15 นาที 42 วินาที เป็น 52 นาที 68 วินาที คำถาม ผลลัพธ์นี้สมเหตุสมผลหรือไม่ คำตอบ ไม่สมเหตุสมผล เนื่องจาก 60 วินาทีคือ 1 นาที ดังนั้น 68 วินาที คือ 1 นาที 8 วินาที ดังนั้นคำตอบที่ถูกต้องจึงควรเป็น 53 นาที 8 วินาที เหตุผล เพราะว่า 68 วินาที ไม่มีบริบทในโลกจริง จึงต้องเปลี่ยนคำสรุปใหม่เป็น 1 นาที 8 วินาที

(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา) มานะมีข้าวสารอยู่จำนวนหนึ่งไว้สำหรับหุงให้คนงานกิน โดยคนงานแต่ละคนกินข้าวในปริมาณที่เท่ากันเมื่อหุงข้าวจำนวนนี้ให้คนงาน 28 คน จะกินได้นาน 36 วัน ถ้าหุงให้คนงาน 42 คน ข้าวสารจำนวนนี้จะกินได้นานกี่วัน ถ้าใช้วิธีคิดแบบสัดส่วน ให้คนงาน 42 คน กินข้าวได้นาน b วัน เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{b}{36} = \frac{42}{28}$ จะได้ $b = 36 \times \frac{42}{28} = 54$ นั่นคือ คนงาน 42 คนจะกินข้าวได้นาน 54 วัน คำถาม คำตอบ 54 วันที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่ คำตอบ ไม่สมเหตุสมผล เนื่องจากเมื่อจำนวนคนเพิ่มคน จำนวนวันที่กินข้าวสารจำนวนนี้จะต้องลดลงไม่ใช่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณทั้งสองนี้อยู่ในลักษณะที่เป็นสัดส่วนผกผัน ดังนั้นคำตอบที่ถูกต้องของสถานการณ์นี้คือ ให้คนงาน 42 คน กินข้าวได้นาน a วัน เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{a}{36} = \frac{28}{42}$ จะได้ $a = 36 \times \frac{28}{42} = 24$ นั่นคือ คนงาน 42 คนจะกินข้าวได้นาน 24 วัน เหตุผล กรณีนี้จะต้องระบุได้ว่าผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไม่สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหาเพราะจำนวนวันที่ได้ควรจะลดลงไม่ใช่เพิ่มขึ้น
I3	ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
	สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา) การปูพื้นด้วยกระเบื้องสีดำและกระเบื้องสีขาวด้วยอัตราส่วน 8 : 17 ดังรูป  คำถาม ข้อจำกัดของการปูพื้นด้วยกระเบื้องอัตราส่วนนี้คืออะไร (ต้องปูพื้นให้เต็มรูป ไม่ให้รูปขาดหรือรูปเกิน) คำตอบ พื้นที่จะปูกระเบื้องแบบนี้จะต้องเป็น พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เท่านั้น ไม่สามารถเป็นรูปสี่เหลี่ยมพื้นผ้า หรือ รูปสามเหลี่ยมได้

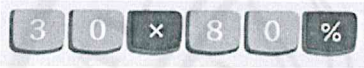
(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	เหตุผล เพราะการปูพื้นกระเบื้องแบบนี้ให้เต็มรูปตามที่ต้องการ จะต้องใช้กระเบื้อง 25 แผ่น โดยมีด้านกว้างและยาวด้านละ 5 แผ่น การปูกระเบื้อง ด้วยรูปแบบนี้จึงไม่สามารถปูบนพื้นที่รูปอื่น ๆ (เช่น รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปวงกลม หรือรูปสามเหลี่ยม) ได้เพราะจะไม่เต็มรูปแบบ
13	ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
	สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา) เค้กรูปทรงกระบอกที่มีรัศมี 10.5 ซม. โดยมีเนื้อเค้กหนา 5.00 ซม. ถ้าปิงคำนวณหาปริมาตรของเค้กออกมาพบว่า ปริมาตรของเค้ก 1 ก้อน = π (10.5 ซม.)^2 (5 ซม.) = 1,734 ลบ.ซม.  คำถาม ผลลัพธ์ 1,734 ลูกบาศก์เซนติเมตร หมายถึงส่วนใดของเค้กบ้าง ก. เนื้อเค้ก ข. เนื้อเค้กและครีม ค. เนื้อเค้ก ครีม และแยม ง. อื่น ๆ (โปรดระบุ)_____ คำตอบ ก. เนื้อเค้ก เพราะตัวเลข 5.00 เซนติเมตรหมายถึงแค่ส่วนของเนื้อเค้กเท่านั้น เหตุผล เพราะว่าความหนาที่เราคำนวณนั้นไม่ได้รวมความหนาของครีม แยม หรือ topping อื่น ๆ ปริมาตรที่ได้จึงเป็นข้อจำกัดของการคำนวณนี้ว่าเป็นปริมาตรของเนื้อเค้กและสามารถประมาณเป็นปริมาตรของเค้กทั้งก้อนได้ ซึ่งเป็นการระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
14	ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์หรือคอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์เพื่อทำให้แน่ใจว่าวิธีการและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ข้อจำกัด และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหาและบริบทของปัญหานั้นสมเหตุสมผล
	สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา) ออมสินสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 80% ของคะแนนเต็ม ถ้าวิชานี้มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน คำถาม ออมสินสอบได้กี่คะแนน

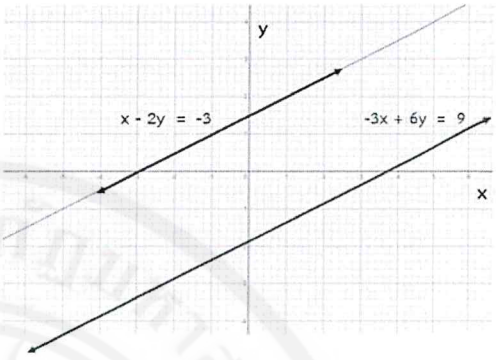
(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	คำตอบ 24 คะแนน ออมสินสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 80% ของคะแนนเต็ม คะแนนเต็ม 30 คะแนน ออมสินสอบได้ $\frac{80}{100} \times 30 = 24$ คะแนน  ถ้าใช้เครื่องคิดเลขหา 80% ของคะแนนเต็ม 30 คะแนน ด้วยการกดเครื่องคิดเลขดังนี้  แสดงว่า 24 คะแนนถูกต้อง เหตุผล การใช้เครื่องคิดเลขนี้นับเป็นหนึ่งในเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการตรวจสอบว่าวิธีการและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (solution) ที่เกิดขึ้นด้วยการคิดแก้ปัญหานั้นสมเหตุสมผล
I4	ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์หรือคอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์เพื่อทำให้แน่ใจว่าวิธีการและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ข้อจำกัด และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหาและบริบทของปัญหานั้นสมเหตุสมผล
	สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา) ถ้ามีระบบสมการ x - 2y = -3 และ 3x + 6y = 9 คำถาม จงหาค่า x และ y จากระบบสมการนี้ คำตอบ มีคำตอบมากมายไม่จำกัดในรูป $(x, \frac{x+3}{2})$ เมื่อ x แทนจำนวนจริงใด ๆ วิธีที่ 1 การแก้ระบบสมการ ให้ x - 2y = -3 (1) และ 3x + 6y = 9 (2) สังเกตว่า (2) ÷ (-3) จะได้ x - 2y = -3 (3) ซึ่งเป็นสมการเดียวกันกับ (1) จาก (1) จะได้ว่า $y = \frac{x+3}{2}$ ดังนั้น ระบบสมการนี้มีคำตอบมากมายไม่จำกัดในรูป $(x, \frac{x+3}{2})$ เมื่อ x แทนจำนวนจริงใด ๆ

(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	<u>วิธีที่ 2 กราฟ</u> ถ้าเขียนกราฟ จะเห็นว่ามีคู่อันดับมากมายที่เป็นคำตอบของสมการ $x - 2y = -3$ และ $3x + 6y = 9$ เนื่องจากกราฟของสมการทั้งสองเป็นเส้นตรงสองเส้นซึ่งทับกันหรือเป็นเส้นตรงเดียวกัน แสดงว่าคู่อันดับทุกคู่อันดับที่เป็นพิกัดของจุดบนเส้นตรงที่ทับกันนี้ เป็นคำตอบของทั้งสองสมการ  เหตุผล สถานการณ์นี้เราสามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (ซึ่งในที่นี้คือ กราฟสมการเส้นตรง 2 เส้น) ในการจำลองสถานการณ์เพื่อทำให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแก้สมการตรง ๆ นั้นมีคำตอบตรงกันกับวิธีการแก้สมการด้วยกราฟ
I5	ตีความ ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา การแสดงแทน ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่หลากหลาย เพื่อเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรือการใช้งาน เช่น การเปรียบเทียบ หรือประเมินการแสดงแทนอย่างน้อย 2 รูปแบบที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์
	สถานการณ์ (สำหรับชั้นประถมศึกษา) จัดหนังสือวิชาต่าง ๆ แบบแนวตั้งลงในกล่องใส่หนังสืออันหนึ่งกว้าง 10 เซนติเมตร โดยหนังสือแต่ละเล่มมีความหนาดังนี้ หนังสือวิชาคณิตศาสตร์หนา 1.25 เซนติเมตร หนังสือวิชาวิทยาศาสตร์หนา 0.75 เซนติเมตร หนังสือวิชาสังคมศึกษาหนา 0.50 เซนติเมตร คำถาม ถ้าใส่หนังสือทั้งสามวิชาลงในกล่องจำนวน 10 เล่มให้พอกับขนาดของกล่อง หนังสือแต่ละวิชามีกี่เล่ม คำตอบ

วิธีที่	จำนวนหนังสือวิชาคณิตศาสตร์ (เล่ม)	จำนวนหนังสือวิชาคณิตศาสตร์(เล่ม)	จำนวนหนังสือวิชาคณิตศาสตร์(เล่ม)
1	3	4	3
2	4	3	3
3	4	4	2

(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

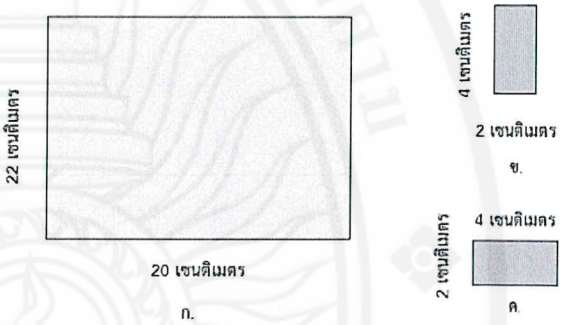
	4	4	5	1
	5	3	6	1
	เหตุผล จากสถานการณ์นี้สามารถประเมินการแสดงแทนได้อย่างน้อย 2 รูปแบบที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์			
I5	ตีความ ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา การแสดงแทน ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่หลากหลาย เพื่อเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรือการใช้งาน เช่น การเปรียบเทียบ หรือประเมินการแสดงแทนอย่างน้อย 2 รูปแบบที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์			
	สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา) หมู่บ้านเบญจาต้องการสร้างสระว่ายน้ำรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาดกว้าง 10 เมตร ยาว 25 เมตร โดยให้ขอบสระว่ายน้ำซึ่งจะปูด้วยกระเบื้องมีความกว้างเท่ากันโดยตลอด ถ้าบริเวณที่จะสร้างสระว่ายน้ำรวมขอบมีพื้นที่ 286 ตารางเมตร คำถาม ขอบสระว่ายน้ำนี้กว้างเท่าไร คำตอบ 0.5 เมตร <u>วิธีที่ 1 การแก้ระบบสมการ</u> ให้ขอบสระว่ายน้ำกว้าง x เมตร ความกว้างของสระว่ายน้ำรวมขอบสระ 10 + 2x เมตร ความยาวของสระว่ายน้ำรวมขอบสระ 25 + 2x เมตร เนื่องจาก สระว่ายน้ำรวมขอบสระมีพื้นที่ 286 ตารางเมตร จะได้สมการเป็น (10 + 2x) (25 + 2x) = 286 $2x^2 + 35x - 18 = 0$ (2x - 1) (x + 18) = 0 จะได้ x = 0.5 , -18 <u>วิธีที่ 2 คาดการณ์อย่างมีเหตุผล</u> พื้นที่ = กว้าง x ยาว 286 = 22 x 13 แบบที่ 1 = 11 x 26 แบบที่ 2			



(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	= 2 x 143 แบบที่ 3 จากเดิมกว้าง 10 เมตร ยาว 25 เมตร จึงควรเป็นแบบที่ 2 นั่นคือ 11×26 ดังนั้น ด้านกว้าง เท่ากับ 11 เมตร ด้านยาว เท่ากับ 26 เมตร เหตุผล เปรียบเทียบการแก้ปัญหา 2 แบบ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง
I6	ใช้ความรู้ในการพิจารณาว่าสถานการณ์ในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และการคำนวณตามขั้นตอนหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างไร เพื่อที่จะตัดสินใจได้ว่าควรปรับปรุงหรืออนำผลลัพธ์ไปประยุกต์ใช้ได้
	สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา) มาลีต้องการตัดแบ่งกระดาษรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 20 ซม. ยาว 22 ซม. ดังรูป ก. ออกเป็นกระดาษรูปสี่เหลี่ยมแผ่นเล็กกว้าง 2 ซม. ยาว 4 ซม. เพื่อที่จะหาจำนวนของกระดาษแผ่นเล็กที่มากที่สุด เธอเริ่มต้นหาพื้นที่ของกระดาษรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เท่ากับ 440 ตร.ซม. และพื้นที่ของกระดาษรูปสี่เหลี่ยมแผ่นเล็ก เท่ากับ 8 ตร.ซม. จากนั้นจึงนำพื้นที่ของกระดาษรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากหารด้วยพื้นที่ของกระดาษรูปสี่เหลี่ยมแผ่นเล็ก เท่ากับ 55 มาลี จึงสรุปว่า เธอสามารถตัดแบ่งกระดาษเป็นแผ่นเล็กได้ทั้งหมด 55 แผ่น โดยเธอจะตัดกระดาษด้วยการวางกระดาษด้านยาว 4 ซม. ลงบนกระดาษแผ่นใหญ่ในด้านยาว 22 ซม. และด้านกว้าง 2 ซม. ลงบนกระดาษแผ่นใหญ่ในด้านกว้าง 20 ซม. ดังรูป ข. คำถาม วิธีการคิดและข้อสรุปของมาลีมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ คำตอบ ไม่สมเหตุสมผล เพราะถ้าตัดกระดาษในแนวนี้จะไม่สามารถตัดกระดาษได้ทั้งหมด 55 แผ่น เพราะจะตัดกระดาษได้เพียง 50 แผ่น ดังนั้นต้องตัดกระดาษในอีกแนวหนึ่งดังรูป ค. เหตุผล สถานการณ์นี้นักเรียนต้องใช้ความรู้ในการพิจารณาว่าสถานการณ์ในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และการคำนวณว่าจะตัดแบ่งกระดาษเป็นแผ่นเล็กได้มากสุด 55 แผ่น ถ้าตัดกระดาษถูกวิธีแต่หากตัดกระดาษในวิธีดังกล่าวข้างต้น จะได้จำนวนกระดาษแผ่นเล็กน้อยกว่า 55 แผ่น ดังนั้นนักเรียนจะต้องรู้ก่อนว่าจะต้องปรับปรุงวิธีการตัดกระดาษก่อนโดยต้องตัดกระดาษในรูป ค.



(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

I6	ใช้ความรู้ในการพิจารณาว่าสถานการณ์ในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และการคำนวณตามขั้นตอนหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างไร เพื่อที่จะตัดสินใจได้ว่าควรปรับปรุงหรืออนำผลลัพธ์ไปประยุกต์ใช้ได้
	สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา) ถ้านักเรียนทำกิจกรรมจิตอาสากับเพื่อน ๆ โดยการเก็บขยะทะเลที่สถานที่ท่องเที่ยวแห่งหนึ่ง • จะมีโอกาสเป็นขวดน้ำดื่มพลาสติกมากกว่าเป็นภาชนะบรรจุอาหาร • จะมีโอกาสเป็นขยะที่ทำจากพลาสติกมากที่สุด • จะมีโอกาสเป็นเศษเชือกเท่า ๆ กับเป็นกระป๋องน้ำ • จะมีโอกาสน้อยที่จะเป็นฝา/จุก คำถาม ข้อคาดการณ์ข้างต้น มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัจจุบันหรือไม่ เพราะเหตุใด คำตอบ ไม่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัจจุบัน เพราะข้อมูลนี้เป็นข้อมูลในอดีต อันดับของขยะทะเลอาจจะเปลี่ยนแปลงไป เหตุผล จากสถานการณ์นี้นักเรียนสามารถใช้ความรู้พิจารณาว่าสถานการณ์ในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์เพราะข้อมูลที่ให้มาเป็นข้อมูลในอดีต หากจะนำข้อมูลนี้ไปเป็นข้อสรุปในอนาคตนั้นจะต้องพิจารณาให้ดีว่าอาจมีการเปลี่ยนแปลง  **ที่มา** ฐานข้อมูลขยะทะเล กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง 2560
I7	สร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหา
	สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา) ต้องการห่อของขวัญ โดยใช้กระดาษที่ตัดดังรูป คำถาม จะสามารถห่อของขวัญได้หรือไม่ อย่างไร คำตอบ ไม่สามารถห่อของขวัญได้ เพราะถ้าตัดกระดาษแบบนี้ จะไม่สามารถปิดด้านล่างได้ ถ้าจะปิดด้านล่างได้ เหตุผล กรณีนี้เราจะต้องสร้างและสื่อสารข้อโต้แย้งว่าไม่สามารถห่อของขวัญได้เต็มหรือปิดรูปได้

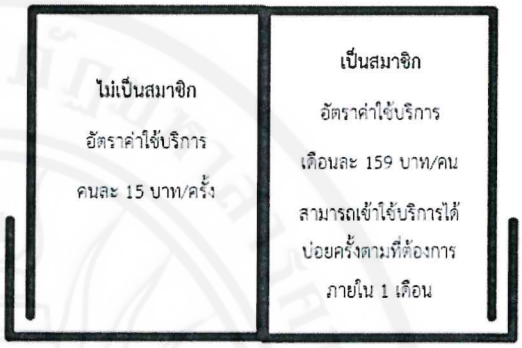
(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

I7	สร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหา

สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา)

อัตราค่าเข้าใช้บริการศูนย์กีฬาและสุขภาพของหมู่บ้านแห่งหนึ่ง เป็นดังแสดงในภาพในกรณีที่ไม่เป็นสมาชิก แต่เป็นผู้พักอาศัยในหมู่บ้านนี้ จะได้ลดราคาค่าใช้บริการ 10 %



คำถาม ถ้าตี๋และน้องชายอยู่ในหมู่บ้านแห่งนี้ และวางแผนไว้ว่าจะมาใช้บริการที่ศูนย์กีฬาและสุขภาพแห่งนี้ เขาควรเลือกสมัครเป็นสมาชิกหรือไม่ เพราะเหตุใด

คำตอบ ขึ้นอยู่กับกรณีในการตัดสินใจว่าจะใช้บริการกี่ครั้งต่อเดือน เช่น ถ้าจะใช้บริการที่ศูนย์กีฬาและสุขภาพนี้ 35 ครั้งในช่วง 3 เดือน จะพบว่า

<u>กรณีไม่เป็นสมาชิก</u>

เสียค่าบริการคนละ 35 x 15 = 525 บาท

แต่เนื่องจากตี๋และน้องชายอยู่ในหมู่บ้านนี้ จึงได้ลดราคาค่าใช้บริการ 10%

ดังนั้น จะเสียค่าบริการคนละ 525 x 0.9 = 472.50 บาท

<u>กรณีเป็นสมาชิก</u>

เสียค่าบริการคนละ 159 x 3 = 477 บาท

ดังนั้นตี๋และน้องชายไม่จำเป็นต้องสมัครสมาชิก

เหตุผล สถานการณ์นี้นักเรียนจะต้องสร้างสมมติฐานหรือเงื่อนไขขึ้นมาก่อนว่าจะใช้บริการกี่ครั้งในช่วงที่สนใจ เพราะถ้าจำนวนครั้งเปลี่ยนไป จะทำให้การตัดสินใจเปลี่ยนไป เพราะอาจจำเป็นต้องสมัครสมาชิก นั่นคือเป็นการฝึกให้นักเรียนสร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหา

(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

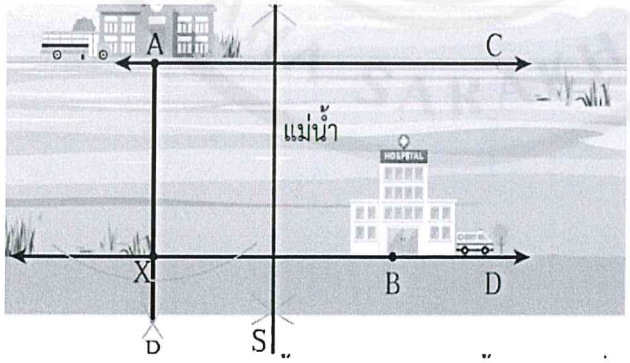
I8	อธิบาย หรือตีความ หรือแสดง ขอบเขต ข้อจำกัดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
	สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา) ตารางเดินรถแสดงเวลาที่รถไฟออกจากกรุงเทพไปยังสถานีต่าง ๆ คำถาม ถ้าต้องการเดินทางจากกรุงเทพ ไปถึงเชียงใหม่ ก่อนเวลา 06.00 น. จะต้องขึ้นรถขบวนใด คำตอบ ต้องขึ้นรถหมายเลขบวน 109 โดยเริ่มต้นเดินทางจากกรุงเทพ เวลา 13.45 น. ถึงสถานีอุตรดิตถ์ เวลา 22.20 น. และออกจากสถานีอุตรดิตถ์ เวลา 22.23 น. ถึงเชียงใหม่เวลา 04.05 น. เหตุผล มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์นี้ คือ การอ่านตารางเวลา ซึ่งในที่นี้คือตารางการเดินรถไฟ โดยมีข้อจำกัดว่าจะมีจำนวนรอบจำกัดในการเดินทาง คำถามนี้จะทำให้นักเรียนตีความ และแสดงขอบเขตข้อจำกัดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

ตารางการเดินรถไฟสถานีอุตรดิตถ์

กำหนดเวลาขบวนรถขึ้น
TIME TABLE

เลขขบวน	ประเภทรถ	ต้นทางออก	เดินระหว่างทาง	ถึง	หยุด	ออก	ปลายทางถึง
13	ด่วนพิเศษ	19.35	กรุงเทพ-เชียงใหม่	03.05	3	03.08	08.40
107	เร็ว	20.10	กรุงเทพ-เด่นชัย	04.02	3	04.05	05.15
105	เร็ว	21.00	กรุงเทพ-ศิลาอาสน์	04.34	2	04.36	04.40
51	ด่วน	22.00	กรุงเทพ-เชียงใหม่	06.03	3	06.06	12.10
403	ธรรมดา	05.55	พิษณุโลก-ศิลาอาสน์	07.34	3	07.37	07.40
407	ธรรมดา	05.00	นครสวรรค์-เชียงใหม่	09.04	3	09.07	14.35
7	สปรินเตอร์	08.30	กรุงเทพ-เชียงใหม่	14.22	5	14.27	19.30
111	เร็ว	07.00	กรุงเทพ-เด่นชัย	15.21	3	15.24	16.30
3	สปรินเตอร์	10.50	กรุงเทพ-ลาวรรค์โลก-ศิลาอาสน์	19.07	5	19.12	19.15
109	เร็ว	13.45	กรุงเทพ-เชียงใหม่	22.20	3	22.23	04.05

ข้อมูล ณ วันที่ 2 ตุลาคม 2560

I8	อธิบาย หรือตีความ หรือแสดง ขอบเขต ข้อจำกัดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
	สถานการณ์ (สำหรับชั้นมัธยมศึกษา) โรงเรียนและโรงพยาบาลตั้งอยู่คนละฟากของริมฝั่งแม่น้ำซึ่งขนานกันที่จุด A และ B ตามลำดับดังแผนภาพ 

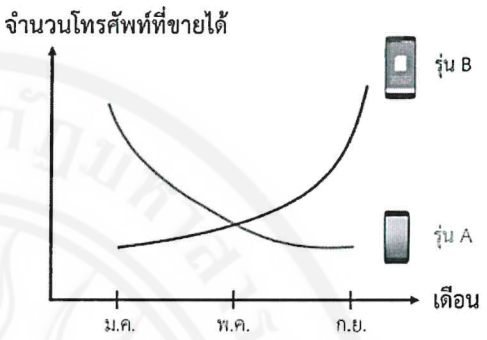
(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	ต้องการสร้างสะพานข้ามแม่น้ำโดยให้แนวสะพานตั้งฉากกับริมฝั่งแม่น้ำทั้งสอง และอยู่ห่างจากโรงเรียนและโรงพยาบาลเป็นระยะเท่ากัน จงหาตำแหน่งที่จะสร้างสะพานดังกล่าว พร้อมคำอธิบาย คำถาม ข้อจำกัดของวิธีการและผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหานี้คืออะไรบ้าง คำตอบ ให้ริมฝั่งแม่น้ำคือ $\overleftrightarrow{AC}$ และ $\overleftrightarrow{BD}$ ดังรูป วิธีหาตำแหน่งที่จะสร้างสะพานทำได้ดังนี้ 1. สร้าง $\overleftrightarrow{AP}$ ให้ตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{BD}$ ที่จุด X 2. สร้าง $\overleftrightarrow{RS}$ แบ่งครึ่งและตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{XB}$ จะได้ $\overleftrightarrow{RS}$ เป็นแนวเส้นตรงที่จะสร้างสะพาน เหตุผล มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์นี้ คือ การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรง โดยคำถามนี้จะทำให้นักเรียนตีความ และแสดงขอบเขตข้อจำกัดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
I9	เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของปัญหากับการแสดงแทน เพื่อช่วยในการตีความและการประเมินความเป็นไปได้และข้อจำกัดของวิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์
	สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา) นาย ก. เดินทางจากบ้านไปท่ารถใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที หลังจากนั้นก็ขึ้นรถโดยสารไปโรงพยาบาลในจังหวัดใช้เวลา 40 นาที นาย ก. คำนวณเวลาเดินทางจากบ้านไปโรงพยาบาลได้เป็น 1.30 + 0.40 = 1.70 ชั่วโมง ดังนั้น นาย ก. จึงสรุปว่า เขาใช้เวลาเดินทางทั้งสิ้น 1 ชั่วโมง 70 นาที คำถาม แนวคิดและผลลัพธ์ของนาย ก. สมเหตุสมผลกับบริบทหรือไม่ คำตอบ ไม่สมเหตุสมผล เพราะเวลา 70 นาที แท้จริงแล้วคือ 1 ชั่วโมง 10 นาที ดังนั้น คำตอบที่ถูกต้องคือ 2 ชั่วโมง 10 นาที เหตุผล สถานการณ์นี้จะทำให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของปัญหากับการแสดงแทน เช่น เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที สามารถแสดงแทนได้ด้วย 1.30 ชั่วโมง แต่ไม่ถูกต้อง เพราะจริง ๆ แล้วควรเขียนเป็น 1.50 ชั่วโมงมากกว่า ในทำนองเดียวกัน เวลา 40 นาที สามารถแสดงแทนได้ด้วย 2/3 = 0.67 ชั่วโมง

(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

I9	เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของปัญหากับการแสดงแทน เพื่อช่วยในการตีความและการประเมินความเป็นไปได้และข้อจำกัดของวิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์
	สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา) จากการสอบถามยอดขายโทรศัพท์รุ่น A และรุ่น B ของร้านค้าแห่งหนึ่ง ในทุก ๆ สิ้นเดือนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน สามารถนำข้อมูลมาแสดงได้ดังกราฟต่อไปนี้  คำถาม ก. ในเดือนมีนาคม ร้านค้าแห่งนี้ขายโทรศัพท์รุ่นใดได้มากกว่ากัน และนักเรียนทราบได้อย่างไร ข. ในเดือนใดที่ยอดขายโทรศัพท์รุ่น A และรุ่น B เท่ากัน และนักเรียนทราบได้อย่างไร ค. ในเดือนตุลาคม ร้านค้าแห่งนี้ควรสั่งโทรศัพท์รุ่นใดมาขายมากกว่ากัน เพราะเหตุใด คำตอบ ก. รุ่น A เพราะเส้นกราฟของรุ่น A เหนือกว่าเส้นกราฟของรุ่น B ที่เดือนมีนาคมซึ่งอยู่ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ข. เดือนพฤษภาคม เพราะเส้นกราฟทั้งสองเส้นตัดกันแสดงว่าจำนวนยอดขายโทรศัพท์ทั้ง 2 รุ่นมีค่าเท่ากัน ค. รุ่น B เพราะเส้นกราฟของรุ่น B มีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นในเดือนถัดไป ในขณะที่เส้นกราฟของรุ่น A มีแนวโน้มลดลง เหตุผล นักเรียนจะต้องเข้าใจว่า (1) รู้ความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของปัญหากับการแสดงแทนว่า เมื่อเวลาผ่านไปโทรศัพท์รุ่น A ขายได้ลดลงในขณะโทรศัพท์รุ่น B ขายได้เพิ่มขึ้น (2) ข้อจำกัดของวิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ของกราฟนี้ คือ การทำนายผลจะถูกต้องในช่วงระหว่างเดือนมกราคมถึงกันยายนนี้เท่านั้น เพราะในอนาคตอาจมีโทรศัพท์รุ่นใหม่เข้ามาและทำให้จำนวนการขายโทรศัพท์เปลี่ยนแปลงได้

