

M2x 199163

การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
กับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นายสิทธิกร โพธิ์ศิริ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2563

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นายสิทธิกร โพธิ์ศิริ แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ว่าที่ร้อยโท _____ ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชัย จันทขุม)

_____ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนศิริินทร์ สว่างบุญ)

_____ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา)

_____ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ว่าที่ร้อยโท _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชัย จันทขุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์

_____ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรค้ำ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ชื่อเรื่อง : การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัย : นายสิทธิกร โพธิ์ศิริ

ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์ศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ

ปีการศึกษา : 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) ศึกษาการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามกลุ่มความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ 3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ปีการศึกษา 2563 จำนวน 127 คน ซึ่งได้จากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87 แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 และแบบสัมภาษณ์การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม แล้วเลือกนักเรียนกลุ่มละ 2 คน รวมเป็น 12 คน (กรณีศึกษา) มาสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน และใช้วิธีการศึกษาเฉพาะรายกรณี (Case Study Method) โดยการนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ (Descriptive Analysis)

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 47.24 และนักเรียนมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 57.48 2) การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำแนกตามกลุ่มความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูง ในขั้นทำความเข้าใจโจทย์นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ มีการวางแผนโดยใช้ประโยคข้อความหรือประโยคคณิตศาสตร์ ในขั้นดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้ตามที่

วางแผนไว้ ในขั้นตรวจสอบคำตอบนักเรียนระบุการตรวจสอบคำตอบแต่ยังไม่สรุปคำตอบ หรือยังระบุการตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลาง ในขั้นทำความเข้าใจปัญหานักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ แต่ยังไม่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ไม่ถูกต้อง มีการวางแผนแก้ปัญหาโดยระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาแล้วนำมาเขียนเป็นประโยคคณิตศาสตร์ ในขั้นดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนมีการดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบโดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนได้ชัดเจน หรือระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพื่อหาคำตอบแต่ไม่แสดงการดำเนินการ มีการสรุปคำตอบในขั้นนี้ ในขั้นตรวจสอบคำตอบมีการตรวจสอบคำตอบแต่ไม่ได้อธิบายขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบที่ชัดเจน และไม่มีการสรุปคำตอบในขั้นนี้ และนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ ในขั้นทำความเข้าใจปัญหานักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่ยังสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ นักเรียนมีการวางแผนโดยเขียนเป็นประโยคข้อความที่บอกถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาแบบสั้น ๆ มีการดำเนินการแก้ปัญหา แต่อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ไม่ค่อยชัดเจนหรือดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง มีการตรวจสอบคำตอบแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบและไม่มีการสรุปคำตอบในขั้นตอนนี้ และ 3) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .621 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

คำสำคัญ : ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Title : The Study of Critical Thinking Abilities and Solving Mathematical Word Problems for Students in Seventh Grade.

Author : Mr. Sittikorn Phosiri

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

Advisors : Assistant Professor Dr. Yuthapong Tipchat

Year : 2020

ABSTRACT

In this research, the purposes were 1) to study the critical thinking abilities and mathematical word problems solving in the integer for seventh-grade students, 2) to study the solving mathematical word problems in the integer for the classified students with critical thinking abilities in seventh grade, and 3) to study the relation of critical thinking abilities and solving mathematical word problems in the integer for seventh grade students. The representative students of for this study were 127 of seventh-grade students at Yangtaladwittayakarn School, in 2020. In addition, the representative students were chosen by using cluster random sampling method. The instruments for data collection including the critical thinking abilities test with reliability of 0.87, the solving mathematical word problems test with reliability of 0.92 and the interview form of solving mathematical problems, were used. After testing, the students were divided into 6 groups, 2 persons of each group were selected as representative students (12 persons) to personally interview about solving mathematical word problems for more information. The statistics including percentage, mean, standard deviation and Pearson product moment coefficient were used in this work and the case study method were presented though descriptive analysis.

The results of the present research revealed that 1) both of the critical thinking ability and the solving mathematical word problem for the students in seventh grade were found on the average at moderate level, accounting for 47.24 and 57.48 presents, respectively, 2) solving mathematical word problem of the

classified students by critical thinking abilities, the students with a high level of critical thinking ability could understand in assignments and requirements of the problem, importantly, they could plan the solution though mathematical signs or sentences to successfully solve the problem, in the process of checking the answer, they could identify the answer validation but could not summarize the final answer or correctly check the answer, for the students with a moderate level of critical thinking ability, they could understand in requirements of the problem only, and could plan the solution though mathematical signs or sentences for solving the problem, in the checking answer process, they could briefly identify the answer but could not summarize the final answer, finally, the students with a low level of critical thinking ability, they could understand in requirements of the problem only, and they would plan the solution by writing normal short word, resulting in incorrect of the answer, moreover, the answer was not checked and summarized. and 3) correlation between the critical thinking ability and solving mathematical word problem for the seventh-grade students was at a moderate level. The correlation coefficient was .621 with statistical significance at .01.

Keywords: Critical Thinking Ability and Solving Mathematical Word Problem

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยโท ดร.ณัฐรัชชัย จันทชุม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ที่เป็น ประโยชน์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อรัญ ชูยกระเดื่อง ผู้เชี่ยวชาญด้าน สถิติ การวัดและประเมินผล อาจารย์ ดร.อัจฉริยา พรมท้าว ผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณ และคุณครูมะลิวัลย์ ศรีบานชื่น ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้ คำแนะนำในการตรวจสอบและปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ โรงเรียน คณะครู และนักเรียน โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้ เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ได้สนับสนุน ทุนในการนำเสนองานวิจัยระดับชาติ สำหรับงานราชภัฏวิจัย ครั้งที่ 6 และขอขอบคุณเพื่อน ๆ สาขา คณิตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ ทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ บุคลากร จากคณะครุศาสตร์ และบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาช่วยเหลือ อำนาจความสะดวกในการดำเนินเรื่องเอกสารต่าง ๆ กับผู้วิจัย

คุณประโยชน์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดาที่ได้อบรมสั่งสอนทั้งทางกาย วาจา ใจ ตลอดจนครูบาอาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ให้กับผู้วิจัยทุกท่าน

นายสิทธิกร โพธิ์ศิริ

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ข
ABSTRACT.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	5
1.3 ขอบเขตการวิจัย	6
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	9
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	9
2.2 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	15
2.3 การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	36
2.4 คะแนนมาตรฐาน T ปกติ (T-Score)	65
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	71
2.5 กรอบแนวคิดของการวิจัย	75
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	76
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	76
3.2 เครื่องมือวิจัย	78
3.3 การสร้างเครื่องมือและหาคุนภาพเครื่องมือ	78
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	84

หัวเรื่อง	หน้า
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	87
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	88
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	92
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	92
4.2 ลำดับชั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล	92
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	93
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	110
5.1 สรุปผลการวิจัย	110
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	111
5.3 ข้อเสนอแนะ	116
บรรณานุกรม	117
ภาคผนวก	127
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย	128
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	130
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	135
ภาคผนวก ง การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	145
ภาคผนวก จ การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ.....	151
ภาคผนวก ฉ การเผยแพร่ผลงานวิจัย.....	154
ประวัติผู้วิจัย	156

สารบัญญัตราสาร

ตารางที่		หน้า
2.1	มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้.....	12
2.2	มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้	13
2.3	มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปแบบเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้.....	13
2.4	มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา	14
2.5	ขั้นตอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถของ McMillan.....	29
2.6	การให้คะแนนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของชาร์ลส์ เลชเตอร์และโอเพนเดฟอร์..	63
2.7	เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	64
2.8	การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ	66
2.9	การเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปสู่คะแนน T ปกติ.....	67
2.10	การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติ	69
3.1	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	80
3.2	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	82
3.3	เกณฑ์แบ่งระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามคะแนนมาตรฐาน T ปกติ ...	85
3.4	เกณฑ์แบ่งระดับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	86
4.1	จำนวน และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม	93
4.2	คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	94
4.3	จำนวน และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม	95
4.4	คะแนนเฉลี่ยการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	95

ตารางที่	หน้า
4.5 จำนวน และร้อยละ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม.....	106
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	107
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	108



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของอุษณีย์ โพธิ์สุข.....	32
2.2	ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของยุพิน พิพิธกุล.....	49
2.3	เส้นโค้งปกติมาตรฐานของการตัด 3 เกรด.....	70
2.4	เส้นโค้งปกติมาตรฐานของการตัด 4 เกรด.....	71
2.5	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	75
3.1	ขั้นตอนการหากลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random Sampling).....	77
3.2	เลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (กรณีศึกษา).....	86
4.1	งานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูง และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง.....	98
4.2	งานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูง และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ.....	99
4.3	งานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับ ปานกลางและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง.....	100
4.4	งานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับ ปานกลางและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ.....	101
4.5	งานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง.....	102
4.6	งานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง.....	103

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนามนุษย์ การศึกษาคณิตศาสตร์ไม่ได้มีประโยชน์เพียงเพื่อการคิดคำนวณ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับมนทัศน์ มีลักษณะเป็นสากล เป็นภาษาสัญลักษณ์ กำหนดสัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีความเป็นเหตุเป็นผลคณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ เกี่ยวข้องกับความคิด เป็นโครงสร้างที่มีเหตุผล และมีความเป็นศิลปะ ฝึกการคิดอย่างมีระบบระเบียบ ฝึกการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล และเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นต้องการให้นักเรียนได้มนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีทักษะการคิดคำนวณ สามารถนำหลักการ กฎ สูตร มาใช้ และสามารถแก้ปัญหาได้ (สิริพร ทิพย์คง, 2558, น. 5) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงมุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ ให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 พัฒนาระบวนการคิด เตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงการให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ สามารถควบคุมกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการคิดของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ตระหนักและเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ สามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยและการตัดสินใจ นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, น. 10) ซึ่งทักษะในศตวรรษที่ 21 ทักษะหนึ่ง คือ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ได้แก่ ความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม

การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา การสื่อสารและการร่วมมือ ทักษะนี้จะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน (ไสว พักขาว, 2558, น. 2) ซึ่งในการจัดทำหลักสูตรแกนกลางหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 นั้น ได้คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญด้วย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 มุ่งเน้นการปรับปรุงเนื้อหาให้มีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการต่าง ๆ คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ เตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆพร้อมที่จะประกอบอาชีพ เมื่อจบการศึกษาหรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ซึ่งการปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้มีกรอบในการปรับปรุง คือ ให้มีองค์ความรู้ที่เป็นสากลเทียบเท่านานาชาติ ปรับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดให้มีความชัดเจน ลดความซ้ำซ้อน สอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้ และระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ ตลอดจนเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เข้าด้วยกัน จัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาในแต่ละระดับชั้นตามพัฒนาการแต่ละช่วงวัย ให้มีความเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการเรียนรู้ โดยให้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, น. 2) มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดเป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาผู้เรียน เป็นกรอบและแนวทางในการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานและตัวชี้วัดซึ่งระบุสิ่งที่ผู้เรียนต้องรู้และปฏิบัติได้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) – ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือการเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้นจะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 1)

การเรียนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนของทุกประเทศทั่วโลก มุ่งเน้นเพื่อนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มักเป็นสถานการณ์จำลองที่หลากหลายและเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ทำให้จุดเน้นที่สำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนของทุกประเทศทั่วโลก เป็นการให้นักเรียนฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การที่นักเรียนได้ฝึกฝนและเรียนรู้

การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีโครงสร้างหลากหลาย จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, น. 150) ทั้งนี้การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ โดยการแก้โจทย์ปัญหาเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นอันดับแรกของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ เพราะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน และโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อาจมีทั้งที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์และไม่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือ ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที ถ้าเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนรู้วิธีการหาคำตอบหรือรู้คำตอบทันที สถานการณ์นั้นก็ไม่ใช่ปัญหาอีกต่อไป ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนคนหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนอีกคนหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน การแก้ปัญหามathematics จึงเป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, น. 70) ดังนั้น ทักษะการแก้ปัญหามathematics จึงเป็นส่วนสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหามathematics ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ และช่วยให้ผู้เรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะ ความคิดรวบยอดและหลักการต่าง ๆ ความสำเร็จในการแก้ปัญหามathematics จะทำให้เกิดการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนที่ต้องการ ซึ่งการแก้ปัญหามathematics ต้องอาศัยการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อนำไปใช้อย่างสมเหตุสมผลซึ่งเป็นความสามารถของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดขั้นสูงซึ่งเป็นกระบวนการเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหามathematics โดยใช้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นความสามารถในการคิดอย่างหนึ่งซึ่งส่งเสริมการแก้ปัญหามathematics ให้ได้คำตอบที่ถูกต้องหรือได้ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ถือได้ว่าคำตอบหรือข้อสรุปเป็นผลมาจากความสามารถในการอย่างมีวิจารณญาณในการแก้ปัญหามathematics (Bono, 1976, pp. 29-32) นอกจากนี้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นสามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ในกระบวนการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหามathematics และยุทธวิธีที่บุคคลจะสามารถตัดสินใจในการแก้ปัญหามathematics ให้เป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพก็ได้แก่การใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Paul, 1985, pp. 36-39) ซึ่ง การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหามathematics ที่ช่วยให้แก้ปัญหามathematics และตัดสินใจได้อย่างถูกต้องโดยอาศัยการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่พิจารณาจากข้อมูลอย่างละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ และถ้าบุคคลมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเมื่อพบปัญหาหรือข้อโต้แย้งหรือข้อมูลข่าวสารใด ๆ ก็จะใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทำให้

สามารถพิจารณาถึงข้อสรุปและตัดสินใจอย่างถูกต้องมีเหตุผล สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (มยุรี ทรัพย์, 2544, น. 3)

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดทางคณิตศาสตร์ที่จัดเป็นการคิดระดับสูง (Krulik and Rudnick, 1993, pp. 3-5) ที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ การดำเนินชีวิตและเป็นคุณลักษณะของผู้เรียน ตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาในยุคปัจจุบัน (คันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ, 2544, น. 29) และความสามารถในการคิด การคิดอย่างมีวิจารณญาณหรือการคิด เป็นคุณสมบัติที่พึงปรารถนา เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการศึกษาและการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์และสภาพปัจจุบัน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ความรู้และวิทยาการใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้บุคคลทั้งหลาย จำเป็นต้องมีทักษะในการคิด เพื่อที่จะช่วยให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติสุขในสังคมที่ซับซ้อน และเต็มไปด้วยปัญหาต่าง ๆ บุคคลจำเป็นต้องตัดสินใจอยู่เสมอ และการตัดสินใจที่ดีนั้นก็ต้องอาศัยความสามารถในการคิดเป็นพื้นฐาน (ทีศนา แคมมณี, 2534, น. 19) และเหตุผลของความจำเป็นในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณนับว่าเป็นทักษะการคิดทั่วไปที่สำคัญเพราะทำให้มีความสามารถในการคิดได้อย่างแจ่มแจ้งชัดเจนและมีเหตุผล มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจฐานความรู้ใหม่ ความรู้เศรษฐกิจระดับโลกล้วนขับเคลื่อนด้วยสารสนเทศและเทคโนโลยี การที่ต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ เศรษฐกิจโลกใหม่นับว่ามีความต้องการเพิ่มขึ้นในเรื่องของทักษะทางปัญญาที่มีความยืดหยุ่นและความสามารถในการวิเคราะห์และบูรณาการข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ในการช่วยแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ช่วยเพิ่มพูนทักษะทางด้านภาษาและนำเสนอ การคิดได้อย่างแจ่มแจ้งชัดเจนและเป็นระบบจะช่วยให้การแสดงออกทางความคิดของเรา ในการเรียนรู้ที่จะวิเคราะห์โครงสร้างเชิงตรรกะของตัวเอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณจะช่วยปรับปรุงความสามารถในการทำความเข้าใจเรื่องต่าง ๆ ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ในการที่จะได้ทางแก้ปัญหา ทางออกอย่างสร้างสรรค์ ไม่ได้เกี่ยวข้องเฉพาะกับการมีความคิดใหม่ ๆ แต่ความคิดใหม่ ๆ ที่จะก่อเกิดต้องสอดคล้องกับงานด้วย ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะมีบทบาทสำคัญในการช่วยประเมินความคิดใหม่ ๆ การคัดเลือกอันที่ดีที่สุด และการคิดอย่างมีวิจารณญาณถือว่าการสะท้อนตัวตนในการที่เราจะมีชีวิตอยู่อย่างมีความหมายและวางโครงสร้างชีวิตได้อย่างเหมาะสมนั้น เราจำเป็นต้องมีความสมเหตุสมผลและสะท้อนด้วยค่านิยมและตัดสินใจของเรา การคิดอย่างมีวิจารณญาณนับเป็นเครื่องมือสำหรับกระบวนการในการประเมินตนเองของเรา (บรรจง อมรชีวิต, 2556, น. 17-18) ดังนั้น ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีความสามารถในการคิดอย่างไตร่ตรองรอบคอบเพื่อพิจารณาแยกแยะ เลือกรับข้อมูลที่มีประโยชน์และใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เกิดขึ้นเพราะความรู้และวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ได้ผลในวันนี้อาจล้าสมัยและใช้ไม่ได้ในวันหน้า ซึ่งบุคคลที่จะมีชีวิตรอดอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขจะต้องเป็นคนที่มีความสามารถทางการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือการมีทักษะและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั่นเอง

จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ของโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร วิชาคณิตศาสตร์ของมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2560 ปีการศึกษา 2561 และปีการศึกษา 2562 มีคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนเท่ากับ 20.67 25.71 และ 20.88 คะแนน ตามลำดับ เมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศจะพบว่าคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนอยู่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ และเมื่อพิจารณาเนื้อหาที่ประเมินปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในสาระจำนวนและการดำเนินการ ในปีการศึกษา 2560 ปีการศึกษา 2561 และปีการศึกษา 2562 มีคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนเท่ากับ 21.63 21.74 และ 14.59 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งเป็นสาระที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ดังนั้น การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จะทำให้ทราบวิธีการคิดและระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเนื้อหาที่ศึกษาอยู่ในสาระจำนวนและการดำเนินการ เรื่อง จำนวนเต็ม ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และมีการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันเสมอ

จากความสำคัญที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อให้ทราบถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องทางการศึกษาได้พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร

1.2.2 เพื่อศึกษาการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำแนกตามความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1.2.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จากกลุ่มเรียน 12 กลุ่ม จำนวนนักเรียน 336 คน (เนื่องจากผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 การจัดรูปแบบการเรียนจึงเป็นแบบกลุ่มเรียน)

1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จากกลุ่มเรียน 5 กลุ่ม จำนวนนักเรียน 127 คน ซึ่งขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการคำนวณสูตรของยามาเน่และได้มาโดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยสุ่มได้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่ม 2 จำนวน 26 คน กลุ่ม 4 จำนวน 25 คน กลุ่ม 5 จำนวน 25 คน กลุ่ม 7 จำนวน 26 คน และกลุ่ม 11 จำนวน 25 คน

1.3.3 ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.3.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ รายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่อง จำนวนเต็ม

1.3.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

“ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking Ability)” หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบและมีเหตุผล เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ข้อโต้แย้ง ข้อความ จากข้อมูลที่มีอยู่หรือหลักฐานที่เชื่อถือได้ โดยใช้ความรู้ หลักการและประสบการณ์ เพื่อการประเมินและตัดสินใจว่าอะไรควรเชื่อและควรปฏิบัติตาม นำไปสู่ข้อสรุปที่

ถูกต้องและมีความสมเหตุสมผล โดยมีองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5 ประการ ตามแนวคิดของ Watson and Glaser (2008, pp. 15-22) ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการพิจารณาว่าข้อสรุปใดสมเหตุสมผล โดยอิงความรู้ หลักการ และทฤษฎี
2. การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการพิจารณาว่าข้อตกลงใดเป็นข้อตกลงหรือเงื่อนไขที่ได้จากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนด
3. การวิเคราะห์ เป็นการพิจารณาองค์ประกอบของข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนด และเชื่อมโยงความสัมพันธ์กันขององค์ประกอบเหล่านั้น
4. การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อลงข้อสรุป เป็นการพิจารณาระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตหรือคาดคะเนความจริงจากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนด
5. การประเมินข้อโต้แย้ง เป็นกาพิจารณาว่าข้อโต้แย้งใดมีความหนักแน่นน่าเชื่อถือ โดยพิจารณาจากเหตุผลประกอบข้อโต้แย้งนั้น

ซึ่งความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนี้สามารถประเมินได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม จำนวน 20 ข้อ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก วัด 2 องค์ประกอบ คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น องค์ประกอบละ 4 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นแบบอัตนัยเติมคำตอบ วัด 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ การอนุมานหรือลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุปและการประเมินข้อโต้แย้ง องค์ประกอบละ 4 ข้อ

“โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Word Problem)” หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ อาจอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล ซึ่งการหาคำตอบนั้นผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องใช้ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะสามารถหาคำตอบได้

“การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Solving Mathematical Word Problem)” หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่สามารถบอกคำตอบได้ในทันที ผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องอาศัยความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาดังกล่าว โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya (1957, pp. 5-40) 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่าโจทย์กำหนดข้อมูลใดมาให้และโจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด

2. **ขั้นวางแผนแก้ปัญหา** นักเรียนต้องกำหนดขั้นตอนหรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหาโดยพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งต้องมีการนำ กฎ บทนิยาม ทฤษฎี มโนทัศน์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์มาใช้ในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว

3. **ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา** นักเรียนต้องดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในขั้นวางแผนแก้ปัญหา โดยดำเนินการตามวิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่โจทย์ต้องการ

4. **ขั้นตรวจสอบคำตอบ** นักเรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาว่าดำเนินการไปตามแผน หรือถูกต้องตามวิธีการทางคณิตศาสตร์หรือไม่ รวมทั้งตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

ซึ่งการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์นี้สามารถประเมินได้จากแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม จำนวน 3 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยเขียนแสดงวิธีทำตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เป็นข้อสนเทศให้นักการศึกษาทั่วไปตระหนักถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ

1.5.2 เป็นข้อสนเทศในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ตรงจุดมากยิ่งขึ้น

1.5.3 นำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้เป็นข้อสนเทศในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. คะแนนมาตรฐาน T ปกติ (T - Score)
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
6. กรอบแนวคิดของการวิจัย

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

2.1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปแบบ ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปแบบเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

2.1.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาพ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

2.1.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการเรียนคณิตศาสตร์

ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจหรือสร้างกรณีทั่วไป โดยใช้ความรู้ที่ได้จากการศึกษากรณีตัวอย่างหลาย ๆ กรณี

2. มองเห็นว่าสามารถใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

3. มีความมุ่งมั่นในการทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. สร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่างสมเหตุสมผล

5. ค้นหาลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ และประยุกต์ใช้ลักษณะดังกล่าวเพื่อทำความเข้าใจหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.4 คุณภาพผู้เรียน

เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

5. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

6. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

7. มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิตตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

8. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ

9. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวยและทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

10. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

11. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

12. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

13. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

14. มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

15. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็น และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

ตารางที่ 2.1 มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>1. เข้าใจจำนวนตรรกยะและความสัมพันธ์ของจำนวนตรรกยะ และใช้สมบัติของจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p> <p>2. เข้าใจและใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวกในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p>	<p>จำนวนตรรกยะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - จำนวนเต็ม - สมบัติของจำนวนเต็ม - ทศนิยมและเศษส่วน <p>จำนวนตรรกยะและสมบัติของจำนวนตรรกยะ</p> <ul style="list-style-type: none"> - เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวก - การนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนเต็ม <p>จำนวนตรรกยะ และเลขยกกำลังไปใช้ในการแก้ปัญหา</p>
<p>3. เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p>	<p>อัตราส่วน</p> <ul style="list-style-type: none"> - อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน - สัดส่วน - การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 2.2 มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1.. เข้าใจและใช้สมบัติของการเท่ากันและสมบัติของจำนวน เพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การแก้สมการเชิงเส้นเชิงตัวแปรเดียว - การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปใช้ในชีวิตจริง
2. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับกราฟในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง 3. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงเส้นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	สมการเชิงเส้นสองตัวแปร - กราฟของความสัมพันธ์เชิงเส้น - สมการเชิงเส้นสองตัวแปร - การนำความรู้เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและกราฟของความสัมพันธ์เชิงไปใช้ใน ชีวิตจริง

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

ตารางที่ 2.3 มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปแบบเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. ใช้ความรู้ทางเรขาคณิตและเครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือ โปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง	การสร้างทางเรขาคณิต - การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต - การสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต - การนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตไปใช้ใน ชีวิตจริง

(ต่อ)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. เข้าใจและใช้ความรู้ทางเรขาคณิตในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ	มิติสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิต - หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ - ภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง ด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

ตารางที่ 2.4 มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	สถิติ - การตั้งคำถามทางสถิติ - การเก็บรวบรวมข้อมูล - การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง กราฟเส้น และแผนภูมิรูปวงกลม - การแปลความหมายข้อมูล - การนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง

2.1.6 รายละเอียดเนื้อหา เรื่อง จำนวนเต็ม

รายละเอียดเนื้อหา เรื่อง จำนวนเต็ม ในหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย

1. จำนวนเต็ม
2. การบวกจำนวนเต็ม
3. การลบจำนวนเต็ม
4. การคูณจำนวนเต็ม
5. การหารจำนวนเต็ม
6. สมบัติของการบวก และการคูณจำนวนเต็ม

2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดขั้นสูงที่ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตัดสินใจด้วยเหตุผล ตลอดจนการประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ หรือตอบคำถามที่กำหนดขึ้นอย่างเป็นขั้นตอนมีความชัดเจนด้วยตรรกะที่สามารถพิสูจน์ข้อความจริงให้ประจักษ์ชัดเจน และถ้ามนุษย์ทุกคนใช้ชีวิตอย่างมีวิจารณญาณจะสามารถตัดสินใจและเลือกสิ่งต่าง ๆ ที่ดีงามให้กับชีวิตได้ รายละเอียดเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีดังนี้

2.2.1 ความหมายของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ความหมายของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นมีนักการศึกษาให้ความหมายที่หลากหลาย ดังนี้

Glaser (1941, อ้างถึงใน บรรจง อมรชีวิน, 2556, น. 2) ได้ให้นิยามว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง

1. ทักษะคิดที่โน้มน้าวต่อการพิจารณาด้วยความไตร่ตรองต่อปัญหาและประเด็นภายในขอบเขตของประสบการณ์

2. ความรู้ในวิธีการของการถามและการให้เหตุผลอย่างมีตรรกะ

3. ทักษะบางอย่างในการประยุกต์เข้ากับวิธีการเหล่านั้น

Watson and Glaser (1964, p. 10) ได้ให้นิยามว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงความคิดที่ประกอบด้วย เจตคติ ความรู้ และทักษะ ดังนี้

1. เจตคติ (Attitude) หมายถึง ความสนใจในการแสวงหาความรู้ ตลอดจนการค้นหาหลักฐานมาสนับสนุนสิ่งที่อ้างว่าเป็นจริง

2. ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการอนุมาน การสรุปใจความสำคัญ และการสรุปนัยทั่วไปโดยพิจารณาจากหลักฐาน และการใช้หลักฐานตรรกวิทยา

3. ทักษะ (Skills) หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาเจตคติ และความรู้ไปประยุกต์ใช้พิจารณาตัดสินปัญหา ข้อความหรือข้อสรุปต่าง ๆ ได้

Good (1973, อ้างถึงใน สุวิทย์ มูลคำ, 2547, น. 9) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า หมายถึง การคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

Bono (1976, pp. 29-32) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณสรุปได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดขั้นสูงซึ่งเป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั่วไปในโลกแห่ง

ความเป็นจริงของแต่ละบุคคล ส่วนอีกนัยหนึ่ง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นกระบวนการคิดเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์

Yinger (1988, p. 84) ได้ให้ความหมาย การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ว่าเป็นการประเมินผลลัพธ์ทางการคิดที่มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการสร้างสรรค์ผลลัพธ์ต่าง ๆ การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดที่จะสะท้อนออกมาในรูปของการยอมรับ การปฏิเสธหรือการปรับเปลี่ยนสถานการณ์เพื่อการแก้ปัญหาหรือตัดสินใจ

Hudgins (1997, pp. 137-138) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ว่าหมายถึง การมีเจตคติในการค้นคว้าหลักฐานเพื่อทำการวิเคราะห์ และประเมินข้อโต้แย้งต่าง ๆ การมีทักษะในการใช้ความรู้จำแนกข้อมูล และมีการตรวจสอบสมมติฐานเพื่อหาข้อสรุปอย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

Halpern (1999, p. 110) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การใช้ทักษะกระบวนการคิดหรือกลยุทธ์ที่เพิ่มความน่าจะเป็นให้ผลลัพธ์มีความน่าพึงพอใจมากยิ่งขึ้น การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดที่มีความหมาย มีเหตุมีผล มุ่งไปสู่เป้าหมาย และเป็นประเภทของการคิดที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา การสร้างข้อสรุป การคาดคะเนเรื่องราวต่าง ๆ และการตัดสินใจ ผู้คิดใช้ทักษะเหล่านี้้อย่างเหมาะสม ไม่ด่วนสรุป และใช้สติ สมาธิ พิจารณาอย่างตั้งใจ

Paul and Elder (2001, p. 137) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การคิดเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เนื้อหาเนื้อหาหนึ่ง หรือปัญหาใดปัญหาหนึ่ง ที่พัฒนาคุณภาพการคิดของผู้คิดให้คล่องแคล่ว เกิดการคิดโดยอัตโนมัติและเป็นผู้ที่มีเหตุมีผลสูง

McWhorter (2006, p. 57) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการพลวัตของการตั้งคำถามเกี่ยวกับความคิดประเด็นต่าง ๆ จากการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้จริงหรือส่งผลให้เกิดได้จริง

Elder (2009, p. 76) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการชี้แนะทางตนเอง การควบคุมหรือฝึกฝนตนเองให้คิด โดยใช้เหตุผลระดับสูงและปราศจากอคติ บุคคลที่จะเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ต้องมีความพยายามอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ มีเหตุมีผล และเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่น

Ellis (2009, p. 107) ได้สรุปความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นวิธีคิดที่แยกระหว่างความคิดเห็นกับความจริงที่ได้มาจากการซักถาม การสังเกต การค้นหาความจริงจากการตั้งข้อสังเกตที่มีการอธิบายความหมาย การทำให้มีความแน่ใจด้วยหลักฐานและเหตุผลที่มีความชัดเจน

ทิสนา แชมมณี (2544, น. 60) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณสรุปได้ว่าเป็นการคิดเพื่อให้ได้ความคิดที่รอบคอบ ผ่านการพิจารณาปัจจัยรอบด้านอย่างกว้างไกล ลึกซึ้ง และผ่านการพิจารณาไตร่ตรองทั้งด้านคุณ-โทษ และคุณค่าที่แท้จริงของสิ่งนั้นมาแล้ว

สิริพร ทิพย์คง (2547, น. 10) กล่าวถึง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการใช้กระบวนการทางสติปัญญาที่เกี่ยวกับการรับรู้ ความเข้าใจ จนสามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่าทำให้เกิดการหยั่งรู้เข้าใจถึงความหมายและการตีความของข้อมูลอย่างเฉพาะเจาะจง สามารถเปรียบเทียบ จำแนก ให้เหตุผลเชิงตรรกะ ตลอดจนการนำเสนอที่น่าเชื่อถือ รับผิดชอบ และมั่นใจ ความสามารถในการอ่านทำความเข้าใจและบอกได้ว่าข้อมูลใดจำเป็นหรือไม่จำเป็นที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา การสรุปที่เหมาะสมจากข้อมูลที่กำหนดให้ การคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวข้องกับการคิดเชิงตรรกะและรวมทั้งทักษะการให้เหตุผล

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 9) ได้สรุปความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า หมายถึง การคิดที่มีเหตุผลโดยผ่านการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีหลักเกณฑ์ มีหลักฐานที่เชื่อถือได้ เพื่อนำไปสู่การสรุปและการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ถูกต้อง สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรเลือก หรือสิ่งใดควรกระทำ

ลักขณา สริวัฒน์ (2549, น. 89) สรุปความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่าเป็นการใช้ความคิดในการ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ตัดสินใจ และแก้ปัญหา โดยยึดหลักการคิดด้วยเหตุผลจากข้อมูลที่เป็นจริงมากกว่าอารมณ์ และการคาดเดา โดยพิจารณาความเป็นไปได้ในแง่มุมต่าง ๆ ว่าจะไรคือความจริง อะไรคือความถูกต้อง คิดด้วยความรอบครอบระมัดระวัง ใช้สติปัญญา และทักษะการคิดอย่างไตร่ตรอง มีวิจารณญาณมากกว่าการใช้อารมณ์ที่ทำให้เกิดความลำเอียง ซึ่งมีผลเสียต่อการตัดสินใจ ดังนั้น การคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นความคิดที่เปิดกว้าง มีเหตุผล มีความถูกต้องแม่นยำ สามารถตรวจสอบความคิดและประเมินความคิดของตนเองได้

ประพันธ์ศิริ สุเลารัจ (2553, น. 101) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) หมายถึง กระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบ เกี่ยวกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา คลุมเครือ มีความขัดแย้ง เพื่อตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อ สิ่งใดควรทำสิ่งใดไม่ควรทำ โดยใช้ความรู้ ความคิดจากประสบการณ์ของตนเองจากข้อมูลรอบด้าน ทั้งข้อมูลเชิงวิชาการ ข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อม และข้อมูลส่วนตัวของผู้คิด

อัมพร ม้าคนอง (2554, น. 24-25) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นความคิดที่มีการพิจารณาไตร่ตรอง โดยใช้ข้อมูล ความรู้ และประสบการณ์ เช่น การคิดทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาว่าถูกต้อง เหมาะสม ทือสมเหตุผลหรือไม่อย่างไร การจัดการเรียนรู้จึงต้องเน้นการให้สถานการณ์ที่ยังไม่ชัดเจน และให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาไตร่ตรองได้

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2554, น. 106) ได้สรุปความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า หมายถึง กระบวนการคิดที่ใช้เหตุผลโดยมีการศึกษาข้อเท็จจริง หลักฐาน และข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจ แล้วนำมาพิจารณาวิเคราะห์อย่างสมเหตุผล ก่อนตัดสินใจว่าสิ่งใด

ควรเชื่อหรือสิ่งใดไม่ควรเชื่อ ผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเป็นผู้มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล ไม่ยึดถือความคิดเห็นของตนเอง ก่อนจะตัดสินใจในเรื่องใดก็จะต้องมีข้อมูลหลักฐานเพียงพอและสามารถเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองให้เข้ากับผู้อื่นได้ ถ้าผู้นั้นมีเหตุผลที่เหมาะสมถูกต้องกว่า เป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นในการค้นหาข้อมูลและความรู้ กล่าวได้ว่า ผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเป็นผู้มีเหตุผล

บรรจง อมรชีวิน (2556, น. 2) กล่าวโดยสรุปว่า การคิดวิจรรย์ญาณก็คือ ความสามารถในการที่จะคิดได้อย่างกระจ่างแจ่มแจ้งและมีเหตุผล และรวมถึงความสามารถในการที่จะคิดได้อย่างอิสระและสะท้อนคิด การคิดไตร่ตรอง

สังวรรณ ังตกระโทก (2561, น. 9) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล และรอบคอบ เพื่อนำไปสู่ทางเลือกหรือข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

ศยามน อินสะอาด (2561, น. 116) กล่าวว่า การคิดวิพากษ์ หรือคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) คือ ความคิดเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งทั้งด้านบวก และด้านลบอย่างมีเหตุผล โดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างพอเพียงโดยการนิยามปัญหา การรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การสรุปอ้างอิง และการประเมินสรุป

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงความสามารถในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ และมีเหตุผล เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ข้อโต้แย้ง ข้อความ จากข้อมูลที่มีอยู่หรือหลักฐานที่เชื่อถือได้ โดยใช้ความรู้ หลักการและประสบการณ์เพื่อการประเมินและตัดสินใจว่าอะไรควรเชื่อและควรปฏิบัติตาม นำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องและมีความสมเหตุสมผล

2.2.2 ความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ ดังนี้

Kuhn (1991, p. 101) การแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่ซับซ้อน จำเป็นต้องใช้การแก้ปัญหาที่มากกว่าการแก้ปัญหาโครงสร้างสมบูรณ์ในห้องเรียน ปัญหาในชีวิตจริงต้องใช้การคิดขั้นสูงอย่าง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะการโต้แย้งกันอย่างมีเหตุผล