2.2.4.4 สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R)

สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และนำเสนอข้อโต้แย้งที่น่าเชื่อว่าเป็นไปได้อย่างตรงไปตรงมา ด้วยคณิตศาสตร์เป็น

ศาสตร์ที่มีกรอบแนวคิดที่ชัดเจน แต่ก็สามารถวิเคราะห์และแปลความได้หลากหลาย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จึงมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นในการลงข้อสรุปที่แน่ชัดและเป็นจริงอยู่เสมอ นอกจากนี้ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ว่าในบริบทโลกชีวิตจริงที่มีความหลากหลาย ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อถือได้จะต้องเกิดจากการให้เหตุผลและการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การลงข้อสรุปนั้นจะต้องทำอย่างเป็นกลาง แม้จะไม่มีการตรวจสอบจากผู้อื่นก็ตาม สมรรถะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R)

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R)	
R1	แสดงข้อสรุปที่ไม่ซับซ้อนได้
R2	เลือกใช้เหตุผลที่เหมาะสม
R3	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปที่ได้สมเหตุผลหรือไม่กับบริบทของปัญหา
R4	นำเสนอปัญหาในรูปแบบที่แตกต่าง รวมถึงจัดการกับปัญหาให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นที่เหมาะสม
R5	ใช้บทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน รวมถึงอัลกอริทึมและการคิดเชิงคำนวณ
R6	อธิบายและหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้นั้นสมเหตุสมผล
R7	อธิบายหรือหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับกระบวนการ รวมถึงขั้นตอนหรือการจำลอง ที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล
R8	ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
R9	ข้าใจบทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน รวมถึงการใช้อัลกอริทึมและการให้เหตุผลเชิงคำนวณ
R10	ให้เหตุผลว่าการใช้การแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงนั้นสมเหตุสมผล
R11	ให้เหตุผลว่ากระบวนการและขั้นตอนในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล
R12	สะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

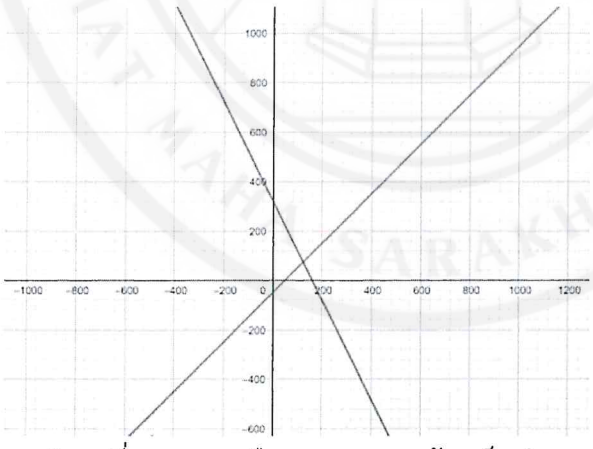
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R)	
R13	วิพากษ์ข้อจำกัดของแบบจำลองในการแก้ปัญหา
R14	ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ และอธิบายความหมายของผลลัพธ์ที่ได้ว่าสมเหตุสมผลกับบริบทโลกจริง
R15	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคำเฉพาะที่ใช้กับโจทย์ปัญหาในบริบทนั้น ๆ กับ ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
R16	สะท้อนวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งสร้างคำอธิบายที่สนับสนุน หรือสร้างข้อโต้แย้งที่ปฏิเสธวิธีการแก้โจทย์ปัญหานั้น
R17	วิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างระหว่างปัญหาทางคณิตศาสตร์กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหานั้น
R18	อธิบายการทำงานของอัลกอริทึมที่ไม่ซับซ้อน รวมทั้งอธิบายการตรวจสอบและการแก้ไขข้อผิดพลาดอัลกอริทึมหรือโปรแกรม

ตารางที่ 2.10 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (R)

R1	แสดงข้อสรุปที่ไม่ซับซ้อนได้
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้นักเรียนพับแถบกระดาษ 3 ชิ้น ที่มีขนาดเท่ากัน (ประมาณ 2 เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร) โดยพับกระดาษชิ้นที่ 1 ให้เป็น 2 ส่วน ชิ้นที่ 2 ให้เป็น 4 ส่วน และชิ้นที่ 3 ให้เป็น 8 ส่วน ที่แต่ละส่วนมีขนาดเท่า ๆ กัน ต่อมาให้นักเรียนระบายสีลงบนกระดาษเพื่อแสดงเศษส่วน เช่น 1/2 1/4 และ 1/8 แล้วจึงเปรียบเทียบเศษส่วนทั้งสามนั้นว่าเศษส่วนใดมีค่ามากหรือน้อยกว่ากัน โดยการเปรียบเทียบขนาดของกระดาษส่วนที่ถูกระบายสี แนวคำตอบ: นักเรียนจะได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรมว่า เศษส่วนเป็นการแสดงถึงการแบ่งส่วนของสิ่งหนึ่ง ๆ ให้มีขนาดหรือจำนวนเท่า ๆ กัน และเมื่อตัวส่วนมีค่ามาก (แบ่งเป็นหลาย ๆ ส่วน) แต่ละส่วนก็จะมีขนาดเล็กลง หรือมีจำนวนน้อยลง
R2	เลือกใช้เหตุผลที่เหมาะสม
	ครูตั้งคำถามกับนักเรียนในห้องว่า เมื่อลากเส้นตรงสองเส้นตัดกัน เพราะเหตุใดมุมที่อยู่ตรงข้ามกันบริเวณจุดตัดของเส้นตรงจึงมีขนาดเท่ากัน แนวคำตอบ: มุมทั้งสองมีขนาดเท่ากันเพราะเป็น “มุมตรงข้าม”

(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

R3	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปที่ได้สมเหตุผลหรือไม่กับบริบทของปัญหา
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้มีพิซซ่า 2 ถาด ที่มีขนาดเท่ากัน ถาดแรกถูกตัดเป็น 6 ชิ้น เท่า ๆ กัน ส่วนถาดที่สองถูกตัดเป็น 8 ชิ้น เท่า ๆ กัน มีนักเรียนรับประทานพิซซ่าในถาดแรกไปแล้ว 5 ชิ้น ในขณะที่รับประทานถาดที่สองไปแล้ว 7 ชิ้น ถ้าจะสรุปว่าพิซซ่าที่เหลือในถาดแรกมีปริมาณมากกว่าถาดที่สอง นักเรียนคิดว่าข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด **แนวคำตอบ:** แม้ว่าทั้งสองถาดจะมีพิซซ่าเหลือ จำนวน 1 ชิ้นเท่ากัน แต่ด้วยการตัดแบ่งที่ไม่เท่ากัน ถาดแรกแบ่งเป็นจำนวนชิ้นน้อยกว่าถาดที่สอง ทำให้พิซซ่าแต่ละชิ้นในถาดแรกมีขนาดใหญ่กว่าถาดที่สอง พิซซ่าที่เหลือในถาดแรกจึงมีปริมาณมากกว่าพิซซ่าในถาดที่สอง
R4	นำเสนอปัญหาในรูปแบบที่แตกต่าง รวมถึงจัดการกับปัญหาให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นที่เหมาะสม
	หทัยสะสมเหรียญสิบบาทและเหรียญห้าบาทไว้จำนวนหนึ่ง เมื่อนำมานับดู พบว่ามีเหรียญสิบบาทมากกว่าเหรียญห้าบาทอยู่ 49 เหรียญ คิดเป็นเงินรวม 1,600 บาท อยากทราบว่าหทัยมีเหรียญสิบบาทและเหรียญห้าบาทอย่างละกี่เหรียญ ให้ x แทน จำนวนเหรียญสิบบาท y แทน จำนวนเหรียญห้าบาท ดังนั้นประโยค (1) มีเหรียญสิบบาทมากกว่าเหรียญห้าบาทอยู่ 49 เหรียญ เขียนได้เป็น $x - y = 49$ (1) (2) มีเงินรวม 1,600 บาท เขียนได้เป็น $10x + 5y = 1{,}600$ (2) การแสดงแทนอย่างแรก คือ การแสดงประโยคด้วยสมการ (1) และ (2) การแสดงแทนอย่างที่สองคือ การแสดงประโยคด้วยกราฟ ดังรูป  สมมติฐานที่เหมาะสม คือ x และ y จะต้องเป็นจำนวนเต็มบวกตั้งแต่ 1 เป็นต้นไป (ไม่สามารถเป็นเศษส่วนแท้ หรือจำนวนลบได้)

(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

R5	ใช้บทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน รวมถึงอัลกอริทึมและการคิดเชิงคำนวณ
	ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการหาค่าของ 1 + 2 + 3 + ... + 10 ต่อมาให้นักเรียนนำเสนอวิธีการหาค่าของ 1 + 2 + 3 + ... + 100 แนวคำตอบ: สำหรับ 1 + 2 + 3 + ... + 10 นักเรียนอาจใช้วิธีการบวกทุก ๆ จำนวนโดยตรง ต่อมาครูอาจนำเสนอวิธีการอื่น เช่น (10 + 1) + (9 + 2) + (8 + 3) + (7 + 4) + (6 + 5) = 11 + 11 + 11 + 11 + 11 = 11 x 5 ครูชักชวนนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนสังเกตเห็นรูปแบบ ดังนี้ $1+2+3+...+n = (n+1)+[(n-1)+2]+[(n-2)+3]+... = (n+1)+(n+1)+(n+1)+... = \frac{n(n+1)}{2}$ ดังนั้น ในการหาค่าของ 1 + 2 + 3 + ... + 100 นักเรียนสามารถทำได้โดยการใช้ความสัมพันธ์ตามรูปแบบข้างต้น
R6	อธิบายและหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้นั้นสมเหตุสมผล
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้มีพิซซ่า 2 ถาด ที่มีขนาดเท่ากัน ถาดแรกถูกตัดเป็น 4 ชิ้น เท่า ๆ กัน ส่วนถาดที่สองถูกตัดเป็น 8 ชิ้น เท่า ๆ กัน มีนักเรียนรับประทานพิซซ่าในถาดแรกไปแล้ว 3 ชิ้น ในขณะที่รับประทานถาดที่สองไปแล้ว 6 ชิ้น ถ้าจะสรุปว่าพิซซ่าที่เหลือในถาดที่สองจำนวน 2 ชิ้น ซึ่งมีปริมาณมากกว่าถาดแรกที่มีเพียง 1 ชิ้น นักเรียนคิดว่าข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด แนวคำตอบ: ข้อสรุปนี้ไม่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามครูควรกระตุ้นให้เกิดการโต้แย้งกันในชั้นเรียน โดยนักเรียนอาจใช้การวาดแผนภาพเพื่อสนับสนุนเหตุผลว่า เพราะเหตุใดข้อสรุปนี้จึงไม่ถูกต้อง
R7	อธิบายหรือหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับกระบวนการ รวมถึงขั้นตอนหรือการจำลองที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล
	ในสถานการณ์ที่ครูให้นักเรียนแก้สมการแล้วได้ผลลัพธ์แตกต่างกัน ครูควรให้นักเรียนอธิบายกระบวนการคิดพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ กรณีที่วิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนไม่ถูกต้อง ครูอาจแนะนำและชี้ให้นักเรียนเห็นว่าวิธีการของตนเองไม่ถูกต้องอย่างไร เช่น ครูกำหนดสถานการณ์ ให้ เอ มีเงินมากกว่า บี อยู่ 500 บาท และให้นักเรียนแสดงสถานการณ์โดยใช้แปลงข้อมูลเป็นแผนภาพ สมมติให้นักเรียนเขียนแผนภาพผิด โดยแสดงในแผนภาพว่า เอ

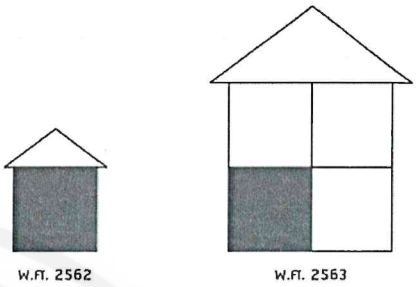
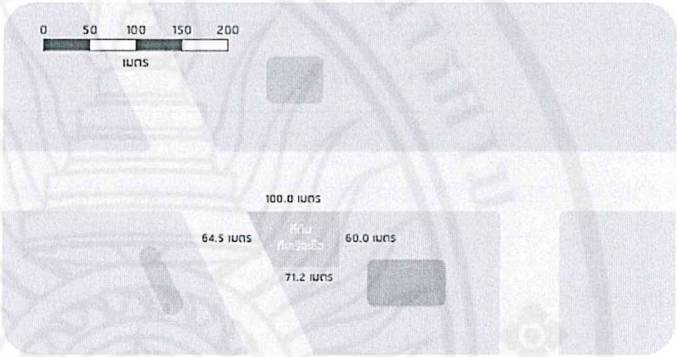
(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

	มีเงินมากกว่า บีเพียง 250 บาท เมื่อพบว่าแผนภาพของตัวเองผิดพลาด นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าการใช้แบบจำลอง (แผนภาพ) ดังกล่าวไม่ถูกต้องเพราะเหตุใด
R8	ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้นักเรียนศึกษาเศษส่วน 1/7 และ 2/7 โดยการแบ่งรูปหกเหลี่ยมด้านเท่าเป็นเจ็ดส่วนที่เท่ากันและเหมือนกัน นักเรียนคิดว่าจะสามารถทำได้อย่างไร แนวคำตอบ: ไม่สามารถทำได้ โดยนักเรียนควรระบุได้ว่าทำไม่ได้เพราะ มีข้อจำกัดของรูปหกเหลี่ยมด้านเท่าทำให้ไม่สามารถแบ่งให้เป็น 7 ส่วนที่เท่ากันและเหมือนกันได้ นอกจากนี้ครูอาจดัดแปลงรูปแบบกิจกรรมโดยกำหนดให้มีรูปเรขาคณิตให้นักเรียนเลือกเพื่อใช้ในการศึกษาเรื่องเศษส่วน ซึ่งจะต้องแบ่งรูปต่าง ๆ ให้เท่ากันและมีรูปร่างเหมือนกัน เมื่อนักเรียนเลือกแล้วครูถามเพิ่มเติมเกี่ยวกับเหตุผลว่าทำไมจึงเลือกหรือไม่เลือกรูปเรขาคณิตนั้น ๆ โดยนักเรียนอาจระบุได้ว่ามีข้อจำกัด แต่ไม่จำเป็นจะต้องระบุได้ว่ามีข้อจำกัดอะไร
R9	เข้าใจบทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน รวมถึงการใช้อัลกอริทึมและการให้เหตุผลเชิงคำนวณ
	ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการหาค่าของ 1 + 2 + 3 + ... + 10 โดยใช้สูตร $\frac{n(n+1)}{2}$ เปรียบเทียบกับการหาค่าโดยการบวกโดยตรง โดยให้นักเรียนอธิบายว่าสูตรดังกล่าวมีที่มาอย่างไร และเพราะเหตุใดจึงให้ผลลัพธ์เดียวกันกับการบวกโดยตรง แนวคำตอบ: ครูชี้ให้นักเรียนเห็นรูปแบบ ดังนี้ 1+2+3+4+5+6+7+8+9+10=(10+1)+(9+2)+(8+3)+(7+4)+(6+5)=11+11+11+11+11 = 11 x 5 1+2+3+ ... +n = (n+1)+[(n-1)+2]+[(n-2)+3]+ ... = (n+1)+(n+1)+(n+1)+ ... = $\frac{n(n+1)}{2}$
R10	ให้เหตุผลว่าการใช้การแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงนั้นสมเหตุสมผล
	ครูกำหนดสถานการณ์ การเก็บข้อมูลจำนวนครัวเรือนในพื้นที่แห่งหนึ่งในปีพ.ศ. 2562 และ พ.ศ. 2563 พบว่าในปี พ.ศ. 2563 มีจำนวนครัวเรือนเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า จาก พ.ศ. 2562 เพื่อแสดงข้อมูลการเพิ่มขึ้นของจำนวนครัวเรือนในพื้นที่ดังกล่าว นักเรียนคิดว่ารูปด้านล่างมีความเหมาะสมในการแสดงข้อมูลนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

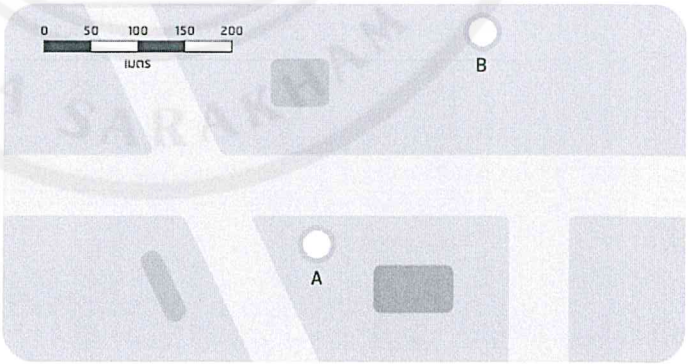
(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

	ครูอาจดัดแปลงโดยใช้สถานการณ์อื่นที่มีการกำหนดแผนภูมิ/แผนภาพที่เป็นสิ่งแสดงแทนข้อมูลในแต่ละสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนให้เหตุผลว่าสิ่งแสดงแทนนั้นเหมาะสมและถูกต้องสำหรับข้อมูลที่กำหนดให้หรือไม่ เพราะเหตุใด 
R11	ให้เหตุผลว่ากระบวนการและขั้นตอนในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล
	ครูกำหนดสถานการณ์เสรีกำลังตัดสินใจจะซื้อที่แปลงหนึ่งเพื่อสร้างบ้านและมีพื้นที่สำหรับทำการเกษตร เสรีต้องการทราบว่าพื้นที่ที่ตนเองจะซื้อนั้นมีขนาด  เท่าไร จึงทำการวัดขนาดของพื้นที่แล้วาดแผนภาพของพื้นที่ดังแสดง เสรีเห็นว่าพื้นที่ของตนเองมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู จึงนำข้อมูลที่วัดได้มาคำนวณขนาดของพื้นที่โดยใช้สูตรต่อไปนี้ พื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู = 1/2 x (ผลบวกของด้านคู่ขนาน) x สูง นักเรียนมีแนวคิดอื่นในการหาพื้นที่ที่เสรีจะซื้อได้อย่างไรบ้าง พร้อมอธิบายว่าเหตุใดจึงสามารถใช้วิธีการที่นำเสนอได้
R12	สะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้
	ครูเตรียมสถานการณ์ที่มีวิธีการคิดหลายวิธี แต่ให้คำตอบไม่เหมือนกัน หรือสถานการณ์ที่มีข้อสรุปที่อาจจะมีข้อผิดพลาดหรือไม่สมบูรณ์ เพื่อให้นักเรียนอภิปรายเพื่อโต้แย้งวิธีการคิดนั้น ๆ และความถูกต้องของข้อสรุปดังกล่าว เช่น • ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า ถ้า $x^2 \geq 2x$ การสรุปว่า $x \geq 2$ ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด • ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า จริงหรือไม่ที่ จำนวนตรรกยะ + จำนวนตรรกยะ ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนตรรกยะ เพราะเหตุใด • ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า จากข้อมูลพยากรณ์อากาศในสัปดาห์ที่ผ่านมา มีฝนตก 5 วัน ฝนไม่ตก 2 วัน ถ้าจะสรุปว่าในวันพรุ่งนี้ ฝนจะตก ข้อสรุปนี้จะเป็นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

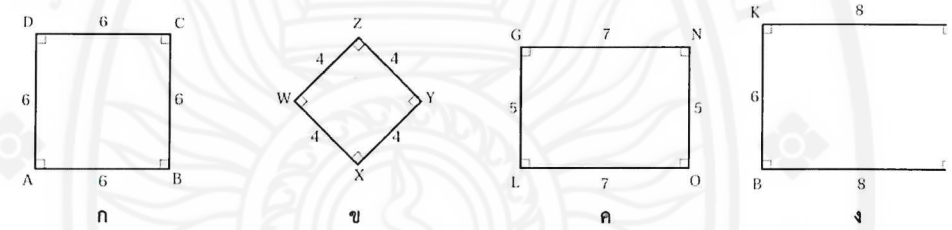
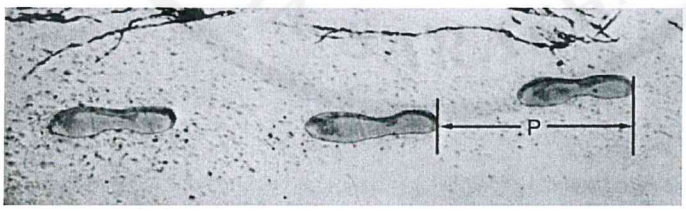
(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

	แนวคำตอบ: นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด พร้อมยกตัวอย่างสนับสนุนหรือตัวอย่างค้านประกอบ
R13	วิพากษ์ข้อจำกัดของแบบจำลองในการแก้ปัญหา
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้นักเรียนศึกษาเศษส่วน 1/7 และ 2/7 โดยการแบ่งรูปหกเหลี่ยมด้านเท่าเป็นเจ็ดส่วนที่เท่ากันและเหมือนกัน นักเรียนพบว่าไม่สามารถทำได้ พร้อมระบุว่าเป็นเพราะ รูปหกเหลี่ยมด้านเท่าทำให้ไม่สามารถแบ่งให้เป็น 7 ส่วน ที่เท่ากันและเหมือนกันได้ เพราะเหตุใดนักเรียนจึงสรุปดังนั้น แนวคำตอบ: เพราะการแบ่งรูปหกเหลี่ยมออกเป็นส่วน ๆ ที่มีขนาดเท่ากันนั้น เส้นที่ลากแบ่งแต่ละส่วนจะต้องลากผ่านจุดศูนย์กลางของรูป และผ่านมุม/หรือด้านของรูปหกเหลี่ยมด้วย ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถแบ่งเป็นส่วนที่เท่ากัน 7 ส่วนได้ รูปเรขาคณิตที่จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ส่วน เท่า ๆ กัน เช่น รูปเจ็ดเหลี่ยมด้านเท่าและรูปวงกลม เป็นต้น
R14	ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ และอธิบายความหมายของผลลัพธ์ที่ได้ว่าสมเหตุสมผลกับบริบทโลกจริง
	ครูกำหนดสถานการณ์ หมู่บ้านเบญจาต้องการสร้างสระว่ายน้ำรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีขนาดกว้าง 10 เมตร ยาว 25 เมตร (ไม่รวมขอบของสระว่ายน้ำ) โดยขอบของสระว่ายน้ำจะปูด้วยกรวดล้างให้มีความกว้างเท่ากันโดยตลอด ถ้าบริเวณที่จะสร้างสระว่ายน้ำรวมขอบสระมีพื้นที่ 286 ตารางเมตร จะสามารถทำขอบสระว่ายน้ำให้มีความกว้างได้เท่าไร แนวคำตอบ: คำตอบที่ได้จากการแก้สมการจะมี 2 คำตอบ ได้แก่ 0.5 และ -18 นักเรียนควรเลือกตอบว่า ขอบสระว่ายน้ำมีความกว้าง = 0.5 เมตร พร้อมให้เหตุผลว่าความกว้างของขอบสระจะต้องเป็นจำนวนจริงบวก
R15	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคำเฉพาะที่ใช้กับโจทย์ปัญหาในบริบทนั้น ๆ กับ ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้บ้านของเสรีและสันติอยู่ใกล้กัน ดังแสดงในแผนผังด้วยจุด A และ B ตามลำดับ ทั้งสองคนตกลงกันว่าจะช่วยกันขุดบ่อน้ำเพื่อใช้ร่วมกัน 

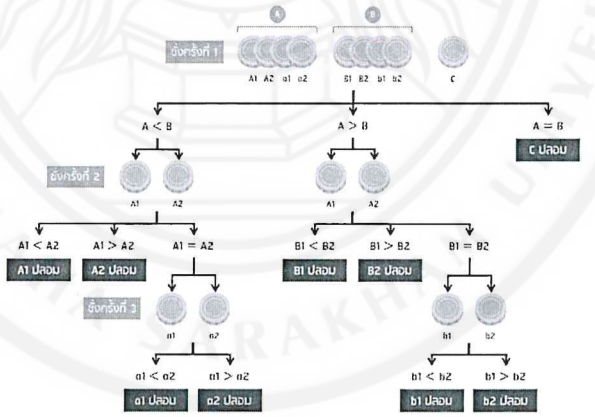
(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

	โดยบ่อน้ำจะต้องอยู่ห่างจากบ้านทั้งสองหลังเป็นระยะทางเท่ากัน และใกล้กับบ้านทั้งสองหลังมากที่สุด ทั้งสองคนควรขุดบ่อน้ำที่ตำแหน่งใด ให้ระบุตำแหน่งของบ่อน้ำในแผนผัง และหาระยะห่างจากบ้านของเสรีถึงบ่อน้ำ แนวคำตอบ: ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น เขียนสมการ แผนภาพ กราฟ ตาราง ใช้การหา ครม./หรม. หรือความรู้อื่น ๆ แล้วให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหานั้นด้วยตนเอง ในระหว่างการนำเสนอ ครูควรถามเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนอธิบายว่านักเรียนแปลงคำเฉพาะที่อยู่ในสถานการณ์มาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ใดบ้างในแบบจำลองที่ใช้
R16	สะท้อนวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งสร้างคำอธิบายที่สนับสนุน หรือสร้างข้อโต้แย้งที่ปฏิเสธวิธีการแก้โจทย์ปัญหานั้น
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้มีรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 4 รูป ดังแสดง  ก ข ค ง ที่มา: หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 1 หน้า 114 ครูให้นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบและวิธีคิดของตนเอง ว่ารูปใดบ้างที่เป็นรูปคล้ายกัน ครูสอบถามว่ามีนักเรียนคนไหนบ้างที่ตอบว่าคล้ายหรือไม่คล้าย จากนั้นครูให้นักเรียนได้อภิปรายกับเพื่อนทั้งที่มีคำตอบใกล้เคียงกันและไม่ใกล้เคียงกัน พร้อมให้เหตุผลประกอบว่าตนเองเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับเพื่อน เพราะเหตุใด และที่สำคัญ ครูควรสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้เกิดการอภิปรายอย่างสร้างสรรค์ (constructive criticism)
R17	วิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างระหว่างปัญหาทางคณิตศาสตร์กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหานั้น
	 จากรูปแสดงรอยเท้าที่เกิดจากการเดินของคน ๆ หนึ่ง กำหนดให้ ระยะการก้าวขา (P) วัดได้จาก

(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

	ส้นเท้าของรอยเท้า 2 รอยที่อยู่ติดกัน สำหรับรอยเท้าผู้ชาย ความสัมพันธ์ระหว่างระยะการก้าวขากับความเร็วในการเดิน (n) สามารถแสดงได้ดังสูตร $\frac{n}{P}=140$ โดยที่ n = ความเร็วในการเดิน (ก้าว/นาที) P = ระยะการก้าวขา (เมตร) ถ้านำสูตรข้างต้นไปใช้ในการประมาณลักษณะการเดินของผู้ชายคนหนึ่ง โดยความเร็วในการเดินของผู้ชายคนนั้นเป็น 70 ก้าว/นาที ให้หาว่าผู้ชายคนนั้นมีระยะการก้าวขาเป็นเท่าไร จากสถานการณ์ข้างต้น ครูอาจชักชวนนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับสูตรที่ใช้ในการคำนวณ ว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกับสถานการณ์จริงอย่างไรบ้าง ตัวอย่างของประเด็นที่ใช้ในการอภิปราย เช่น • เมื่อคำนวณตามสูตรในสถานการณ์ พบว่าได้ระยะการก้าวขาของผู้ชายคนนั้นเท่ากับ 0.5 เมตร หรือ 50 เซนติเมตร นักเรียนคิดว่าถ้าลองวัดระยะการก้าวขาจริงของผู้ชายคนนั้น จะมีค่าเท่ากับระยะการก้าวขาที่คำนวณได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
R18	อธิบายการทำงานของอัลกอริทึมที่ไม่ซับซ้อน รวมทั้งอธิบายการตรวจสอบและการแก้ไขข้อผิดพลาดอัลกอริทึมหรือโปรแกรม
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้มีเหรียญชนิดเดียวกันทั้งหมด 9 เหรียญ โดยมีเหรียญปลอมปะปนอยู่อยู่ 1 เหรียญ เหรียญปลอมจะมีน้ำหนักน้อยกว่าเหรียญจริง ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาวิธีการเพื่อหาเหรียญปลอม โดยมีตาชั่ง 2 แขน เพื่อใช้สำหรับเปรียบเทียบน้ำหนักของเหรียญ ดังนี้ ครูนำเสนอวิธีการชั่งเหรียญ 3 ขั้นตอน ดังแสดง 

(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

	หลังจากพิจารณาวิธีการแล้ว ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าถ้าใช้วิธีการดังกล่าว จะมีโอกาสเจอเหรียญปลอมได้โดยใช้การชั่งกี่ครั้ง และนักเรียนจะสามารถดัดแปลงวิธีการเพื่อให้เจอเหรียญปลอมโดยใช้จำนวนครั้งที่ชั่งน้อยที่สุดได้หรือไม่อย่างไร แนวคำตอบ: อาจแบ่งเป็นกรณีต่าง ๆ ดังนี้ กรณีที่ 1 [ชั่งครั้งที่ 1] ชั่ง A กับ B ถ้าน้ำหนักของ A < B แสดงว่ามีเหรียญปลอมปนอยู่ใน A [ชั่งครั้งที่ 2] ชั่ง A1 กับ A2 กรณีที่ 1.1 ถ้า A1 < A2 แสดงว่า A1 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 2 ครั้ง) กรณีที่ 1.2 ถ้า A1 > A2 แสดงว่า A2 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 2 ครั้ง) กรณีที่ 1.3 ถ้า A1 = A2 แสดงว่า ทั้งสองเหรียญเป็นเหรียญจริง [ชั่งครั้งที่ 3] ชั่ง a1 กับ a2 กรณีที่ 1.4 ถ้า a1 < a2 แสดงว่า a1 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 3 ครั้ง) กรณีที่ 1.5 ถ้า a1 > a2 แสดงว่า a2 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 3 ครั้ง) กรณีที่ 2 [ชั่งครั้งที่ 1] ชั่ง A กับ B ถ้าน้ำหนักของ A > B แสดงว่ามีเหรียญปลอมปนอยู่ใน B [ชั่งครั้งที่ 2] ชั่ง B1 กับ B2 กรณีที่ 2.1 ถ้า B1 < B2 แสดงว่า B1 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 2 ครั้ง) กรณีที่ 2.2 ถ้า B1 > B2 แสดงว่า B2 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 2 ครั้ง) กรณีที่ 2.3 ถ้า B1 = B2 แสดงว่า ทั้งสองเหรียญเป็นเหรียญจริง [ชั่งครั้งที่ 3] ชั่ง b1 กับ b2 กรณีที่ 2.4 ถ้า b1 < b2 แสดงว่า b1 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 3 ครั้ง) กรณีที่ 2.5 ถ้า b1 > a2 แสดงว่า b2 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 3 ครั้ง) กรณีที่ 3 [ชั่งครั้งที่ 1] ชั่ง A กับ B น้ำหนักของ A = B แสดงว่า C คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 1 ครั้ง)

สรุปได้ว่า 1) สมรรถะการคิด/แปลงปัญหา คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาสถานการณ์และตัดสินใจนำกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และนำไปแก้ไขปัญหาผ่านการแปลงปัญหาจากสถานกรณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์ กำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และใช้การแสดงแทนให้เหมาะสมกับบริบทโลกชีวิตจริง รวมถึงสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นได้อย่างสมเหตุสมผล 2) สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิด หลักการ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการ กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาที่ผ่านการคิด/แปลงปัญหามาแล้ว เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทาง

คณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ รวมถึงการสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ปัญหา สร้างกฎเกณฑ์ ระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ 3) สมรรถนะการตีความและประเมิน คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลลัพธ์ หรือข้อสรุป แล้วตีความภายใต้บริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ซึ่งรวมถึงการแปลความหมายผลลัพธ์หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับเข้าไปในบริบทของปัญหา และประเมินว่าผลลัพธ์เหล่านั้นสมเหตุสมผลกับบริบทนั้น ๆ หรือไม่ และ 4) สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และนำเสนอข้อโต้แย้งที่น่าเชื่อว่าเป็นไปได้อย่างตรงไปตรงมา ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อถือได้จะต้องเกิดจากการให้เหตุผลและการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การลงข้อสรุปนั้นจะต้องทำอย่างเป็นกลาง แม้จะไม่มีการตรวจสอบจากผู้อื่นก็ตาม

2.2.5 การพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2565, น. 32-38) ได้กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งเน้นการประเมินตามสภาพจริงด้วยการวัดและประเมินการปฏิบัติงานในสภาพที่เกิดขึ้นจริงหรือที่ใกล้เคียงกับสภาพจริง รวมทั้งการประเมินเกี่ยวกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเป็นผลจากการหลอมรวมความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือบริบทชีวิตจริง โดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายจากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหา ได้แก้ปัญหา สืบค้น และนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งแสดงออกทางการคิด ซึ่งการวัดประเมินผล ดังกล่าวมีจุดประสงค์สำคัญดังต่อไปนี้

1. เพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและตัดสินผลการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ว่านักเรียนได้เรียนรู้ตามผลการเรียนรู้และเกิดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ เพื่อที่จะได้นำผลจากการตรวจสอบไปปรับปรุงและพัฒนานักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น

2. เพื่อวินิจฉัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และทักษะที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การสืบค้น การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย การนำความรู้ไปใช้การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การควบคุมกระบวนการคิด และสมรรถนะเพื่อนำผลที่ได้จากการวินิจฉัยผู้เรียนไปใช้เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมต่อไป

3. เพื่อรวบรวมข้อมูลและจัดทำข้อมูลสารสนเทศด้านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินที่ได้ในการสรุปผลการเรียนและเป็นข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) แก่นักเรียนหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง

ตามความเหมาะสม รวมทั้งนำข้อมูลสารเทศเหล่านั้นไปใช้วางแผนบริหารการจัดการศึกษาของสถานศึกษา

2.2.5.1 หลักการวัดผลและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงหลักการวัดผลและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2565, น. 32-33) ได้กล่าวว่า การวัดผลและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. การวัดผลและประเมินผลต้องทำอย่างต่อเนื่อง โดยใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ซึ่งการใช้คำถามที่เน้นการคิดจะทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันเองและระหว่างนักเรียนกับครูผู้สอน ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ ครูผู้สอนยังสามารถใช้คำตอบของนักเรียนเป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจและพัฒนาการด้านสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อีกด้วย

2. การวัดผลและประเมินผลต้องสอดคล้องกับความรู้ความสามารถของผู้เรียนตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ รวมทั้งสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามที่หลักสูตรสถานศึกษากำหนดไว้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนจะต้องกำหนดวิธีการวัดผลและประเมินผลที่หลากหลาย เพื่อใช้ตรวจสอบว่าผู้เรียนได้บรรลุผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ และต้องแจ้งผลการเรียนรู้และระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่คาดหวังให้นักเรียนทราบไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อม เพื่อให้นักเรียนได้ปรับปรุงและพัฒนาตนเองอยู่เสมอ

3. การวัดผลและประเมินผลต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมและใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพเพื่อให้ได้ข้อสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน เช่น เมื่อต้องการวัดผลและประเมินผลเพื่อตัดสินผลการพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อาจใช้การทดสอบด้วยแบบทดสอบ เมื่อต้องการตรวจสอบพัฒนาการด้านสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้านอาจใช้การทดสอบด้วยแบบทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยแบบสังเกตพฤติกรรม หรืออาจใช้ควบคู่กับวิธีการอื่น ๆ ร่วมด้วย ทั้งนี้ การใช้เครื่องมือวัดผลและประเมินผลที่มีคุณภาพ จะทำให้สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ ซึ่งจะทำให้ครูผู้สอนได้ข้อสนเทศเกี่ยวกับนักเรียนอย่างครบถ้วนและตรงตามจุดประสงค์ของการวัดผลและประเมินผล อย่างไรก็ตาม ผู้สอนควรคำนึงว่าเครื่องมือวัดผลและประเมินผลที่ใช้เพื่อการประเมินตามจุดประสงค์หนึ่ง อาจไม่สามารถนำมาใช้ประเมินกับอีกจุดประสงค์หนึ่งได้

4. การวัดผลและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ใช้สะท้อนความรู้ความสามารถของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนมีข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนาสมรรถนะของตนเองให้ดีขึ้น ในขณะที่ครูผู้สอนสามารถนำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ ปรับปรุง

กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้งปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งควรวัดผลและประเมินผลใน 3 ระยะ ได้แก่ ประเมินก่อนเรียน ประเมินระหว่างเรียน และประเมินหลังเรียน

สรุปได้ว่า หลักการวัดผลและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ 1) การวัดผลและประเมินผลต้องทำอย่างต่อเนื่อง โดยใช้คำถามที่เน้นการคิด ให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2) การวัดผลและประเมินผลต้องสอดคล้องกับความรู้ความสามารถของผู้เรียนตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ รวมทั้งสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามที่หลักสูตรสถานศึกษากำหนดไว้ 3) การวัดผลและประเมินผลต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมและใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ เพื่อให้ได้ข้อสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน และ 4) การวัดผลและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ใช้สะท้อนความรู้ความสามารถของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำข้อผิดพลาดไปปรับปรุงและพัฒนา อีกทั้งครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการวางแผนจัดการเรียนรู้ได้

2.2.5.2 เครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงเครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2565, น. 33-38) ได้กล่าวว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไปมีที่มาได้ใน 3 ลักษณะเช่นเดียวกับเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั่วไป คือ เครื่องมือมาตรฐานที่มีอยู่แล้ว เครื่องมือที่ได้จากการดัดแปลงหรือปรับปรุงจากเครื่องมือที่มีผู้สร้างไว้แล้ว และเครื่องมือที่สร้างขึ้นใหม่ ซึ่งผู้สอนสามารถจัดหาและใช้เครื่องมือได้ทั้งสามลักษณะตามความเหมาะสม แต่ต้องมั่นใจว่าเครื่องมือที่นำมาใช้นั้นมีคุณภาพและสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ สำหรับกรณีที่ผู้สอนต้องการสร้างเครื่องมือเพื่อวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ขึ้นเอง ควรศึกษาขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการวางแผน

การวางแผนสร้างเครื่องมือในการวัดผลและประเมินผลเป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากการวางแผนที่ดีจะช่วยให้สร้างเครื่องมือที่มีเนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่เหมาะสมและอยู่ในกรอบของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้เครื่องมือที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ ขั้นตอนในการวางแผนสร้างเครื่องมือวัดผลและประเมินสมรรถนะที่สำคัญมีดังนี้

1.1 การศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ และกรอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ การศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ และกรอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ช่วยให้สามารถกำหนดกรอบแนวคิดของเนื้อหาสาระ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่เหมาะสมในแต่ละระดับชั้น และระดับ

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสอดคล้องกัน เนื่องจากเนื้อหาสาระที่ปรากฏในมาตรฐานการเรียนรู้จะเหมาะสมกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์หรือการประยุกต์ใช้ที่แตกต่างกัน

2. การวิเคราะห์ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด การวิเคราะห์ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์จะทำให้ทราบถึงความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมิน การสร้างเครื่องมือจึงจำเป็นต้องระบุให้แน่ชัดว่าต้องการวัดในระดับใดจึงจะสามารถออกแบบและสร้างเครื่องมือได้อย่างเหมาะสม และยังช่วยอำนวยความสะดวกในการเลือกสมรรถนะย่อยที่สอดคล้องกัน ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ จำแนกเป็น 6 ระดับ ดังนี้ ตารางที่ 2.2

3. การเลือกชนิดของเครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือวัดผลและประเมินผลมีอยู่หลากหลาย การเลือกใช้เครื่องในลักษณะใดนั้น ขึ้นอยู่กับระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด ระดับชั้นของนักเรียน การนำไปใช้เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ตัวอย่างของเครื่องมือวัดผลและประเมินผลสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม แบบสัมภาษณ์ แบบวัดภาคปฏิบัติ และโครงงานคณิตศาสตร์ เป็นต้น การเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมจะช่วยให้วัดในสิ่งที่ต้องการได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ซึ่งจะทำให้ผลการประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

4. การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัดเป็นขั้นตอนที่ต้องทำก่อนลงมือสร้างเครื่องมือวัดผลและประเมินผล ทั้งนี้ เพื่อเป็นการกำหนดความสำคัญของเนื้อหาและจุดเน้นของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด เนื่องจากเนื้อหาในสาระการเรียนรู้ของแต่ละระดับชั้นมีความแตกต่างกันและครูผู้สอนอาจให้ความสำคัญของการวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านไม่เท่ากัน เช่น ในการสร้างแบบทดสอบอาจต้องกำหนดสัดส่วนของเนื้อหาหรือสาระการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตรแล้วจึงออกแบบข้อสอบวัดประเมินสมรรถนะบนพื้นฐานของเนื้อหาดังกล่าว ผ่านการจัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของจำนวนข้อสอบที่ใช้วัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน ดังตัวอย่าง ตารางที่ 2.11 และตารางที่ 2.12 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.11 วิเคราะห์ข้อสอบตัวอย่างที่ 1

สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (ข้อสอบข้อที่)			รวมจำนวนข้อ
	FR	ER	IR	
.....	1, 2	3, 4	5	5
.....	6	7, 8, 9	10, 11	6
.....	12, 13, 14	15, 16, 17	18, 19, 20	9
รวมจำนวนข้อ	6	8	6	20

ตารางที่ 2.12 วิเคราะห์ข้อสอบตัวอย่างที่ 2

สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)	ข้อที่	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (ข้อสอบข้อที่)		
		FR	ER	IR
.....	1	✓	✓	
.....	2		✓	
.....	3	✓		✓
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.....	20	✓	✓	✓

สำหรับการสร้างแบบประเมินหรือแบบสังเกตพฤติกรรมหากต้องการเน้นที่สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อาจกำหนดน้ำหนักความสำคัญของสมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ สมรรถนะการตีความและประเมิน และสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็น 1, 1, 1 และ 2 ตามลำดับ เป็นต้น

2. ขั้นตอนการสร้าง

หลังจากที่ได้วางแผนการสร้างเครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไว้ดีแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการสร้างหรือจัดทำเครื่องมือลักษณะต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพ ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การออกแบบเครื่องมือ การออกแบบเครื่องมือจะเริ่มต้นด้วยการสร้างเครื่องมือฉบับร่าง เป็นการออกแบบเครื่องมือที่ใช้วัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ออกแบบวิธีการตรวจและประเมิน รวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การประเมิน วิธีการให้คะแนน การออกแบบแบบ

บันทึกคะแนน และการกำหนดวิธีการแปลความหมายของคะแนนที่วัดได้ตามที่ได้วางแผนไว้แล้ว โดยสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ต้องมีความเชื่อมโยงกับโลกจริงและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน (Relevance and Motivation) สถานการณ์ปัญหาต้องมีความซับซ้อนในการแก้ปัญหาที่เหมาะกับนักเรียน (Accessibility) สถานการณ์ปัญหาต้องเอื้อให้นักเรียนได้แสดงพฤติกรรม (Action) ในการแก้ปัญหาตามกระบวนการที่กำหนด (Feasibility of Approach)

2.2 การตรวจสอบคุณภาพ หลังจากที่ได้เครื่องมือฉบับร่าง ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในเบื้องต้นตามประเด็นที่ได้กำหนดไว้ และถ้าต้องการให้เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น จำเป็นต้องมีการนำเครื่องมือไปทดลองใช้ก่อน โดยการเลือกกลุ่มผู้เรียนที่เป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มที่ใช้จริง คุณภาพของเครื่องมือมีหลายประการ เช่น ความตรง ความเชื่อมั่น (หรือความเที่ยง) ความยาก และอำนาจจำแนก รายละเอียดดังนี้

2.2.1 ความตรง (Validity) หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำหรือความตรงของเครื่องมือวัดในการวัดสิ่งที่ต้องการวัด ความตรงเป็นการวัดคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายสำคัญของการนำเครื่องมือไปใช้ ในการสร้างเครื่องมือที่มีคุณภาพจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความตรงโดยเฉพาะความตรงตามเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาเนื้อหาและจุดประสงค์ของการใช้เครื่องมือนั้น ๆ

2.2.2 ความเชื่อมั่น (หรือความเที่ยง) (Reliability) หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผลการวัดจากเครื่องมือชนิดเดียวกันที่ทำการวัดซ้ำแล้วได้ผลเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงผลเดิมมากที่สุด

2.2.3 ความยาก (Difficulty) หมายถึง อัตราส่วนของจำนวนผู้ตอบถูกต่อจำนวนผู้ตอบทั้งหมด การหาค่าความยากเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือเป็นรายข้อ ไม่ใช่เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมทั้งฉบับ

2.2.4 อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกกลุ่มผู้สอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือเป็นรายข้อ ไม่ใช่เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมทั้งฉบับ เช่นเดียวกับการหาค่าความยาก

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือมีความแตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือเครื่องมือบางชนิดจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพทั้ง 4 ด้าน เช่น แบบทดสอบบางชนิดตรวจสอบคุณภาพเพียง 3 ด้าน เช่น แบบสอบถามและแบบวัดเจตคติหรือแบบวัดคุณลักษณะต่าง ๆ ของผู้เรียนที่มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า จำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพด้านความตรง ความเชื่อมั่นและอำนาจจำแนก บางชนิดตรวจสอบคุณภาพเพียง 2 ด้าน เช่น แบบสังเกตและแบบสัมภาษณ์ ซึ่งต้องตรวจสอบคุณภาพด้านความตรง และความเชื่อมั่น เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การจะยืนยันว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมานั้นมีคุณภาพ จำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพอย่างน้อย 2 ด้าน คือ ความตรงและความเชื่อมั่น

3. การจัดทำเครื่องมือวัดผลและประเมินผลที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้

หลังจากมีการหาคุณภาพของเครื่องมือจนได้ผลการตรวจสอบที่เป็นที่น่าพอใจแล้ว ผู้สร้างเครื่องมือควรให้ความสำคัญกับการจัดพิมพ์ ข้อความและสำนวนที่ใช้ในการอธิบายขั้นตอนหรือคำชี้แจงซึ่งควรมีความชัดเจนเป็นปรนัย รวมทั้งควรอธิบายการให้คะแนนและระยะเวลาที่ใช้ในการตอบ ซึ่งจะมีผลต่อความถูกต้องและความแม่นยำในการวัดของเครื่องมือชนิดนั้น ๆ อีกด้วย

สรุปได้ว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไปมี 3 ลักษณะ ได้แก่ เครื่องมือมาตรฐานที่มีอยู่แล้ว เครื่องมือที่ได้จากการดัดแปลงหรือปรับปรุงจากเครื่องมือที่มีผู้สร้างไว้แล้ว และเครื่องมือที่สร้างขึ้นใหม่ ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือมี 2 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้ 1) ขั้นตอนการวางแผน ซึ่งขั้นตอนการวางแผนจะเริ่มจากการศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ และกรอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ จากนั้นทำการวิเคราะห์ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด แล้วจึงเลือกชนิดของเครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ และสุดท้ายกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด 2) ขั้นตอนการสร้างจะเริ่มจากการออกแบบเครื่องมือด้วยการสร้างเครื่องมือฉบับร่าง แล้วจึงทำการ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือฉบับร่าง ได้แก่ ความตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก

2.2.6 การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้น ซึ่งอาจสร้างเป็นแบบเกณฑ์รวมหรือแบบเกณฑ์ย่อยก็ได้ ควรมีรายการประเมินที่ครอบคลุมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัดอย่างชัดเจน และสอดคล้องกับระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่กำหนด ซึ่งการกำหนดจำนวนระดับคะแนนอาจพิจารณาจากความเหมาะสม ความถูกต้องความสมบูรณ์ความครบถ้วน หรือความสมเหตุสมผล ของการแสดงพฤติกรรมของสมรรถนะแต่ละด้าน เช่น กำหนดเป็น 3 ระดับ คือ 0 คะแนน 1 คะแนน และ 2 คะแนน แทนการแสดงพฤติกรรมไม่แสดง/ไม่ตอบ ตอบได้เพียง บางส่วน และตอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหมด สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2565, น. 56–57)

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์ย่อยซึ่งกำหนดประเด็นการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ จากสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระดับ 4 ปรากฏตารางที่ 2.13 ดังนี้

ตารางที่ 2.13 เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์ย่อยซึ่งกำหนดประเด็นการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ

รายการสมรรถนะ	น้ำหนัก	คะแนน	พฤติกรรม
สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F)	1	2	เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา
		1	เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้แต่ไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา
		0	ไม่สามารถเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ไม่ตอบ
สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E)	1	2	แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องทั้งหมด
		1	แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องหรือตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
		0	ไม่แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และไม่ตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนด
สมรรถนะการตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I)	1	2	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาและนำมาใช้ตีความได้ถูกต้องทั้งหมด
		1	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาหรือนำมาตีความได้ถูกต้องบางส่วน
		0	ไม่สามารถอธิบายได้/ไม่ตอบ

(ต่อ)

ตารางที่ 2.13 (ต่อ)

รายการสมรรถนะ	น้ำหนัก	คะแนน	พฤติกรรม
สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R)	2	2	บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาและบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล
		1	บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาหรือบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผลบางส่วน
		0	ไม่สามารถอธิบายได้/ไม่ตอบ
รวม	5	8	คิดเป็นคะแนนเต็ม 10 คะแนน

จากตารางที่ 2.13 เกณฑ์การให้คะแนนข้างต้นสามารถกำหนดวิธีการแปลระดับคะแนนเป็นระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เช่น

0–3 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง

4–7 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

8–10 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

สรุปได้ว่าเกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ แบบเกณฑ์ย่อยซึ่งกำหนดประเด็นการให้ คะแนนเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0–3 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง 4–7 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี 8–10 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 สมรรถนะ ดังนี้ 1) สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F) 2) สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E) 3) สมรรถนะการตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I) 4) สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์(Mathematical Reasoning: R)

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ พฤติกรรมการสอนของครู เจตคติทางคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กิติศักดิ์ ดีพื้น (2561, น. 70) พฤติกรรมการสอนในห้องเรียนเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งถ้าครูเอาใจใส่และควบคุมพฤติกรรมการสอนของตนให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้แล้ว ย่อมทำให้การเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายของการศึกษาที่กำหนดไว้ได้ (Flanders, 1970, p. 3) เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดเห็นของนักเรียนในด้านความสำคัญ และคุณประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ด้านความรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์ และด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วม ฐิติพร ลินิฐฎา (2547, น. 13) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่า หมายถึง ความต้องการได้รับผลสำเร็จจากการกระทำในสิ่งที่ยาก ต้องการเอาชนะอุปสรรคและบรรลุถึงมาตรฐานอันดีเลิศต้องการเป็นคนเก่งมีความสามารถในการแข่งขันและเอาชนะคนอื่น ๆ ต้องการเพิ่มการยอมรับตนเองโดยการบรรลุความสำเร็จในกิจกรรมที่เป็นอัจฉริยะ (Hermans, 1970, p. 353)

2.3.1 การสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรนะทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ มาใช้เป็นข้อมูลในการสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถนำมาสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.14 ผลการสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	กิติศักดิ์ ดีพื้น (2561)	รสสุคนธ์ แสงแก้ว (2562)	วชิรภรณ์ เทียบเพชร์ (2562)	Frey & Ruppert (2013)	Frey, Balzer, & Ruppert (2014)	Weinert (2001)	ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
1. พฤติกรรมการสอนของครู	✓						✓
2. เจตคติทางคณิตศาสตร์	✓		✓	✓	✓		✓
3. การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์				✓	✓	✓	✓
4. การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์						✓	✓
5. บรรยากาศห้องเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	✓						
6. ความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์						✓	✓
7. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	✓		✓			✓	✓
8. ความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์		✓					

จากตารางที่ 2.14 จากการสังเคราะห์เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และคำแนะนำผู้เชี่ยวชาญ เพื่อได้ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้ตัวแปรที่จะศึกษาในครั้งนี้ คือ พฤติกรรมการสอนของครู เจตคติทางคณิตศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นตัวแปรที่มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงมาก สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

สรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เกี่ยวกับปัจจัยที่มีส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย พฤติกรรมการสอนของครู เจตคติทางคณิตศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.3.2 การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมาย ของปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Pajares and Miller (1994, p. 194) ได้กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองไว้ว่าเป็นการตัดสินเกี่ยวกับความสามารถของตนเอง ในการแสดงพฤติกรรมที่เฉพาะเจาะจงในแต่ละสถานการณ์

Kranzler and Pajares (1997, p. 16) ได้กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการประเมินสถานการณ์หรือปัญหาเฉพาะในความเชื่อมั่นของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเอง เพื่อปฏิบัติงานหรือแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ

Langenfeld and Pajares (1997, pp. 19-23) ได้กล่าวว่า การแบ่งองค์ประกอบการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ การรับรู้ความสามารถของตนเองในงานคณิตศาสตร์ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในวิชาอื่นและทักษะเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์

Kranzler and Pajares (1997, pp. 215-228) ได้กล่าวว่า การแบ่งองค์ประกอบการรับรู้ความสามารของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดเห็นเกี่ยวกับความสามารถของตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การจัดการเกี่ยวกับกิจกรรมคณิตศาสตร์ประจำวัน และสัมฤทธิ์ผลในการทำการบ้านเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

Bandura (1997, p. 79) ได้กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองมีผลต่อการตัดสินใจที่จะกระทำพฤติกรรม การที่บุคคลจะกระทำพฤติกรรมใดหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ ดังนี้

1. ความคาดหวังในความสามารถของตนเอง (Efficacy Expectation) ซึ่งต่อมา Bandura ได้เปลี่ยนเป็นการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-Efficacy) นั่นคือ การรับรู้ความสามารถของตนเองที่จะจัดการและดำเนินการกระทำพฤติกรรมให้บรรลุเป้าหมายตามที่คาดหวังไว้

2. คาดหวังในผลกรรมที่เกิดขึ้น (Outcome Expectation) หมายถึง ความเชื่อที่บุคคลประมาณค่าถึงพฤติกรรมเฉพาะอย่างที่อย่างที่จะปฏิบัติได้ นำไปสู่ผลลัพธ์ตามคาดหวังไว้ เป็นการหวังในผลที่จะเกิดขึ้นที่เนื่องมาจากพฤติกรรมที่ได้กระทำไปแล้ว

Baldwin (1998, p. 628) ได้กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองไว้ว่าความเชื่อของบุคคลเกี่ยวกับความสามารถในการกระทำพฤติกรรมเฉพาะอย่าง เป็นความสามารถในการตัดสินหรือจัดการกับพฤติกรรมเกี่ยวกับความพยายาม ความอดทน ซึ่งความเชื่อนี้จะส่งผลในระยะยาว

Schunk (2000, p. 108) ได้กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองไว้ว่าคุณลักษณะส่วนตัวที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อในตนเอง ความเชื่อมั่นของบุคคลเกี่ยวกับความสามารถที่จะเรียนรู้ หรือกระทำพฤติกรรมตามความสามารถที่มีอยู่ ซึ่งไม่เหมือนกับการที่เรารู้ว่าจะทำอะไร เป็นการประเมินทักษะและความสามารถของบุคคลออกมาเป็นการกระทำกิจกรรมทางสังคม ทางปัญญา และกระทำตามระดับความสามารถที่มีอยู่

Hodge (2002, p. 25) ได้กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นความสามารถเฉพาะอย่างของบุคคล ในการทำงานหรือแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้สำเร็จได้ดี

Smith, et al. (2003, pp. 369-391) ได้กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นการตัดสินการกระทำของบุคคลว่าสามารถปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ ได้หรือไม่ และมีระดับความมั่นใจในการปฏิบัติเท่าใด

Walsh (2008, p. 25) ได้กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของตนเอง ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์

Kahle (2008, p. 14) ได้กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นการรับรู้ของบุคคลเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ส่วนตัวของแต่ละบุคคล

Walsh (2008, p. 41) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดเห็นเกี่ยวกับความสามารถของตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การจัดการเกี่ยวกับกิจกรรมคณิตศาสตร์ประจำวัน และสัมฤทธิ์ผลในการทำการบ้านเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

Clutt (2002, p. 79) ได้กล่าวว่า การแบ่งองค์ประกอบการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความเชื่อในตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ให้ได้คะแนนดี

ความเชื่อในตนเองในการเรียนและเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ และความเชื่อมั่นกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ได้เกรดดี

Akay and Boz (2010, pp. 59-75) ได้กล่าวว่า การแบ่งองค์ประกอบการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การรับรู้ตนเองในคณิตศาสตร์ (Mathematics self-Perception) การรับรู้พฤติกรรมต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Perception about Behaviors Related Mathematics Topics) และการใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (Turning Mathematics in Survival skill)

Hamilton (2011, p. 325) ได้กล่าวว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นการประเมินความเชื่อมั่นในความสามารถของบุคคล ในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ คือกระบวนการประเมินตนเองเกี่ยวกับความเชื่อมั่นในศักยภาพของตนในการเผชิญและแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ประสบผลสำเร็จ องค์ประกอบสำคัญของการรับรู้ดังกล่าวประกอบด้วย ความมั่นใจในการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการดำเนินงานด้านคณิตศาสตร์ให้สำเร็จลุล่วง ตลอดจนการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ทั้งในชีวิตประจำวันและในวิชาอื่น ๆ รวมถึงทักษะเฉพาะทางที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับคณิตศาสตร์