Perkins (1989, p. 93) สำหรับนักเรียน คนทำงาน หรือประชาชนทั่วไป การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นเครื่องมือที่จำเป็น และสำคัญ ที่นำไปสู่ความสำเร็จในโลกที่ซับซ้อน และรวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลง

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2549, น.100-102) กล่าวถึงความจำเป็นในการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าการคิดดังกล่าวเป็นทักษะสำคัญที่ใช้ในการเรียนรู้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อตัวเรา รวมทั้งยังใช้เป็นเครื่องมือในการดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันอย่างมีความสุขและมีการแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์

การดำเนินชีวิตอย่างมีคุณค่าในโลกข่าวสารข้อมูลและเต็มไปด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบัน บุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณย่อมมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถควบคุม จัดการ และตรวจสอบความคิดตนเองได้ รวมทั้งสามารถตัดสินใจและแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลอย่างถูกต้องเหมาะสม

บรรจง อมรชีวิต (2556, น. 17-18) ให้เหตุผลของความจำเป็นในการศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ว่าอาจประมวลได้ดังนี้

1. การคิดอย่างมีวิจารณญาณนับว่าเป็นทักษะการคิดทั่วไปที่สำคัญเพราะทำให้มีความสามารถในการคิดได้อย่างแจ่มแจ้งชัดเจนและมีเหตุผล นับว่าเป็นเรื่องที่สำคัญไม่ว่าเราจะทำอะไรก็ตามในทุกสาขาวิชา อาชีพ ล้วนต้องการอย่างเห็นได้ชัด เพราะการคิดที่ดีย่อมนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

2. มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจฐานความรู้ใหม่ ความรู้เศรษฐกิจระดับโลกล้วนขับเคลื่อนด้วยสารสนเทศและเทคโนโลยี การที่ต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ เศรษฐกิจโลกใหม่จำเป็นต้องมีการเพิ่มขึ้นในเรื่องของทักษะทางปัญญาที่มีความยืดหยุ่นและความสามารถในการวิเคราะห์และบูรณาการข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ในการช่วยแก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น

3. ช่วยเพิ่มพูนทักษะทางด้านภาษาและนำเสนอ การคิดได้อย่างแจ่มแจ้งชัดเจนและเป็นระบบจะช่วยในการแสดงออกทางความคิดของเรา ในการเรียนรู้ที่จะวิเคราะห์โครงสร้างเชิงตรรกะของเรา การคิดอย่างมีวิจารณญาณจะช่วยปรับปรุงความสามารถในการทำความเข้าใจเรื่องต่าง ๆ

4. ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ในการที่จะได้ทางแก้ปัญหา ทางออกอย่างสร้างสรรค์ไม่ได้เกี่ยวข้องเฉพาะกับการมีความคิดใหม่ ๆ แต่ความคิดใหม่ ๆ ที่จะก่อเกิดต้องสอดคล้องกับงานด้วย ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะมีบทบาทสำคัญในการช่วยประเมินความคิดใหม่ ๆ การคัดเลือกอันที่ดีที่สุดและที่ดัดแปลงมันหากว่าจำเป็น

5. การคิดอย่างมีวิจารณญาณถือว่าการสะท้อนตัวตนในการที่เราจะมีชีวิตอยู่อย่างมีความหมายและวางโครงสร้างชีวิตได้อย่างเหมาะสมนั้น เราจำเป็นต้องมีความสมเหตุสมผลและสะท้อนด้วยค่านิยมและตัดสินใจของเรา การคิดอย่างมีวิจารณญาณนับเป็นเครื่องมือสำหรับกระบวนการในการประเมินตนเองของเรา

จากการศึกษาเกี่ยวกับความสำคัญของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสำคัญอย่างยิ่งในยุคปัจจุบันที่มีความหลากหลายทางด้านข้อมูลข่าวสาร บุคคลจึงต้องรู้จักวิธีการคิดวิเคราะห์แยกแยะการรวบรวมการจัดลำดับข้อมูล และประมวลผล สภาพการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น อย่างเป็นระบบเพื่อให้เกิดความชัดเจน ถูกต้อง สมเหตุสมผล ในการตัดสินใจแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้การคิดอย่างมีวิจารณญาณยังช่วยส่งเสริมการอ่าน เขียน พูด ฟัง ที่ดี รวมไปถึงการวางแผนล่วงหน้าและทำงานอย่างเป็นระบบอีกด้วย

2.2.3 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้

Dressel and Mayhew (1957, pp. 179-181) กล่าวถึงองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา
2. ความสามารถในการเลือกข้อมูล หรือรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
3. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น หรือจัดระบบข้อมูล
4. ความสามารถในการกำหนดและตั้งสมมติฐาน
5. ความสามารถในการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล

Decaroli (1973, pp. 67-68) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ดังนี้

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำข้อความ และการกำหนดเกณฑ์
2. ทักษะการวิเคราะห์ เป็นการพัฒนาข้อมูลอย่างละเอียด แยกย่อย โดยการคำนึงถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลเพื่อทำความเข้าใจสิ่งนั้น จนสามารถประเมินค่าและตัดสินใจได้
3. ทักษะการสังเคราะห์ เป็นการประมวลผลข้อมูล ทักษะการระบุข้อมูลที่จำเป็น การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และจัดระบบข้อมูลแล้วสามารถเลือกใช้ข้อมูลได้
4. การตีความข้อเท็จจริงและการสรุปอ้างอิงหลักฐาน
5. การใช้เหตุผลโดยระบุเหตุและผล ความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์
6. การประเมินผลโดยการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล
7. การประยุกต์ใช้ หรือนำไปปฏิบัติในสถานการณ์ใหม่
8. การประเมินความสำเร็จของคำตอบ

Feely (1976, pp. 171-177) ได้แยกองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 10 ประการ คือ

1. การแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง และความรู้สึกหรือความคิดเห็น
2. การพิจารณาความเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล
3. การพิจารณาความถูกต้องตามข้อเท็จจริงของข้อความนั้น

4. การแยกความแตกต่างระหว่างข้อมูล ข้อคิดเห็น หรือเหตุผลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้น

5. การค้นหาสิ่งที่เป็นอคติหรือความลำเอียง
6. การระบุถึงข้ออ้าง ข้อสมมติที่ไม่กล่าวไว้ก่อน
7. การระบุถึงข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งที่ยังคลุมเครือ
8. การแยกความแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้
9. การตระหนักในสิ่งที่ไม่คงที่ตามหลักการและเหตุผล
10. การพิจารณาความมั่นคงหนักแน่นในข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็น

Watson and Glaser (1980, p. 24) ได้กล่าวโดยสรุปถึงองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ว่ามีองค์ประกอบ 5 ประการ คือ

1. การลงสรุปอ้างอิง (Inferences)
2. การรู้ข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption)
3. การคิดอนุมาน (Deduction)
4. การตีความข้อมูล (Interpretation)
5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Argument)

Ennis (1987, p. 112) ลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ถูกพิจารณาให้เป็นเกณฑ์การประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction)
2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction)
3. การให้ความสำคัญกับการตัดสินใจ (Value judging)
4. การสังเกต (Observation)
5. ความน่าเชื่อถือ (ก่อนจะเชื่อหรือกระทำตามสิ่งใดต้องพิจารณาก่อนว่าข้อมูลที่เรามีอยู่มีความน่าเชื่อถือมากน้อยแค่ไหน) (Credibility)
6. สมมติฐานหรือข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption)
7. ความหมายหรือคำอธิบายศัพท์ (Meaning)

Anderson, Krathwehl and Blboro (2001, p. 17) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย

1. ความรู้ (Knowledge) จากประสบการณ์ การสังเกต และการวิจัย
2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นสิ่งที่อยู่ข้างใน นึกถึงเมื่อไหร่ก็จำได้และสามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลอื่น ๆ ได้

3. การอนุมาน (Inference) เป็นการคาดคะเนหรือคาดเดาเมื่อข้อมูลที่เราไม่มีเพียงพอ

4. การนำไปใช้ (Application) นำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้อย่างไร
5. การวิเคราะห์ (Analysis) เห็นองค์ประกอบย่อยว่าทำงานร่วมกันอย่างไร
6. การสังเคราะห์ (Synthesis)
7. การประเมินค่า (Evaluation)

Watson and Glaser (2008, pp. 15-22) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 5 ประการ คือ

1. การอนุมาน (Inference)
2. การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions)
3. การนิรนัย (Deduction)
4. การตีความเพื่อลงข้อสรุป (Interpretation)
5. การประเมินข้อสรุป (Evaluation of Arguments)

Ennis (2540, อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2553, น. 103-105) กล่าวถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าควรประกอบด้วย

1. สามารถกำหนดหรือระบุประเด็นคำถามหรือปัญหา
2. สามารถวิเคราะห์ข้อโต้แย้งหรือข้อถกเถียง และความสามารถในการเปรียบเทียบข้อมูล
3. สามารถตั้งคำถามที่ท้าทาย กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น และสามารถตอบคำถามได้อย่างชัดเจน
4. สามารถพิจารณา ประเมิน ความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้ว่า เป็นข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญหรือเป็นข้อมูลจากแหล่งใด กลุ่มเครือข่ายหรือไม่กลุ่มเครือข่าย ข้อมูลใดเป็นจริง ข้อมูลใดเป็นความคิดเห็น ข้อมูลใดไม่จำเป็น ไม่เกี่ยวข้อง หรือข้อมูลใดควรเชื่อ หรือไม่ควรเชื่อ ข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ ไม่มีข้อโต้แย้ง มีเหตุผลน่าเชื่อถือ
5. สามารถสังเกตและตัดสินข้อมูลได้ด้วยตนเอง หรือได้ยินเสียงฟังมาจากคนอื่นโดยไม่ใช้อารมณ์ความรู้เข้ามาเกี่ยวข้อง สามารถกำจัดอคติความลำเอียงส่วนตัวในการพิจารณาข้อมูล
6. สามารถนำหลักการใหญ่ ๆ ไปแตกเป็นหลักการย่อย ๆ หรือสามารถนำหลักการไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือสามารถนำทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติจริง
7. สามารถสรุปอ้างอิงจากสถานการณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จากหลักการย่อย ๆ ไปสรุปเป็นหลักการใหญ่ ๆ (อุปนัย)

8. สามารถประเมินและพิจารณาตัดสินความคุ้มค่าของข้อมูลได้ โดยมีข้อมูลที่เพียงพอที่จะบอกว่าสิ่งใดดีสิ่งใดไม่ดีก่อนการตัดสินใจ สิ่งใดเป็นคุณค่าแท้ คุณค่าเทียม สิ่งใดถูกหรือสิ่งใดผิด สิ่งใดเป็นอคติเข้าข้างตนเอง ระบุได้ว่าสิ่งใดผิด สิ่งใดเป็นประโยชน์และไม่เป็นประโยชน์ ทั้งในระดับย่อยและในภาพรวม

9. สามารถให้ความหมายของคำต่าง ๆ ตัดสินความหมายต่าง ๆ

10. สามารถระบุข้อสันนิษฐาน คาดเดา คาดคะเน สิ่งที่เกิดขึ้นหรือผลที่จะเกิดขึ้นตามมาภายหลังได้

11. สามารถปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ เข้าใจตนเองและผู้อื่น สามารถประเมินสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดีในการเข้าร่วมกับผู้อื่น มีความรู้สึกไวต่อปฏิกริยาของคนและสามารถปรับตัวเข้ากับคนอื่นได้อย่างเหมาะสม

12. สามารถตัดสินใจเพื่อนำสู่การปฏิบัติได้ สามารถกำหนดปัญหา วางแผน กำหนดทางเลือกและทบทวนทางเลือก และตัดสินใจได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ศูนย์พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มหาวิทยาลัยโซโมนา (Center of Critical Thinking Somona State University, 1996, อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2553, น. 108) ได้สรุปว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น จะต้องมียุทธศาสตร์ประกอบที่สำคัญ คือ

1. มีจุดประสงค์ของการคิด
2. ระบุปัญหาความคิดให้เป็นคำถาม
3. มีข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ ประกอบการคิด ข้อมูลประกอบที่ได้มาต้องมีความถูกต้องชัดเจน เชื่อถือได้ และมีเหตุผล
4. สามารถตั้งข้อสันนิษฐานได้
5. สามารถนำผลสรุปของการคิดไปปฏิบัติได้

เพ็ญพิศุทธิ เนคมานุรักษ์ (2540, น. 54-57) ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็น 7 ด้าน คือ

1. การระบุประเด็นปัญหา เป็นการระบุ หรือทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา ข้อคำถาม ข้ออ้าง หรือข้อโต้แย้ง ประกอบด้วยความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ รวมทั้งความหมายของคำหรือความชัดเจนของข้อความ เพื่อกำหนดประเด็นข้อสงสัย และประเด็นหลักที่ควรพิจารณาและการแสวงหาคำตอบ

2. การรวบรวมข้อมูล เป็นความสามารถในการรวบรวมข้อมูลทั้งทางตรงและทางอ้อมจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงการรวมข้อมูลจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งได้จากการคิด การพูดคุย การสังเกตที่เกิดขึ้นจากตนเองและผู้อื่น

3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณา ประเมิน ตรวจสอบ ตัดสินข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยพิจารณาถึงที่มาของ ข้อมูล สถิติ และหลักฐานที่ปรากฏ รวมทั้งความเพียงพอของข้อมูลในแง่มุมต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การ ลงข้อสรุป อย่างมีเหตุผล หากยังไม่เกี่ยวข้องที่จะใช้พิจารณาถึงข้อสรุป ก็จะต้องรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม

4. การระบุลักษณะของข้อมูล เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกประเภทของ ข้อมูล ระบุแนวคิดที่อยู่เบื้องตันหลังข้อมูลที่ปรากฏ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการ พิจารณา แยกแยะ เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล การตีความข้อมูล ประเมินว่าข้อมูลใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อมูลใดเป็นข้อคิดเห็น รวมถึงการระบุข้อสันนิษฐานหรือข้อตกลงเบื้องต้นที่อยู่เบื้องหลังข้อมูลที่ปรากฏ เป็นการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่อาศัยข้อมูลจากประสบการณ์เดิมมาร่วมพิจารณา เพื่อทำการ สังเคราะห์จัดกลุ่มและจัดลำดับความสำเร็จของ ข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการพิจารณา ตั้งสมมติฐานต่อไป

5. การตั้งสมมติฐาน เป็นการวัดความสามารถเพื่อกำหนดขอบเขต แนวทางการ พิจารณาหาข้อสรุปของคำถาม ประเด็นปัญหา และข้อโต้แย้ง ประกอบด้วยความสามารถในการ คิดถึง ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ โดยเน้นที่ความสามารถ พิจารณาเชื่อมโยงเหตุการณ์และสถานการณ์

6. การลงข้อสรุป เป็นการวัดความสามารถในการลงข้อสรุปโดยการใช้เหตุผลซึ่งถือว่าเป็น ส่วนสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลนั้นอาจใช้เหตุผลเชิง อุปนัยหรือเหตุผลเชิงนิรนัย

6.1 การให้เหตุผลเชิงอุปนัย เป็นการสรุปความโดยพิจารณาข้อมูล หรือกรณี เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเฉพาะเรื่องเพื่อไปสู่กฎเกณฑ์ ในที่นี้เป็นการวัดความสามารถในการสรุปความ เหตุการณ์หรือข้อมูลที่กำหนดเป็นคำถามโดยใช้ข้อมูลหรือข้อความที่บอกมาเป็นเหตุผลหรือ กฎเกณฑ์ เพื่อการหาข้อสรุป

6.2 การใช้เหตุผลเชิงนิรนัย เป็นการสรุปความโดยพิจารณาเหตุผลจาก กฎเกณฑ์และหลักการทั่วไป ไปสู่เรื่องเฉพาะ ซึ่งเป็นการวัดความสามารถในการสรุปความโดยพิจารณา จากหลักการหรือกฎเกณฑ์ทั่วไปที่กำหนดไว้แล้วตัดสินใจลงข้อสรุปในประเด็นคำถาม

7. การประเมินผล เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณา ประเมินความถูกต้อง สมเหตุสมผลของข้อสรุป ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินอย่างไตร่ตรองรอบคอบ เพื่อพิจารณาความสมเหตุสมผลเชิงตรรกะจากข้อมูลที่มีอยู่ ข้อสรุปนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ มีผลตามมาอย่างไร มีการตัดสินคุณค่าได้อย่างไร และมีหลักเกณฑ์อย่างไรกล่าวได้ความเข้าใจกับประเด็น ปัญหา คำถาม หรือสถานการณ์ที่พบ แล้วมีการรวบรวมข้อมูลหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยการพิจารณาว่า ข้อมูลใดมีเหตุผลน่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถือ แล้วจึงสรุปเพื่อตัดสินใจ

ชนาธิป พรกุล (2544, น. 177-178) กล่าวโดยสรุปว่า องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณมี 4 องค์ประกอบและในแต่ละองค์ประกอบมีทักษะที่สามารถนำมาใช้ในชั้นเรียน ได้แก่

1. การให้คำจำกัดความและการทำให้กระจ่าง ทักษะที่ฝึก คือ การระบุข้อสรุป การระบุเหตุผลที่กล่าวถึง การระบุเหตุผลที่ไม่ได้กล่าวถึง การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง การระบุและจัดการกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องและการสรุปย่อ

2. การตั้งคำถามที่เหมาะสมเพื่อให้กระจ่างหรือมีความท้าทาย เช่น ข้อความที่สำคัญคืออะไร หมายความว่าอย่างไร ตัวอย่างคืออะไร จะนำเรื่องนี้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างไร อะไรคือข้อเท็จจริง นี่คือนี่ที่กำลังพูดถึงหรือไม่ มีอะไรที่ยังไม่ได้พูดถึง

3. การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล พิจารณาจากความสอดคล้องกันระหว่างแหล่งข้อมูล ความไม่ขัดแย้งผลประโยชน์และความสามารถในการให้เหตุผล

4. การแก้ปัญหาและลงข้อสรุป โดยวิธีการนิรนัยและตัดสินอย่างเที่ยงตรง วิธีการอุปนัยและตัดสินข้อสรุปการคาดคะเนผลที่จะเกิดตามมา

อุษณีย์ โพธิสุข (2544, น. 16) ได้อธิบายถึงกระบวนการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณว่าเป็นกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ต้องอาศัยกระบวนการคิดขั้นต่าง ๆ ประกอบกัน ได้แก่

1. การนิยามปัญหา หมายถึง การกำหนดปัญหาและทำความเข้าใจกับปัญหาโดยพิจารณาเพื่อกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือรวมทั้งการนิยามความหมายของคำหรือข้อความ

2. การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งการดึงข้อมูลหรือความรู้จากประสบการณ์เดิมมาใช้

3. การจัดระบบข้อมูล หมายถึง การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล พิจารณาความเพียงพอของข้อมูลและการจัดระบบของข้อมูล ขณะเดียวกันต้องประเมินความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูลที่รวบรวมว่าจะนำไปสู่การอ้างอิงได้หรือไม่ จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อนำมาจัดกลุ่มและจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐาน

4. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การพิจารณาแนวทางการสรุปอ้างอิงของปัญหา ข้อโต้แย้ง โดยนำข้อมูลที่มีการจัดระบบแล้วมาพิจารณาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เพื่อกำหนดแนวทางการสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ว่า จากข้อมูลที่ปรากฏสามารถเป็นไปได้ในทิศทางใดบ้าง เพื่อที่จะได้พิจารณาเลือกแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุด

5. การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ หมายถึง การพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุดจากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่

6. การประเมินสรุปอ้างอิง หมายถึง การประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุปอ้างอิง หลังจากการตัดสินใจสรุปโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ จะต้องประเมินข้อสรุปอ้างอิงว่าสมเหตุสมผล

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 11) ได้สรุปองค์ประกอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ ดังนี้

1. จุดมุ่งหมาย คือ เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการคิด คือคิดเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคิดเพื่อหาความรู้

2. ประเด็นคำถาม คือ ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการรู้ คือผู้คิดสามารถระบุปัญหาสำคัญที่ต้องการแก้ไข หรือคำถามสำคัญที่ต้องการรู้คำตอบ

3. สารสนเทศ คือ ข้อมูลหรือความรู้ต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการคิด ข้อมูลที่ได้ควรมีความกว้าง ความลึก ชัดเจน ยึดหยุ่นได้และมีความถูกต้อง

4. ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ข้อมูลที่ได้มานั้นต้องเชื่อถือได้ มีความชัดเจน ถูกต้อง และมีความเพียงพอในการใช้เป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล

5. แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิดทั้งหลายที่มี อารมณ์ถึงกฎ ทฤษฎี หลักการ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวมีความจำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีเหตุผล แนวคิดที่ได้มานั้นต้องเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบ และต้องเป็นแนวคิดที่ถูกต้องด้วย

6. ข้อสันนิษฐาน เป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล เพราะผู้คิดต้องมีความสามารถในการตั้งข้อสันนิษฐานให้มีความชัดเจน สามารถตัดสินใจได้เพื่อประโยชน์ในการหาข้อมูลมาใช้ในการคิดอย่างมีเหตุผล

7. การนำไปใช้และผลที่ตามมา เป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งผู้คิดต้องคำนึงถึงผลกระทบ สามารถมองการณ์ไกล มองถึงผลที่ตามมา รวมทั้งการนำไปใช้ได้หรือไม่เพียงใด

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553, น. 109-110) ได้กล่าวว่าทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ สรุปได้ดังนี้

1. การนิยาม/ทำความเข้าใจกับปัญหา
2. การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล
3. การสังเคราะห์
4. ประเมินและพิจารณาตัดสินข้อมูล

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2554, น. 108-109) กล่าวโดยสรุปไว้ว่า องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สามารถนำมาใช้ในชั้นเรียนนั้น จะประกอบด้วย

1. การทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา คำถามหรือสถานการณ์ที่พบ
2. การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
3. การพิจารณาว่าข้อมูลใดมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถือ

4. การสรุปเพื่อตัดสินใจ

จากการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมี 5 ประการ ตามแนวคิดของ Watson and Glaser (2008, pp. 15-22) ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการพิจารณาว่าข้อสรุปใดสมเหตุสมผล โดยอ้างอิงความรู้ หลักการ และทฤษฎี
2. การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการพิจารณาว่าข้อตกลงใดเป็นข้อตกลงหรือเงื่อนไขที่ได้จากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนด
3. การวิเคราะห์ เป็นการพิจารณาองค์ประกอบของข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนด และเชื่อมโยงความสัมพันธ์กันขององค์ประกอบเหล่านั้น
4. การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อลงข้อสรุป เป็นการพิจารณาระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตหรือคาดคะเนความจริงจากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนด
5. การประเมินข้อโต้แย้ง เป็นการพิจารณาว่าข้อโต้แย้งใดมีความหนักแน่นน่าเชื่อถือ โดยพิจารณาจากเหตุผลประกอบข้อโต้แย้งนั้น

2.2.4 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิด นับตั้งแต่การกำหนดปัญหาจนถึงการประเมินสรุปและตัดสินใจ ซึ่งมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้เสนอแนวคิด ดังนี้ Dressel and Mayhew (1957, pp. 179-181) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. ด้านการนิยามปัญหา หมายถึง ความสามารถในการกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้ง วิเคราะห์ข้อความ หรือข้อมูลที่คลุมเครือให้ชัดเจน ภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้
2. ด้านการรวบรวมข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยความเป็นปรนัย การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา แสวงหาข้อมูลที่ถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น เพื่อนำมาแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
3. ด้านการจัดระบบข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการแสวงหาแหล่งที่มาของข้อมูล วินิจฉัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ระบุข้อตกลงเบื้องต้นของข้อความ พิจารณาความเพียงพอของข้อมูล จัดระบบโดยวิธีต่าง ๆ และตัดสินความขัดแย้งของข้อความ และเสนอข้อมูลได้
4. ด้านการเลือกสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการเลือกสมมติฐาน กำหนดสมมติฐาน จากความสัมพันธ์เชิงเหตุผล พิจารณาทางเลือกหลาย ๆ ทางในการแก้ปัญหาได้

5. ด้านการสรุป หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความคลุมเครือของข้อมูล การสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยพิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผลและประเมินข้อสรุปโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้

Watson and Glaser (1964, p. 10) กล่าวไว้ว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบไปด้วยความสามารถย่อย ๆ ดังนี้

1. ความสามารถในการอนุมาน หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความน่าเชื่อถือของข้อมูลหรือลงข้อสรุป
2. ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาจำแนกว่าเงื่อนไขและสิ่งที่กำหนดให้เป็นอย่างไร
3. ความสามารถในการนิรนัย หมายถึง ความสามารถในการจำแนกข้อสรุปของสถานการณ์
4. ความสามารถในการตีความเพื่อลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการหาข้อสรุปว่าข้อใดเป็นจริงสมเหตุสมผล
5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็น

Ennis (1985, pp. 45-48) ได้เสนอเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. ทักษะการนิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุ เหตุผลทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น
2. ทักษะการตัดสินข้อมูล ได้แก่ การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสินความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา การพิจารณาความสอดคล้อง
3. ทักษะการอ้างอิงในการแก้ปัญหาและการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างอิงและการตัดสินใจในการสรุปแบบอุปนัย การนิรนัยโดยมีความตรง การทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาอย่างน่าเชื่อถือ

McMillan (2004, อ้างถึงใน นลินี ฌ นคร, 2561, น. 10) ได้เสนอขั้นตอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและอธิบายความสามารถ สรุปได้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ขั้นตอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถของ McMillan

ขั้นตอน	ความสามารถ
การทำความเข้าใจกับปัญหา (clarify problem)	ระบุหรือคิดคำถาม กำหนดปัญหาในเรื่องที่ศึกษา ตั้งคำถามหรือแสวงหาข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจในปัญหา
การรวบรวมข้อมูล (gather information)	แยกแยะข้อเท็จจริงจากคุณค่า ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง แยกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องที่น่าเชื่อถือ
การลงสรุปอ้างอิง (make inference)	ตระหนักถึงความไม่สอดคล้องกันเชิงตรรกะในการให้เหตุผลทั้งแบบนิรนัย และอุปนัย
การอธิบายให้รายละเอียดชัดเจน (conduct advanced clarification)	ระบุสมมติฐาน ระบุข้อโต้แย้งที่กำกวมและไร้เหตุผล กำหนดจุดแข็งของข้อโต้แย้ง ตรวจสอบการอ้างเหตุผลที่มีน้ำหนักน้อย (การใช้เหตุผลทำนองนี้จะส่งผลให้เกิดความเข้าใจผิด) ตรวจสอบความไม่สอดคล้อง ตัดสินใจโดยคำนึงถึงทางเลือกอื่น และแยกสาเหตุ ผลลัพธ์ออกจากความสัมพันธ์
การตัดสินใจ (make a judgment)	ตัดสินหาคำตอบ ทางเลือกหรือแนวทางของคำตอบ

หมายเหตุ ขั้นตอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถของ McMillan. ปรับปรุงจาก *หลักการวัดและประเมินการคิด* (หน้า 10), โดย นลินี ณ นคร, 2561, (3), กรุงเทพฯ: สันติศิริการพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 14) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าประกอบด้วยกระบวนการ ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดปัญหา หมายถึง การรู้จักและทำความเข้าใจกับปัญหาโดยพิจารณารวบรวมประเด็นปัญหา แยกแยะปัญหาและจัดลำดับปัญหาเพื่อกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ รวมทั้งการนิยามความหมายของคำหรือข้อความ สิ่งเร้าที่เป็นจุดเริ่มต้นของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือปัญหานั้นเอง ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

- 1.1 กำหนดปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือให้ชัดเจน
- 1.2 สรุปความคิดหลักของข้อความ
- 1.3 ทำความเข้าใจความหมายของคำหรือข้อความ

2. การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การแสวงหาสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อโต้แย้งจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งการเลือกข้อมูลหรือความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาใช้ ดังนั้น วิธีการ

รวบรวมข้อมูลที่เป็นสำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ การสังเกต ทั้งการสังเกตด้วยตนเอง และการรวบรวมข้อมูลจากการรายงานผลการสังเกตของผู้อื่น ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

- 2.1 สังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยความเป็นปรนัย
- 2.2 เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา
- 2.3 แสวงหาข้อมูลที่ถูกต้องและชัดเจน
- 2.4 แสวงหาความรู้ที่ทันสมัย

3. การจัดระบบข้อมูล หมายถึง การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ความเพียงพอของข้อมูล การจัดระบบของข้อมูล ขณะเดียวกันก็ต้องประเมินความถูกต้อง และความเพียงพอของข้อมูลที่รวบรวมได้ว่าจะนำไปสู่การอ้างอิงได้หรือไม่ โดยแยกแยะความแตกต่างของข้อมูล คือ จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับปัญหา การระบุข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อนำมาจัดกลุ่มและจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐาน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

- 3.1 วินิจฉัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
- 3.2 ประเมินความถูกต้องของข้อมูล
- 3.3 พิจารณาความเพียงพอของข้อมูล
- 3.4 ระบุข้อตกลงเบื้องต้นของข้อมูลที่ต้องยอมรับ
- 3.5 จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ
- 3.6 จำแนกข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับประเด็นปัญหา
- 3.7 จำแนกข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น
- 3.8 พิจารณาข้อมูลที่แสดงถึงความลำเอียงและโฆษณาชวนเชื่อ
- 3.9 พิจารณาและตัดสินความขัดแย้งของข้อมูล
- 3.10 เสนอข้อมูลด้วยการพูด การเขียน และการแสดงความคิดเห็น

4. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การพิจารณาแนวทางสรุปอ้างอิงปัญหาข้อโต้แย้ง โดยนำข้อมูลที่มีการจัดระบบแล้ว มาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์เพื่อสรุปแนวทางที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

- 4.1 เชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของข้อมูล
- 4.2 พิจารณาทางเลือกหลาย ๆ ทางในการแก้ปัญหา

5. การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ หมายถึง การพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุด จากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่ในการตัดสินสรุป ซึ่งคุณลักษณะของการคิดอย่างมี วิจารณญาณมีความสัมพันธ์กับการใช้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์ หรือใช้เหตุผลแบบอุปมานและอนุมาน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

- 5.1 ตัดสินใจสรุปปัญหาหรือข้อโต้แย้งเมื่อมีเหตุผลเพียงพอ
 - 5.2 สรุปปัญหาหรือข้อโต้แย้งจากข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล
 - 5.3 อธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของปัญหาและสรุปเป็นกฎเกณฑ์
 6. การประเมินสรุปอ้างอิง หมายถึง การประเมินความสมเหตุสมผลตามหลักตรรกศาสตร์ โดยประเมินว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไรถ้าข้อมูลที่ได้รับมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้
 - 6.1 ยืนยันการสรุป ถ้ามีเหตุผลหรือหลักฐานเพียงพอ
 - 6.2 พิจารณาเพิ่มเติมข้อมูลหรือเหตุผลใหม่ ถ้าการสรุปเดิมไม่มีเหตุผล
 - 6.3 พิจารณาและตัดสินการนำข้อสรุปและหลักการไปประยุกต์ใช้
- ทศนา แชมมณี (2548, น. 305) ได้เสนอกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้
1. ตั้งเป้าหมายในการคิด
 2. ระบุประเด็นในการคิด
 3. ประมวลข้อมูล ทั้งทางด้านข้อเท็จจริง และความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่คิดทั้งทางกว้าง ลึก และไกล
 4. วิเคราะห์จำแนกแยกแยะข้อมูล จัดหมวดหมู่ของข้อมูลและเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้
 5. ประเมินข้อสรุปที่จะโน้มน้าวความถูกต้อง ความเพียงพอ และความน่าเชื่อถือ
 6. ใช้หลักเหตุผลในการพิจารณาข้อมูลเพื่อแสวงหาทางเลือก/คำตอบที่สมเหตุสมผลตามข้อมูลที่มี
 7. เลือกทางเลือกที่เหมาะสมโดยพิจารณาถึงผลที่จะตามมา และคุณค่าหรือความหมายที่แท้จริงของสิ่งนั้น
 8. ชั่งน้ำหนัก ผลได้ ผลเสีย คุณ-โทษ ในระยะสั้นและระยะยาว
 9. ไตร่ตรอง ทบทวนกลับไปมาให้รอบคอบ
 10. ประเมินทางเลือกและลงความเห็นเกี่ยวกับประเด็นที่คิด
- อุษณีย์ โพธิ์สุข (2544, อ้างถึงใน นลินี ฌ นคร, 2561, น. 13) สรุปขั้นของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของอุษณีย์ โพธิ์สุข. ปรับปรุงจาก *หลักการวัดและประเมินการคิด* (หน้า 13), โดย นลินี ฌ นคร, 2561, (3), กรุงเทพฯ : สันติศิริการพิมพ์.

จากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักการศึกษาหลายท่านที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการคิดโดยประกอบด้วยการระบุประเด็นปัญหาหรือทำความเข้าใจปัญหา การศึกษาข้อมูลอย่างรอบคอบ และการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับปัญหา เพื่อนำไปตัดสินใจสรุปในการแก้ไขปัญหา

2.2.5 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้แนวคิดไว้มากมาย ทั้งในประเด็นของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและพฤติกรรมที่แสดงออกทางความคิดที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีรายละเอียด ดังนี้

Ennis and Millman (1985, pp. 110-117) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Cornell Critical Thinking Test) ขึ้นมา 2 ฉบับ เพื่อวัดกลุ่มบุคคลต่างระดับกัน ดังนี้

1. แบบทดสอบ Cornell Critical Thinking Test Level X เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดกับนักเรียนตั้งแต่ระดับ 4 จนถึงระดับ 12 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 3 ตัวเลือก จำนวน 71 ข้อ ใช้เวลาสอบ 50 นาที วัดความสามารถ 4 ด้าน คือ

1.1 ด้านที่ 1 ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และการสังเกต (Credibility of Sources and Observations) คือความสามารถในการพิจารณาความถูกต้องของข้อมูล ความเป็นไปได้ของข้อความ รายงานจากการสังเกตของบุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจว่า ข้อใดมีความน่าเชื่อถือมากกว่ากันหรือน่าเชื่อถือพอ ๆ กัน

1.2 ด้านที่ 2 ความสามารถในการอุปนัย (Induction) คือ ความสามารถในการตัดสินใจได้ว่าข้อเท็จจริงใดสนับสนุน คัดค้าน หรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปที่คาดคะเนไว้

1.3 ด้านที่ 3 ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) คือ ความสามารถในการหาข้อสรุปในสถานการณ์เฉพาะจากประโยคหลักที่กำหนดให้

1.4 ด้านที่ 4 ความสามารถในการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption Identification) คือ ความสามารถในการระบุว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งจำเป็นต้องมีก่อนข้อความหลักที่กำหนดให้ เพื่อให้การลงข้อสรุปมีความถูกต้องตามหลักการนิยาม

2. แบบทดสอบ Cornell Critical Thinking Test Level Z เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดกับนักเรียนมัธยมศึกษาที่มีปัญญาเลิศ และกลุ่มนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยจนถึงวัยผู้ใหญ่ เป็นแบบทดสอบชนิด 3 ตัวเลือก จำนวน 52 ข้อ ใช้เวลาสอบ 50 นาที วัดความสามารถ 7 ด้าน ดังนี้

2.1 ด้านอุปนัย (Induction)

2.2 ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล (Credibility of Source)

2.3 การพยากรณ์และการวางแผนทดสอบ

2.4 การอ้างอิงเหตุผลผิดหลักตรรกศาสตร์ (Fallacies)

2.5 การนิรนัย (Deduction)

2.6 การให้คำจำกัดความ (Definition)

2.7 การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption Identification)

Facione (1990, pp. 393-416) ได้สร้างแบบทดสอบ The California Critical Thinking Skill Test (CCTST) เพื่อใช้กับนักเรียนระดับวิทยาลัย เป็นแบบทดสอบหลายตัวเลือก มีองค์ประกอบ 5 ประการ ดังนี้

1. การตีความ (Interpretation)
2. การวิเคราะห์ (Analysis)
3. การประเมินผล (Evaluation)
4. การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป (Inference)
5. การอธิบาย (Explanation)

Watson and Glaser (2008, pp. 15-22) ได้สร้างแบบทดสอบ Watson-Glower Critical Thinking Appraisal ซึ่งมีองค์ประกอบ 5 ประการ ดังต่อไปนี้

1. การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป (Inference) เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินใจแนกความน่าเป็นของข้อสรุป ว่าข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ลักษณะของแบบทดสอบจะกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปประมาณ 3 – 5 ข้อ ผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปแต่ละข้อเป็นเช่นไร โดยเลือกจากตัวเลือก 3 – 5 ตัว ดังนี้ เป็นจริง น่าเป็นจริง ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ น่าจะเป็นเท็จ

2. การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น ลักษณะของแบบทดสอบจะกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อความ 2 – 3 ข้อ ผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อความในแต่ละข้อ ข้อใดเป็น ไม่เป็น ข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์นั้น

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction) เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากข้ออ้าง โดยใช้หลักตรรกศาสตร์ ลักษณะแบบทดสอบจะกำหนดข้ออ้างไว้แล้ว มีข้อสรุป 2 – 4 ข้อ ผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่า ข้อสรุปใดในแต่ละข้อ เป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้หรือเป็นไปได้ไม่ได้ ตามข้ออ้างนั้น

4. การตีความจากข้อมูล (Interpreting Information) เป็นการวัดความสามารถในการลงความเห็นและอธิบายความเป็นไปได้ของข้อสรุป ลักษณะแบบทดสอบจะกำหนดสถานการณ์มาให้ โดยในแต่ละสถานการณ์มีข้อสรุปมาให้ 2 – 3 ผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่า ข้อสรุปในแต่ละข้อ ใช้หรือไม่ใช่ ข้อสรุปที่จำเป็นของสถานการณ์นั้น

5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) เป็นการวัดความสามารถในการตอบคำถามและอ้างเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล ลักษณะของแบบทดสอบจะกำหนดสถานการณ์มาให้ ซึ่งแต่ละคำถามจะมีคำตอบพร้อมเหตุผล ผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องกัน โดยตรงกับคำถาม

สมนึก ภัททิยธนี และคณะ (2548, น. 7-9) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตามแนวคิดของ เอนนิสและมิลแมน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก ซึ่งมี 4 ด้าน สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย

- 1.1 วัดด้านความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต
- 1.2 วัดด้านอุปนัย
- 1.3 วัดด้านนิรนัย
- 1.4 วัดด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตามแนวคิดของวัตสันและเกลเซอร์ แบบทดสอบเขียนในรูปแบบสถานการณ์ ชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก และเขียนในรูปแบบสถานการณ์ ชนิดเลือกตอบถูก – ผิด (Multiple True – False) 3 ตัวเลือก ซึ่งมี 5 ด้าน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย

- 2.1 ด้านความสามารถในการอ้างอิง
- 2.2 ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น
- 2.3 ด้านการนิรนัย
- 2.4 ด้านการตีความ
- 2.5 ด้านการประเมินข้อโต้แย้ง

จากการศึกษาเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณคิดของนักวิชาการหลายท่านที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า จากที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามองค์ประกอบ 5 ประการที่ได้กล่าวเอาไว้แล้ว ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามองค์ประกอบของ Watson and Glaser (2008, pp. 15-22) ซึ่งมีองค์ประกอบ 5 ประการ ได้แก่

1. การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป (Inference)
2. การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions)
3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction)
4. การตีความจากข้อมูล (Interpreting Information)

5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments)

มาใช้เป็นแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการวิจัยครั้งนี้

2.3 การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ถือเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มากำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบกับสถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ซึ่งถือได้ว่าการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ รายละเอียดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

2.3.1 ความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Henderson and Pingry (1973, p. 228) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ หรือจำนวนที่ต้องการคำตอบ การที่ผู้แก้ปัญหาจะแก้ปัญหาได้นั้น จะต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมกับสภาพโจทย์ปัญหา รวมทั้งต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ประกอบกับการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหาเอง

Adam (1977, p. 176) ได้ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือ โจทย์ภาษา (Word problem) หรือโจทย์เรื่องราว (Story problem) หรือโจทย์เชิงถ้อยคำบรรยาย (Verbal problem) นั่นคือ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการบรรยายสภาพการณ์ด้วยถ้อยคำหรือข้อความและตัวเลขโดยต้องการคำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข ผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้โจทย์ปัญหานั้น

Ball (1978, pp. 300-301) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีปัญหา การหาคำตอบของปัญหาจะประสบความสำเร็จหรือไม่ ขึ้นอยู่กับวิธีการที่ผู้แก้ปัญหา ซึ่งเป็นผู้ที่สนใจการหาคำตอบใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานั้น

Cruikshank and Shuffield (1992, p. 37) ได้กล่าวถึงโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ แต่ไม่ได้หมายความว่า จะเกี่ยวข้องกับจำนวนเท่านั้น โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาเป็นปัญหาที่เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพหรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดยไม่เกี่ยวข้องกับจำนวนก็ได้

อุทัย เพชรช่วย (2532, น. 48) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นโจทย์ที่มีข้อความเป็นภาษาหนังสือ (หรือเป็นภาษาพูด) ไม่มีเครื่องหมาย บวกลบคูณหรือหารซึ่งผู้เรียนต้องอ่าน (หรือฟัง) โจทย์ให้เข้าใจว่าจะทำโดยวิธีใด (บวกลบคูณหรือหาร)

สวัสดี จิตต์จนะ (2535, น. 77) ได้ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นข้อความที่กำหนดไว้ในแต่ละประโยคในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง อันจะก่อให้เกิดจำนวนหนึ่งที่ต้องการทราบใน คำถามของโจทย์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, น. 7) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือ จำนวนหรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อนไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ทันใดต้องใช้ทักษะความรู้และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอื่นก็ได้และ สถานการณ์เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีตอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

ยุพิน พิพิธกุล (2539, น. 82) ได้กล่าวว่าโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่ นักเรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือข้อสรุปใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อนหรือปัญหาเกี่ยวกับวิธีการ การพิสูจน์ทฤษฎีบทปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่อาศัยนิยามทฤษฎีบทต่าง ๆ ที่จะถูกนำมาใช้ เป็นปัญหาที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554, น. 149) ได้ให้ความหมายของ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (mathematical word problem) หมายถึง สถานการณ์หรือเรื่องราวที่ต้อง ใช้ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ มาคิดคำนวณหรือให้เหตุผลเพื่อหาคำตอบที่ต้องการ

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาหลาย ท่านที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ อาจอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล ซึ่งการหา คำตอบนั้นผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องใช้ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึง จะสามารถหาคำตอบได้

2.3.2 ประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Polya (1973, pp. 154-156) ได้แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามจุดประสงค์ของปัญหา สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์เพื่อให้ค้นหาคำตอบที่ต้องการ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน เป็นปัญหาให้หาวิธีการหรือหาเหตุผลก็ได้ ลักษณะของปัญหาจะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการให้หา สิ่งที่กำหนดให้ และเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการให้หา กับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ การแยกส่วนประกอบของปัญหาออกเป็น 3 ส่วน จะช่วยให้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจปัญหาได้ดีขึ้น ทำให้สามารถกำหนดแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาได้ง่าย

2. ชั้นปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) ลักษณะปัญหาประเภทนี้ มีจุดประสงค์เพื่อให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนประกอบของปัญหาประเภทนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ สิ่งที่กำหนดให้หรือสมมุติฐาน สิ่งที่ต้องพิสูจน์หรือผลสรุป การแยกส่วนประกอบของปัญหาออกเป็นส่วน ๆ ทำให้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนขึ้น และสามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญห หรือการพิสูจน์ได้รวดเร็วขึ้น

Ashlock, et al. (1983, p. 239) ได้แบ่งรูปแบบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. โจทย์ปัญหาในหนังสือ หรือโจทย์ปัญหาที่แก้ด้วยการแปลงให้เป็นประโยคคณิตศาสตร์ (Standard text or translation problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่แก้ด้วยหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่ตายตัวไม่ยุ่งยาก

2. โจทย์ปัญหาที่แก้ด้วยกระบวนการ (Process problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องแก้ด้วยกลวิธีต่าง ๆ ที่ยุ่งยากมากกว่าประเภทที่ 1 โจทย์ประเภทนี้จำเป็นต้องแก้ด้วยกระบวนการ 3 ชั้น คือ

2.1 การทำความเข้าใจปัญหา

2.2 การพัฒนาและการหากลวิธีในการแก้ปัญห

2.3 การประเมินการแก้ปัญห

Charles and Lester (1982, pp. 6-10) ได้จำแนกประเภทโจทย์ปัญหาและเป้าหมายของการฝึกแก้โจทย์ปัญหาแต่ละประเภท ดังนี้

1. โจทย์ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill exercise) เป็นโจทย์ปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธีการและการคำนวณเบื้องต้น

2. โจทย์ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple translation problem) เป็นโจทย์ปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น โจทย์ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็น

ประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นโจทย์ปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้เข้าใจนิยามทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดคำนวณ

3. โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อน (Complex translation problem) คล้ายกับโจทย์ปัญหาข้อความอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นโจทย์ปัญหาที่มีสองขั้นตอนหรือมากกว่าสองขั้นตอนหรือมากกว่าสองการดำเนินการ

4. โจทย์ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้นหรือแบ่งขั้นตอนย่อย ๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาเป็นการพัฒนายุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

5. โจทย์ปัญหาประยุกต์ (Applied problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้ทักษะความรู้ มโนคติและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวมและการแทนข้อมูล และต้องตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นโจทย์ปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการ มโนคติและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์โจทย์ปัญหาในชีวิตจริง

6. โจทย์ปัญหาปริศนา (Puzzle problem) เป็นโจทย์ปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการสุ่มไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะเป็นโจทย์ปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้โจทย์ปัญหาที่มองแล้วได้หลายมุมมอง

Hatfield, Edwards and Bitter (1993, p. 54) ได้แบ่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. โจทย์ปัญหาปลายเปิด เป็นโจทย์ปัญหาที่มีจำนวนของคำตอบที่เป็นไปได้มาก ดังนั้นกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากกว่าคำตอบที่จะได้รับ

2. โจทย์ปัญหาที่ให้ค้นหา มักจะมีคำตอบที่จับอยู่ในตัว แต่วิธีการที่นักเรียนสามารถหาคำตอบได้หลายวิธี

3. โจทย์ปัญหาที่มีแนวทางให้ค้นหาคำตอบ โดยทั่วไปจะเป็นปัญหาที่ธรรมดาที่สุด รวมทั้งมีคำแนะนำสำหรับการแก้โจทย์ปัญหา และมีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ยุ่งยาก

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, น. 66) ได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. การแบ่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาที่สามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการ คำอธิบายให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

2. การแบ่งประเภทปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา ทำให้สามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหาที่มีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสองวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554, น. 151-153) ได้แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการพิจารณาลักษณะของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงชั้นที่ 1 – 3 สรุปได้ดังนี้

1. โจทย์ปัญหาอย่างง่ายหรือโจทย์ปัญหาที่เป็นพื้นฐาน เป็นโจทย์ปัญหาที่ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐาน ได้แก่ การบวก การลบ การคูณ และการหาร อย่างใดอย่างหนึ่ง เน้นการใช้ความรู้ ความจำ ความเข้าใจมาแก้ปัญหา เป็นโจทย์ที่ถามตรงไปตรงมา ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย อาจหมายถึงโจทย์ปัญหาระดับที่เป็นโจทย์เลียนแบบตัวอย่างที่เคยได้เรียนรู้มาแล้ว โจทย์ที่เคยรู้หรือเคยแก้ปัญหามาแล้วเมื่อพบใหม่ก็ถือว่าเป็นโจทย์ปัญหาอย่างง่ายเช่นกัน โจทย์ปัญหาประเภทนี้จะมีความแตกต่างในแต่ละช่วงชั้น โจทย์ปัญหาที่ยากในช่วงชั้นที่ 1 อาจเป็นโจทย์ปัญหาทางอย่างง่ายในช่วงชั้นที่ 2

2. โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือโจทย์ปัญหาหลายชั้น เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนนำความรู้ ความเข้าใจ รวมทั้งการคิดวิเคราะห์และการสังเคราะห์มาช่วยแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่จะต้องประยุกต์เชื่อมโยงเนื้อหาหรือใช้การดำเนินการตั้งแต่สองการดำเนินการขึ้นไป โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนบางปัญหาอาจเป็นโจทย์ปัญหาอย่างง่ายของผู้ที่มีทักษะ หรือมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาข้อนั้นมาก่อน แต่ถ้านำโจทย์นั้นมาปรับเปลี่ยนเงื่อนไขบ้าง หรือใช้คำตอบของคำถามในโจทย์เดิมมาเป็นข้อมูลในโจทย์ใหม่ ปรับสถานการณ์โจทย์ให้ต้องคิดพิจารณามากขึ้น โจทย์ปัญหานี้ อาจถือว่าเป็นโจทย์ปัญหาเชิงบูรณาการด้วย

3. โจทย์ปัญหาเชิงบูรณาการ เป็นโจทย์ปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการแก้โจทย์ปัญหาอาจเน้นการนำไปใช้ในชีวิตจริง โดยเฉพาะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในท้องถิ่นได้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์เกี่ยวข้องกับข้อมูลในสิ่งแวดล้อมจริง ก็ถือเป็นโจทย์ปัญหาเชิงบูรณาการด้วย

4. โจทย์ปัญหาท้าทาย เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนใช้การคิด วิเคราะห์ การสังเคราะห์ และใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่ลึกซึ้งมาช่วยแก้โจทย์ปัญหา เป็นโจทย์ปัญหาที่มุ่งพัฒนาการคิดระดับสูงในช่วงชั้นนั้น ๆ อาจเป็นโจทย์ปัญหาที่ทำให้เกิดความสุขสนุกสนานและมีความท้าทาย ซึ่งส่วนใหญ่ โจทย์ปัญหาประเภทนี้เหมาะสำหรับการนำมาใช้เพื่อการแข่งขัน แต่ไม่เหมาะกับการนำมาใช้วัดผลการเรียนรู้

จากการศึกษาเกี่ยวกับประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้หลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และลักษณะที่ต้องการในการแบ่ง จึงทำให้ได้ประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ตามเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการจำแนก

2.3.3 ความหมายของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อาจมีทั้งที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์และไม่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือ ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที ถ้าเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนรู้วิธีการหาคำตอบหรือรู้คำตอบทันที สถานการณ์นั้นก็ไม่ใช่ปัญหาอีกต่อไป ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนคนหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนอีกคนหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และพื้นความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน การแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์จึงเป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, น. 70) ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาความหมายของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้

Polya (1957, pp. 4-5) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือความสามารถพิเศษทางสมองซึ่งเป็นพรสวรรค์ของแต่ละบุคคล ทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถพิเศษเหนือผู้อื่น

Gagne (1970, p. 63) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และการใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่าความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหา การเรียนรู้ประเภทนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้โมดัลโดยสามารถมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

Krulik, Stephen and Reys (1980, pp. 3-5) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ (Problem Solving as a goal) ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นการแก้ปัญหาจึงเป็นอิสระจากคำถามหรือปัญหาเฉพาะเจาะจงใด ๆ หรือเนื้อหาสาระและวิธีการใด ๆ

2. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นกระบวนการ (Problem Solving as a process) สิ่งที่ได้จัดได้ว่ามีความสำคัญเมื่อมีการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ คือ วิธีการ ยุทธวิธี หรือเทคนิคเฉพาะต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ กระบวนการแก้ปัญหาจึงเป็นสาระสำคัญและเป็นเป้าหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นทักษะขั้นพื้นฐาน (Problem Solving as a basic) เมื่อการแก้ปัญหาถูกจัดให้เป็นทักษะขั้นพื้นฐาน การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงต้องให้ความสำคัญกับลักษณะเฉพาะของโจทย์ปัญหา แบบของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ควรใช้ จุดเน้นอยู่ที่สาระสำคัญของการแก้ปัญหาที่ทุกคนต้องได้เรียนรู้ เลือกปัญหาและเทคนิคการแก้ปัญหาเหล่านั้น

Perdekaris (1993, p. 423) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นการเตรียมการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ที่จะมุ่งไปสู่แนวคิดใหม่ เป็นการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน ความสำเร็จที่เกิดจากการแก้ปัญหาทำให้เกิดการพัฒนาคุณลักษณะที่ต้องการให้นักเรียน เช่น ความอยากรู้อยากเห็น ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน เป็นต้น

สมทรง สุพานิช (2549, น. 5) ให้ความหมายการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ หรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล การหาคำตอบนั้นต้องใช้ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์หลาย ๆ อย่าง ประมวลผลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้

อัมพร ม้าคนอง (2554, น. 39) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาเป็นทั้งทักษะซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา และกระบวนการ ซึ่งเป็นวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผน โดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 7) ได้สรุปความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการหรือวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบของคำถามหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่สามารถบอกคำตอบได้ในทันที โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา ผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องอาศัยความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องข้อกับโจทย์ปัญหาดังกล่าว รวมทั้งต้องอาศัยประสบการณ์ในการตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหานั้น ๆ อีกด้วย

2.3.4 ความสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ โดยการแก้โจทย์ปัญหาเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นอันดับแรกของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ เพราะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Krulik and Reys (1980, p. 10) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือเป้าหมายอันหนึ่งที่จะต้องคำนึงถึงว่าจะแก้ปัญหายังไง ซึ่งเป็นเหตุผลแรกสำหรับการศึกษาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการอันหนึ่งที่สำคัญ คือ วิธีการ กลวิธี และวิธีการเรียนด้วยตนเองของนักเรียน ซึ่งจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และเป็นทักษะพื้นฐานอย่างหนึ่ง โดยพิจารณาถึงเนื้อหาที่เป็นปัญหาเฉพาะรูปแบบของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา มุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหาในเนื้อหาที่นักเรียนจะต้องเรียน