2.3.3 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมาย ของปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Herman (1970, p. 353) ได้ให้ความหมายว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์หมายถึงความต้องการได้รับผลสำเร็จจากการกระทำในสิ่งที่ยาก ต้องการเอาชนะอุปสรรคและบรรลุถึงมาตรฐานอันดีเลิศ ต้องการเป็นคนเก่งมีความสามารถในการแข่งขันและเอาชนะคนอื่น ๆ ต้องการเพิ่มการยอมรับตนเองโดยการบรรลุความสำเร็จในกิจกรรมที่เป็นอัจฉริยะ

Murray (1983, pp. 80-81) ได้ให้ความหมายว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง ความปรารถนาหรือแนวโน้มที่ต้องการจะกระทำสิ่งใด ๆ ให้สำเร็จโดยเร็วและมีความเป็นอิสระให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ต้องการเอาชนะอุปสรรค และการบรรลุเป้าหมายอันดีเลิศต้องการเป็นคนเก่งมีความสามารถในการแข่งขันและเอาชนะคนอื่น ๆ ต้องการเพิ่มการยอมรับตนเอง โดยการบรรลุความสำเร็จในกิจกรรมที่เป็นอัจฉริยะ

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542, น. 140) ได้ให้ความหมายว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง เป็นแรงจูงใจที่ทำให้บุคคลมีความต้องการที่จะกระทำสิ่งต่าง ๆ
ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ทั้งในหน้าที่การงาน และเรื่องราวส่วนตัว ในชีวิตประจำวันให้สำเร็จลุล่วง

เพราพรรณ เปลี่ยนภู่ (2546, น. 325) ได้ให้ความหมายว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง เป็นความต้องการของมนุษย์ที่จะทำงานให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้อย่างดีเยี่ยม

ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะตั้งมาตรฐานกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับตนเองอย่างดีที่สุด มีความมุ่งมั่นและต่อสู้ เพื่อจะทำงานให้ได้ตามเป้าประสงค์ด้วยตนเอง และมีความสนใจที่จะทำให้ตนมีความเป็นเลิศ โดยไม่มุ่งหวังที่จะได้รับรางวัลหรือเกียรติยศหรือแม้แต่ได้การยอมรับเป็นสิ่งตอบแทน

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2551, น. 229) ได้ให้ความหมายว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง แรงจูงใจที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้ได้รับความสำเร็จ บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะมีความมานะพยายาม อดทน ทำงานมีแผน ตั้งระดับความหวังไว้สูง และพยายามเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ เพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ ส่วนผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ มีลักษณะของการทำงานที่ไม่มีเป้าหมายหรือตั้งเป้าหมายง่าย ๆ เพราะกลัวความล้มเหลวในการทำงาน

ภาวีณี เพชรสว่าง (2552, น. 54) ได้ให้ความหมายว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง เป็นความตั้งใจที่จะลงแรง พยายามตอบสนองต่อเป้าหมายขององค์การ ซึ่งความพยายามนั้นต้องตอบสนองความต้องการส่วนบุคคล

สุรางค์ โค้วตระกูล (2552, น. 172) ได้ให้ความหมายว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง แรงจูงใจที่เป็นแรงขับให้บุคคลพยายามที่จะประกอบพฤติกรรมที่จะประสบสัมฤทธิ์ผลตามมาตรฐานความเป็นเลิศ (Standard of Excellence) ที่ตนเองตั้งไว้ บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์จะไม่ทำงานเพราะหวังรางวัล แต่ทำเพื่อประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนที่พยายามทำคะแนนสูงสุดในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง จะไม่ทำคะแนนดีเพราะต้องการรางวัล หรือเพราะต้องการความรักจากพ่อแม่ หรือเพราะกลัวว่าจะถูกพ่อแม่ทำโทษ แต่ทำดีเพราะตัวเองตั้งมาตรฐาน ความเป็นเลิศให้แก่ตนเอง เช่น อยากจะเป็นนักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียง

รุจิพัชญ์ อรุวีวัฒนานนท์ (2553, น. 20) ได้ให้ความหมายว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแรงปรารถนาที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และแข่งขันกับมาตรฐานที่กำหนดขึ้นในตนเอง และรู้สึกสบายใจเมื่อประสบความสำเร็จ

สรุปได้ว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หมายถึงความมุ่งมั่นในการบรรลุเป้าหมายทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงออกผ่านความพยายาม ความทะเยอทะยาน และความไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค บุคคลที่มีแรงจูงใจในลักษณะนี้จะมุ่งมั่นหาวิธีการแก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้บรรลุความสำเร็จ และรู้สึกภาคภูมิใจและพึงพอใจเมื่อสามารถบรรลุเป้าหมายได้ ขณะเดียวกัน หากไม่สามารถทำได้สำเร็จหรือประสบความล้มเหลว มักจะมีความวิตกกังวลเกิดขึ้นตามมา

2.3.4 ความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษากล่างถึง ความหมายของปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ด้านความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ศรีนวล วรรณสุธี (2536, น. 30) ได้ให้ความหมายว่า ความตั้งใจเรียน หมายถึง ความจดจ่อของจิตใจในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความตั้งใจเรียนจะทำให้บุคคลมีสมาธิ การศึกษาวิชาใดก็ตามถ้าวิชาที่เรียนตรงกับความสนใจของผู้เรียนแล้ว จะทำให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความตั้งใจเรียนจะสูงขึ้นกว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ไม่มีความตั้งใจเรียน

สุวิมล อดุลรัตนไพร (2536, น. 27) ได้ให้ความหมายว่า ความตั้งใจเรียน หมายถึง พลังงานอย่างหนึ่งที่แฝงในตัวบุคคล ผลักดันให้ประกอบกิจกรรมต่าง ๆ อย่างจริงจัง บุคคลที่มีความตั้งใจเรียนมาก จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ซึ่งตรงข้ามกับบุคคลที่มีความตั้งใจเรียนน้อยจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ความตั้งใจเรียนถือเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้

มิญช์มนัส วรรณมหินทร์ (2544, น. 31) ได้ให้ความหมายว่า ความตั้งใจเรียน หมายถึง พลังงานอย่างหนึ่งที่แฝงอยู่ในตัวบุคคล และผลักดันให้ประกอบกิจกรรมต่าง ๆ อย่างจริงจัง ปริมาณของความผลักดันนี้มีความสัมพันธ์กับผลสำเร็จแห่งกิจกรรมของบุคคล กล่าวคือ บุคคลที่มีความตั้งใจมากจะมีผลสัมฤทธิ์ในการทำงานสูง ตรงกันข้ามบุคคลที่มีปริมาณความตั้งใจน้อยจะมีผลสัมฤทธิ์ต่ำ

โศจิรัตน์ เณรแขก (2546, น. 22) ได้ให้ความหมายว่า ความตั้งใจเรียนหรือการเอาใจใส่ในการเรียน หมายถึง ความจดจ่อของจิตใจในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความตั้งใจเรียนหรือความเอาใจใส่จะทำให้บุคคลมีสมาธิ การศึกษาวิชาใดก็ตามถ้าเป็นการเรียน ที่ตรงกับความสนใจและความตั้งใจของผู้เรียนแล้วผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจะสูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ไม่มีความตั้งใจเรียนหรือไม่สนใจในการเรียน นอกจากนี้ความตั้งใจเรียน ยังหมายถึงการที่นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัดบ่อย ๆ ซึ่งจะทำให้ผลการเรียนดีขึ้น

ภูวดล แก้วมณี (2551, น. 11) ได้ให้ความหมายว่า ความตั้งใจเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนมองหนังสือ มองครู หรือมองกระดาน อ่านบทเรียน และทำงานตามที่ครูสั่ง

สรุปได้ว่า ความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์หมายถึงการมีจิตใจจดจ่อและมุ่งมั่นในการศึกษาพร้อมทั้งฝึกฝนและพยายามประกอบกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียน เพื่อให้ได้ทั้งความรู้ ความสามารถและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี บุคคลที่มีความตั้งใจเรียนสูงมักจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีตามไปด้วย ขณะที่บุคคลที่มีความตั้งใจเรียนน้อยมักจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยความตั้งใจเรียนถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้

2.3.5 การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษากล่างถึง ความหมายของปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ด้านการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Pintrich and Groot (1990, p. 33) ได้กล่าวว่า การแบ่งวิธีการกำกับตนเองเป็น 3 ประการ ได้แก่ วิธีการคิดอภิมาน วิธีการทางปัญญา และวิธีการกำกับความพยายาม ซึ่งบุคคลต้องใช้เพื่อกำกับตนเองให้มีประสิทธิภาพสูงในการเรียน

Bandura (1991, pp. 69-164) ได้กล่าวว่า การกำกับตนเองไว้ว่าความสามารถในการกระทำบางสิ่งบางอย่าง เพื่อควบคุมความคิด ความรู้สึก และพฤติกรรมของตนเอง ซึ่งมีอิทธิผลต่อแรงจูงใจของตนเอง

Zimmerman (1994, p. 329) ได้กล่าวว่า การกำกับตนองไว้ว่าการวางแผนและปรับการคิด ความรู้สึก อารมณ์ และการปฏิบัติงานด้วยตนเอง ซึ่งเป็นผลในการเรียนรู้จากการคิดและพฤติกรรมของตน เพื่อบรรลุเป้าหมายของตนที่ตั้งไว้

Printch (2000, pp. 451-502) ได้กล่าวว่า การกำกับตนเองไว้ว่าเป็นวิธีการที่บุคคลใช้ในการตั้งเป้าหมายเพื่อการเรียนรู้ตนเอง และใช้ความพยายามในการเฝ้าสังเกต ควบคุมและตรวจสอบความรู้คิด แรงจูงใจ และพฤติกรรมของตนเอง ตามแนวของเป้าหมายที่ตั้งไว้และบริบทในสภาพแวดล้อมรอบตัว และ Pintrich and De Groot (1990, pp. 33-40) ได้แบ่งวิธีการกำกับตนเองเป็น 3 ประเภท ได้แก่ วิธีการคิดอภิมาน วิธีการทางปัญญา และวิธีการกำกับความพยายาม

Baumer, et al. (2006, p. 60) ได้กล่าวว่า การกำกับตนเองไว้ว่าเป็นความพยายามของบุคคลที่จะเปลี่ยนแปลงการตอบสนองของตนเอง ซึ่งการตอบสนองที่ได้มานี้อาจจะประกอบด้วยวิธีการที่แน่นอน แต่การกำกับตนเองเป็นการขัดแย้งกับวิธีการตอบสนองปกติ เป็นการตอบสนองเพื่อให้เป็นไปตามเปาหมายที่วางไว้

Schunk (2008, p. 403) ได้กล่าวว่า การกำกับตนเองไว้ว่าเป็นวิธีการที่บุคคลปฏิบัติและสนับสนุนต่อพฤติกรรม ความรู้ความเข้าใจ และอารมณ์ความรู้สึก ที่มุ่งไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ

McClelland, et al. (2010, pp. 509-553) ได้กล่าวว่า การกำกับตนเองไว้ว่าเป็นความพยายามอย่างรอบคอบและด้วยตั้งใจในการทำให้ลดลง เปลี่ยนแปลงหรือยับยั้งการกระทำและการตอบสนองต่าง ๆ เพื่อไปปรับตัวตนเองในที่สุด

Schunk and Zimmerman (2013, pp. 79-102) ได้กล่าวว่า การกำกับตนเองไว้ว่าเป็นกระบวนการที่จะปฏิบัติกิจกรรมและสนับสนุนความคิด พฤติกรรม และความรู้สึก เพื่อให้ได้มาซึ่งเป้าหมายของการเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ โดยมีแรงจูงใจ และกระทำด้วยตนเอง

ประสาท อิศรปรีดา (2547, น. 291) ได้กล่าวว่า การกำกับตนเองคือผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดเป้าหมายหรือมาตรฐานของพฤติกรรมที่เขาเองมุ่งหวังไว้ จะสังเกต บันทึกและประเมินงานหรือพฤติกรรมของตนเองว่าบรรลุตามเป้าหมาย หรือตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่เพียงใด ผลจากการประเมินอาจก่อให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจในตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การเสริมแรงตนเองในที่สุด

ทุติยา จันทร์ปลอด (2550, น. 170-184) ได้กล่าวว่า ความสามารถของบุคคลในการควบคุมตนเองเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และทักษะต่าง ๆ ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัย

การประเมินตนเอง การจัดรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสิ่งที่เรียนรู้ การตั้งเป้าหมายและการวางแผน

ชูชีพ อ่อนโคกสูง (2550, น. 8) ได้กล่าวว่า การกำกับตนเอง เป็นการควบคุมตนเองให้กระทำสิ่งต่าง ๆ อย่างกระตือรือร้นตลอดเวลา เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ คนที่มีความสามารถในการกำกับตนเองเป็นคนที่มีวินัยในตนเอง มีแรงจูงใจที่ทำสิ่งต่าง ๆ ให้ประสบความสำเร็จ

สรุปได้ว่า การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์หมายถึงความสามารถในการควบคุมพฤติกรรมการเรียนรู้และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเอง ผ่านการใช้กลวิธีทางความคิด การวางแผน และการปรับแนวคิดอย่างเหมาะสม เพื่อให้บรรลุความรู้และเป้าหมายทางการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังช่วยเสริมสร้างลักษณะเด่นในการเรียนและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.6 เจตคติทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษากล่างถึง ความหมายของปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ด้านเจตคติทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Triandis (1971, p. 25) ได้กล่าวว่า เจตคติมีองค์ประกอบ 3 ประการเช่นเดียวกับที่ McGuire ได้ระบุไว้ข้างต้น โดยรายระเอียดของแต่ละองค์ประกอบมีดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive Component) คือ ความคิดของบุคคลที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ

2. องค์ประกอบด้านอารมณ์ความรู้สึก (Affective Component) คือ สภาพอารมณ์ที่เป็นผลมาจากความคิด ซึ่งถ้าหากบุคคลมีความคิดที่ดี หรือไม่ดีต่อใด บุคคลนั้นจะมีความรู้สึกยอมรับหรือปฏิเสธต่อสิ่งนั้น

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) คือ ความรู้สึกโน้มเอียงที่จะยอมรับ หรือปฏิเสธที่กระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

Lim and Chapman (2013, p. 54) ได้กล่าวว่า การแบ่งองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ได้เป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความสนุกสนานในคณิตศาสตร์ (Enjoyment of Mathematics) แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ (Motivation to do Mathematics) ความเชื่อมั่นในตนเองเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Self-Confidence in Mathematics) และการรับรู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ (Perceived Value of Mathematics)

สมชัย วงษ์นายะ (2524, น. 27) ได้กล่าวว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งทางด้านดีและไม่ดี เกี่ยวกับคุณประโยชน์ความสำคัญและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

ชาติชาย ม่วงปฐม (2539, น. 134-138) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของเจตคติทางคณิตศาสตร์ มี 5 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์ (ด้านสติปัญญา)
2. ด้านความพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้สึก)
3. ด้านความพอใจที่จะทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้สึก)
4. ด้านความรู้สึกมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (ด้านความรู้สึก)
5. ด้านความตั้งใจและความกระตือรือร้นในการเรียน (ด้านพฤติกรรม)

อัญชลี บุญถนอม (2542, น. 6) ได้กล่าวว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความรู้สึกหรือความคิดเห็นต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นไปในทางบวก คือ เห็นด้วย ชอบ พอใจหรือในทางลบ คือ ไม่เห็นด้วย ไม่ชอบ ไม่พอใจ วัดได้จากแบบสอบถาม หรือแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, น. 59-60, อ้างถึงใน Rosenberg and Howland, 1960) ได้กล่าวว่า การแบ่งองค์ประกอบของเจตคติว่า องค์ประกอบของเจตคติมี 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านสติปัญญา ประกอบไปด้วยความรู้ ความคิดและความเชื่อที่ผู้นั้นมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
2. ด้านความรู้สึก เป็นความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
3. ด้านพฤติกรรม เป็นแนวโน้มของการจะกระทำหรือจะแสดงพฤติกรรม

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544, น. 98) ได้กล่าวว่า การส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดี การเรียนรู้จึงขึ้นอยู่กับความจำเป็นส่วนมาก ถ้าครูสามารถสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ให้เกิดกับนักเรียนได้ ย่อมมีส่วนช่วยให้ผลสัมฤทธิ์การเรียนของนักเรียนดีขึ้น

ยุพิน พิพิธกุล (2545, น. 25) ได้กล่าวว่า ความสำคัญของเจตคติทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์มีทั้งทางบวกและทางลบ เพราะผู้ที่ชอบวิชาคณิตศาสตร์จะมีความรู้สึกในทางบวก ส่วนผู้ที่ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์จะมีความรู้สึกในทางลบ การที่ครูคณิตศาสตร์จะทำให้นักเรียนมีเจตคติทางบวกในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น ครูจะต้องหากลวิธีให้นักเรียนชอบคณิตศาสตร์ไม่เบื่อหน่าย และไม่เคร่งเครียดจนเกินไป การใช้เพลงประกอบการสอนของครูก็จะเป็นวิธีหนึ่ง

อัศวชัย ลิ้มเจริญ (2546, น. 79-83) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของเจตคติทางคณิตศาสตร์ว่าองค์ประกอบของเจตคติทางคณิตศาสตร์มี 5 ด้านดังนี้

1. ด้านความตั้งใจและความกระตือรือร้นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ด้านความพึงพอใจที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์
3. ด้านความพึงพอใจที่ทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

4. ด้านการเพิ่มพูนความรู้ทางคณิตศาสตร์

5. ด้านความรู้สึกมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

ฐิติพร ลินิฐฎา (2547, น. 13) ได้กล่าวว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดเห็นของนักเรียนในด้านความสำคัญ และคุณประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ด้านความรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์ และด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วม

สิทธิโชค วรานุสันติกูล (2548, น. 121-122) ได้กล่าวว่า ความสำคัญของเจตคติทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีจุดมุ่งหมายสำคัญอยู่อย่างหนึ่งว่า จะต้องเปลี่ยนเจตคติทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้เป็นไปในทางบวก เจตคติทางคณิตศาสตร์นั้นถ้าเป็นไปในทางที่ดีจะส่งผลทำให้คนเราเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี ในทางตรงกันข้ามถ้าไม่ชอบคณิตศาสตร์ก็มักจะแสดงพฤติกรรมด้านไม่ดีต่อคณิตศาสตร์

ศิวพร ไชยพยอม (2550, น. 33) ได้กล่าวว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ซึ่งความรู้สึกดังกล่าวจะเป็นตัวกำหนด และส่งผลให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่มีทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางบวกคือชอบพอใจ หรือในทางลบคือไม่ชอบไม่พอใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ (2555, น. 189) ได้กล่าวว่า ความหมายของเจตคติทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ส่งผลให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในลักษณะของความชอบหรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจ เห็นคุณค่าหรือไม่เห็นคุณค่า รวมทั้งพร้อมหรือไม่พร้อมที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และได้แบ่งองค์ประกอบออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความตระหนักในคุณค่าหรือประโยชน์ของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการมองเห็นความสำคัญ คุณค่า หรือประโยชน์ของคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันในการศึกษาต่อ รวมทั้งในการพัฒนาความเจริญต่าง ๆ เช่น การเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทำให้คนมีเหตุผล หรือช่วยแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

2. ความรู้สึกต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่แสดงออกว่าชอบหรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจต่อคณิตศาสตร์ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เช่น ผู้เรียนชอบแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ท้าทาย หรือมีความสุขเมื่อได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์

3. ความพร้อมที่จะกระทำหรือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นความพร้อมของผู้เรียนที่จะเรียนหรือทำงานที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์หรือหลีกเลี่ยงที่จะกระทำสิ่งเหล่านั้นเมื่อมีโอกาส เช่น

ผู้เรียนจะพยายามเข้าร่วมแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์เมื่อมีโอกาส หรือผู้เรียนพร้อมที่จะเข้าร่วมกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์ของโรงเรียน

อัมพร ม้าคนอง (2556, น. 16) ได้กล่าวว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นผลให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมในลักษณะต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ เช่น ตระหนักในคุณค่าหรือประโยชน์ของคณิตศาสตร์ชอบหรือพอใจที่จะเรียน คณิตศาสตร์ พร้อมที่จะเรียนหรือแข่งขันทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านปัญญาหรือการรู้คิด (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการตระหนักถึงความสำคัญ ประโยชน์หรือคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การเห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการพัฒนาความเจริญ ช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตจริง เป็นวิชาที่พัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้เป็นคนมีเหตุผล

2. ด้านความรู้สึกและอารมณ์ (Affective Component) เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้แสดงอารมณ์และความรู้สึกนั้น เมื่อเผชิญสถานการณ์ เช่น ชอบทำการบ้านคณิตศาสตร์ ชอบแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีความสุขเมื่อได้เข้าค่ายคณิตศาสตร์

3. ด้านพฤติกรรม (Behavioral component) องค์ประกอบด้านนี้เกี่ยวกับความพร้อมของผู้เรียนที่จะทำงานหรือเรียนรู้คณิตศาสตร์ เช่น การพยายามสมัครเข้าร่วมการแข่งขันทางคณิตศาสตร์เมื่อมีโอกาส การเข้าร่วมประกวดโครงงานคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า เจตคติทางคณิตศาสตร์หมายถึงความรู้สึกและทัศนคติที่ผู้เรียนมีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจแสดงออกในทิศทางบวก เช่น ความชอบ ความพอใจ หรือในทิศทางลบ เช่น ความไม่ชอบ ความไม่พอใจ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ หากนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จะสามารถเรียนได้ดี มีความเข้าใจและความสนใจในการเรียน ส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ในทางตรงข้าม หากนักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จะทำให้ขาดความสนใจ ไม่ตั้งใจเรียน และอาจทำให้การเรียนการสอนไม่ประสบผลสำเร็จ โดยเจตคติทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ความตระหนักในคุณค่าหรือประโยชน์ของคณิตศาสตร์ (ปัญญาหรือการรู้คิด) ความรู้สึกต่อคณิตศาสตร์ (ความรู้สึกและอารมณ์) และความพร้อมที่จะกระทำหรือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (พฤติกรรม)

2.3.7 พฤติกรรมการสอนของครู

มีนักการศึกษากล่างถึง ความหมายของปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ด้านพฤติกรรมการสอนของครู ไว้ดังนี้

Flanders (1970, p. 3) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมการสอนในห้องเรียนเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งถ้าครูเอาใจใส่และควบคุมพฤติกรรมการสอนของตนให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้แล้ว ย่อมทำให้การเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายของการศึกษาที่กำหนดไว้ได้

Millman (1981, p. 174) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมการสอนของครูนับว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญที่สุดถึงแม้จะมีปัจจัยอื่นอีกหลายประการที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ธีรยุทธ์ เสนีย์วงศ์ ณ อยุธยา (2525, น. 125) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมการสอนเป็นการกระทำหรือกิจกรรมที่ครูและนักเรียนแสดงออก เพื่อมุ่งพัฒนานักเรียนในด้านความรู้ เจตคติ และทักษะตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ถ้าครูเป็นผู้แสดงออกก็ศึกษาพฤติกรรมการสอนของครู ถ้านักเรียนแสดงออกศึกษาพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2544, น. 9-14) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมการสอนของครู จำนวน 4 ด้าน ดังนี้

1. การจัดทำหลักสูตร หมายถึง การศึกษา วิเคราะห์และจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา

2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง การกระทำหรือกิจกรรมที่เกี่ยวกับลำดับขั้นในการสอน จิตวิทยาการเรียนการสอนและเทคนิควิธีการสอนต่าง ๆ ที่ครูนำมาประกอบการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน

3. การใช้วัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอน หมายถึง การกระทำหรือกิจกรรมการใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลการผลิตและการเลือกสื่อ ตลอดจนเกมและเทคนิคต่าง ๆ ที่ครูนำมาประกอบการสอน เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน

4. การวัดผลและประเมินผล หมายถึง การกระทำหรือกิจกรรมที่เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและครอบคลุมทักษะด้านต่าง ๆ ของนักเรียน

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546, น. 8) ได้กล่าวว่า การแบ่งองค์ประกอบพฤติกรรมการสอนไว้ 5 ด้าน คือ

1. การตั้งจุดประสงค์การสอน
2. การกำหนดเนื้อหา
3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
4. การใช้สื่อการสอน
5. การวัดผลประเมินผล

พฤกษา สุขุมาภัย (2546, น. 4) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมการสอน หมายถึง การกระทำหรือการแสดงออกของครูที่เกิดขึ้นในขณะสอนและที่เกี่ยวข้องกับการสอน ในด้านลำดับขั้นของกิจกรรมการสอนการใช้สื่ออุปกรณ์ในการเรียนรู้ การวัดประเมินผล ปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนบุคลิกภาพและจรรยาบรรณของครู

วชิราพร มหาวงศนันท์ (2546, น. 18) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมการสอนเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนได้จัดหรือดำเนินการให้สอดคล้องกับผู้เรียน ตามความแตกต่างระหว่างบุคคลและความสามารถทางปัญญา วิธีการเรียนรู้โดยบูรณาการคุณธรรม ค่านิยม ค่านิยมอันพึงประสงค์การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติจริง ได้พัฒนากระบวนการคิด วิเคราะห์ ศึกษาค้นคว้า ทดลองและแสวงหาความรู้ด้วยตนเองตามความถนัด ตามความสนใจด้วยวิธีการ กระบวนการและแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายที่เชื่อมโยงกับชีวิตทั้งในและนอกห้องเรียน มีการวัดผลประเมินผลตามสภาพจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามมาตรฐานหลักสูตรที่กำหนด

กฤติยา เดชทวิสุทธิ์ (2546, น. 41) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมการสอนเป็นการกระทำหรือการแสดงออกของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ปฏิบัติจริง ในสภาพปัจจุบันที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

จินดา ทับจีน (2546, น. 33) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมการสอนเป็นการกระทำหรือการปฏิบัติของครูในขณะที่ทำการสอนแต่ละครั้ง ด้วยการใช้เทคนิคและวิธีการสอนอย่างหลากหลาย เป็นการส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้คิดค้นคว้าและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ให้มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูและนักเรียน เป็นการเปลี่ยนบทบาทจากผู้สอนหรือผู้ถ่ายทอดข้อมูลความรู้มาเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดมากที่สุดและเกิดผลดีที่สุดตามศักยภาพของแต่ละบุคคล

จิตราภรณ์ พงษ์มาลี (2550, น. 52) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมการสอนเป็นการกระทำหรือการแสดงออกของครูในขณะสอน ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกคิด ได้ฝึกปฏิบัติจริง และฝึกปรับปรุงตนเองด้วยการจัดกิจกรรมกลุ่ม การใช้คำถามในการกระตุ้นและเสริมแรงให้เกิดการอยากเรียนรู้ การใช้แหล่งเรียนรู้และสื่อการสอนที่หลากหลายโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การเชื่อมโยงประสบการณ์กับชีวิตเพื่อฝึกคิดการแก้ปัญหาแบบบูรณาการ การแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง การสังเกตและประเมินพัฒนาการของนักเรียน

ทิศนา แขมมณี (2550, น. 72-76) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมการสอนที่มีประสิทธิผลเป็นความสามารถของครูในการออกแบบการเรียนการสอน (Designing Instruction) ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งครอบคลุมการกำหนดจุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ และความคิดรวบยอดที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียน และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายได้โดยสะดวก รวมทั้งมีการวัดผลและประเมินผลที่เหมาะสมตรงตามจุดมุ่งหมาย

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, น. 76) ได้กล่าวว่า บทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ดังนี้

1. ครูต้องศึกษาทำความเข้าใจเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ครูต้องจัดทำหน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นทักษะความรู้ กระบวนการตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดของหลักสูตร ตลอดจนคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

3. ครูต้องศึกษาวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล พร้อมกับนำข้อมูลมาใช้ในการออกแบบการเรียนรู้ และจัดการเรียนรู้ที่มุ่งตอบสนองความต้องการของผู้เรียน ความแตกต่างของผู้เรียน และพัฒนาการทางสมองเพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์

4. ครูต้องจัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกห้องเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ พร้อมทั้งช่วยเหลือดูแลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ท่ามกลางบรรยากาศที่อบอุ่นและเป็นมิตรไมตรี

5. ครูต้องจัดเตรียมและใช้สื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดจนภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยี และแหล่งเรียนรู้ในชุมชนได้อย่างเหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน

6. ครูต้องประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ทั้งนี้มุ่งเน้นการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงเป็นสำคัญ นอกจากนี้ควรเน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนและผู้ปกครองตลอดจนความสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาและพัฒนาการของผู้เรียน

7. ครูต้องนำผลประเมินผู้เรียนมาใช้เพื่อสอนซ่องเสริมและพัฒนาผู้เรียนตลอดจนปรับปรุงการจัดกิจกรรมการสอนของตนอย่างเป็นระบบ

8. ครูต้องใช้กระบวนการวิจัยในชั้นเรียน เพื่อพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