Ball (1981, p. 4) ได้กล่าวว่า ในการสอนคณิตศาสตร์นั้น เมื่อผู้เรียนฝึกทำแบบฝึกหัดทำแบบเรียน ถ้าเป็นเรื่องง่ายและผู้เรียนสามารถทำได้ ก็จะฝึกไปจนเกิดความชำนาญ (Skill) เราจึงมักเรียกว่าให้ผู้เรียนฝึกทักษะ ในการฝึกง่าย ๆ แบบนี้จะใช้ข้อเท็จจริงหรือหลักการและมโนคติที่ไม่ซับซ้อนอาจจะใช้เพียงข้อเท็จจริงหรือหลักการ หรือมโนคติเดียวฝึกซ้ำ ๆ จนเกิดทักษะอย่างไรก็ตามในตัวแบบฝึกหัดนั้น เมื่อใช้หลาย ๆ ข้อเท็จจริง หรือหลายหลักการ หรือหลายมโนคติ นักเรียนก็ไม่สามารถจะทำได้ จึงพบ “ปัญหา” ว่าจะทำอย่างไร เมื่อผู้เรียนพบ “ปัญหา” ก็จะเกิดการแก้ปัญหา” เมื่อผู้เรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหา ก็จะแก้ปัญหานั้นได้ เมื่อได้ฝึกการแก้ปัญหาย่อย ๆ ก็จะเกิดทักษะการแก้ปัญหา (Problem solving skill)

Carpenter (1989, p. 7) กล่าวว่า หนึ่งในเป้าหมายของการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แก่นักเรียน คือ การสนับสนุนให้นักเรียนใช้ประสบการณ์ ความคิดบางอย่างและตระหนักถึงความเป็นไปได้ในการสร้างกระบวนการแก้ปัญหา

สมาคมครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000, pp. 25-26) สรุปเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาไว้ว่า การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นจุดเน้นสำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาคือเป้าหมายแรกของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และเป็นส่วนที่บูรณาการจัด

กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด การแก้ปัญหาไม่ได้เป็นหัวข้อที่แยกออกมาต่างหาก แต่เป็นกระบวนการที่สอดแทรกเข้าไปในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และการจัดเตรียมบริบทที่จะทำให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเรียนรู้ทักษะทางคณิตศาสตร์

Hogan and Alejandra (2010, p. 105) ได้กล่าวว่า การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งที่ทำหายมากที่สุด ในการสอนให้แก่ นักเรียน แต่เมื่อนักเรียนเรียนรู้ที่จะแก้โจทย์ปัญหาจะช่วยให้ นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้น ในโจทย์ปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อไป โดยนักเรียนใช้คำถามในการเพิ่มเติมความเข้าใจของโจทย์ปัญหาที่ทำหาย ซึ่งนักเรียนอาจต้องใช้เวลาในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละครั้ง เพื่อที่จะหาหรือกับเพื่อนในการเลือกกลยุทธ์ที่จะแก้โจทย์ปัญหาและเชื่อมโยงกับงานที่พวกเขากำลังเรียนรู้ และใช้เวลาในการให้ข้อเสนอแนะการทำงานของนักเรียนแต่ละคน

ยุพิน พิพิธกุล (2539, น. 54) กล่าวว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา ปัญหาบางเรื่องก็เป็นทฤษฎี บางเรื่องก็เกี่ยวกับการปฏิบัติ การเรียนแก้ปัญหาคือเรื่องที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่ประยุกต์ความรู้ที่ได้รับมาตอนแรกหรือความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่คุ้นเคย ดังนั้นการแก้ปัญหาก็เกี่ยวข้องกับการตั้งคำถาม ผู้เรียนจะต้องตั้งคำถามอยู่เสมอ ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะต้องรู้จักวิเคราะห์สถานการณ์ การแปลผลการแสดงผล แม้แต่การเขียนแผนผัง และการลองผิดลองถูกก็จะถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ข้อสำคัญต้องรู้ว่าผู้เรียนต้องการอะไรในการแก้ปัญหานั้น ผู้เรียนต้องการมีความสามารถในการใช้ กฎหรือสูตร เพื่อจะนำไปสู่ข้อสรุป

ฉวีวรรณ เสวตมาลย์ (2542, น. 8-9) กล่าวว่า การแก้ปัญหามีความสำคัญเป็นพิเศษในการเรียนคณิตศาสตร์ เป้าหมายเบื้องต้นของการเรียนคณิตศาสตร์ คือการพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนอย่างหลากหลายในวงกว้าง สิ่งที่เป็นปัญหาของคนหนึ่ง อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่ง แต่ขอให้ปัญหานั้นทำหายความอยากรู้อยากเห็นและนำไปสู่การคิดค้นซึ่งแต่ละคนอาจมีวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ กัน และท้ายที่สุดจะได้รับประสบการณ์และความพึงพอใจในการแก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2544, น. 13-17) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญมากในการพัฒนาคุณภาพบุคคล เนื่องจากวิชานี้ได้ฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล การคิดสร้างสรรค์ที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการเตรียมตัวของนักเรียน เพื่อการเป็น สมาชิกที่ดีของสังคม ส่งเสริมนักเรียนในการพัฒนาตนเอง รู้จักวิธีการแก้ปัญหาและสามารถ ตัดสินใจในการเลือกอาชีพตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของตนเองในชีวิตประจำวันทุกคนใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย นอกจากนี้อาชีพ ต่าง ๆ ก็ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการประกอบอาชีพ ในการเรียนคณิตศาสตร์นักเรียน ได้เรียนรู้การแก้ปัญหาต่าง ๆ ตั้งแต่ปัญหาที่ง่ายและยากขึ้นตามลำดับของชั้นเรียน การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจะช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหให้กับนักเรียน

2. การเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ สนุกสนาน นักเรียนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนได้และสามารถนำความรู้ที่เรียนนั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญในการเรียนรู้อย่างมาก แต่ถ้านักเรียน เรียนด้วยการท่องจำ คิดคำนวณได้เฉพาะปัญหาที่มีสัญลักษณ์ ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียน กับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ครูผู้สอนต้องสรรหากลยุทธ์วิธีสอนที่ทำให้นักเรียนเข้าใจ เรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สนใจที่จะคิด และแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถใช้ความรู้คณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และศาสตร์ต่าง ๆ ช่วยส่งเสริมการคิดค้นให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ วิทยาการใหม่ ๆ ขึ้นในโลกได้

3. การนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาย่างสม่ำเสมอ จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ ในการแก้ปัญหาได้

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา (2546, น. 7-8) ได้ระบุเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าผู้เรียนใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ ช่วยค้นพบผลการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การแก้ปัญหาคควรเป็นจุดเน้นหลักของหลักสูตรคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์เป็นประโยชน์ทางคณิตศาสตร์ในโลกรอบ ๆ ตัว เป็นวิธีการสืบเสาะหาความรู้และการนำไปใช้ ซึ่งการเชื่อมโยงกับการสอนในทุกสาระของคณิตศาสตร์ การสอนในชั้นเรียนควรทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์และแก้ปัญหากว้างขวาง และหลากหลายในบรรยากาศที่กระตุ้น และส่งเสริมความพยายามของผู้เรียน ตามอุดมคติผู้เรียนควรได้แลกเปลี่ยนการคิดและกลยุทธ์ซึ่งกันและกันและกับผู้สอนควรได้เรียนรู้วิธีการหลากหลายในการแทนค่าและแก้ปัญหา นอกจากนั้น ควรได้คุณค่ากับกระบวนการแก้ปัญหา มากเท่ากับการให้คุณค่าแก่ผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา ผู้เรียนควรมีประสบการณ์มาก ๆ เกี่ยวกับการตั้งปัญหาบนพื้นฐานของโลกแห่งความเป็นจริงและบนการจัดระบบข้อมูล

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2554, น. 35) กล่าวถึง ความสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไว้ว่า การแก้โจทย์ปัญหาทำให้เกิดการค้นพบองค์ความรู้ใหม่ จากการศึกษาประวัติศาสตร์ และคณิตศาสตร์ศึกษาพบว่า การคิดแก้โจทย์ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์นั้นก่อให้เกิดการค้นพบสาระความรู้ใหม่ ๆ ทำให้วิชาคณิตศาสตร์มีการพัฒนา เช่น ความพยายามของนักคณิตศาสตร์หลายท่านในการพิสูจน์สังขพจน์ การขนานในเรขาคณิตของยูคลิด มีอิทธิพลต่อการพัฒนาเรขาคณิตแขนงใหม่ ๆ มาก เช่น เรขาคณิตของยูคลิด เมื่อพบปัญหา ความพยายามที่จะแก้ปัญหาก็ทำให้เกิดการพัฒนากระบวนการทางความคิดเป็นประสบการณ์ใหม่ ซึ่งเมื่อผสมผสานกับประสบการณ์เดิมจะก่อให้เกิดสาระความรู้ใหม่ ทั้งในเชิงเนื้อหาและวิธีการ การแก้โจทย์ปัญหาเป็นความสามารถที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เมื่อพิจารณาจุดประสงค์ของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษามัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายความสอดคล้องกันประการหนึ่งของจุดประสงค์ คือการมุ่งให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล

สามารถแสดงความคิดออกมาอย่างชัดเจน มีระเบียบและรัดกุม นอกจากนี้ในทุกระดับชั้นยังมุ่งให้นักเรียนสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งความลึกซึ้งของจุดประสงค์จะแตกต่างกันไปในระดับชั้น เพื่อเป็นการตอบสนองจุดประสงค์ดังกล่าว ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จึงได้มีการสอดแทรกกิจกรรมการแก้ปัญหาไว้ในคาบเวลาเรียนปกติ และในกิจกรรมเสริมหลักสูตรต่าง ๆ เช่น มุมคณิตศาสตร์ การจัดป้ายนิเทศการจัดนิทรรศการ กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554, น. 150) กล่าวว่า การเรียนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนของทุกประเทศทั่วโลก มุ่งเน้นเพื่อนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มักเป็นสถานการณ์จำลองที่หลากหลายและเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ทำให้จุดเน้นที่สำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนของทุกประเทศทั่วโลก เป็นการให้นักเรียนฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การที่นักเรียนได้ฝึกฝนและเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีโครงสร้างหลากหลาย จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

จากการศึกษาเกี่ยวกับความสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญเป็นอย่างมาก กล่าวคือ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาคุณภาพ คุณลักษณะ ทักษะ การคิด การวิเคราะห์ การให้เหตุผลของผู้เรียนแต่ละคน เข้าใจถึงกระบวนการหรือขั้นตอนในการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ และเมื่อผู้เรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจและสนุกสนาน จะทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีกับวิชาคณิตศาสตร์

2.3.5 กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เกิดผลสำเร็จนั้น ผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องใช้กระบวนการแก้ปัญหาช่วยในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้

Polya (1957, pp. 5-40) กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าประกอบด้วยกระบวนการ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจประโยคย่อย ๆ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ของปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องสามารถสรุปปัญหาเป็นภาษาหรือคำพูดของตนเองได้ สามารถระบุได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้และโจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญที่ต้องพิจารณาโดยอาศัยข้อมูลจากขั้นที่ 1 นำไปสู่การกำหนดว่าจะแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการใด โดยพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

จะก่อให้เกิดผลอย่างไรบ้างและต้องใช้ความรู้เรื่องใดที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าวโดยนำทฤษฎี กฎ หลักการ สูตร บทนิยาม ที่เรียนมากำหนดเป็นวิธีการที่ใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา

3. ขั้นตอนดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ เป็นขั้นตอนดำเนินการตามแผนหรือวิธีการที่กำหนดไว้จนกระทั่งได้คำตอบที่ต้องการ สำหรับปัญหาที่มีการคิดคำนวณ ขั้นนี้เป็นขั้นลงมือคิดคำนวณ เพื่อหาคำตอบตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4. ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ เป็นขั้นที่ต้องพิจารณาตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองว่าเรียบร้อยครบถ้วนทุกกรณีที่เป็นไปได้หรือไม่ ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องรวมทั้งความสมเหตุสมผลของคำตอบ

Guilford and Hoepfner (1971, p. 130) ได้กำหนดขั้นตอนของการแก้ปัญหาว่า ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการ คือ การกำหนดปัญหาหรือค้นหาปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา คือ พิจารณาว่าสิ่งใดเป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดไม่ใช่สาเหตุของปัญหา
3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา คือ การหาวิธีการแก้ปัญหา คือ การหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งตรงกับสาเหตุของปัญหาและแสดงออกมาในรูปแบบของวิธีการแก้ปัญหาและได้ผลลัพธ์ในขั้นสุดท้าย
4. ขั้นตรวจสอบผล คือ การเสนอเกณฑ์เพื่อที่จะตรวจสอบผลลัพธ์ที่มาจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ถูกต้อง ก็ต้องเสนอวิธีการแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง
5. ขั้นประยุกต์ คือ การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสอื่นเมื่อพบกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาคลายกับปัญหาเดิม

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

ขั้นที่ 1 ขั้นการอ่านและคิด (Head and Think) เป็นขั้นที่นักเรียนได้อ่านข้อปัญหาตีความจากภาษา สร้างความสัมพันธ์และระลึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วปัญหาจะประกอบด้วยข้อเท็จจริงและคำถามอยู่รวมกัน อาจทำให้เกิดการไขว้เขวได้ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องแยกแยะข้อเท็จจริงและคำถาม มองเห็นภาพของเหตุการณ์ บอกสิ่งที่กำหนดและสิ่งที่ต้องการและกล่าวถึงปัญหาในภาษาของตนเองได้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและวางแผน (Explore and Plan) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาจะวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา รวบรวมข้อมูล พิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ เชื่อมโยง

ข้อมูลเข้ากับความรู้เดิมเพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้แล้ววางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยนำเอาข้อมูลที่มีอยู่มาสร้างเป็นแผนภาพหรือรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผัง ตาราง กราฟ หรือวาดภาพประกอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Select a Strategy) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด แต่ละบุคคลจะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไปและในการแก้ปัญหาหนึ่งปัญหาอาจจะมีการนำเอาหลายวิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหานั้นก็ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นค้นหาคำตอบ (Find an Answer) เมื่อเข้าใจปัญหาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้แล้ว นักเรียนควรจะประมาณคำตอบที่เป็นไปได้ในขั้นนี้ นักเรียนควรลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจะต้องอาศัยการประมาณค่า การใช้ทักษะการคิดคำนวณ การใช้ทักษะทางพีชคณิตและการใช้ทักษะทางเรขาคณิต

ขั้นที่ 5 ขั้นมองย้อนและขยายผล (Re-flect and Extend) ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ใช่ผลที่ต้องการก็ตั้งย้อนกลับไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องใหม่และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นต่อไป ในขั้นนี้ประกอบด้วย การตรวจสอบคำตอบ การค้นหาทางเลือกที่นำไปสู่ผลลัพธ์ การมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถาม การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม

Strenberg (1999, pp. 351-354) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Problem Identification) เพื่อขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ควรจะระบุสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงก่อน
2. การจำกัดความของปัญหา (Definition of Problem) เมื่อระบุปัญหาที่แท้จริงได้แล้ว จำเป็นต้องให้คำจำกัดความของปัญหา เพราะหากไม่มีการให้คำจำกัดความของปัญหานั้น อาจจะทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง โอกาสในการแก้ปัญหาได้สำเร็จจะลดน้อยลง
3. การสร้างกลยุทธ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Constructing Strategy for Problem Solving) เป็นขั้นตอนในการวางแผนกลยุทธ์ต่าง ๆ และวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาที่ซับซ้อนให้เห็นเป็นขั้นตอน หรือสังเคราะห์องค์ประกอบหลายชนิดที่มีความสัมพันธ์กันแล้วนำมาเชื่อมโยงกัน เพื่อใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหา
4. การจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Organizing Information about a Problem) เป็นการจัดระเบียบข้อมูลที่มีอยู่เพื่อนำมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหาให้ประสบผลสำเร็จ หรือการสร้างภาพในใจ ที่ช่วยในการกำหนดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
5. การจัดสรรทรัพยากรที่ใช้ในการแก้ปัญหา (Allocation of Resources) คนส่วนใหญ่จะเผชิญหน้ากับปัญหาโดยอยู่ในขอบเขตของทรัพยากรที่จำกัดในด้านต่าง ๆ การแก้ปัญหาแต่ละปัญหาต้องใช้ทรัพยากรในปริมาณที่แตกต่างกัน เช่น ปัญหาบางปัญหาต้องอาศัยระยะเวลานานในการ

แก้ปัญหา และต้องการเครื่องมือหลายชนิด ในขณะที่บางปัญหาอาศัยทรัพยากรเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้ประสิทธิภาพของการจัดสรรทรัพยากรในการแก้ปัญหา จึงขึ้นอยู่กับความรู้ความชำนาญของแต่ละบุคคล

6. การตรวจสอบการแก้ปัญหา (Monitoring Problem Solving) การแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้รู้แน่ชัดว่าขั้นตอนต่าง ๆ ดำเนินไปอย่างถูกต้องและนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการหรือไม่ เพราะหากพบว่ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นแล้ว การตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาก็จะช่วยให้เราสามารถแก้ไขข้อบกพร่องได้ทัน่วงที

7. การประเมินผลการแก้ปัญหา (Evaluation Problem Solving) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายหลังจากการแก้ปัญหาสิ้นสุดลง ซึ่งเป็นการประเมินความสำเร็จ และทบทวนการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ บางครั้งการประเมินผลการแก้ปัญหานี้จะทำให้สามารถรู้ถึงกลยุทธ์ใหม่ที่จะนำไปปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหาในครั้งต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ยุพิน พิพิธกุล (2530, อ้างถึงใน ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ, 2560, น. 72) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของยุพิน พิพิธกุล. ปรับปรุงจาก การสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (หน้า 72), โดย ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ, 2560, มหาสารคาม: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542, น. 15-16) กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ระบุสิ่งที่ต้องการ ระบุข้อมูลที่กำหนดให้และระบุเงื่อนไข เชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดให้

2. วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ ระบุปัญหาย่อยและการเลือกใช้ยุทธศาสตร์ที่เหมาะสม ได้แก่ การสังเกต การสืบสวน หรือรูปแบบการคิดจากปลายเหตุย้อนสู่ต้นเหตุ การเดาและทดสอบ การทดลองและสร้างสถานการณ์จำลอง การลดความซับซ้อนของปัญหา การแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ การใช้วิธีอนุมานทางตรรกวิทยาและการรายงานแจกแจงสมาชิกทั้งหมด

3. ดำเนินการตามแผน ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการตามวิธีที่เลือกเพื่อแก้ปัญหา

4. ตรวจสอบกระบวนการและคำตอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่คำตอบมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นหรือกระชับกว่า วิธีการที่เลือกหรือไม่ และสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมเงื่อนไขหรือข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่ได้หรือไม่