สรุปได้ว่า พฤติกรรมการสอนของครูหมายถึงการกระทำของครูที่แสดงออกถึงความพยายามในการจัดการเรียนการสอนโดยการใช้เทคนิคและวิธีการสอนที่หลากหลาย ซึ่งรวมถึงการจัดกิจกรรมการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติจริง และฝึกปรับปรุงตนเองผ่านกิจกรรมกลุ่ม การใช้คำถามในการกระตุ้นและเสริมแรงให้เกิดความอยากเรียนรู้ การสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยมุ่งให้ผู้เรียนได้คิดค้นคว้าและสร้างความรู้ด้วยตนเอง การสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูและนักเรียน รวมถึงการเปลี่ยนบทบาทของครูจากผู้สอนเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ แก่ผู้เรียน การใช้สื่ออุปกรณ์ในการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การเชื่อมโยงประสบการณ์กับชีวิตเพื่อฝึกคิดและการแก้ปัญหาแบบบูรณาการ การวัดและประเมินผลตามสภาพจริงเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามมาตรฐานหลักสูตรที่กำหนด รวมถึงการสังเกตและประเมินพัฒนาการของนักเรียน

2.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล หรือตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับใด และมีความสัมพันธ์ในทิศทางใดในที่นี้ขอนำเสนอในประเด็นของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ตัวอย่างการคำนวณโดยใช้สูตรและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และการกำหนดสมมติฐานทางสถิติเพื่อการทดสอบ ได้มีนักการศึกษากล่าวถึง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ไว้ดังนี้

ปิยะธิดา ปัญญา (2567, น. 173-174) ได้กล่าวว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) เป็นสถิติที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือข้อมูล 2 ชุด ที่เป็นตัวแปรต่อเนื่อง ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

1. ตัวแปรที่ศึกษาเป็นตัวแปรต่อเนื่องอยู่ในมาตราวัดอันตรภาคหรือมาตรวัดอัตราส่วน ข้อมูลมีการแจกแจงปกติและมีความสัมพันธ์เชิงเส้น

2. ข้อมูลแต่ละชุดเป็นอิสระต่อกัน

สูตรที่ใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X\sum Y}{\sqrt{\left[N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2\right]\left[N\sum Y^2 - \left(\sum Y\right)^2\right]}} \qquad (2\text{-}1)$$

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

การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้นมีหลายวิธี เมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้แล้ว ผู้วิจัยจะต้องทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (Test of Significant) เพื่อลงข้อสรุปอย่างมั่นใจว่าตัวแปรทั้งสองนั้น มีความสัมพันธ์กันจริงซึ่งการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติมี 2 วิธี ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2560, น. 364)

วิธีที่ 1 การทดสอบที (t-test) มีสูตร ดังนี้

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

r_{xy} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

1. ถ้าค่า t คำนวณมากกว่าหรือเท่ากับ t ที่เปิดจากตาราง จะได้ข้อสรุปได้ว่าค่า r ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญทั้งหมดที่กำหนดนั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ถ้าค่า t คำนวณน้อยกว่า t ที่เปิดจากตารางจะได้ข้อสรุปได้ว่า ค่า r ที่คำนวณไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนดนั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

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

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ

1. ถ้าค่า r คำนวณมากกว่าหรือเท่ากับ r ที่เปิดจากตาราง จะสรุปได้ว่าค่า r ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด นั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ถ้าค่า r คำนวณน้อยกว่า r ที่เปิดตาราง จะสรุปได้ว่า ค่า r ที่คำนวณได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ในที่นี่จะขอนำเสนอการคำนวณโดยใช้สูตรและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเฉพาะวิธีที่พบบ่อยในการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ได้แก่ การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ในการทำวิจัยผู้วิจัยต้องกำหนดสมมุติฐานการวิจัยและสมมุติฐานทางสถิติเพื่อการทดสอบ ขอยกตัวอย่างการเขียนสมมุติฐานการวิจัยแบบมีทิศทาง สมมุติฐานการวิจัยแบบไม่มีทิศทาง และการเขียนสมมุติฐานทางสถิติ ดังนี้

ตัวอย่างสมมุติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการอ่านจับใจความวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์กันทางบวก (สมมุติฐานการวิจัยแบบมีทิศทาง)

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาภาษาไทยและรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์กันทางลบ (สมมุติฐานการวิจัยแบบมีทิศทาง)

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทยมีความสัมพันธ์กัน (สมมุติฐานการวิจัยแบบไม่มีทิศทาง)

จากตัวอย่างสมมุติฐานการวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่าทั้งแบบมีทิศทาง และไม่มีทิศทาง ดังนั้นในการเขียนสมมุติฐานทางสถิติในส่วนของสมมุติฐานการวิจัย ซึ่งสามารถเป็นไปได้ใน 3 กรณี คือ มีความสัมพันธ์กัน มีความสัมพันธ์กันทางลบ หรือ มีความสัมพันธ์กันทางบวก ดังนี้

$H_0 : p = 0$ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

$H_1 : p \neq 0$ มีความสัมพันธ์กัน

หรือ $H_0 : p = 0$ มีความสัมพันธ์กันทางลบ

หรือ $H_0 : p = 0$ มีความสัมพันธ์กันทางบวก

ตัวอย่างการคำนวณโดยใช้สูตร

1. การทำวิจัยเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยได้สุ่มตัวอย่างนักเรียนที่เรียนวิชาภาษาไทย มาจำนวน 30 คน แล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทย

2. จงทดสอบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเจตคติในการเรียนวิชาภาษาไทยมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หรือไม่

ตารางที่ 2.15 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

$\alpha = 0.5$, $df = n - 2 = 30 - 2 = 28$

ดังนั้นค่าวิกฤตเมื่อเปิดตารางค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันจะได้ค่าวิกฤต

$r_{.05,28} = 0.361$

ขั้นตอนที่ 3 การเลือกสถิติทดสอบ

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

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 การตัดสินใจการทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มี 2 วิธี เพื่อการตัดสินใจดังนี้

วิธีที่ 1 การทดสอบที (t-test) จากสูตร

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

ในขั้นตอนการตัดสินใจนี้ผู้วิจัยจะต้องพิจารณาเปรียบเทียบค่า $t = 4.533$ ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤต SSR 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 พบว่า ค่า 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 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน คือการตรวจสอบทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient หรือ r) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้

ถึงความสัมพันธ์นี้ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 หากค่าใกล้ -1.0 หมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในเชิงตรงข้ามอย่างมาก หากค่าใกล้ +1.0 หมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมาก และหากค่าเป็น 0 หมายความว่าตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

2.5 การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงซ้อน

จากการศึกษาการวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงซ้อน ขอนำเสนอในประเด็นของรูปแบบของสมการความถดถอยเชิงซ้อน สมมุติฐานของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ความหมายของสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงส่วน การทดสอบสมการความถดถอยเชิงซ้อน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำแนกแบบทางเดียว สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน ซึ่งมีนักการศึกษาและนักการวิจัยทางสถิติได้ให้รายละเอียดไว้ ดังนี้

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

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_k X_k + e \qquad (2\text{-}3)$$

โดยที่ β_0 = ส่วนตัดแกน Y 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 ตัวอื่น ๆ มีค่าคงที่

2.5.1 ความหมายของสัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงส่วน

ถ้ามีตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม (Y) 3 ตัว คือ X_1, X_2 และ X_3 สมการความถดถอยเชิงซ้อน คือ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_k X_k + e \qquad (2\text{-}4)$$

ค่าประมาณของ Y คือ

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \quad (2\text{-}5)$$

จากสมการที่ (2-5) พารามิเตอร์คือ a, b_1, b_2 และ b_3 โดยที่ a คือ ส่วน หรือระยะตัดแกน 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) โดยที่กำหนดให้ตัวแปรอิสระอื่น ๆ คือ X_2 และ X_3 มีค่าคงที่

b_2 เป็นค่าซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ X_2 หมายถึง ถ้า X_2 เพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะทำให้ Y เปลี่ยนไป b_2 หน่วยโดยที่กำหนดให้ X_1 และ X_3 มีค่าคงที่

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

2.5.2 การทดสอบสมการความถดถอยเชิงซ้อน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำแนกแบบทางเดียว

จากสมการความถดถอยเชิงซ้อน

$$Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + ... + \beta_kX_k + e \quad (2\text{-}6)$$

ความแปรปรวนของ Y = ค่าความแปรปรวนที่เกิดจากอิทธิพลของ $X_1, X_2, ..., X_k$ ค่าความแปรปรวนอย่างสุ่มหรือ $SST = SST = SSE$

โดยที่ SST (Sum square of Total) คือ ค่าความแปรปรวนทั้งหมดของ Y

หรือ $$SST = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \bar{y})^2 \quad (2\text{-}7)$$

SSR (Sum square of Regression) คือ ค่าความแปรปรวนทั้งหมดของ Y เนื่องจากอิทธิพลของ $X_1, X_2, ..., X_k$

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

ตารางที่ 2.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจะใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ $X_1, X_2, ..., X_k$

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

โดยที่ $SSR = b'X'Y - ny^{-2}$

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

หรือ $SSE = SST = -SSR = Y'Y - b'X'Y$

จากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนจะใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ $X_1, X_2, ..., X_k$ โดยตั้งสมมติฐานไว้ ดังนี้

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

H_0 : มี 8 อย่างน้อย 1 ค่าที่ $\neq 0; i = 1, 2, ..., k$

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

เขตปฏิเสธจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $F > F_{k,n-k-1,1-\alpha}$

ผลของการทดสอบสมมติฐานอาจจะเป็น

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

2. ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 หรือยอมรับสมมติฐาน H_1 ซึ่งสรุปได้ว่า มี X_i อย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับ Y ในรูปเชิงเส้น จึงต้องทดสอบต่อไปว่า X_i ตัวใดที่มีความสัมพันธ์กับ Y โดยใช้สถิติทดสอบ t

2.5.3 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอย

ถ้ามีตัวแปรอิสระ k ตัว $(X_1, X_2, ..., X_k)$ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม Y และเมื่อได้ทดสอบ *F – test* จากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบสมมติฐาน

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

H_0 : มี 8 อย่างน้อย 1 ค่าที่ k

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

2. ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $F > F_{k,n-k-1}$ แสดงว่ามีตัวแปรอิสระ $(X's)$ อย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับ Y ในกรณีที่เกิด 2. คือปฏิเสธ H_0 จะต้องทำการทดสอบต่อไปว่ามี β_i ตัวใดบ้างที่ไม่เท่ากับศูนย์ หรือมี X ตัวใดบ้างที่สัมพันธ์กับ Y โดยการทดสอบสมมติฐาน ดังต่อไปนี้

สมมติฐาน

$H_0 : \beta_i = 0$

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

สถิติทดสอบ $t = \dfrac{b_1 - 0}{S_b}$ 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 2.17 รูปการณ์ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอย $\beta_1; i = 1, 2, ..., k$

รูปการณ์ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์ความถดถอย $\beta_1; i = 1, 2, ..., k$	
การทดสอบแบบข้างเดียว	การทดสอบแบบสองข้าง
$H_0 : \beta_i = 0$ $H_1 : \beta_i < 0$ (หรือ $H_1 : \beta_i < 0$)	$H_0 : \beta_i = 0$ $H_1 : \beta_i \neq 0$
สถิติทดสอบ	สถิติทดสอบ
$t = b_i / S_{bi}$ เขตปฏิเสธสมมติฐาน H_0 $t > t_{1-\alpha/2;n-k-1}$ (หรือ $\|t\| > t_{1-\alpha/2;n-k-1}$) เมื่อ $H_1 : \beta_i > 0$	$t = b_i / S_{bi}$ เขตปฏิเสธสมมติฐาน H_0 : $t > -t_{1-\alpha/2;n-k-1}$ (หรือ $t > -t_{1-\alpha/2;n-k-1}$) หรือ $\|t\| > t_{1-\alpha/2;n-k-1}$

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

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนจะมีความหมายเหมือนกับความหมายของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเป็นสัดส่วน หรือเปอร์เซ็นต์ที่ตัวแปรอิสระ $(X_1, X_2, ..., X_k)$ 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 $r^2 = R^2 = (SSR - RRT) / SST = 1 - SSE / SST$ โดยที่ $0 \le R^2, r^2 \le 1$

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 แต่ถ้าเพิ่มตัวแปร X_3 เข้าในสมการความถดถอย จะได้ว่า

$SSR(X_1, X_2, ..., X_k) > SSR(X_1, X_2)$ โดยที่ $SSR(X_1, X_2, X_3)$ หมายถึง SSR ของสมการความถดถอยที่มีตัวแปรอิสระ X_1, X_2 และ X_3

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_3 X_3 + e \qquad (2\text{-}8)$$

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

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + eX \qquad (2\text{-}9)$$

ดังนั้น เมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าสมการความถดถอยจะทำให้ค่า R^2 มากขึ้นทั้งที่ตัวแปรอิสระ X ที่เพิ่มอาจจะไม่มีความสัมพันธ์กับ Y เลยก็ได้ จึงมีการปรับค่า R^2 ให้ถูกต้องขึ้น เรียกว่า Adjusted R^2 โดยที่ $R^2_a = Adjusted\ R^2$

$$R^2_a = i = \frac{SSE / (n - k - 1)}{SST / (n - 1)} \qquad (2\text{-}10)$$

$$\text{หรือ} \quad R_a^2 = 1 + \frac{(n-1)}{(n-k-1)}\left(R^2 - 1\right) \qquad (2\text{-}11)$$

2.5.5 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (Multiple Coefficient of Correlation)

ค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน ได้จากการถอดรากที่สองของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน $= R_{Y,123\ldots k} = R = \sqrt{R^2{}_{Y,123\ldots k}}$ โดยที่ $0 \le R \le 1$ แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ $X_1, X_2, \ldots, X_k$ ดังนี้

2.5.5.1 R มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่า Y มีความสัมพันธ์กับ $X_1, X_2, \ldots, X_k$ น้อยมาก และถ้า $R = 0$ แสดงว่า Y ไม่มีความสัมพันธ์กับ $X_1, X_2, \ldots, X_k$ เลย

2.5.5.2 R มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า Y มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระทั้ง k ตัวมีมาก

2.5.6 วิธีการคัดเลือกตัวแปรอสิระเพื่อให้ได้สมการถดถอยที่เหมาะสม

การเลือกตัวแปรอิสระ X เข้าสมการความถดถอยนั้นก่อนอื่นผู้วิจัยจะต้องพิจารณาว่ามีตัวแปรอิสระใดบ้างที่น่าจะมีความสัมพันธ์กับ Y ทั้งสัมพันธ์ในทางบวกและลบสำหรับวิธีการเลือกหรือพิจารณาว่าตัวแปรอิสระใดบ้างมีความสัมพันธ์กับ R ที่จะกล่าวถึงในที่นี้มี 4 วิธี

2.5.6.1 Enter Method เป็นวิธีการเอาตัวแปรอิสระทุกตัว ทั้งตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเข้าไปวิเคราะห์ในสมการถดถอย (เหมาะสำหรับงานวิจัยที่ทบทวนมาเป็นอย่างดี ว่าตัวแปรอิสระที่นำเข้าสมการมีความสมพันธ์กับตัวแปรตาม)

2.5.6.2 Stepwise Method เป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการ โดยจะนำตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดเข้าเป็นสมการแรก และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ ถ้าพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะถือว่าสิ้นสุดการคัดเลือก แต่ถ้าพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติก็จะคัดเลือกตัวที่มีความสัมพันธ์อันดับถัดไปเข้าสู่สมการ และทุกครั้งที่มีการนำตัวแปรอิสระตัวใหม่เข้าสมการจะต้องมีการตรวจสอบว่า ตัวแปรอิสระทุกตัวที่อยู่ในสมการก่อนหน้านั้น ทุกตัวยังควรอยู่ในสมการหรือไม่ ถ้าไม่ควรอยู่ก็จะถูกคัดออกก่อนแล้วค่อยคัดเลือกตัวแปรอิสระตัวที่มีความสัมพันธ์อันดับถัดไปเข้าสู่สมการ แต่ถ้าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกจะถูกคัดออก การคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการจะดำเนินการอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งไม่มีตัวแปรอิสระใดถูกนำเข้าหรือคัดออกจากสมการจึงถือว่าสิ้นสุดการคัดเลือก

2.5.6.3 Backward Method เป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระออกจากสมการทีละตัวแปร โดยเริ่มจากการสร้างสมการถดถอยที่รวมเอาตัวแปรอิสระทุกตัวเข้าสู่สมการแรกก่อน แล้วจึงคัดเลือกตัว แปรอิสระออกที่ละตัว โดยพิจารณาตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามน้อยที่สุดถูกคัดออก แล้วทำการทดสอบว่าตัวแปรที่เหลืออยู่ สามารถร่วมกันทำนายตัวแปรตามได้อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ถ้าไม่ได้ก็จะคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามน้อยอันดับถัดมาออกจากสมการ แล้วดูว่าสมการที่เหลือตัวแปรอิสระอยู่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ถ้ามีนัยสำคัญทางสถิติก็จะหยุดการคัดออก แต่ถ้าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะทำการคัดเลือกตัวแปรอิสระออกต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะไม่มีตัวแปรอิสระที่ถูกคัดออกอีก การคัดเลือกจะสิ้นสุดเมื่อตัวแปรอิสระที่เหลืออยู่ในสมการมีความสมพันธ์กับตัวแปรตามส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.5.6.4 Forward Method เป็นวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการที่ละตัวตามลำดับความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม โดยตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุดจะถูกคัดเลือกเข้าก่อน เมื่อตัวแปรถูกคัดเข้าสมการแล้วจะมีการทดสอบว่าตัวแปรอิสระนั้นสามารถทำนายตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ จากนั้นจะทำการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอันดับถัดมาเข้าสมการ แล้วทำการทดสอบว่าตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการสามารถร่วมกันทำนายตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ทำเช่นนี้ไปจนกว่าจะไม่มีตัวแปรอิสระใดเข้าไปในสมการได้อีกจึงหยุดการคัดเลือกตัวแปรอิสระ ถือว่าสมการที่ได้นั้นเป็นสมการที่เหมาะสม

สรุปได้ว่า การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงซ้อนเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยมีวัตถุประสงค์ในการประมาณหรือพยากรณ์ค่าของตัวแปรหนึ่งที่เรียกว่าตัวแปรตาม (Dependent Variable) จากตัวแปรอื่น ๆ ที่เรียกว่าตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำการวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงซ้อนมาใช้เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ (Stepwise Multiple Regression)

2.6 การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้มี 2 ชนิด คือ แบบทดสอบ และแบบสอบถาม (สุรวาท ทองบุ, 2550, น. 81-92)

2.6.1 แบบทดสอบ

2.6.2 แบบสอบถาม

มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.6.1 แบบทดสอบ

2.6.1.1 ความหมาย แบบทดสอบ คือชุดของสิ่งเร้าที่ใช้กระตุ้นการตอบสนองออกมาชุดของสิ่งเร้านี้มักจะอยู่ในรูปของข้อคำถามหรือสถานการณ์ที่กำหนด แล้วให้ผู้ทำการทดสอบแสดง

พฤติกรรมทางวาจา หรือการเขียนหรือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การฟ้อนรำประกอบเพลง เป็นต้น ซึ่งเมื่อแสดงพฤติกรรมออกมาให้สามารถวัดได้ สังเกตได้ และนำไปสู่การแปลความหมายได้ เกี่ยวกับความสามารถด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย แต่นิยมใช้กับด้านพุทธิปัญญาเป็นส่วนใหญ่

2.6.1.2 ชนิดของแบบทดสอบ แบ่งเป็น 3 ชนิดดังนี้

1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและสรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวงจากการศึกษาเล่าเรียน

1.1) ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher–Made Test) และแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐาน (Standardized Test) แบบทดสอบทั้ง 2 ประเภทนี้จะถามเนื้อหาเหมือนกัน คือ ถามสิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนซึ่งจัดเป็นกลุ่มพฤติกรรมได้ 6 ประเภทคือ

1.1.1) ความรู้ความจำ (Recall) เป็นความสามารถในการจำความรู้ทั้งหลายที่ได้รับโดยสามารถระลึกสิ่งต่าง ๆ ออกมา

1.1.2) ความเข้าใจ (Comprehensive) เป็นความสามารถของบุคคลในการตีความสรุปความ หรือขยายความจากสิ่งหนึ่งไปสู่อีกสิ่งหนึ่งหรืออีกความหมายหนึ่ง

1.1.3) การนำไปใช้ (Apply) เป็นความสามารถของบุคคลในการนำเอาความรู้ความเข้าใจไปใช้ในสถานการณ์หรือเงื่อนไขใหม่

1.1.4) การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการจำแนก แยกแยะ จัดประเภท หาความสำคัญและความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในระบบใด ๆ ได้

1.1.5) การสังเคราะห์ (Syntheses) เป็นความสามารถในการประมวลความรู้แสดงความคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะต่าง ๆ

1.1.6) การประเมินค่า (Evaluation) เป็นการตีคุณค่าตัดสินคุณค่าโดยอาศัยกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ทั้งภายและภายนอกของผู้ประเมิน

1.2) รูปแบบของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มี 3 รูปแบบที่ได้รับ ความนิยมใช้ คือ

1.2.1) แบบปากเปล่า (Oral Test) เป็นการทดสอบที่อาศัยการซักถามเป็นรายบุคคล ใช้ได้ผลดีถ้ามีผู้เข้าสอบจำนวนน้อย เพราะต้องใช้เวลามาก ถามได้ละเอียดเพราะสามารถโต้ตอบกันได้

1.2.2) แบบเขียนตอบ (Paper-Pencil Test) เป็นการทดสอบที่เปลี่ยนแปลงมาจากการสอบแบบปากเปล่า เนื่องจากจำนวนผู้เข้าสอบมากและมีจำนวนจำกัด แบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

1.2.2.1) แบบความเรียง (Essay Type) เป็นการสอบที่ให้ผู้ตอบได้รวบรวมเรียบเรียงคำพูดของตนเองแสดงทัศนคติ และความรู้สึกความคิดได้อย่างอิสระภายใต้ หัวเรื่อง

ที่กำหนดให้เป็นข้อสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์ได้อย่างดี แต่มีข้อเสียเพราะการให้คะแนนทำให้มีความเป็นปรนัยได้ยาก

1.2.2.2) แบบจำกัดคำตอบ (Fixed-Response Type) เป็นข้อสอบที่มีคำตอบถูกภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้อย่างจำกัด ข้อสอบแบบนี้ยังแบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบถูกผิด (True-False) แบบเติมคำ (Completion) แบบจับคู่ (Matching) แบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

1.2.2.3) แบบปฏิบัติ (Performance) เป็นการทดสอบที่ผู้สอบได้แสดงพฤติกรรมออกมาโดยการกระทำหรือลงมือปฏิบัติจริง ๆ เช่น การทดสอบทางดนตรีช่างกล พลศึกษา เป็นต้น

2) แบบทดสอบวัดความถนัด (Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดศักยภาพระดับสูงสุดของบุคคลว่าสมรรถภาพในการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด และควรเรียนด้านใดหรือทำงานด้านใดจึงจะประสบความสำเร็จอย่างดี แบบทดสอบประเภทนี้อาจแบ่งย่อยได้เป็น 2 ประเภท คือแบบทดสอบความถนัดในการเรียน (Scholastic Aptitude Test) และแบบทดสอบความถนัดจำเพาะ (Specific Aptitude Test) นักวัดผลแบ่งกลุ่มความถนัดเป็น 7 ด้าน คือ

2.1) ความถนัดด้านภาษา (Verbal Factor)

2.2) ความถนัดด้านการใช้คำ (Word fluency Factor)

2.3) ความถนัดด้านตัวเลข (Number Factor)

2.4) ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor)

2.5) ความถนัดด้านความจำ (Memory Factor)

2.6) ความถนัดด้านการสังเกตรับรู้ (Perception Factor)

2.7 ความถนัดด้านการใช้เหตุผล (Reasoning Factor)

3) แบบทดสอบวัดความสัมพันธ์ของบุคคลต่อสังคม แบบทดสอบประเภทนี้ จะวัดเกี่ยวกับบุคลิกภาพ หรือการปรับตนเองของบุคคลในสังคมวัดความสนใจต่อสิ่งต่าง ๆ แบบทดสอบประเภทนี้ เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์แบบสำรวจความสนใจต่าง ๆ เป็นต้น

2.6.1.3 การวางแผนการสร้างแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบผู้วิจัยควรกำหนดแผนการสร้าง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1) กำหนดวัตถุประสงค์ในการศึกษา ขั้นนี้เป็นการวางโครงการล่วงหน้าว่าการวิจัยนั้นต้องการศึกษาพฤติกรรมอะไรกับใครและศึกษาเพื่ออะไร

2) กำหนดลักษณะของแบบทดสอบที่จะใช้ ขั้นนี้เป็นการกำหนดรูปแบบของแบบทดสอบที่จะใช้ในการวิจัย โดยกำหนดว่าจะใช้แบบทดสอบประเภทใดจึงจะสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการศึกษาจำนวนข้อเท่าใด และเวลาที่ใช้ควรเป็นเท่าใดจึงจะเหมาะสม

3) การสร้างแบบทดสอบ ขั้นนี้เป็นการพิจารณาว่าพฤติกรรมที่ต้องการศึกษานั้นมีองค์ประกอบของพฤติกรรมใดบ้าง โดยสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเป็นแนวทางในการสร้าง

4) การสร้างตัวคำถาม ยึดหลักใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายชัดเจน และมีความเป็นปรนัย ถ้าข้อสอบนั้นเป็นข้อสอบแบบปรนัย การสร้างตัวเลือกต้องให้เป็นอิสระจากกันมีความชัดเจน ไม่แนะคำตอบ โดยศึกษาเทคนิคการเขียนข้อคำถามและตัวเลือกจากเอกสาร ตำรา เพื่อให้การสร้างถูกต้องตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

5) การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ ขั้นนี้เป็นการตรวจสอบดูว่าเนื้อหาและพฤติกรรมต่าง ๆ ที่นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบนั้นเป็นตัวแทนที่ดีหรือไม่ ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมทั้งหมดหรือไม่ โดยตรวจสอบคุณภาพที่สำคัญ ๆ ต่อไปนี้

5.1) ความตรง (Validity) เป็นการตรวจสอบว่าแบบทดสอบนั้นวัดตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

5.2) ความเที่ยง (Reliability) เป็นการตรวจสอบดูว่า ผลของการวัดจากแบบทดสอบนั้นมีความคงที่แน่นอนมากน้อยเพียงใด

5.3) ความเป็นปรนัย (Objectivity) เป็นการตรวจสอบดูว่าคำถาม หรือสิ่งที่ถามในแบบทดสอบมีความชัดเจนดีพอหรือไม่ ระบบการให้คะแนนและการแปลความหมายคะแนนนำไปใช้ได้ตรงกันทั่วไปได้หรือไม่

นอกจากนี้แบบทดสอบบางประเภทอาจต้องตรวจสอบคุณภาพด้านอื่นด้วย เช่น อำนาจจำแนก ความยากง่าย ซึ่งจะได้กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในบทต่อไป

2.6.2 แบบสอบถาม (Questionnaire)

2.6.2.1 ความหมายของแบบสอบถาม แบบสอบถามเป็นชุดของคำถามเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สร้างขึ้นเพื่อใช้รวบรวมข้อมูลจากกลุ่มประชากรจำนวนมาก ซึ่งได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ความรู้สึก ความเชื่อ และความสนใจต่าง ๆ โดยเตรียมรายการคำถามเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งเตรียมไว้สำหรับผู้ตอบ โดยให้เลือกตอบ หรือเติมคำ ข้อความ หรือตัวเลขให้ตอบ โดยแบบสอบถามส่วนใหญ่ใช้กับข้อมูลด้านจิตพิสัย (Affective Domain)

2.6.2.2 ชนิดของแบบสอบถาม แบบสอบถามนิยมใช้มี 2 แบบ ดังนี้

1) แบบสำรวจรายการ (Check list) เป็นแบบสอบถามอีกลักษณะหนึ่งที่การตอบให้ผู้ตอบเลือกคำตอบใดคำตอบหนึ่งจากสองหรือหลาย ๆ คำตอบ

คำชี้แจง ให้ท่านเขียนเครื่องหมาย ✓ ในช่องสี่เหลี่ยมที่ท่านคิดว่าเป็นจริง หรือสอดคล้องกับความคิดของท่าน

1. ท่านเคยทำบุญในวันหยุดหรือไม่

☐ เคย ☐ ไม่เคย

2. ท่านเห็นด้วยหรือไม่กับการทำบุญเฉพาะวันพระ

☐ เห็นด้วย ☐ ไม่เห็นด้วย

2) แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) เป็นแบบสอบถามที่ลักษณะการตอบเป็นการประเมินความมากน้อย โดยวัดดูว่าผู้ตอบมีคุณลักษณะในสิ่งที่ต้องการศึกษาหรือมีความคิดเห็นเกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะถามอยู่ในระดับใด โดยมากมักจะมี 5 ระดับหรือ 5 อันดับ Rating Scale ตรงกับคำภาษาไทยว่า มาตราส่วนประมาณค่า