กรมวิชาการ (2545, น. 195-196) ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาลดจนคำตอบที่ได้ในการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในกระบวนการแก้ปัญหาผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนก่อน แล้วจึงฝึกทักษะในการแก้ปัญหากลุ่มการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ซึ่งในกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนนี้ยังต้องอาศัยทักษะอื่นๆ ประกอบด้วย ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกหลายประการ เช่น ทักษะการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษา ซึ่งผู้เรียนควรแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้ และโจทย์ต้องการหาอะไร หรือพิสูจน์ข้อความใด

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้ หลักการหรือทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้ว ทักษะในการเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม เช่น เลือกใช้การเขียนรูปหรือแผนภาพ ตาราง การสังเกตหาแบบรูปหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น ในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่า คาดการณ์ หรือคาดคะเนคำตอบประกอบด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณ หรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์ หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ ต้องอาศัยทักษะในการคำนวณ การประมาณคำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ โดยใช้ความรู้สึกเชิงจำนวน (Number Sense) หรือความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Spatial Sense) ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหา

ทศนา แคมมณี (2545, น. 124-125) กล่าวว่า ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. การสังเกต ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูล รับรู้และทำความเข้าใจในปัญหาจนสามารถสรุปและตระหนักในปัญหานั้น
2. การวิเคราะห์ ให้ผู้เรียนได้อภิปราย หรือแสดงความคิดเห็น เพื่อแยกแยะประเด็นปัญหา สภาพสาเหตุและลำดับความสำคัญของปัญหา
3. สร้างทางเลือก ให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งอาจจะมีการทดลอง คำนวณ ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำกิจกรรมกลุ่ม และควรมีการกำหนดหน้าที่ในการทำงานให้แก่ผู้เรียนด้วย
4. เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึกการปฏิบัติงาน เพื่อรายงานและตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก

5. สรุป ผู้เรียนสรุปความด้วยตนเอง ซึ่งอาจทำในรูปของรายงาน

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545, น. 114) สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่ปัญหา เป็นการศึกษาลักษณะของปัญหาว่าเป็นอย่างไร ปัญหาเกิดจากอะไรบ้าง เป็นการค้นพบปัญหาที่อาจจะเป็นไปได้
2. ชี้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นการศึกษา วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจัย ให้ความรู้ที่แท้จริงคืออะไร และอะไรบ้างคือปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหาที่แท้จริง
3. ชี้นระบุปัญหา เป็นการนำเอาปัญหาที่เป็นสาเหตุที่แท้จริงมาเป็นประเด็นสำคัญในการศึกษา รวบรวมข้อมูลสำหรับแต่ละเรื่อง
4. ชี้นกำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมายเพื่อการแก้ปัญหานั้นว่าจะให้ผลสัมฤทธิ์ทางด้านใด เป็นปริมาณมากน้อยเพียงใด มีคุณค่าสูงต่ำเพียงใด
5. ชี้นตั้งสมมุติฐาน เป็นการเสนอแนวทาง และวิธีการในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุที่จะทำให้สามารถแก้ปัญหานั้นได้สำเร็จ
6. ชี้นทดลองหรือทดสอบสมมุติฐาน เป็นการนำวิธีแก้ปัญหานั้นมาตั้งสมมุติฐานไปใช้ในการแก้ปัญหา
7. ชี้นสรุปผล
8. ชี้นนำไปใช้

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2543, น. 49) ได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งอาจจะใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ช่วย เช่น กราฟ แผนภูมิตาราง

2. แสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา นั้น ๆ พิจารณาถึงเหตุและหาหนทางที่จะแก้ปัญหา

3. วางแผนในการแก้ปัญหาเป็นยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

4. แก้ปัญหาโดยดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ ซึ่งอาจจะต้องใช้การคำนวณช่วย

5. ตรวจสอบ เป็นการทบทวนเหตุผลที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้วนั้นว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด คำนวณถูกต้องหรือไม่ คำตอบมีความน่าเชื่อถือเพียงใด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 103) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอนมีดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ทำความเข้าใจปัญหาที่พบในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่

1.1 ปัญหาถามว่าอย่างไร

1.2 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง

1.3 มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือไม่

การวิเคราะห์ปัญหาจะช่วยให้เข้าใจปัญหา และทำให้กระบวนการแก้ปัญหาคำเนินไปอย่างราบรื่น การประเมินความเข้าใจปัญหาสามารถทำได้ด้วยการเขียนแสดงประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. วางแผนการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหา ตามที่ได้วางแผนไว้แล้ว และการตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ทำได้

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหาเป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหาทั้งด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาคำตอบที่ตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ ตลอดจนการมองย้อนกลับไปยังขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่ามีคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นอีกหรือไม่ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตลอดจนการขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไป

จากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ตามกระบวนการแก้ปัญหของ Polya (1957, 5-40) ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องพิจารณาโจทย์ปัญหา จากนั้นวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ว่าโจทย์กำหนดข้อมูลใดมาให้ และโจทย์ต้องการให้หาสิ่งใด

2. **ขั้นวางแผนแก้ปัญหา** เป็นขั้นที่ผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนหรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหาโดยพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งต้องมีการนำ กฎ บทนิยาม ทฤษฎี มโนทัศน์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์มาใช้ในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว

3. **ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา** เป็นขั้นที่ผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 โดยดำเนินการตามวิธีการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่โจทย์ต้องการให้หา

4. **ขั้นตรวจสอบคำตอบ** เป็นขั้นที่ผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาว่าดำเนินการไปตามแผน หรือถูกต้องตามวิธีการทางคณิตศาสตร์หรือไม่ รวมทั้งตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

2.3.6 ยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ยุทธวิธีใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอยุทธวิธีที่นำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้มากมาย ดังนี้

Burger and Musser (1988, อ้างถึงใน ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ, 2560, น. 84-86) ได้เสนอแนะยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ดังนี้

1. **ยุทธวิธีการเดาและตรวจสอบ (guess and check)** เป็นการเดาคำตอบของปัญหาที่พบ และตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าคำตอบที่ได้ยังไม่ถูกต้อง ให้เดาคำตอบใหม่ จนได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยอาศัยเหตุผลจากการเดาครั้งที่ผ่านมา

2. **ยุทธวิธีใช้ตัวแปร (use for a variable)** เป็นการกำหนดตัวแปรแทนตัวที่ไม่ทราบค่าหรือสิ่งที่โจทย์ถาม แล้วหาค่าของตัวแปรเพื่อให้ได้คำตอบที่โจทย์ถาม

3. **ยุทธวิธีค้นหารูปแบบ (look for a pattern)** เป็นการหาคำตอบโดยสังเกตจากรูปแบบที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วหารูปแบบจากตัวอย่างที่โจทย์กำหนดให้ นั้นเป็นแนวทางในการหาคำตอบ

4. **ยุทธวิธีสร้างรายการ (make a list)** เป็นการหาคำตอบโดยสร้างรายการที่เป็นไปได้ของคำตอบ ตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

5. **ยุทธวิธีแก้ปัญหาย่อย (solve a simple problem)** เป็นการหาคำตอบโดยสร้างปัญหาขึ้นมาใหม่ ซึ่งมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิม แล้วนำวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาย่อยที่สร้างขึ้นมาใหม่ มาใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหาเดิม

6. **ยุทธวิธีวาดภาพ (draw a picture)** เป็นการวาดภาพเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา

7. **ยุทธวิธีเขียนแผนภาพ (draw a diagram)** เป็นการเขียนแสดงสาระสำคัญเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ เพื่อเป็นแนวทางในการหาคำตอบของปัญหา ต่างจากยุทธวิธีวาดภาพตรงที่การเขียนแผนภาพจะไม่แสดงรายละเอียด จะบอกเพียงสาระสำคัญเท่านั้น

8. ยุทธวิธีใช้การให้เหตุผลทางตรง (use direct reasoning) เป็นการให้เหตุผลพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดมาใช้ในการหาคำตอบ และมักเป็นยุทธวิธีที่ใช้ร่วมกับยุทธวิธีอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา

9. ยุทธวิธีใช้การให้เหตุผลทางอ้อม (use indirect reasoning) เป็นการหาคำตอบของโจทย์โดยใช้การพิสูจน์เพื่อแสดงว่า คำตอบหนึ่งเป็นจริงแต่ไม่สามารถแสดงได้ ซึ่งจะเปลี่ยนการหาคำตอบเป็นการหาเหตุผล มาแสดงว่าคำตอบเดียวกันนั้น แต่มีทิศทางหรือเครื่องหมายตรงกันข้ามกันเป็นเท็จ แล้วสรุปคำตอบที่โจทย์กำหนดให้พิสูจน์เป็นจริง

10. ยุทธวิธีใช้สมบัติของจำนวน (use properties of number) เป็นการหาคำตอบโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติของจำนวน มาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

11. ยุทธวิธีแก้โจทย์ปัญหาที่เหมือนกัน (solve an equivalent) เป็นการหาคำตอบโดยการเปลี่ยนภาษาของโจทย์ปัญหาเป็นภาษาของผู้แก้ปัญหาเอง โดยที่ความหมายไม่เปลี่ยนไปจากเดิม เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจปัญหา

12. ยุทธวิธีทำย้อนกลับ (work backward) เป็นการแก้โจทย์ปัญหาโดยพิจารณาจากผลลัพธ์ หรือเหตุการณ์สุดท้ายที่โจทย์กำหนด แล้วทำย้อนกลับ เพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ

13. ยุทธวิธีแบ่งเป็นกรณี (use case) เป็นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่คำตอบมีสาเหตุมาจากกรณีย่อย ๆ หลายกรณี แล้วพิจารณาคำตอบจากทุกกรณีร่วมกันเป็นคำตอบที่โจทย์ต้องการ

14. ยุทธวิธีแก้ปัญหาคด้วยสมการ (use an equation) เป็นการหาคำตอบโดยการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล ให้อยู่ในรูปของการเท่ากัน แล้วจึงหาคำตอบ

15. ยุทธวิธีค้นหาสูตร (look for a formula) เป็นการหาคำตอบโดยการใช้สูตรที่สอดคล้องกับข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ ในการหาคำตอบ

16. ยุทธวิธีสร้างสถานการณ์จำลอง (do a simulation) เป็นการหาคำตอบโดยการทดลองแสดงสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดมาให้ โดยใช้วัสดุที่มีลักษณะ รูปร่างที่คล้ายกับข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้

17. ยุทธวิธีใช้แบบจำลอง (use a model) เป็นการหาคำตอบโดยการใช้แบบจำลองที่มีรูปร่างคล้ายกับที่โจทย์กำหนดมาให้ ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหา

18. ยุทธวิธีวิเคราะห์เกี่ยวกับขนาด (use dimensional analysis) เป็นการหาคำตอบโดยใช้การแปลงหน่วยวัดระยะทาง อัตราเวลา หรือโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับมาตรการวัด ทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์เกี่ยวกับขนาด

19. ยุทธวิธีกำหนดเป้าหมายรอง (identify sub goals) เป็นการหาคำตอบจากส่วนย่อยมาก่อน และจะทำให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา

20. ยุทธวิธีใช้หลายวิธีร่วมกัน (use coordinate) เป็นการหาคำตอบโดยใช้หลายยุทธวิธีร่วมกัน

21. ยุทธวิธีใช้การสมมาตร (use symmetry) เป็นการหาคำตอบโดยใช้คุณสมบัติของการเท่ากันของสิ่งของสองสิ่ง มาใช้ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

Billstein, Libeskind and Lott (1990, pp. 18-22) ได้นำเสนอยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1. ยุทธวิธีหาแบบรูป (Look for a Pattern) ยุทธวิธีนี้จะพิจารณารูปแบบของส่วนแรกในลำดับของจำนวนที่ให้มาก่อน แล้วจึงค้นหาต่อไปอีก

2. ยุทธวิธีสร้างตาราง (Make a Table) ใช้ตารางในการรวบรวมข้อมูลหรือช่วยให้เห็นรูปแบบ ใช้ตารางในการพิจารณากรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหานั้น

3. ยุทธวิธีพิจารณากรณีที่ง่ายกว่า (Examine a Simplex Case) ในสถานการณ์ที่ซับซ้อนบางปัญหา อาจเริ่มจากการพิจารณากรณีง่าย ๆ ก่อนและค่อยสร้างไปยังปัญหาเดิม

4. ยุทธวิธีวิเคราะห์ให้ได้ปัญหาย่อย (Identify a Sub goal) ในการที่จะพยายามวางแผนในการแก้ปัญหบางปัญหา คำตอบของปัญหาที่ง่ายกว่าหรือคำตอบของปัญหาที่คล้ายกันมาก ๆ ที่เคยพบมาแล้วอาจกลายเป็นเป้าหมายย่อย ๆ ของเป้าหมายพื้นฐานในการแก้ปัญหานั้นได้

5. ยุทธวิธีพิจารณาปัญหาที่เกี่ยวข้อง (Examine a Relate Problem) เป็นการค้นหาปัญหาที่คล้ายกันซึ่งเคยแก้มาก่อนช่วยในการแก้ปัญหาใหม่ที่เจอ

6. ยุทธวิธีทำย้อนกลับ (Work Backward) ปัญหาบางปัญหาอาจง่ายขึ้นถ้าเริ่มต้นพิจารณาจากคำตอบหรือผลขั้นสุดท้ายและทำย้อนกลับ

7. ยุทธวิธีเขียนสมการ (Write an Equation) ยุทธวิธีนี้ใช้ความรู้ทางพีชคณิตโดยสร้างสมการให้สอดคล้องกับคำตอบ

8. ยุทธวิธีสร้างแผนภาพ (Draw a Diagram) การวาดแผนภาพเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหในวิชาเรขาคณิต จะสร้างรูปเพื่อการเข้าใจซึ่งจำเป็นในการแก้ปัญห นอกจากนี้ปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหาทางเรขาคณิตก็สามารถใช้วาดรูปในการแก้ปัญหได้

9. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ (Guess and Check) ในขั้นแรกจะเดาคำตอบและใช้เหตุผลดูความเป็นไปได้ แล้วตรวจคำตอบ ถ้าการเดาครั้งนั้นไม่ถูก ขั้นต่อไปคือการเรียนรู้เกี่ยวกับความเป็นไปได้ของคำตอบให้มากขึ้นแล้วเดาต่อไป

Kennedy and Tipps (1994, อ้างถึงใน ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ, 2560, น. 86-88) ได้เสนอแนวคิดยุทธวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 10 ยุทธวิธี ดังนี้

1. ยุทธวิธีค้นหาแบบรูป (look for a patterns)

2. ยุทธวิธีใช้แบบจำลอง (use a model)

3. ยุทธวิธีใช้ภาพหรือแผนภาพ (use a drawing or diagram)
4. ยุทธวิธีปฏิบัติให้เหมือนจริง (act it out)
5. ยุทธวิธีสร้างตารางหรือสร้างกราฟ (construct a table and or graph)
6. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ (guess and check)
7. ยุทธวิธีแจงรายการที่เป็นไปได้ทั้งหมด (account for all possibilities)
8. ยุทธวิธีทำปัญหาให้ง่ายหรือทำปัญหาให้เป็นปัญหาย่อย
9. ยุทธวิธีทำย้อนกลับ (work backward)
10. ยุทธวิธีเปลี่ยนจุดมุ่งหมายของปัญหา (change your point of view)

ฉวีวรรณ เสวตมालย์ (2542, น. 36-38) ได้เสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหามาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การกำหนดคุณลักษณะของปัญหา (Characterize The Problem) อะไรคือสิ่งที่กำหนด อะไรคือสิ่งที่ต้องการ อะไรขาดหายไป ท่านกำลังค้นหาอะไรอยู่ ข้อมูลที่จำเป็นกำหนดมาให้หรือไม่ จงดูตัวอย่างหลาย ๆ ข้อ มีกรณีพิเศษใดหรือไม่ ทำกำหนดขอบข่ายของคำตอบที่เป็นไปได้ ท่านสามารถทำปัญหานั้นให้ง่ายลงโดยใช้ประโยชน์จากสมมาตรหรือทำข้อความ “โดยไม่สูญเสียความเป็นกรณีทั่วไป” เพื่อย่อโจทย์ทั้งข้อให้เป็นกรณีเฉพาะได้หรือไม่
2. การที่ท่านเคยเห็นปัญหานั้นมาก่อนหรือไม่ (Have You Seen This Before) หรือท่านเคยเห็นปัญหานี้ในรูปแบบที่แตกต่างไปเพียงเล็กน้อยไหม ถ้าเคยท่านสามารถถ่ายทอดไปสู่ปัญหานี้แล้วใช้วิธีการบางตอนที่เคยแก้ปัญหามาใช้ได้หรือไม่ จงตั้งปัญหาที่คล้ายคลึงกันที่มีตัวแปรน้อยกว่าแล้วแก้ดูโดย “การคล้าย” เงื่อนไขในข้อหนึ่งหรือมากกว่านั้นท่านสามารถเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหาเดิมบ้างหรือไม่
3. การค้นหารูปแบบ (Look for a Pattern) โดยการพิจารณาลักษณะของปัญหาโดยภาพรวม
4. การทำให้ง่ายลง (Simplification) บางครั้งความสัมพันธ์รูปแบบง่าย ๆ อาจถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบหรือนิพจน์ที่ “ยุ่งเหยิง” จงพยายามแทนค่ารูปที่ยุ่งเหยิงด้วยสัญลักษณ์ง่าย ๆ แล้วค้นหาความสัมพันธ์ที่อยู่เบื้องหลัง
5. การลดลง (Reduction) ปัญหาของท่านสามารถแบ่งเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่จะแก้ให้ง่ายขึ้นหรือไม่
6. การทำย้อนกลับ (Work Backwards) เมื่อท่านพยายามพิสูจน์ทฤษฎีบทที่ท่านทราบอยู่แล้วว่าเป็นจริง อาจจะง่ายขึ้นถ้าเริ่มต้นทำจากข้อสรุปขึ้นไปหาเหตุผล

7. การจัดทำรายการ (Make a List) ถ้าท่านใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ มันอาจจะเป็นไปได้ที่จะจัดรายการทั้งหมดของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทุกชั้นของกระบวนการบางอย่าง ถ้าท่านสนใจในผลลัพธ์ใดโดยเฉพาะของกระบวนการนั้น มันก็ควรจะรวมอยู่ในรายการทั้งหมดนั้น

8. การจำลองสถานการณ์ (Simulation and Modeling) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อาจสร้างได้โดยการเรียนแบบกระบวนการที่ซับซ้อน ในคณิตศาสตร์หรือในโลกแห่งความจริงนั้นถ้าผลที่ได้รับโดยใช้สถานการณ์จำลองถูกต้องแม่นยำแล้วสถานการณ์จำลองนั้นคือความสำเร็จ