มาตราส่วนประมาณค่าแบ่งเป็น 3 ชนิด คือมาตราส่วนประมาณค่าแบบจัดประเภท (Category Rating Scale) มาตราส่วนประมาณค่าแบบกำหนดเป็นตัวเลข (Numerical Rating Scale) และประเภท (Graphic Rating Scale)

1. มาตราส่วนประมาณค่าแบบจัดประเภท กำหนดให้ผู้ตอบเลือกคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งให้ตรงกับตนตามที่เป็นจริง เช่น

ท่านมีความต้องการจัดทำหลักสูตรท้องถิ่นเพียงใด

☐ ต้องการมากที่สุด

☐ ต้องการมาก

☐ ต้องการปานกลาง

☐ ต้องการน้อย

☐ ต้องการน้อยที่สุด

2. มาตราส่วนประมาณค่าแบบกำหนดตัวเลขแทนคุณลักษณะตรง ๆ แล้วให้ผู้ตอบทำเครื่องหมายตามคำสั่งลงบนตัวเลขที่กำหนดให้เท่านั้น โดยผู้สร้างมีเกณฑ์ในการแปลความหมายตัวเลขนั้นอยู่แล้ว เช่น

คำสั่ง ให้ท่านเขียนวงกลมล้อมรอบตัวเลขที่ตรงตามความเป็นจริงในเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวท่าน

1. ท่านไปตรวจสุขภาพบ่อยมากน้อยเพียงใด

1 2 3 4

1 = ไม่เคยเลย 2 = ปีละครั้ง

3 = เดือนละครั้ง 4 = สัปดาห์ละครั้ง

3. มาตราส่วนประมาณค่าแบบกราฟ กำหนดให้ผู้ตอบทำเครื่องหมายอย่างใดอย่างหนึ่ง ตามลักษณะพฤติกรรมหรือคุณลักษณะที่ตรงตามที่บุคคลเป็นอยู่บนเส้นกราฟ เช่น ท่านเป็นคนรับผิดชอบมากน้อยปานใด



มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

2.6.2.3 รูปแบบของแบบสอบถาม (Questionnaire)

แบบสอบถามที่นิยมใช้กันทั่วไปมี 2 รูปแบบ คือ

1) แบบสอบถามปลายปิด (Closed Form) แบบสอบถามรูปแบบนี้ มีลักษณะเหมือนข้อสอบแบบเลือกตอบ คือจะมีข้อความซึ่งเป็นคำถาม และมีคำตอบที่กำหนดไว้เรียบร้อยแล้วให้ผู้ตอบเลือกตอบข้อใดข้อหนึ่งที่ตรงตามที่เป็นจริงเกี่ยวกับผู้ตอบ จำนวนตัวเลือกที่ให้เลือกตอบมีหลายลักษณะ อาจเป็นแบบ 2 ตัวเลือก แบบสำรวจรายการ หรือให้ผู้ตอบจัดอันดับความสำคัญของคำตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า หรือให้ผู้ตอบเลือกตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือกขึ้นไปก็ได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1.1) ท่านมีรถยนต์ส่วนตัวไปทำงานหรือไม่

☐ มี ☐ ไม่มี

1.2) ท่านไปทำงานโดยใช้ยานพาหนะประเภทใดบ้าง

☐ รถยนต์ส่วนตัว

☐ รถมอเตอร์ไซค์รับจ้าง

☐ รถยนต์โดยสารประจำทาง

☐ รถรถยนต์ของบริษัท

☐ อื่น ๆ

2) แบบสอบถามปลายเปิด (Opened Form) แบบสอบถามรูปแบบนี้คำตอบไว้แน่นอน แต่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบ ตอบได้อบได้อย่างอิสระตามความเห็นของตนเอง

นอกจากแบบสอบถามทั้ง 2 รูปแบบนี้แล้ว ยังมีแบบสอบถามอีกรูปแบบหนึ่ง คือ แบบสอบถามแบบรูปภาพ (Pictorial Form) เป็นแบบที่ใช้รูปภาพแทนภาษา มีลักษณะด้วยแบบสอบถามปลายปิด แบบสอบถามรูปภาพความสำคัญอยู่ที่ต้องสร้างภาพให้ชัดเจนเป็นที่เข้าใจตรงกัน อาจเป็นภาพวาดหรือภาพถ่ายก็ได้เหมาะสำหรับผู้ตอบที่เป็นเด็ก หรือผู้ที่มีความรู้ทางภาษาเขียนน้อย

2.6.2.4 โครงการสร้างแบบสอบถาม

แบบสอบถามที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย มีโครงสร้างที่ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

ส่วนแรก คำชี้แจง เป็นการชี้แจงวัตถุประสงค์ของการต้องการข้อมูลจากแบบสอบถาม โดยผู้วิจัยจะต้องชี้แจงให้ผู้ตอบเข้าใจว่าต้องการข้อมูลไปทำอะไร คำตอบนั้นจะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างไรบ้าง มีความสำคัญแก่ผู้วิจัยอย่างไร โดยทั่วไปก็มักจะให้เหตุผลว่าเป็นประโยชน์ทางวิชาการ ที่สำคัญอีกอย่างคือต้องชี้แจงว่าคำตอบของเขาจะไม่เกิดผลเสียหรือก่อให้เกิดความเสียหาย แต่อย่างใด เพราะผู้ตอบไม่ต้องลงชื่อรวมทั้งต้องชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบด้วย

ส่วนที่สอง ข้อมูลส่วนตัว ส่วนนี้ถือเป็นข้อเท็จจริงเกี่ยวกับตัวผู้ตอบ ซึ่งก็คือ ตัวแปรอิสระที่จะศึกษานั่นเอง เช่น เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา สถานภาพทางสังคม เป็นต้นการกำหนดจำนวนตัวเลือกของตัวแปรบางตัว แล้วแต่เรื่องที่วิจัยของแต่ละคน

ส่วนที่สาม ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการศึกษา ซึ่งอาจเป็นความคิดเห็นหรือความสนใจ หรือความต้องการหรือปัญหาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งก็คือตัวแปรตามที่ต้องการศึกษานั่นเอง รูปแบบคำถามก็อาจเป็นแบบปลายปิด ปลายเปิด หรือทั้ง 2 อย่างผสมกันก็ได้ ในส่วนที่สามนี้อาจแบ่งเป็นตอน ๆ ก็ได้ แล้วแต่ว่าเรื่องที่ศึกษาจะถามเรื่องย่อย ๆ กี่เรื่อง

2.6.2.5 ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม

ในการสร้างแบบสอบถามดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ต้องพิจารณาหัวข้อปัญหาและจุดมุ่งหมาย เพื่อทราบว่าต้องการข้อมูลชนิดใดอะไรบ้าง

2) ต้องพิจารณาเกี่ยวกับรูปแบบที่จะใช้ว่าจะใช้แบบปลายปิด หรือปลายเปิดหรือแบบผสม

3) ร่างแบบสอบถาม ขั้นนี้เป็นการลงมือปฏิบัติจริงโดยเขียนข้อคำถามต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับหัวข้อปัญหา และจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้จำนวนข้อคำถามในขั้นนี้ ควรมีให้มากข้อ และอาจมีคำถามเพิ่มเติม เพื่อตรวจสอบความคงที่ของคำตอบในบางเรื่องก็ได้

4) ตรวจสอบแบบสอบถามฉบับร่างเพื่อปรับปรุงแก้ไข หลังจากสร้างและตรวจสอบด้วยตนเองแล้ว จึงนำไปตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งเป็นการตรวจสอบความตรง (Validity) ของข้อคำถาม โดยดูว่าคำถามต่าง ๆ สอดคล้องกับหัวข้อปัญหาและจุดมุ่งหมายที่ศึกษาหรือไม่และประเด็นต่าง ๆ ที่ถามครอบคลุมหรือไม่ เป็นการตรวจสอบที่เรียกว่า Face Validity เมื่อตรวจสอบแล้วก็นำมาปรับปรุงแก้ไขตามที่ได้รับคำแนะนำ

5) ทำการทดลองแบบสอบถาม (Try-Out) โดยการนำแบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงแก้ไขในขั้นต้น แล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเช่นเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างจริงที่จะศึกษา เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบถาม และปรับปรุงให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

6) ทำการปรับปรุงครั้งที่ 2 โดยดูจากผลที่วิเคราะห์ได้จากการทดลอง (Try-Out)

7) สร้างแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ ให้พร้อมที่จะไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริงได้

2.6.2.6 เทคนิคการเขียนข้อคำถาม

แนวทางการเขียนข้อคำถามดังต่อไปนี้

1) ใช้คำง่าย ๆ ชัด ตรง แปลความหมายได้ชัดเจน

2) ไม่ใช้คำคุณศัพท์ที่ตีค่าได้ต่างกัน ควรหาคำที่แน่ชัด คำว่าเสมอ ทั้งหมดไม่มีเลยไม่เคยมักจะคลุมเครือต้องหลีกเลี่ยง

3) ไม่ใช่ปฏิเสธซ้อนเช่นท่านถูกห้ามไม่ให้อนุญาตให้นักเรียนอาบน้ำทันทีหลังการออกกำลังกาย

4) ระวังอย่าให้มีตัวเลือกตอบน้อยควรให้ครอบคลุมมากพอ 1 แกน

5) หลีกเลี่ยงคำถามที่มีสองใจความ

6) ขีดเส้นใต้คำที่ต้องการเน้น

7) หลีกเลี่ยงคำถามที่มีคำตอบอยู่แล้ว หรือเห็นแล้วว่าผู้ตอบจะตอบรับหรือตอบปฏิเสธ

8) ข้อคำถามแต่ละข้อควรจะสั้น แต่ได้ใจความ

9) ควรหลีกเลี่ยงคำที่เกี่ยวกับคุณภาพ เช่น ดี เลว มาก น้อย เป็นต้น

10) ข้อคำถามหนึ่ง ๆ ควรถามเพียงประเด็นเดียว อย่าให้มีหลายประเด็นเพราะคำตอบไม่ทราบว่าจะเป็นประเด็นใด

11) ควรตั้งคำถามชนิดที่จะนำตัวเลขมาสรุปวิเคราะห์ทางสถิติได้ง่าย คำถามปลายปิดจะมีความเหมาะสมมาก ควรมีให้มาก ส่วนปลายเปิดก็มีบ้าง เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมจากที่จำกัดไว้

2.6.2.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามสามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ

1) การเก็บรวบรวมข้อมูลทางไปรษณีย์ (By Mailing Method) เป็นการส่งแบบสอบถามไปให้กลุ่มตัวอย่าง โดยทางไปรษณีย์ เหมาะสมสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่กระจัดกระจายกัน การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีนี้ต้องมีจดหมายนำไปด้วย

2) การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปให้กลุ่มตัวอย่างซึ่งอยู่รวมกัน เป็นกลุ่มอยู่แล้วในแห่งใดแห่งหนึ่งหรืออาจนัดหมายให้มารวมกันในสถานที่แห่งหนึ่งที่จัดขึ้น และผู้วิจัยสามารถอธิบายถึงวัตถุประสงค์ตลอดจนวิธีการตอบให้ฟังด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจถูกต้องตรงกันก่อนที่จะลงมือ

2.6.2.8 ข้อดีข้อเสียของการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม

ข้อดี สรุปที่สำคัญได้ ดังนี้

1. ประหยัดเวลา แรงงาน และสามารถรวบรวมข้อมูลได้จำนวนมาก

2. ผู้ตอบมีโอกาสหาเวลาตอบด้วยตนเองในเวลาที่สะดวก และมีอิสระในการตอบเป็นตัวของตัวเอง และการตอบก็ไม่ต้องรีบร้อนมีเวลาคิด

3. ได้ข้อมูลที่มีลักษณะเดียวกัน สะดวกในการวิเคราะห์

ข้อเสีย สรุปที่สำคัญได้ดังนี้

1. การใช้แบบสอบถามทำให้ขาดการติดต่อระหว่างผู้วิจัยกับผู้ให้ข้อมูล ถ้าคำถามไม่กระจ่าง ผู้ตอบก็ไม่มีโอกาสซักถาม ได้ผู้ตอบก็อาจคาดคะเนเอาเอง ทำให้ผลการตอบมีโอกาสคลาดเคลื่อนได้

2. การขาดการติดต่อของผู้วิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง ทำให้ไม่เกิดแรงจูงใจในการตอบของผู้ตอบได้ และยังมีผลไปถึงการไม่ส่งคืน ทำให้ได้รับแบบสอบถามส่งคืนไม่ครบถ้วนตามที่ต้องการ

2.7 การตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

คุณภาพเครื่องมือเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง เมื่อสร้างแบบวัดแล้วจึงต้องตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด เพื่อให้ทราบว่าแบบวัดนั้นมีคุณภาพเพียงใด เครื่องมือไม่มีคุณภาพการวัดนั้นก็จะไม่น่าเชื่อถือ สิ่งที่มีความสำคัญของแบบวัด คือ ค่าความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเชื่อมั่นซึ่งแบบวัดหรือเครื่องมือที่ดีมีคุณภาพจะต้องมีคุณสมบัติ โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.7.1 ความยากและอำนาจจำแนก

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของ ความยากและอำนาจจำแนกไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 138) ได้กล่าวว่า ความยาก (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมาก ข้อสอบนั้นก็ง่าย ถ้ามีคนตอบถูกน้อย ข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลาง ข้อสอบข้อนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะควรมีคนตอบถูก ไม่ต่ำกว่า 20 คน และไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด ส่วนอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้–ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูงด้วย

ไพศาล วรคำ (2565, น. 298) ได้กล่าวว่า ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อ ที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้น

ความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Difficult Index: P) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก หรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ

การหาค่าความยากของข้อสอบโดยทั่วไป จะนิยมหาเฉพาะในการสอบแบบอิงกลุ่มเพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบ ข้อสอบที่มีความยากเหมาะสม จะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง 0.20–0.80 เนื่องจากข้อสอบที่ยากเกินไป ($p < 0.20$) หรือง่ายเกินไป ($p < 0.80$) จะไม่สามารถจำแนกความสามารถของกลุ่มผู้สอบได้ ส่วนในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้น ต้องพิจารณาความรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) หรือไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) จึงไม่คำนึงถึงความยากของข้อสอบ แต่จะพิจารณาพฤติกรรมและเนื้อหาที่ต้องการวัดมากกว่า การหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์จึงเป็นการหาเพื่อให้ทราบระดับความยากเท่านั้น ซึ่งถ้ามีหารหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์ก็มักจะหาทั้งดัชนีความยากก่อนเรียน และดัชนีความยากหลังเรียน โดยใช้สูตรเดียวกับความยากแบบอิงกลุ่ม

สำหรับข้อสอบอัตนัย การหาดัชนีความยากจะมีวิธีการแตกต่างไปจากข้อสอบปรนัยบ้าง เนื่องจากคะแนนที่เป็นไปได้ของข้อสอบอัตนัยแต่ละข้อไม่ใช่ 0 หรือ 1 เหมือนกับข้อสอบปรนัยการหาดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัย ทำได้โดยการแบ่งผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่มเท่า ๆ กันคือ กลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ จากนั้นคำนวณหาดัชนีความยากจากสูตรของวิทนีย์และชาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 299) ดังนี้

$$p = \frac{S_H + S_L - \left(2nx_{\min}\right)}{2n\left(x_{\max} - x_{\min}\right)} \qquad (2\text{-}12)$$

เมื่อ p แทน ดัชนีความยาก

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์

$x_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$x_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

ส่วนการแปลผลดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยก็ใช้เกณฑ์เดียวกับดัชนีความยากของข้อสอบปรนัย คือ ถ้าดัชนีความยากสูงหรือมีจำนวนผู้ตอบถูกมาก แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย ถ้าดัชนีความยากต่ำหรือมีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ เช่น ในแบบทดสอบ ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกก็คือ ข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ นั่นก็หมายความว่า คนเก่งทำข้อสอบข้อนั้นถูกขณะที่คนอ่อนทำผิด เครื่องมือที่นิยมหาอำนาจจำแนก ได้แก่ แบบทดสอบและแบบสอบถาม เทคนิคการหาอำนาจจำแนกมีหลายวิธีจำแนกตามลักษณะของเครื่องมือ ดังนี้

1. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม มีหลายวิธี ได้แก่ เทคนิคร้อยละ 50 เทคนิคร้อยละ 27 การหาสหพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม และการหาสหสัมพันธ์แบบ Point Biserial

2. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หาได้ 2 แบบ คือ ดัชนีอำนาจจำแนกของแบรนแนน (Brennan's Index: B-Index) และดัชนีความไวของข้อสอบ (Sensitive Index: S)

3. การหาอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัย ในกรณีของข้อสอบอัตนัย ค่าคะแนนในแต่ละข้อจะมีได้หลายค่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตรวิทนีย์และซาเบอร์ส (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, น. 199-201)

$$D = \frac{S_U + S_L}{N\left(x_{\max} - x_{\min}\right)} \qquad (2\text{-}13)$$

เมื่อ D แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก

S_U แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ

S_L แทน ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$x_{\max}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ

$x_{\min}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 225) ได้กล่าวว่า ความยากและอำนาจจำแนก หมายถึง สัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก เช่น ข้อสอบข้อหนึ่งมีคนตอบ 100 คนปรากฏว่าตอบถูกเพียง 30 คนแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความระดับความยาก (p) เท่ากับ 0.30 หรือ 30% ดังนั้นระดับความยากของข้อสอบจึงมีค่าตั้งแต่ 0.00-1.00 ถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกมาก p จะมีค่าสูง (เข้าใกล้ 1) แสดงว่าข้อนั้นง่ายในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกน้อย 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 เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนออกจากกันได้ โดยถือว่าคนที่เก่ง หรือมีความสามารถควรทำข้อสอบนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนหรือไม่มีความสามารถไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ อำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 แต่อำนาจจำแนกที่ดีจะต้องมีค่าบวก ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ตารางที่ 2.18 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก

ความยาก (P)	ความหมาย	อำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
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

ส่วนเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวลวงนั้นควรมีค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบปรนัย (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 300)

สรุปได้ว่า ความยาก (Difficulty) เป็นคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบที่แสดงถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้อง โดยการพิจารณาความยากของข้อสอบจะทำจากจำนวนผู้ที่ตอบถูก หากมีจำนวนผู้ตอบถูกมาก ข้อสอบนั้นถือว่าง่าย แต่หากมีผู้ตอบถูกน้อย ข้อสอบนั้นจะถูกจัดว่าเป็นข้อสอบที่ยาก ส่วนข้อสอบที่มีจำนวนผู้ตอบถูกบ้างผิดบ้าง หรือมีจำนวนผู้ตอบถูกในระดับปานกลาง จะถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากในระดับปานกลาง โดยปกติแล้ว การหาค่าความยากจะทำในกรณีของการสอบแบบอิงกลุ่ม เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบ ข้อสอบที่เหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง 0.20–0.80 ส่วนข้อสอบที่ยากเกินไป ($p < 0.20$) หรือ ง่ายเกินไป ($p > 0.80$) มักไม่สามารถจำแนกความสามารถของผู้สอบได้อย่างชัดเจน สำหรับการสอบแบบอิงเกณฑ์ ความยากของข้อสอบอาจไม่ได้รับการพิจารณาเท่ากับการประเมินว่า ผู้สอบสามารถแสดงพฤติกรรมและความรู้ตามเกณฑ์ที่ต้องการได้หรือไม่ อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถแยกแยะผู้เรียนตามความแตกต่างในระดับความสามารถ เช่น ผู้ที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน หรือผู้ที่รอบรู้และไม่รอบรู้ หลักการของอำนาจจำแนกคือ ผู้ที่มีความสามารถสูงควรตอบข้อสอบได้ถูกต้อง ในขณะที่ผู้ที่มีความสามารถต่ำควรตอบข้อสอบผิด ข้อสอบที่ดีควรสามารถแยกแยะผู้เรียนในแต่ละกลุ่มได้อย่างชัดเจน อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความเที่ยงตรงเชิงสภาพ กล่าวคือ เครื่องมือที่มีอำนาจจำแนกสูงมักจะมีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูงด้วย โดยปกติแล้ว การวัดอำนาจจำแนกมักทำใน

กรณีของแบบทดสอบหรือแบบสอบถาม ซึ่งอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 และอำนาจจำแนกที่ดีควรมีค่าบวก โดยอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2.7.2 ความเที่ยงตรง

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมาย ของความเที่ยงตรง ไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 134-135) ได้กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบนั้นมีสิ่งที่ควรพิจารณาดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องที่อ้างถึงการตีความหมายของผลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหรือการประเมินผล มิใช่เป็นความเที่ยงตรงของเครื่องมือ แต่เป็นความเที่ยงตรงของการตีความหมายที่ได้จากผลของการทดสอบ

2. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องของระดับ (Matter of Degree) มิใช่เป็นเรื่องมีหรือไม่มี การบอกความเที่ยงตรงของแบบทดสอบควรเสนอในรูประดับที่เจาะจง เช่น มีความเที่ยงตรงสูง ปานกลาง หรือต่ำ

3. ความเที่ยงตรงจะเป็นความเที่ยงตรงเฉพาะเรื่องที่ต้องการวัดเสมอ (Specific to Some Particular Use) ไม่มีแบบทดสอบใดที่มีความเที่ยงตรงทุกวัตถุประสงค์ เช่น แบบทดสอบเลขคณิตอาจมีความเที่ยงสูงในการวัดทักษะการคำนวณ แต่มีความเที่ยงตรงต่ำ ในการวัดเหตุผลเชิงตัวเลข และอาจมีความเที่ยงตรงปานกลางในการคาดคะเนผลการเรียน

4. ความเที่ยงตรงเป็นมโนทัศน์เดี่ยว (Unitary Concept) หมายความว่า ความเที่ยงตรงเป็นค่าตัวเลขตัวเดียวที่ได้มาจากหลักฐานหลายแหล่ง หลักพื้นฐานที่ใช้ยึดในการตีความหมายของความเที่ยงตรงก็ คือ เนื้อหา เกณฑ์ที่กำหนดและโครงการ

ไพศาล วรคำ (2565, น. 266) ได้กล่าวว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้อง แม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่อง หรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด ความเที่ยงตรงจึงถือว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกประเภท เพราะเป็นคุณสมบัติเกี่ยวข้องกับคุณภาพ ด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด เนื่องจากความเที่ยงตรงของค่าวัดจากเครื่องมือวัดเป็นความสัมพันธ์หรือความสอดคล้องระหว่างค่าวัดของเครื่องมือวัดนั้นกับสิ่งที่ต้องการวัดหรือตัวเกณฑ์ ดังนั้นการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรง จึงเป็นการหาความสัมพันธ์หรือความสอดคล้องระหว่างค่าวัดของตัวแปร วิธีการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงจึงขึ้นอยู่กับชนิดของค่าวัดที่ได้จากตัวแปร ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาที่จะวัด หรือเป็นดัชนีที่บ่งบอกว่าเนื้อหาของเครื่องมือหรือเนื้อหาของข้อคำถามวัดได้ตรงตามเนื้อหาของเรื่องที่ต้องการวัด ดังนั้นประเด็นสำคัญของความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึง

อยู่ที่การเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเนื้อเรื่องที่เป็นตัวแทน (Representative Sample) ของมวลเนื้อเรื่องที่ต้องการวัด ว่าเป็นตัวแทนของเนื้อหาทั้งหมดและมีความเพียงพอ (Adequate) ต่อการวัดเนื้อเรื่องนั้นหรือไม่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึงอาศัยกระบวนการตรวจสอบ โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เป็นอิสระจากกัน ช่วยพิจารณาตัวอย่างเนื้อเรื่องในเครื่องมือวัดว่ามีขอบเขตที่ครอบคลุมและเป็นตัวแทนมวลเนื้อเรื่องที่ต้องการวัดเพียงใด การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ พิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือตัวชี้วัดกับข้อคำถามที่สร้างขึ้นโดยคำนวณจากดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) ซึ่งเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อคำถามนั้น พิจารณาจากเสียงส่วนใหญ่ของผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าสอดคล้องหรือดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า 0.5 ก็จะถือว่าข้อคำถามนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

สูตรที่ใช้ในการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ โดยแปลงระดับความสอดคล้องเป็นคะแนน (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 266) ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

และหาดัชนีความสอดคล้องได้จาก

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{N} \tag{2-14}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง
R_i แทน คะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละคน
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity) เป็นความสอดคล้องสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากเครื่องมือวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับเกณฑ์ภายนอก (Criterion) ที่สามารถใช้วัดคุณลักษณะที่ต้องการนั้นได้ เกณฑ์ภายนอกนี้อาจเป็นคะแนนจากการวัดอื่นหรือวิธีการอื่น ๆ ที่วัดสภาพปัจจุบันหรือสภาพในอนาคตของกลุ่มตัวอย่างได้ตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ หรือความเที่ยงตรงร่วมสมัย (Concurrent Validity) และความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity)

3. ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามขอบเขต หรือครบตามคุณลักษณะย่อย ๆ ของสิ่งที่ต้องการวัดที่ระบุไว้ในทฤษฎีเกี่ยวกับคุณลักษณะนั้น ๆ ซึ่งโดยทั่วไปตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะ (Trait) มักจะมีโครงสร้างขององค์ประกอบในเชิงทฤษฎี บางทีจึงถูกเรียกว่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างการหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีจึงนิยมใช้กับเครื่องมือวัด ตัวแปรคุณลักษณะ หรือตัวแปรแฝงที่มีการนิยามเชิงทฤษฎี เช่น เชาว์ปัญญา เจตคติ ความเชื่อ ค่านิยม เชาว์อารมณ์ เป็นต้น โดยคุณลักษณะเหล่านี้สังเกตโดยตรงไม่ได้ จะสังเกตด้เฉพาะผลที่เกิดขึ้นเท่านั้น การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีสามารถดำเนินการได้หลากหลายวิธี เช่น วิธีตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ วิธีเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มรู้ชัด (Comparing the Scores of Known Groups) วิธีการเปรียบเทียบคะแนนจากการทดลอง (Comparing the Scores From an Experiment) วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เป็นต้น

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 99) ได้กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ สามารถจำแนกความตรงเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่อง ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี การตรวจสอบความ เที่ยงตรงเป็นกระบวนการรวบรวมและวิเคราะห์หลักฐาน เพื่อการสนับสนุนความเหมาะสมและความถูกต้องของการนำคะแนนจากเครื่องมือวัดไปสรุป ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงสามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่อง การตรวจสอบความเที่ยงตามเกณฑ์สัมพันธ์และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี

สรุปได้ว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติสำคัญของเครื่องมือที่แสดงถึงความสามารถในการวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด โดยเน้นถึงความถูกต้องและแม่นยำในการวัดสิ่งที่ต้องการศึกษา ความเที่ยงตรงสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity) และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือเชิงโครงสร้าง (Construct Validity)

2.7.3 ความเชื่อมั่น

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมาย ของความเชื่อมั่น ไว้ดังนี้

กัลยา วานิชย์บัญชา (2548, น. 29) ได้กล่าวว่า ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หมายถึง การนำเครื่องมือมาวัดหลาย ๆ ครั้ง ผลการวัดต้องเหมือนกัน หรือกล่าวได้ว่าความเชื่อถือได้หมายถึง ความคงเส้นคงวาหรือมีความสอดคล้องกันนั่นเอง เช่น ถามคำถามเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง กับคนใดคนหนึ่ง คำตอบต้องเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน หรือใช้เครื่องชั่งน้ำหนักชั่งสิ่งของสิ่งเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน น้ำหนักควรเท่ากัน เป็นต้น

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2552, น. 88) ได้กล่าวว่า ความเชื่อมัน ตรงกับภาษาอังกฤษ “Reliability” ซึ่งหมายถึง “Stability and Consistency” ของคะแนนสอบ จึงเป็นที่เข้าใจของกลุ่มนักวัดผลคนไทย

ว่า Reliability นั้น หมายถึง ระดับความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบจากการทดสอบเรื่องเดียวกันในเวลาใดก็ตาม อย่างไรก็ดีสำหรับการใช้คำนั้นก็อาจใช้คำที่ต่างกันไป เช่น ความเชื่อมั่น ความเที่ยง

ไพศาล วรคำ (2565, น. 278) ได้กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง ดังนั้นความเชื่อมั่นของแบบวัดจึงเป็นคุณสมบัติของแบบวัดที่ให้ผลการวัดที่คงที่ในการวัดคุณลักษณะหนึ่งของบุคคลหนึ่งเมื่อคุณลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะทำการวัดกี่ครั้งก็ตาม ในอีกมุมหนึ่งแบบวัดที่มีความเชื่อมั่นแสดงให้เห็นว่าแบบวัดนั้นไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด ความเชื่อมั่นจึงมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error Variance) กล่าวคือ ถ้าแบบวัดมีความเชื่อมั่นสูง ความคลาดเคลื่อนของการวัด (Error of Measurement) จะต่ำการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดเริ่มพัฒนามาจากนิยาม คือ เป็นความสัมพันธ์กันระหว่างค่าการวัดหลาย ๆ ครั้ง แต่ด้วยเหตุที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้นมักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอเมื่อเวลาผ่านไป จึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธี ภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิด คือ 1) การวัดความคงที่ ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลาย ๆ ครั้ง 2) การวัดความสมมูลกันเป็นการวัดแบบที่เป็นคู่ขนาน เพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ 3) การวัดความสอดคล้องภายใน ซึ่งเป็น การพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียว แล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัดนั้น

การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดเริ่มพัฒนามาจากนิยาม คือเป็นความสัมพันธ์กันระหว่างค่าการวัดหลาย ๆ ครั้ง แต่ด้วยเหตุที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้นมักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอเมื่อเวลาผ่านไป จึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธี ภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิดคือ

1. การวัดความคงที่ ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลาย ๆ ครั้ง
2. การวัดความสมมูลกัน เป็นการวัดด้วยแบบวัดที่เป็นคู่ขนานกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ
3. การวัดความสอดคล้องภายใน ซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียว แล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัดนั้น การหาค่าความเชื่อมั่นจากมีหลายวิธี ยกตัวอย่างเช่น วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach 's Alpha Coefficient Method) ครอนบาคได้เสนอสูตรสำหรับประมาณค่าความเชื่อมั่นตามแนวคิดแบ่งแบบสอบออกเป็น k ส่น สำหรับใช้ในกรณีที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทั่วไป สามารถใช้ได้ทั้งแบบสอบที่ให้คะแนนแบบ 0, 1 ให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก หรือกำหนดคะแนนแบบมาตรประมาณค่า (Rating Scale) หรือแม้แต่ข้อสอบอัตนัย ซึ่งเป็นที่รู้จักดีในชื่อสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 288) ดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{k} s_i^2}{s_t^2}\right) \qquad (2\text{-}15)$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหรือแบบวัด

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบหรือแบบวัด

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

การหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน (Inter-Rater Reliability) ในกรณีที่ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย (Essay Test) แบบตอบสั้นที่มีคำตอบมากกว่า 1 แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต (Observation) และการประเมินภาคปฏิบัติ (Performance Assessment) ผู้ตรวจให้คะแนน (Rater) แต่ละคนอาจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนจึงสำคัญมากสำหรับเครื่องมือวัดลักษณะนี้ วิธีการง่าย ๆ ในการหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน ก็คือ ให้ผู้ตรวจให้คะแนนหรือผู้สังเกตตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ให้คะแนนในแบบสอบเดียวกัน หรือพฤติกรรมเดียวกัน แล้วหาความสัมพันธ์ของคะแนนจากผู้ตรวจ โดยการหาสัมประสิทธิ์ความพ้องกัน (Agreement Coefficient) หรือสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Coefficient) การพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดจะต้องมากกว่า 0.70 ขึ้นไป แต่สำหรับกรณีของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Tests) และแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน (Aptitude Tests) ค่าความเชื่อมั่นไม่ควรต่ำกว่า 0.09 เพราะเป็นแบบวัดที่ต้องการความเชื่อมั่นสูง ส่วนความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนนที่เชื่อถือได้ควรจะมีค่าประมาณ 0.85 ขึ้นไป

สรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความคงที่และความสม่ำเสมอของผลการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลายครั้ง เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่แสดงให้ทราบว่าเครื่องมือนั้นให้ผลการวัดที่คงที่ไม่ว่าจะใช้กี่ครั้งกับกลุ่มเดิม ผลการวัดที่ได้ต้องมีความสม่ำเสมอและสอดคล้องกัน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่ามีงานวิจัยที่ได้กล่าวถึงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

ได้มีนักวิจัยในประเทศ ทำการวิจัยเกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

กษมา เกิดประสงค์ (2560, น. 121-128) ได้ทำศึกษาเรื่องพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้าง สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) ศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล การสื่อสารและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงและแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านธาตุขิงแกง อำเภอจุน จังหวัดพะเยา ทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ ได้แก่ 1) แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล 2) แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ด้านการสื่อสาร 3) แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา และ 4) แบบสังเกต พฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 6 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ชั่วโมง วิเคราะห์ ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณ และคุณภาพด้วยสถิติพื้นฐานและวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย คะแนนสมรรถนะทั้ง 3 ด้านโดยใช้สถิติทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเมื่อมีการวัดซ้ำ (Repeated Measures ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การกำหนดเป้าหมาย ขั้นที่ 2 การทบทวนประสบการณ์เดิม ขั้นที่ 3 การเพิ่มประสบการณ์ใหม่ ขั้นที่ 4 การเชื่อมโยง และขั้นที่ 5 การสรุป มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย สมรรถนะด้านการให้เหตุผล การสื่อสารและการแก้ปัญหา หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิติศักดิ์ ดีพื้น (2561, น. 164-165) ได้ทำศึกษาเรื่องสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับนโยบายประเทศไทย 4.0 ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 พบว่า ระดับนักเรียนตัวแปรผลการเรียนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นอกจากนี้ยังพบว่า ตัวแปรทำนายระดับนักเรียนที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับนโยบายประเทศไทย 4.0 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ได้แก่ ตัวแปรเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ และตัวแปรความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง ส่งผ่านตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ส่วนตัวแปรความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง และตัวแปรรายได้ผู้ปกครอง ส่งผ่านตัวแปรเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ส่วนแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีอิทธิพลตรงต่อสมรรถนะทาง คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับนโยบายประเทศไทย 4.0 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นวพล นนทภา และรามนรี นนทภา (2561, น. 61-68) ได้ทำศึกษาเรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 ชั้นปีที่ 4 สาขาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจำนวน 90 คน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาบริบทความต้องการการส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี 2) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ 3) ประเมินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีบทพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ โดย 3.1) เปรียบเทียบสมรรถะทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ และนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีปกติ และ 3.2) เปรียบเทียบสมรรถะทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาก่อนเรียน และหลังเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถะทางคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีพหุปัญญา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดสมรรถะทางคณิตศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ แบบวัดความสามารถทางพปัญญา มีทั้งหมด 8 ด้าน และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โปรโตคอล การวิเคราะห์งานเขียน และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบ Independent t-test และสถิติทดสอบ Dependent t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) การศึกษาบริบทความต้องการการส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาระตับปริญญาตรี จำแนกตามความต้องกรส่งสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษา เรียงตามความต้องการส่งเสริมสมรรถะทางคณิตศาสตร์จากมากไปน้อย คือ สมรรถะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา สมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล สมรรถะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน สมรรถณะที่ 3 การสื่อสาร สมรรถะที่ 8 ใช้ตัวช่วย และเครื่องมือ และสมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ 2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งสริมสมรรถะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนั้น ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ขั้นตอนที่ 2 ส่งเสริมสมรรถะทางคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย ขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนย่อยที่ 1 ขั้นการสร้าง

สมรรถะทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนย่อยที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนวิธีการใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน 3) ผลประเมินการใช้รูปแบบการจัดกรเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์พบว่า คะแนนสมรรถะทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถะทางคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ และนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การเปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์สูงกว่าก่อนเรียนตัวยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รสสุคนธ์ แสงแก้ว (2562, น. 97-101) ได้ทำศึกษาเรื่องการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยสรุปว่า 1) โปรแกรมเสริมสร้างทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคุณภาพที่เหมาะสมของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลการประเมินโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด 2) นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์หลังการใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Posttest) สูงกว่าคะแนนก่อนการใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Pretest) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นวพล นนทภา (2562, น. 23-28) ได้ทำศึกษาเรื่องการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ชั้นปีที่ 3 จำนวน 25 คน ชั้นปีที่ 4 จำนวน 25 คน ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 รวมนักศึกษาทั้งหมด 50 คนผลการวิจัยพบว่า การศึกษา สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำแนกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่เด่นของนักศึกษา เรียงตามความสามารถในการใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์สูงไปต่ำ คือ สมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation) สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving) สมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล (Thinking and Reasoning) สมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร (Communication) สมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools) และสมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ (Modeling)

เพียงขวัญ แสนมณี (2563, น. 130-132) ได้ทำศึกษาเรื่องการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า ตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70 เรียงตามความสามารถในการใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์สูงไปต่ำ คือ สมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ สมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล สมรรถนะที่ 6 การแสดงแทนเครื่องหมาย สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร สมรรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ สมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโตแย้ง สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา สมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ ซึ่งมีจำนวนนักเรียนที่ มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70 มีสมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร สมรรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ สมรรถนะที่ 6 การแสดงแทนเครื่องหมาย สมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ และจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะ ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์หลังเรียนร้อยละ 70 มี สมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโตแย้งสมรรถนะ ที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา และสมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ

หทัย น้อยสมบัติ (2564, น. 103-104) ได้ทำศึกษาเรื่องการพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และการรู้เรื่องคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ TPACK Model สำหรับนักศึกษาครู 4.0 ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และการรู้เรื่องคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ TPACK Model สำหรับนักศึกษาครู 4.0 โดยภาพรวมความพึงพอใจในการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และการรู้เรื่องคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ TPACK Model มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.04 2) นักศึกษาครูมีระดับความรู้ความเข้าใจด้านสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และการรู้เรื่องคณิตศาสตร์โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TPACK Model มีค่า 25.34 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.46 ระดับความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับดีเยี่ยม 3) ข้อบกพร่องเรื่องความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักศึกษามีประเด็นที่มีบกพร่อง มากที่สุด คือ ด้านการตีความด้านภาษาผิด รองลงมา คือ ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม และสมบัติ ด้านการใช้ข้อมูลผิด ด้านการขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา และด้านการมี ข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำตามลำดับ มโนมติที่คลาดเคลื่อนด้านสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูมีประเด็นที่มีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ ด้านการคิดไตร่ตรอง สะท้อนกลับ การวางแผนและการใช้กลยุทธ์เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อน รองลงมา คือ ด้านการบูรณาการ ความรู้พื้นฐานในการแก้ปัญหาโดยนำความรู้พื้นฐานไปใช้ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย รองลงมา คือ ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามมาตรฐานของโรงเรียนเกี่ยวกับจำนวน พีชคณิต เรขาคณิต สถิติ ตามลำดับ 4) ความสามารถในการสอนด้านสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูประเมินโดยอาจารย์นิเทศ และครูพี่เลี้ยงมีระดับความสามารถในระดับดี คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.78 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักศึกษามีระดับความสามารถ

ด้านสื่อและสิ่งสนับสนุนการเรียนการสอนมากที่สุด รองลงมาคือด้านความเป็นครูด้านการวัดและประเมินผล และด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามลำดับ 5) ความคิดเห็นของครูพี่เลี้ยงและผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกด้าน สมรรถนะทางคณิตศาสตร์และการรู้เรื่องคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู 4.0 โดยใช้รูปแบบ TPACK Model มีระดับความคิดเห็นในระดับดี คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.85 เมื่อ พิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ครูพี่เลี้ยงและนักเรียนมีระดับความคิดเห็นด้านผู้สอนมากที่สุด รองลงมา คือด้านกิจกรรมการเรียนรู้และด้านสื่อ/อุปกรณ์และสิ่งแวดล้อมตามลำดับ

จากการศึกษางานวิจัยภายในประเทศเกี่ยวกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมสมรรถนะดังกล่าวของนักเรียน ทั้งนี้ หากครูผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะ กระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์ และการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะมีความเข้าใจเนื้อหาได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ได้มีนักวิจัยต่างประเทศ ทำการวิจัยเกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Colin Carmichael (2010, pp. 83-93) ได้ทำศึกษาเรื่องการรู้เรื่องสถิติในโรงเรียนโดยศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างความตั้งใจเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ ซึ่งได้แก่ ความตั้งใจเรียน การรับรู้ความสามารถตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมากับตัวแปร เกณฑ์คือ การรู้เรื่องสถิติ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ เพื่อสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าว การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในประเทศออสเตรีย จำนวน 438 คน จากโรงเรียนจำนวน 8 โรง ใน 3 รัฐ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า ความตั้งใจเรียนเป็นตัวส่งผ่านไป ยังการรับรู้ความสามารถของตนเอง ผลสมัฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมา นอกจากนี้ความตั้งใจเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเองร่วมอธิบายความแปรปรวนของการรับรู้สถิติได้

Masduki Masduki (2019, pp. 4-8) ได้ทำศึกษาเรื่องแนวทางการสอนของครูในการส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง พีชคณิต (กรณีศึกษา) พบว่าความสามารถทางคณิตศาสตร์คือความรู้ ทักษะและความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาทั้งบริบททางคณิตศาสตร์ ด้านคณิตศาสตร์ PISA และ TIMSS รายงานระบุว่าความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในอินโดนีเซียมีคุณภาพต่ำ หนึ่งใน ปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อคุณภาพการเรียนรู้คือครูมีวัตถุประสงค์

ในการวิจัย 1) เพื่ออธิบายวิธีการสอนของครูในการส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์เรื่องพีชคณิตของนักเรียน กรณีศึกษาใช้วิธีการศึกษาวิธีการที่ครูคณิตศาสตร์ใช้ในการดำเนินการกิจกรรมการสอนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิธีการเก็บข้อมูลโดยการสังเกตและสัมภาษณ์ ที่มีการสังเกตสามครั้ง บันทึกภาคสนาม แนวทางการสังเกต และเครื่องบันทึกวิดีโอถูกนำมาใช้ในการรวบรวมข้อมูลวิธีการสอนของครูในห้องเรียน การสัมภาษณ์ การกิจกรรมการสังเกต มีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเพื่อรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการสอนของครู ผลปรากฏว่าครูใช้ต่าง ๆ กลยุทธ์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในการทำความเข้าใจคณิตศาสตร์แนวคิดและการใช้เหตุผล แต่ขาดกลยุทธ์ในการส่งเสริมให้นักเรียนใช้รูปแบบเป็นการคาดเดาในการแก้ปัญหาและการสื่อสารความคิดที่ถูกระบุ

Roberto Capone (2020, pp. 3-14) ได้ทำศึกษาเรื่องการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ กรีณีศึกษาเกี่ยวกับ ระบบสัญศาสตร์ และการโต้แย้งในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในอิตาลี วัตถุประสงค์ในการวิจัย เพื่อพัฒนาความสามารถในการคำนวณ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับกระบวนการที่ เป็นรากฐานของการสร้างความสามารถในตนเอง การใช้เหตุผล การสื่อสาร ประชากรคือ นักเรียน อายุ 15 ปี จำนวน 400 คน ที่อาศัยในภูมิภาคกัมปาเนีย (ทางใต้ของอิตาลี) พบว่า กิจกรรมที่ใช้ในการ ทดลองมีผลต่อทักษะและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในโรงเรียนที่ แตกต่างกันสองแห่ง (สถาบันวิชาชีพ และโรงเรียนวิทยาศาสตร์) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการวิเคราะห์ ระเบียบวิธี กรอบทฤษฎี การวิเคราะห์โปรโตคอล

Stefan Buchele and Frank Feudel (2020, pp. 3-10) ได้ทำศึกษาเรื่องการศึกษาการเปลี่ยนแปลง สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงเริ่มต้น ของการศึกษาอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัย เยอรมันนี พบว่านักศึกษาระดับปริญญาตรีมีปัญหาเกี่ยวกับทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นจำนวนมาก สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุง เช่น การสร้างแบบจำลอง การให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ หรือการแสดงแทนที่แตกต่างกัน มีการตรวจสอบปัญหานี้ที่มหาวิทยาลัยในเยอรมันนี โดยอาศัยข้อมูลจากการทดสอบเข้าเรียน อย่างเช่นวิชาคณิตศาสตร์ จำนวนประชากรที่ใช้นี้คือ นักศึกษาเศรษฐศาสตร์ จำนวน 3,076 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ตั้งแต่ปี 2012 ถึง 2019 สถิติที่ใช้ คือ การวิเคราะห์การถดถอย พบว่า ความสามารถของนักเรียนในการคำนวณเชิงสัญลักษณ์ลดลง ในทางกลับกัน ประสิทธิภาพของนักศึกษาเพิ่มขึ้นในคำถามของข้อทดสอบบางข้อที่มุ่งเน้นไปที่สมรรถนะของกระบวนการอื่น ๆ เช่น การให้เหตุผล การคำนวณทางคณิตศาสตร์ หรือการแสดงแทน

Blanca Estela Maldonado-García, Alejandra Ocampo-Díaz and May Portuguez-Castro (2022, pp. 1-20) ได้ทำศึกษาเรื่องการประเมินความแตกต่างในสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมต้นในช่วงสภาวะการแพร่ระบาดผ่านแพลตฟอร์ม Preparatec มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแตกต่างในสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ที่กำลังเปลี่ยนไปสู่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายภายใต้สภาวะการแพร่ระบาด (COVID-19) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนจากโรงเรียนมัธยมปลาย ภาคเรียนที่ 1 ของ Prepa Tec (Tecnologico de Monterrey, Campus Cuernavaca) ช่วงอายุ 14-15 ปี จำนวน 84 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบสมรรถนะ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบ Kruskal-Wallis H และการทดสอบ Mann-Whitney U โดยมีระดับนัยสำคัญ $\alpha = .05$ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถระดับที่ 1 มีการพัฒนาเพิ่มขึ้น 57% ความสามารถระดับที่ 2 มีการพัฒนาเพิ่มขึ้น 63.6% และความสามารถระดับที่ 3 เพิ่มขึ้น 100% ผลการวิจัยระบุว่ากลยุทธ์การสอนใหม่ ๆ ที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) และแบบประเมินผลที่มีความหมายมากขึ้นจะช่วยพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Apolinario Apolinario Nury (2024, pp. 255-260) ได้ทำศึกษาเรื่องการใช้โปรแกรม Moodle เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบแพลตฟอร์มการเรียนรู้เสมือนจริงสำหรับ Francisco Pizarro Educational Unit โดยใช้โมเดลการสอนของ Moodle ซึ่งช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ง่ายขึ้น การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยอาศัยประสบการณ์ การสังเกตและการวิเคราะห์ข้อเท็จจริง ใช้แบบสำรวจและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ มีนักศึกษาเข้าร่วม 74 คน สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบ t-test ผลการศึกษาพบว่า การประยุกต์ใช้โปรแกรม Moodle มีผลเชิงบวกต่อการเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง แม้ว่าจะไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญในกลุ่มควบคุม แต่กลุ่มทดลองมีการพัฒนาที่โดดเด่น การค้นพบนี้ชี้ให้เห็นว่าแบบจำลอง Moodle ซึ่งมีพื้นฐานมาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เสนอโดย Ed Dubinsky ในช่วงปี 1980 มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

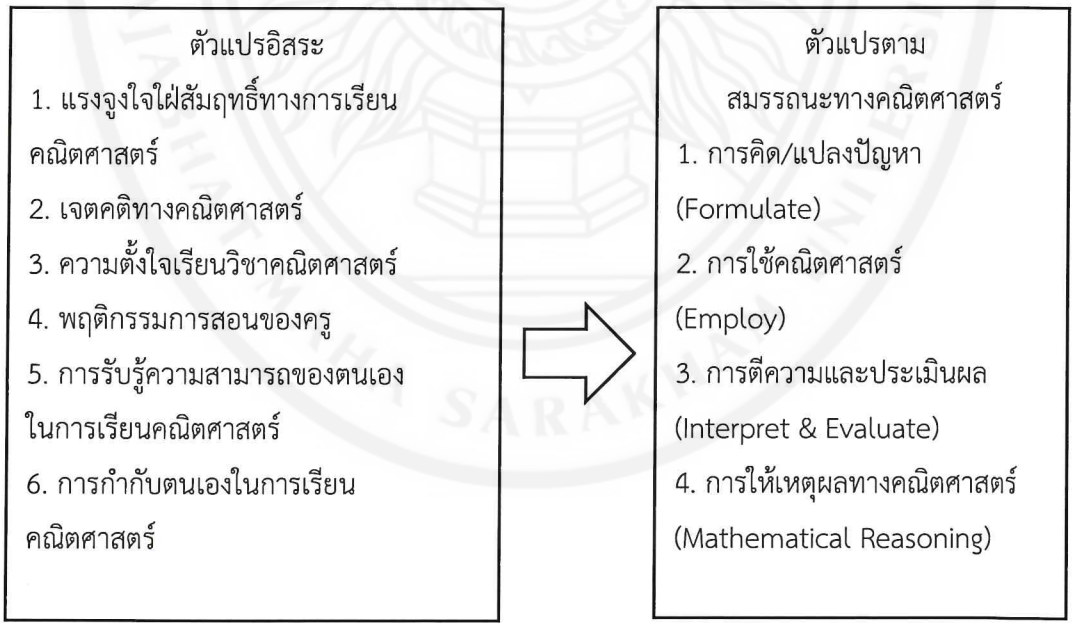
Elmira Saparbayeva, Marzhan Abdualiyeva, Yerlan Torebek, Nurlibay Madiyarov and Abay Tursynbayev (2024, pp. 1-16) ได้ทำศึกษาเรื่องการใช้ประโยชน์จากเครื่องมือดิจิทัลเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ในหมู่นักศึกษาวิศวกรรมก่อสร้าง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการบูรณาการกิจกรรมเทคโนโลยีการออกแบบที่มีต่อการพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาวิศวกรรมก่อสร้าง วิธีการแบบผสมผสานเปรียบเทียบการจัดหลักสูตรโดยมีและไม่มีเครื่องมือดิจิทัลในมหาวิทยาลัยในคาซัคสถานและตุรกี กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาจากมหาวิทยาลัย Mukhtar Auezov South Kazakhstan และมหาวิทยาลัย MEF จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้น วิธีการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพร่วมกัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบ t-test ผลการวิจัย พบว่ากลุ่มทดลองทำคะแนนได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทั้งมหาวิทยาลัย Mukhtar

Auezov South Kazakhstan และมหาวิทยาลัย MEF ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวความคิดที่เพิ่มขึ้นและความสามารถในการแก้ปัญหาเมื่อใช้เทคโนโลยีทางการศึกษา การสัมภาษณ์ยังชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกอบรมในปัจจุบันของ Mukhtar Auezov South Kazakhstan University ครอบคลุมการออกแบบการเรียนการสอนด้วยเครื่องมือดิจิทัลทางคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวางมากขึ้น ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงประโยชน์การเรียนรู้ที่วัดผลได้จากการผสมผสานเทคโนโลยี เช่น ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบไดนามิก และเครื่องคำนวณกราฟ เพื่อปรับปรุงการศึกษาด้านวิศวกรรมการก่อสร้าง

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ พบว่า การที่นักเรียนขาดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทำให้เกิดปัญหาในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การคิดหรือการแปลงปัญหา ดังนั้น ครูผู้สอนจึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.9 กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ตามแนวทางการของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (2565, น. 7-56) มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2.2 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้เป็นตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. เก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกประชากร และกลุ่มตัวอย่าง มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 17 ห้องเรียน โดยเป็นห้องที่จัดนักเรียนแบบคละความสามารถ จำนวนนักเรียนทั้งหมด 636 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 280 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มีขั้นตอนในการสุ่ม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยใช้หน่วยการสุ่มตัวอย่าง คือ ห้องเรียนและลักษณะห้องเรียนมีลักษณะคล้ายกัน คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ตามสูตรของ (Yamane, 1973, p. 1088)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \tag{3-1}$$

เมื่อ n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

N แทน ขนาดของประชากร

e แทน ความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้เท่ากับ 0.05

จากสูตรจะได้ $$n = \frac{636}{1+(636)(0.05)^2} \quad (3\text{-}2)$$

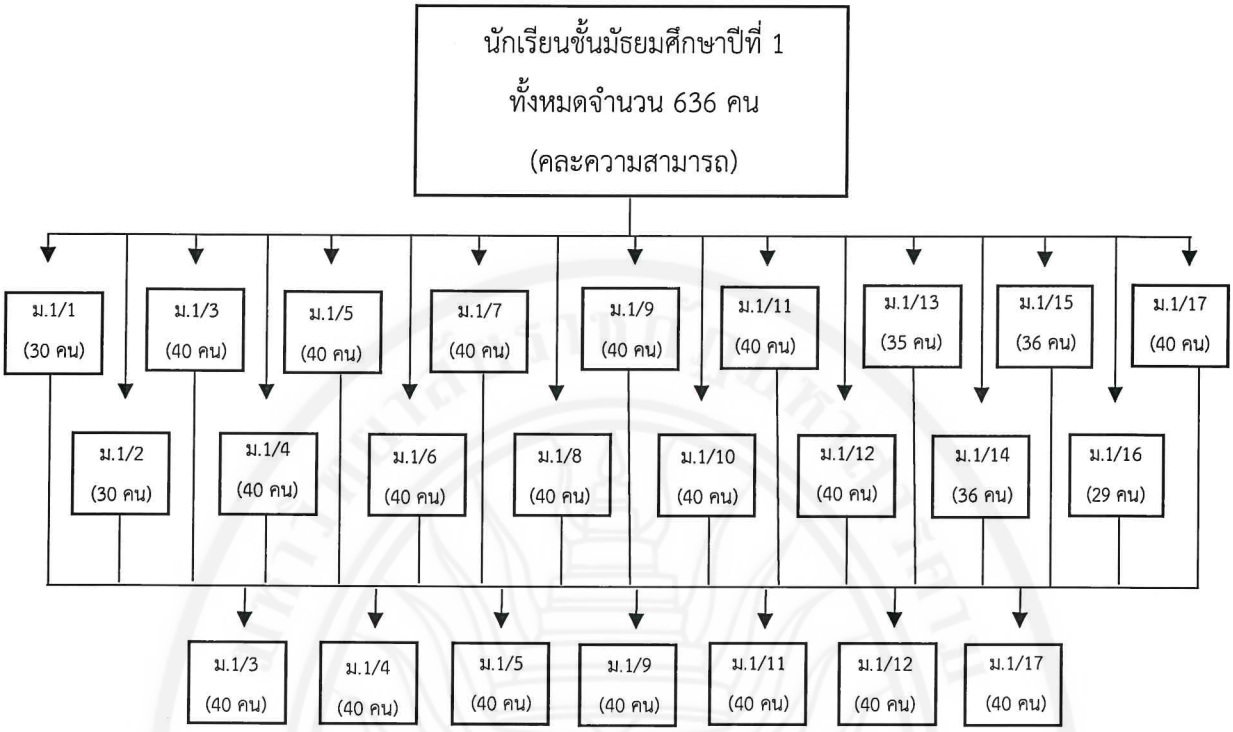
$$n = \frac{636}{2.59}$$

$$n = 245.56$$

ผลจากการคำนวณตามสูตร คิดเป็น 246 คน

ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ในการสุ่มห้องเรียนได้จำนวน 7 ห้องเรียน ประกอบด้วย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 จำนวน 40 คน
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 จำนวน 40 คน
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/5 จำนวน 40 คน
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/9 จำนวน 40 คน
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 จำนวน 40 คน
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/12 จำนวน 40 คน
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/17 จำนวน 40 คน
รวมจำนวนนักเรียน 280 คน ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่างการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.2.1 แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

3.2.1.1 แบบทดสอบสมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา 2 ข้อ

3.2.1.2 แบบทดสอบสมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ 2 ข้อ

3.2.1.3 แบบทดสอบสมรรถนะการตีความและประเมินผล 2 ข้อ

3.2.1.4 แบบทดสอบสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2 ข้อ

3.2.2 แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

3.2.3 แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

3.2.4 แบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 16 ข้อ

3.2.5 แบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 21 ข้อ

3.2.6 แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ

3.2.7 แบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับจำนวน 15 ข้อ

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

3.3.1 แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.3.1.1 ศึกษา ค้นคว้า หนังสือ บทความ หลักการวิธีการสร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน และเกณฑ์การให้คะแนน

3.3.1.2 ศึกษาเนื้อหา มาตรฐานและตัวชี้วัดวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

3.3.1.3 ศึกษาหลักการวิธีการสร้าง และหาคุณภาพแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

3.3.1.4 สร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ แบบอัตนัย มีรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนข้อสอบที่สร้างและใช้จริง แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	เนื้อหา	สร้าง (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
1	ลักษณะของอัตราส่วน	1	1
2	การหาอัตราส่วนที่เท่ากัน	1	1
3	การตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วน	1	1
4	ลักษณะของสัดส่วน	2	1
5	การหาสัดส่วน	2	1

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ข้อที่	เนื้อหา	สร้าง (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
6	ลักษณะของร้อยละ	2	1
7	การคำนวณเกี่ยวกับร้อยละ	1	1
8	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ	2	1
รวม		12	8

3.3.1.5 แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมกับด้านเนื้อหา ภาษา แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

3.3.1.6 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ จากการนำคำแนะนำที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมกับด้านเนื้อหา ภาษา แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ รายนามผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ วงศ์พินิจ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

3) คุณครูอาภาพร ปัญญาฟู ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนคณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ มีดังนี้

1. ปรับปรุงคำถามให้ครอบคลุมประเด็นที่ต้องการวัด พร้อมทั้งแก้ไขถ้อยคำให้ถูกต้อง ชัดเจน กระชับ และเหมาะสม

2. มีบางข้อคำถามที่ยังไม่ชัดเจน จำเป็นต้องปรับปรุงเพื่อให้โจทย์มีความชัดเจนมากขึ้น

3. แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ต้องมีความเหมาะสม และสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตารางที่ 3.2 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
1. ครู 1 คนเป็นที่ปรึกษาของนักเรียน 35 คน จงเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์	1. ครู 1 คนเป็นที่ปรึกษาของนักเรียน 35 คน จงเขียนอัตราส่วนแสดงความสัมพันธ์โดยละเอียด
8. งานฉลอง 111 ปี โรงเรียนสารคามพิทยาคม มีผู้เข้าร่วมงานทั้งหมด 2,580 คน แบ่งเป็นครู นักเรียน และศิษย์เก่า ถ้ามีครู 250 คน และมีนักเรียนเข้าร่วมงาน 15% ของผู้เข้าร่วมงานทั้งหมด จะมีศิษย์เก่าเข้าร่วมงานกี่คน	8. งานฉลองครบรอบ 111 ปี โรงเรียนสารคามพิทยาคม มีผู้เข้าร่วมงานทั้งหมด 2,580 คน แบ่งเป็นครูนักเรียน และศิษย์เก่า ถ้ามีครู 250 คน และมีนักเรียนเข้าร่วมงาน 15% ของผู้เข้าร่วมงานทั้งหมด จะมีศิษย์เก่าเข้าร่วมงานทั้งหมดกี่คน

3.3.1.7 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละที่คณะกรรมการปรึกษาวิทยานิพนธ์ ให้ข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item–Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

3.3.1.8 ผู้วิจัยนำผลการประเมินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC และเลือกข้อคำถามที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 269)

3.3.1.9 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้ สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1 ไม่แน่ใจจะมีคะแนนเป็น 0 ไม่สอดคล้องจะมีคะแนนเป็น -1

3.3.1.10 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 269) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้

3.3.1.11 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญมาทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ คือห้อง ม.1/14 จำนวน 36 คน ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเคยเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ มาก่อนแล้ว

3.3.1.12 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

3.3.1.13 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.7 ขึ้นไป จะถือว่าข้อสอบใช้ได้จากผลการวิเคราะห์

3.3.1.14 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3.3.2 แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

การสร้างแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) 5 ระดับ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการและแนวทางในการสร้างแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากหนังสือ บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของ (Hermans, 1970, p. 353) เพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย

3.3.2.2 สร้างแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ โดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) ชนิด 5 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2550, น. 52-55)

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวกให้คะแนน ดังนี้

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

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบให้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1	คะแนน
เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน

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

3.3.2.3 นำเสนอแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อให้พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของประเด็นคำถาม รวมถึงเพื่อรับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพิ่มเติม

3.3.2.4 นำแบบวัดที่ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมทำการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความในแบบวัดกับนิยามศัพท์เฉพาะจากผลการสังเคราะห์แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

จากการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ระหว่างข้อความกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย พบว่าข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ มีจำนวน 20 ข้อคำถาม

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมี ดังนี้

1. เครื่องมือวัดควรครอบคลุมความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล
2. ควรมีข้อคำถามเชิงลบและกำหนดวิธีการให้คะแนนในลักษณะเชิงบวก
3. ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแต่ละข้อคำถามให้ถูกต้อง ชัดเจน กระชับ และครอบคลุม

ตารางที่ 3.3 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
1. นักเรียนมีความตั้งใจที่จะทำข้อสอบให้ได้คะแนนสูงสุด	1. นักเรียนมีความตั้งใจที่จะทำข้อสอบให้ได้คะแนนสูงสุดในรายวิชาคณิตศาสตร์
7. นักเรียนมีความมุ่งมั่นที่จะทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์อย่างเต็มที่	7. นักเรียนมีความมุ่งมั่นที่จะทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์อย่างเต็มความสามารถของตนเอง
10. นักเรียนมุ่งมั่นที่จะพยายามทำคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ให้ดี	10. นักเรียนมุ่งมั่นที่จะพยายามทำคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม
17. เมื่อนักเรียนพบปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนจะไม่ปล่อยให้เป็นปัญหา	17. เมื่อนักเรียนพบปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนจะไม่ปล่อยให้ปัญหานั้นกลายเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้
20. นักเรียนมีความมั่นใจว่าไม่มีสิ่งใดยากเกินกว่าความสามารถ	20. นักเรียนมีความมั่นใจและเชื่อมั่นว่าไม่มีสิ่งใดยากเกินกว่าความสามารถของตนเอง

3.3.2.5 นำแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้งานกับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มเป้าหมายคือห้อง ม.1/14 จำนวน 36 คน ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item Total Correlation) ด้วยสูตร Pearson Product Moment Correlation Coefficient จำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกรายข้อที่ได้มีค่าอำนาจจำแนกได้ดีมาก (0.60-1.00) จำนวน 15 ข้อ และมีค่าอำนาจจำแนกได้ดี (0.40-0.59) จำนวน 5 ข้อ แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

3.3.2.6 นำแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มาดำเนินการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับโดยวิธีคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ .92

3.3.2.7 นำแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้ในการวิจัย

3.3.3 แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

การสร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) 5 ระดับ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการและแนวทางในการสร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากหนังสือ บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ (Zimmerman, 1994, p. 329) เพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย

3.3.3.2 สร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ โดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) ชนิด 5 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2550, น. 52-55)

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวกให้คะแนน ดังนี้

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

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบให้คะแนน ดังนี้

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

3.3.3.3 นำเสนอแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อให้พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของประเด็นคำถาม รวมถึงเพื่อรับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพิ่มเติม

3.3.3.4 นำแบบวัดที่ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมทำการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความในแบบวัดกับนิยามศัพท์เฉพาะจากผลการสังเคราะห์การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

จากการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ระหว่างข้อความกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย พบว่าข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ มีจำนวน 20 ข้อคำถาม

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมี ดังนี้

1. เครื่องมือวัดควรครอบคลุมความหมายของความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล

2. ควรมีข้อคำถามเชิงลบและกำหนดวิธีการให้คะแนนในลักษณะเชิงบวก

3. ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแต่ละข้อคำถามให้ถูกต้อง ชัดเจน กระชับ และครอบคลุม

ตารางที่ 3.4 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
2. แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์จะท้าทาย แต่นักเรียนก็พยายามทำจนสำเร็จ	2. แม้แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์จะท้าทาย แต่นักเรียนก็พยายามทำจนสำเร็จ
4. นักเรียนคาดหวังว่าเกรดวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนนี้จะดีขึ้น	4. นักเรียนคาดหวังว่าเกรดวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนนี้จะดีขึ้นเมื่อเทียบกับภาคเรียนก่อน
13. นักเรียนสามารถให้คำแนะนำแก่น้อง ๆ หรือเพื่อน ๆ ที่สนใจเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี	13. นักเรียนสามารถให้คำแนะนำแก่น้อง ๆ หรือเพื่อน ๆ ที่สนใจเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
18. เมื่อต้องขาดเรียน นักเรียนจะพยายามติดตามเนื้อหาที่เรียน	18. เมื่อต้องขาดเรียนเพราะไม่สบาย นักเรียนจะพยายามติดตามเนื้อหาที่เรียนให้ทัน

3.3.3.5 นำแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้งานกับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มเป้าหมายคือห้อง ม.1/14 จำนวน 36 คน ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item Total Correlation) ด้วยสูตร Pearson Product Moment Correlation Coefficient จำนวน

ทั้งหมด 20 ข้อ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกรายข้อที่ได้มีค่าอำนาจจำแนกได้ดีมาก (0.60-1.00) จำนวน 18 ข้อ และมีค่าอำนาจจำแนกได้ดี (0.40-0.59) จำนวน 2 ข้อ แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

3.3.3.6 นำแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์มาดำเนินการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับโดยวิธีคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ .93

3.3.3.7 นำแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้ในการวิจัย

3.3.4 แบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

การสร้างแบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) 5 ระดับ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.4.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการและแนวทางในการสร้างแบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากหนังสือ บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ (ศรีนวล วรรณสุธี, 2536, น. 30) เพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย

3.3.4.2 สร้างแบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ โดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) ชนิด 5 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2550, น. 52-55)

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวกให้คะแนน ดังนี้

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

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบให้คะแนน ดังนี้

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

3.3.4.3 นำเสนอแบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อให้พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของประเด็นคำถาม รวมถึงเพื่อรับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพิ่มเติม

3.3.4.4 นำแบบวัดที่ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมทำการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความในแบบวัดกับนิยามศัพท์เฉพาะ จากผลการสังเคราะห์ความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1

ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

จากการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ระหว่างข้อความกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย พบว่าข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ มีจำนวน 16 ข้อคำถาม

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมี ดังนี้

1. เครื่องมือวัดควรครอบคลุมความหมายของความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล

2. ควรมีข้อคำถามเชิงลบและกำหนดวิธีการให้คะแนนในลักษณะเชิงบวก

3. ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแต่ละข้อคำถามให้ถูกต้อง ชัดเจน กระชับ และครอบคลุม

ตารางที่ 3.5 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
3. ครูให้การบ้านหรือแบบฝึกหัด นักเรียนจะทำไม่สำเร็จ	3. เมื่อครูให้การบ้านหรือแบบฝึกหัด นักเรียนมักจะทำไม่สำเร็จ
6. เมื่อนักเรียนทราบวันสอบ นักเรียนจะเริ่มเตรียมตัวและอ่านหนังสือทันที	6. เมื่อนักเรียนทราบกำหนดการสอบ นักเรียนจะเริ่มเตรียมตัวและวางแผนการอ่านหนังสือทันที
11. นักเรียนรู้สึกเบื่อหลังจากอ่านหนังสือได้ไม่นาน	11. นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายหลังจากอ่านหนังสือได้เพียงไม่นาน

3.3.4.5 นำแบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้งานกับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มเป้าหมายคือห้อง ม.1/14 จำนวน 36 คน ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item Total Correlation) ด้วยสูตร Pearson Product Moment Correlation Coefficient จำนวนทั้งหมด 16 ข้อ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกรายข้อที่ได้มีค่าอำนาจจำแนกได้ดีมาก (0.60-1.00) จำนวน 11 ข้อ และมีค่าอำนาจจำแนกได้ดี (0.40-0.59) จำนวน 5 ข้อ แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

3.3.4.6 นำแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มาดำเนินการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับโดยวิธีคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ .88

3.3.4.7 นำแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้ในการวิจัย

3.3.5 แบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

การสร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) 5 ระดับ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.5.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการและแนวทางในการสร้างแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากหนังสือ บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ (Pajares and Miller, 1994, p. 194) เพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย

3.3.5.2 สร้างแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ โดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) ชนิด 5 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2550, น. 52-55)

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวกให้คะแนน ดังนี้

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

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบให้คะแนน ดังนี้

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

3.3.5.3 นำเสนอแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อให้พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของประเด็นคำถาม รวมถึงเพื่อรับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพิ่มเติม

3.3.5.4 นำแบบวัดที่ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมทำการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความในแบบวัดกับนิยามศัพท์เฉพาะ จากผลการสังเคราะห์การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	-1

จากการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ระหว่างข้อความกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย พบว่าข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ มีจำนวน 21 ข้อคำถาม

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมี ดังนี้

1. เครื่องมือวัดควรครอบคลุมความหมายของการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล

2. ควรมีข้อคำถามเชิงลบและกำหนดวิธีการให้คะแนนในลักษณะเชิงบวก

3. ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแต่ละข้อคำถามให้ถูกต้อง ชัดเจน กระชับ และครอบคลุม

ตารางที่ 3.6 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
1. นักเรียนวางแผนและกำหนดขั้นตอนแก้โจทย์คณิตศาสตร์อย่างรอบคอบ	1. นักเรียนวางแผนและกำหนดขั้นตอนในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์อย่างรอบคอบก่อนเริ่มลงมือทำ
3. นักเรียนตรวจคำตอบการบ้านคณิตศาสตร์ก่อนให้ครูตรวจ	3. นักเรียนตรวจสอบคำตอบของการบ้านคณิตศาสตร์ก่อนให้ครูตรวจ
5. หลังจากการสอบคณิตศาสตร์ นักเรียนหาวิธีการแก้โจทย์ข้อสอบที่ไม่ได้	5. หลังจากการสอบคณิตศาสตร์ นักเรียนพยายามหาวิธีการแก้โจทย์ข้อสอบที่ไม่ได้
10. นักเรียนสรุปขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในแต่ละประเด็น	10. นักเรียนสรุปขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในแต่ละประเด็นอย่างละเอียด
20. นักเรียนทำข้อสอบคณิตศาสตร์ด้วยความมุ่งมั่น ตั้งใจเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดี	20. นักเรียนทำข้อสอบคณิตศาสตร์ด้วยความมุ่งมั่นและตั้งใจเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด
21. นักเรียนพยายามทำข้อสอบให้ดีที่สุด	21. นักเรียนพยายามทำข้อสอบให้ดีที่สุดจนสุดความสามารถ

3.3.5.5 นำแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้งานกับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มเป้าหมายคือห้อง ม.1/14 จำนวน 36 คน ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item Total Correlation) ด้วยสูตร Pearson Product Moment Correlation Coefficient จำนวนทั้งหมด 21 ข้อ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกรายข้อที่ได้มีค่าอำนาจจำแนกได้ดีมาก (0.60-1.00) จำนวน 20 ข้อ และมีค่าอำนาจจำแนกได้ดี (0.40-0.59) จำนวน 1 ข้อ แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

3.3.5.6 นำแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มาดำเนินการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับโดยวิธีคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ .95

3.3.5.7 นำแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้ในการวิจัย

3.3.6 แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

การสร้างแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) 5 ระดับ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.6.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการและแนวทางในการสร้างแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากหนังสือ บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางคณิตศาสตร์ของ (ฐิติพร ลินิฐฎา, 2547, น. 13) นอกจากนี้ยังได้ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติจากหนังสือการวัดเจตคติของ (ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2550, น. 52-55) เพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย

3.3.6.2 สร้างแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ โดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) ชนิด 5 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2550, น. 52-55)

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวกให้คะแนน ดังนี้

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

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบให้คะแนน ดังนี้

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

3.3.6.3 นำเสนอแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อให้พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของประเด็นคำถาม รวมถึงเพื่อรับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพิ่มเติม

3.3.6.4 นำแบบวัดที่ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมทำการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความในแบบวัดกับนิยามศัพท์เฉพาะ จากผลการสังเคราะห์เจตคติทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0

ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

จากการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ระหว่างข้อความกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย พบว่าข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ มีจำนวน 25 ข้อคำถาม

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมี ดังนี้

1. เครื่องมือวัดควรครอบคลุมความหมายของเจตคติทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล
2. ควรมีข้อคำถามเชิงลบและกำหนดวิธีการให้คะแนนในลักษณะเชิงบวก
3. ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแต่ละข้อคำถามให้ถูกต้อง ชัดเจน กระชับ และครอบคลุม

ตารางที่ 3.7 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
เจตคติทางคณิตศาสตร์เชิงบวก	เจตคติทางคณิตศาสตร์เชิงบวก
1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความท้าทาย	1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความท้าทายในการเรียน
2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่คนกล้าทำกล้าตัดสินใจ	2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทำให้คนกล้าทำกล้าตัดสินใจ
5. นักเรียนต้องการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอีก	5. นักเรียนต้องการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น
10. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ชอบมากกว่าวิชาอื่น ๆ	10. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ชอบเรียนมากกว่าวิชาอื่น ๆ
15. ชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถตอบคำถามคุณครูได้	15. ในชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถตอบคำถามคุณครูได้เสมอ
เจตคติทางคณิตศาสตร์เชิงลบ	เจตคติทางคณิตศาสตร์เชิงลบ
20. นักเรียนกลัวครูที่สอนในวิชาคณิตศาสตร์และไม่อยากเข้า	20. นักเรียนกลัวครูที่สอนในวิชาคณิตศาสตร์และไม่อยากเข้าเรียนในวิชานี้
21. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่มีความจำเป็น	21. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่มีความจำเป็นในการเรียน
22. คณิตศาสตร์เป็นวิชายาก และน่าเบื่อ	22. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก และน่าเบื่อหน่าย

(ต่อ)

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
เจตคติทางคณิตศาสตร์เชิงบวก	เจตคติทางคณิตศาสตร์เชิงบวก
23. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทำให้ผลการเรียนลด	23. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทำให้ผลการเรียนลดน้อยลง
24. นักเรียนไม่ชอบกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ ที่ต้องใช้ความพยายาม	24. นักเรียนไม่ชอบทำกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ ที่ต้องใช้ความพยายามในการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง
25. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์แต่ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้	25. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์แต่ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3.3.6.5 นำแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้งานกับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มเป้าหมายคือห้อง ม.1/14 จำนวน 36 คน ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item Total Correlation) ด้วยสูตร Pearson Product Moment Correlation Coefficient จำนวนทั้งหมด 25 ข้อ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกรายข้อที่ได้มีค่าอำนาจจำแนกได้ดีมาก (0.60-1.00) จำนวน 22 ข้อ และมีค่าอำนาจจำแนกได้ดี (0.40-0.59) จำนวน 3 ข้อ แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

3.3.6.6 นำแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ มาดำเนินการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับโดยวิธีคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ .95

3.3.6.7 นำแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้ในการวิจัย

3.3.7 แบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู ดังนี้

การสร้างแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู ซึ่งเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) 5 ระดับ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.7.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการและแนวทางในการสร้างแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครูของนักเรียน จากหนังสือ บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการสอนของครูของ (Flanders, 1970, p. 3) เพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย

3.3.7.2 สร้างแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู จำนวน 20 ข้อ โดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) ชนิด 5 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2550, น. 52-55)

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวกให้คะแนน ดังนี้

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

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบให้คะแนน ดังนี้

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

3.3.7.3 นำเสนอแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อให้พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของประเด็นคำถาม รวมถึงเพื่อรับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพิ่มเติม

3.3.7.4 นำแบบวัดที่ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมทำการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความในแบบวัดกับนิยามศัพท์เฉพาะ จากผลการสังเคราะห์พฤติกรรมการสอนของครู ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้ (Item-ObjectiveCongruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	-1

จากการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ระหว่างข้อความกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย พบว่าข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ มีจำนวน 15 ข้อคำถาม

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมี ดังนี้

1. เครื่องมือวัดควรครอบคลุมความหมายของพฤติกรรมการสอนของครูอย่างสมเหตุสมผล
2. ควรมีข้อคำถามเชิงลบและกำหนดวิธีการให้คะแนนในลักษณะเชิงบวก
3. ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแต่ละข้อคำถามให้ถูกต้อง ชัดเจน กระชับ และครอบคลุม

ตารางที่ 3.8 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
1. ครูส่วนใหญ่เป็นคนที่ใจดี ทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชาคณิตศาสตร์	1. ครูส่วนใหญ่เป็นคนที่ใจดี และทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชาคณิตศาสตร์
8. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเสมอ เมื่อเกิดข้อสงสัย	8. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเสมอ เมื่อเกิดข้อคำถามหรือข้อสงสัย
13. ครูเปิดใจยอมรับในความหลากหลายของผู้เรียน	13. ครูเปิดกว้างและยอมรับในความหลากหลายของผู้เรียน

3.3.7.5 นำแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้งานกับกลุ่มนักเรียนที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มเป้าหมายคือห้อง ม.1/14 จำนวน 36 คน ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item Total Correlation) ด้วยสูตร Pearson Product Moment Correlation Coefficient จำนวนทั้งหมด 15 ข้อ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกรายข้อที่ได้มีค่าอำนาจจำแนกได้ดีมาก (0.60-1.00) จำนวน 14 ข้อ และมีค่าอำนาจจำแนกได้ดี (0.40-0.59) จำนวน 1 ข้อ แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

3.3.7.6 นำแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู มาดำเนินการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับโดยวิธีคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ .90

3.3.7.7 นำแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้ในการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนการทำวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 ขอหนังสือขออนุญาตจากคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และกำหนดวันเวลาในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

3.4.2 สังเคราะห์เอกสาร หนังสือ บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อได้ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.4.3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดต่อประสานงานกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 280 คน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงเป้าหมาย บทบาทหน้าที่ของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย รวมถึงชี้แจงวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ แบบวัด และแบบสอบถาม ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างให้ตอบคำถามและดำเนินการทุกขั้นตอนด้วยความตั้งใจ เพื่อให้ได้ข้อมูลตามความเป็นจริง

3.4.4 วันแรกผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์จำนวน 8 ข้อ ซึ่งใช้เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 50 นาที

3.4.5 วันที่สองผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งหมด 3 แบบวัด ซึ่งใช้เวลา 50 นาที

3.4.6 วันที่สามผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดพฤติกรรมการสอนของครู รวมทั้งหมด 3 แบบวัด ซึ่งใช้เวลาใน เวลา 50 นาที

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนในแต่ละข้อ โดยให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมของข้อสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย พิจารณาให้คะแนนจากการตอบในภาพรวม ดังนี้

ด้านการคิด/แปลงปัญหา (formulate) ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

รายการสมรรถนะ	น้ำหนัก	คะแนน	พฤติกรรม
สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F)	1	2	เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา
		1	เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้แต่ไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา
		0	ไม่สามารถเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ไม่ตอบ
สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E)	1	2	แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องทั้งหมด
		1	แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องหรือตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
		0	ไม่แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และไม่ตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนด
สมรรถนะการตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I)	1	2	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาและนำมาใช้ตีความได้ถูกต้องทั้งหมด
		1	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาหรือนำมาตีความได้ถูกต้องบางส่วน
		0	ไม่สามารถอธิบายได้/ไม่ตอบ

(ต่อ)

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

รายการสมรรถนะ		น้ำหนัก	คะแนน	พฤติกรรม
สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R)	2	2	บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใ เป็นแนวทางแก้ปัญหาและบอกเหตุผลทางคณิตศา ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล	
		1	บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใ เป็นแนวทางแก้ปัญหาหรือบอกเหตุผลทางคณิตศา ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผลบางส่วน	
		0	ไม่สามารถอธิบายได้/ไม่ตอบ	
รวม	5	8	คิดเป็นคะแนนเต็ม 10 คะแนน	

จากตารางที่ 3.9 เกณฑ์การให้คะแนนข้างต้นสามารถกำหนดวิธีการแปลระดับคะแนนเป็น สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เช่น

0–3 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง

4–7 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

8–10 คะแนนหมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

สรุปได้ว่าเกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ แบบเกณฑ์ย่อยซึ่งกำหนดปร การให้ คะแนนเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0–3 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ใน ปรับปรุง 4–7 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี 8–10 คะแนน หม มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 สมรรถนะ ดังนี้ 1) สมรรถนะก แปลงปัญหา (Formulate: F) 2) สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E) 3) สมรรถนะการตี และประเมิน (Interpret and Evaluate: I) 4) สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathem Reasoning: R)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้ใช้ การตรวจให้คะแนนในแต่ละข้อ โดยพิจารณาได้จากการเลือกตัวเลือกที่ถูกต้อง และให้คะแน ที่กำหนดไว้ในเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละด้าน

โดยผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการแปลผลแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังต 3.10

n แทน จ

3.6.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนม

พศาล วรคำ, 2565, น. 325)

เมื่อ S แทน ส

$\overline{X}$ แทน ค

x_i แทน ค

n แทน จ

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์เ

3.6.2.1 หาค่าดัชนีความส

ณิตศาสตร์ แบบวัดการรับรู้ความสามาร

ยนวิชาคณิตศาสตร์ แบบวัดการกำกับต

บบวัดพฤติกรรมการสอนของครู โดยคำ

เมื่อ IOC แทน

R_i แทน

N แทน

3.6.2.2 ค่าความยากง่าย (

เนย์ และซาเบอร์สแบบอิงกลุ่ม (Whith



ใฝ่ส

แบ

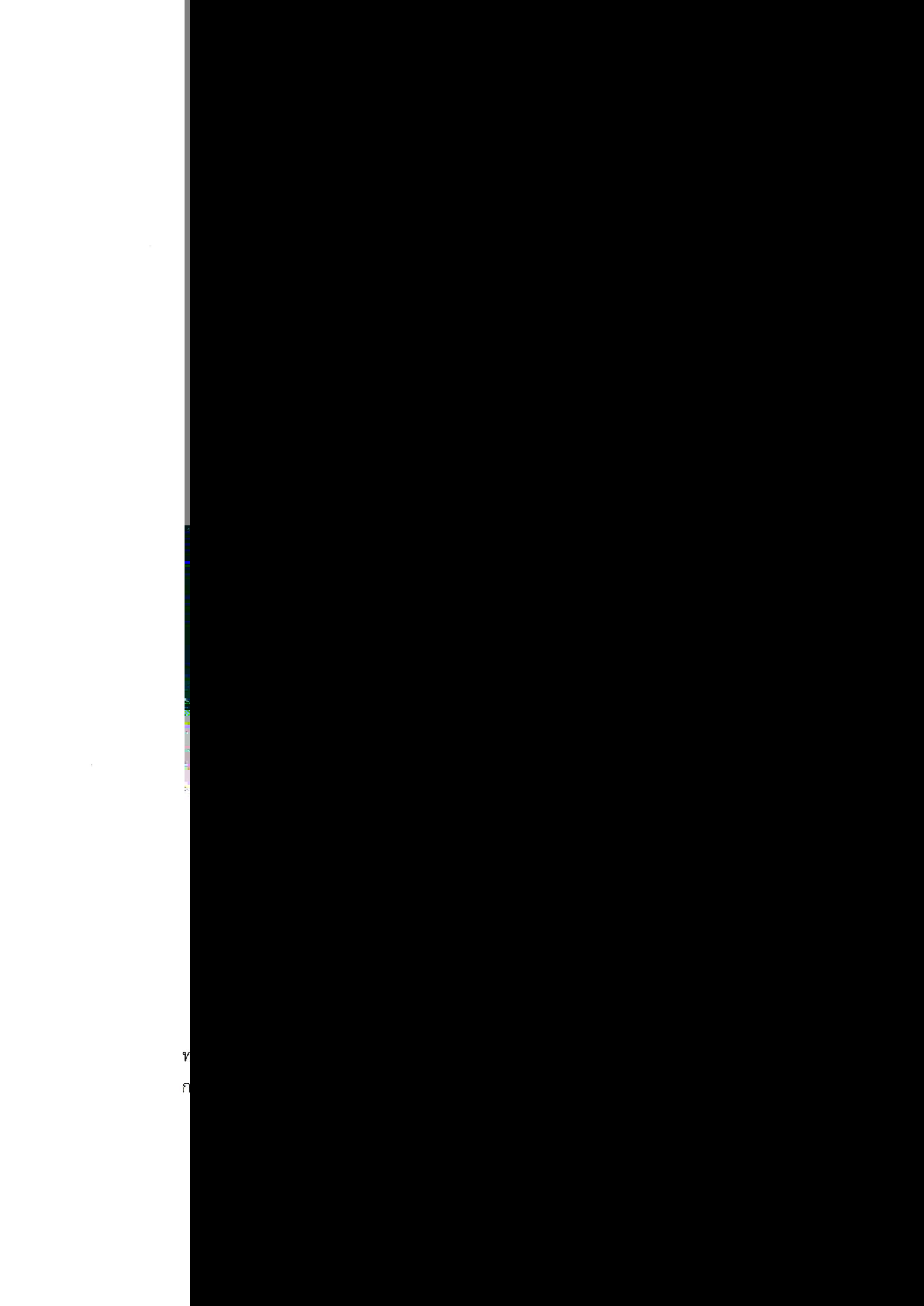
แบ

ซาเ

วัดแ

คณิ

คณิ



$$t = \frac{r_{xy}\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}}, df = n-2 \quad (3\text{-}11)$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

r_{xy} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

1. ถ้าค่า t คำนวณมากกว่าหรือเท่ากับ t ที่เปิดจากตาราง จะได้ข้อสรุปได้ว่าค่า r ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญทั้งหมดที่กำหนดนั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ถ้าค่า t คำนวณน้อยกว่า t ที่เปิดจากตารางจะได้ข้อสรุปได้ว่า ค่า r ที่คำนวณไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนดนั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

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

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ

1. ถ้าค่า r คำนวณมากกว่าหรือเท่ากับ r ที่เปิดจากตาราง จะสรุปได้ว่าค่า r ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด นั่นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ถ้าค่า r คำนวณน้อยกว่า r ที่เปิดตาราง จะสรุปได้ว่า ค่า r ที่คำนวณได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระดับนัยสำคัญทางสถิติ

3.6.2.6 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงซ้อน (Multiple regression Coefficients) โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อนแบบสเต็ปไวส์ (Stepwise Multiple Analysis) เพื่อคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่ดีที่สุด (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2543, น. 292)

สมการพยากรณ์ ในรูปคะแนนดิบ

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \ldots + b_kX_k \quad (3\text{-}12)$$

สมการพยากรณ์ ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$Z_{\hat{Y}} = \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \ldots + \beta_kX_k \quad (3\text{-}13)$$