9. ตรรกศาสตร์ทางการ (Format Logic) อุปนัยทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในคณิตศาสตร์หลายสาขา เช่นเดียวกับเทคนิคที่เรียกว่า การพิสูจน์โดยอ้อม (Indirect Prove) ซึ่งเป็นที่รู้กันว่าเป็นการพิสูจน์แบบ Contrapositive ด้วยคำตอบของท่านมีความหมายหรือไม่ ตรวจสอบคำตอบของท่านโดยใช้สามัญสำนึกและการให้เหตุผลแบบมีทางเลือกข้อสุดท้าย

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2543, น. 44-46) ได้รวบรวมยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. มองภาพรวม ๆ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาในลักษณะของปัญหาทั้งหมด การมองภาพรวมๆ เป็นการทบทวนภาพทั้งหมดหาความเข้าใจเนื้อหา การทบทวนอาจทำได้โดยการอ่าน หลาย ๆ รอบ เพื่อที่จะได้ไม่หลงทาง มองภาพให้มุมกว้างจนกว่าจะเห็นหนทางแก้ไข ในกรณีที่เกิดไม่ออกอาจจะเปลี่ยนมุมมองเสียใหม่

2. กำหนดหนทางไว้เลือกหลายทาง การหาทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมดไว้หลาย ๆ ทาง เพื่อนำมาพิจารณาในรายละเอียดว่าทางเลือกใดที่ดีและเป็นไปได้มากที่สุด การพิจารณาเพื่อตัดสินใจเลือกนั้นต้องกระทำอย่างรอบคอบ

3. กำจัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาทิ้งไปเหลือไว้แต่ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา นั้น ๆ โดยเฉพาะขีดเส้นใต้เนื้อหาหรือเรื่องราวที่สำคัญจากข้อมูลที่มีอยู่ พิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้โดยตัดหนทางที่เป็นไปไม่ได้หรือประโยคที่ไม่เกี่ยวข้องทิ้งไปเสียก่อน โดยใช้หลักตรรกศาสตร์แล้วค่อยพิจารณาตัดสินใจจากข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ประกอบกัน

4. เลือกวิธีการในการคำนวณให้เหมาะสม โดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาว่าจะใช้ข้อมูลข่าวสารใด กลวิธีที่สมควรนำมาใช้จึงจะได้ผลและควรจะใช้การคำนวณ บวก ลบ คูณ หาร หาค่าราก ยกกำลัง หรือใช้ความรู้ทางสถิติ แคลคูลัส พีชคณิต กราฟ ฯลฯ อยางใดมาช่วยในการคำนวณ

5. ใช้การเดาแล้วทดสอบ โดยใช้เหตุผลในการพิจารณาคำตอบควรจะเป็นเช่นใด การเดาจะต้องเดาอย่างมีหลักเกณฑ์ สมเหตุสมผล ไม่ลำเอียง เมื่อเดาแล้วต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้คำตอบ การเดาจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นถ้ามีเทคนิคบางอย่างช่วย เช่น การวิเคราะห์ข้อมูล การประมาณค่า การจำลองสถานการณ์ การพิจารณากรณีแวดล้อมมา ประกอบการพิจารณา

6. การสร้างรูปแบบที่เป็นรูปธรรม ซึ่งจะช่วยให้มองเห็นปัญหาในลักษณะหลาย ๆ มิติ รูปแบบที่สร้างขึ้น จำลองขึ้นอาจจะเป็นคน วัตถุ สิ่งก่อสร้าง โครงสร้างเครือข่าย เพื่อให้เกิดต้นแบบ และสามารถนำไปหาความสัมพันธ์กับข้อมูลที่มีอยู่ หรือนำไปสู่คำตอบที่ต้องการได้

7. หาแบบรูปที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบ ปัญหาบางปัญหา เรื่องราวบางเรื่องราว อาจจะมีลักษณะเป็นวงจร เป็นการเรียงลำดับ เป็นอนุกรมของตัวเลข เป็นรูปเรขาคณิต เป็นค่าของสัดส่วน เป็นลักษณะของการแปลงค่า เป็นคู่ลำดับ หรือเป็นฤดูกาล เป็นต้น การหาแบบรูปได้ จะทำให้สามารถไขปัญหาได้

8. จัดระบบข้อมูลใหม่ หมายถึง การจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นให้มีรูปที่ง่ายแก่การเข้าใจ เช่น ทำเป็นรายการ ทำเป็นตาราง ทำเป็นข้อสังเกต รวมข้อมูลเรื่องราวเดียวกันไว้ ตัดข้อมูลที่ฟุ่มเฟือยออกไป รวมทั้งให้บันทึกข้อมูลที่สูญหายไปซึ่งอาจจะเป็นเบาะแสให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

9. สร้างภาพประกอบ เพื่อให้สามารถมองเห็นลักษณะของตัวปัญหาได้อย่างชัดเจน หากข้อมูลที่มีอยู่มีลักษณะที่เป็นการบรรยายความเป็นตารางตัวเลขสามารถจะทำให้ชัดเจนขึ้นได้โดยการสร้างภาพประกอบ โดยการเขียนกราฟประกอบคาอธิบาย เขียนรูปเรขาคณิตสเกตช์ภาพลายเส้น เขียนเป็นไดอะแกรม จะทำให้มองเห็นปัญหาในลักษณะที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น

10. แยกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับปัญหาเดิม แต่อยู่ในรูปลักษณะที่ง่ายขึ้น เป็นการแก้ปัญหาที่ง่ายกว่า มีตัวเลขที่ซับซ้อนน้อยกว่าแต่เป็นโจทย์ปัญหา ลักษณะเดียวกัน เมื่อสามารถแก้ปัญหาที่เล็กกว่าได้จะมองเห็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เล็กกว่าได้

11. ใช้ตรรกศาสตร์ในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาโดยใช้สามัญสำนึก ใช้หลักการและเหตุผล บ่อยครั้งที่พบว่าในการแก้ปัญหาในบางครั้งผู้ที่พยายามแก้ปัญหาอาจจะมองลึกลงไป และลืมนึกถึงความเป็นจริงตามธรรมชาติ ขาดการใช้สามัญสำนึกทำให้หาหนทางแก้ไขที่เหมาะสมไม่ได้ การถามว่า “ถ้าเป็นอย่างนี้แล้วจะเกิดอะไรขึ้นต่อไป” เป็นการโยกจากเหตุไปสู่ผลการ ใช้วิธีแบบอนุमानและอุปมาน เป็นวิธีการหนึ่งที่เป็นประโยชน์

12. คิดย้อนกลับ การแก้ไขปัญหาโดยเริ่มพิจารณาเหตุในบางครั้งไม่สามารถกระทำได้ง่ายนัก การสืบสาวจากผลย้อนหลังไปหาเหตุในบางครั้งสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าตัวอย่างการ พิสูจน์เรขาคณิต ตรีโกณมิติ รวมทั้งการสืบสวนเรื่องราวต่าง ๆ เป็นต้น ในบางครั้งจะพบว่าสามารถเริ่มต้นจากผลลัพธ์ (ปลายทาง) เพื่อไปสู่เหตุ (ต้นทาง) ได้ง่ายและรวดเร็วมากขึ้น

13. ใช้สูตรปัญหาหลายปัญหามีสูตรในการแก้ บางสูตรใช้ได้กับหลายปัญหาในการแก้ปัญหาจะต้องพิจารณาก่อนว่าสูตรใดบ้างที่มีความเกี่ยวข้อง และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ให้วิเคราะห์ปัญหาแล้วนำสูตรไปใช้ หลังจากนั้นจำเป็นต้องตรวจสอบความถูกต้องของสูตรและการนำสูตรไปใช้อย่างถูกต้องกับเรื่องราวนั้น ๆ

14. ตั้งคำถามที่เหมาะสมโดยตนเองหรือโดยผู้อื่น สามารถใช้แนวคิดที่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ คำถามที่เป็นประโยชน์ เช่น ทำไมเป็นไปได้อย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้นจะช่วยให้เกิดความกระจ่างในปัญหามากขึ้น ช่วยให้สามารถจับใจความสำคัญของปัญหาได้ การตั้งคำถามและหาคำตอบจะสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้

15. คุยอภิปรายหรือระดมความคิด เป็นยุทธวิธีหนึ่งซึ่งทำให้ได้ความคิดหรือเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาเนื่องจากการคุยหรือการอภิปราย ทำให้เกิดการมองเห็นปัญหาจากมุมมองที่ต่างกันอย่างออกไป เกิดแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลายจุด มีการเติมหรือแก้ไขในจุดบกพร่องที่มองจากบางมุมมองไม่เห็น นอกจากนั้นยังจะพบว่า คำพูดบางคำ ทำให้สะกิดใจหรือเป็นกุญแจให้สามารถหาหนทางแก้ปัญหาได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 11-36) กล่าวว่ายุทธวิธีแก้ปัญหาเป็นที่เครื่องมือสำคัญและสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี ที่พบบ่อยในคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน ยุทธวิธีนี้มักจะใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิต

2. การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นหาแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่น ๆ ตลอดจนช่วยให้ไม่ลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่ง เมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

4. การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูลโดยแยกเป็นกรณี ๆ ที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด ในการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดนักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่ใช่ออกก่อน แล้วค่อยค้นหาแบบรูปหรือแบบรูปของกรณีที่เหลืออยู่ ซึ่งถ้าไม่มีระบบในการแจกกรณีที่เหมาะสม ยุทธวิธีนี้ก็จะไม่มีประสิทธิภาพ ยุทธวิธีนี้จะใช้ได้ดีถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน ซึ่งบางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางมาช่วยในการแจกกรณีด้วยก็ได้

5. การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหา กำหนดผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง มาสร้างข้อความคาดการณ์แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรก ๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไป นักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทางเพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

6. การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูปแบบของสมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นอสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาว่า ข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมามีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้ แล้วเขียนสมการหรืออสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการมักใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ ได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวกและสมบัติการคูณ และเมื่อใช้สมบัติการเท่ากันมาช่วยแล้ว ต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ถ้าเป็นไปได้ตามเงื่อนไขของปัญหาถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานี้ ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางพีชคณิต

7. การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้กับการแก้ปัญหามุ่งการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคย หรือที่ต้องทำตามขั้นตอนทีละขั้นเพื่อให้แก้ปัญหได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหด้วยยุทธวิธีอื่นไม่ได้แล้ว สิ่งสำคัญของยุทธวิธีนี้ก็คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อยหรือเป็นส่วน ๆ ซึ่งในการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนอาจลดจำนวนของข้อมูลลง หรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนเป็นปัญหาที่คุ้นเคยหรือเคยแก้ปัญหามาก่อนหน้านี้

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญห บางปัญหาเราใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบ หรือการเขียนภาพและแผนภาพ จนทำให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างเด่นชัด ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

11. การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จแล้วหาข้อขัดแย้ง ยุทธวิธีนี้มักใช้กับการแก้ปัญหที่ยากแก่การแก้ปัญหโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่จะแสดงเป็นเท็จ

จากการศึกษาเกี่ยวกับยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละปัญหามีความหลากหลาย เช่น การวาดแผนภาพ การสร้างแบบจำลอง การสร้างตาราง การคาดเดาและตรวจสอบ การค้นหาแบบรูป เป็นต้น นั่นคือในการแก้ปัญหัจฉัยที่สำคัญประการหนึ่ง

คือ ความรู้ ทักษะ ความสามารถและประสบการณ์ของผู้แก้โจทย์ปัญหาว่าสามารถเลือกยุทธวิธีที่ใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งในบางโจทย์ปัญหาอาจใช้เพียงแค่อายุทธวิธีเดียวที่สามารถหาคำตอบที่ต้องการได้ แต่ในบางปัญหาอาจต้องใช้หลาย ๆ ยุทธวิธีถึงจะสามารถหาคำตอบได้ ดังนั้นผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความรู้ ทักษะ ความสามารถและประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหา อันจะส่งผลให้ประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

2.3.7 การวัดผลการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การใช้แบบทดสอบชนิดแสดงวิธีทำ เป็นวิธีวัดผลการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้วิธีหนึ่ง เพราะวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมักแสดงอยู่ในวิธีทำ โดยทั่วไปเมื่อตรวจแบบทดสอบที่แสดงวิธีทำ จะพิจารณาว่าคำตอบถูกหรือไม่ ถ้าไม่ถูกก็หาว่าที่ผิดอยู่ตรงไหน แล้วพยายามตีออกมาเป็นคะแนน ในบางครั้งมีการตั้งเกณฑ์ให้คะแนนแต่ละข้อขึ้นมา แล้วให้คะแนนไปตามเกณฑ์นั้น อย่างไรก็ตาม การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรเน้นที่กระบวนการแก้ปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, น. 110) ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

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

แบบที่ 1 การให้คะแนนตามรูปแบบของซีเทล (Szetele)

ซีเทล (Szetele) เสนอการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า ครูควรประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของเด็ก โดยใช้เกณฑ์คะแนนง่าย ๆ ดังนี้

ให้ 0 คะแนน ถ้าเด็กไม่ได้แสดงว่าคิดแก้ปัญหาได้เลย กระดาษคำตอบอาจจะว่างเปล่า ไม่มีการตอบคำถามหรือแสดงวิธีแก้ปัญหาเอาไว้เลย

ให้ 1 คะแนน ถ้าเด็กได้พยายามตอบคำถาม แต่คำถามที่ให้ไม่มีเหตุผล หรือตอบไม่ตรงคำถาม

ให้ 2 คะแนน ถ้าเด็กแสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจในตัวคำถาม สามารถตอบคำถามได้บ้างแต่ไม่สมบูรณ์ มีวิธีทำที่ยังมีความสับสนอยู่

ให้ 3 คะแนน ถ้าเด็กเข้าใจคำถามได้ดี สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง มีเหตุผลพอสมควร การอ้างอิงถูกต้อง แต่วิธีทำยังขาดความสมบูรณ์ ขาดความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนต่าง ๆ หรือมีข้อผิดพลาดบกพร่องบ้าง

ให้ 4 คะแนน ถ้าเด็กเข้าใจคำถามดี ตอบคำถามและแสดงวิธีทำในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ มีเหตุผลและอ้างอิงถูกต้อง

แบบที่ 2 การให้คะแนนตามรูปแบบของชาร์ลส์ (Chares)

ชาร์ลส์ (Chares) ได้เสนอเกณฑ์ให้คะแนนอีกวิธีหนึ่งที่เรียกว่า การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic Scoring Scales) ในแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ซึ่งแบ่งให้คะแนนออกเป็น 3 ตอน แต่ละตอนมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินความเข้าใจปัญหา

ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่เข้าใจปัญหาเลย

ให้ 1 คะแนน ถ้าเข้าใจปัญหาเพียงบางส่วนหรือเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายตัวปัญหาบางส่วนผิดพลาด

ให้ 2 คะแนน ถ้าเข้าใจตัวปัญหาอย่างถูกต้องสมบูรณ์

ตอนที่ 2 การวางแผนปัญหา

ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่ได้มีความพยายามในการวางแผน หรือวางแผนไม่ถูกต้อง ไม่ได้มีแนวทางในการแก้ปัญหาได้เลย

ให้ 1 คะแนน ถ้าการวางแผนมีส่วนถูกต้องอยู่บ้าง สามารถนำปัญหาบางส่วนมากำหนดเป็นขั้นตอน เพื่อใช้วิธีแก้ปัญหาได้

ให้ 2 คะแนน ถ้าสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม นำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์

ตอนที่ 3 การได้คำตอบ

ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่มีคำตอบ หรือคำตอบที่ผิด ๆ หลงทางเนื่องจากการวางแผนที่ผิดพลาดตั้งแต่แรก

ให้ 1 คะแนน ถ้ามีการเขียนคำตอบหรือวิธีทำที่ผิด เนื่องจากการลอกโจทย์ผิด คำนวณผิดทำให้ได้คำตอบผิด แต่มีความเข้าใจถูกต้องอยู่บ้าง คำตอบบางส่วนมีความถูกต้อง

ให้ 2 คะแนน ถ้าคำตอบถูกต้อง เขียนอธิบายวิธีทำถูกต้องสมบูรณ์

แบบที่ 3 การให้คะแนนตามรูปแบบของชาร์ลส์ เลสเตอร์ และโอเฟเฟอร์ (Chares, Lester and O'Deffer)

ชาร์ลส์ เลสเตอร์ และโอเฟเฟอร์ ได้เสนอวิธีการให้คะแนนที่เรียกว่า การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic Scoring Scale) โดยได้กำหนดให้คะแนนเต็ม 4 คะแนน ถ้าสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องมากน้อยต่าง ๆ กัน จะได้คะแนนลดหลั่นกันตามส่วน ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การให้คะแนนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของชาร์ลส์ เลขเตอร์ และโอเฟเดเฟอร์

คะแนนที่ให้	ลักษณะของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบ
ให้ 0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาโจทย์ได้เลย แม้จะมีรอยขีดเขียนอยู่บ้างก็ไม่ได้ใกล้เคียง หรือลู่ทางว่าจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้
ให้ 1 คะแนน	ผู้เรียนมีความเข้าใจในปัญหาโจทย์ได้อย่างถูกต้อง ได้แสดงการคิดคำนวณที่ถูกต้องบ้างเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าเขารู้วิธีทำที่ถูกต้องแต่ไม่สามารถทำงานสำเร็จได้
ให้ 2 คะแนน	มีวิธีการคำนวณที่ถูกต้อง ได้แสดงวิธีทำอย่างมีเหตุผลแต่รายละเอียดของการคิดคำนวณยังผิดอยู่ ส่วนใหญ่เป็นความผิดจากการเข้าใจผิด หรือมีความบกพร่องในขั้นตอนการคำนวณ
ให้ 3 คะแนน	สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เกือบถูกต้องสมบูรณ์ วิธีการถูกต้องตามขั้นตอนต่าง ๆ แต่มีข้อผิดพลาดบกพร่องในรายละเอียดบางประการ เช่น ไม่ได้ระบุเงื่อนไขที่จะเป็นประกอบคำอธิบาย หรือวิธีทำถูกต้องทั้งหมดแต่คำตอบสุดท้ายผิดพลาด
ให้ 4 คะแนน	มีความถูกต้องทั้งวิธีทำ และรายละเอียดของการคิดคำนวณจากเกณฑ์การให้คะแนนข้างต้น จะพบว่าหากครูนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูจะมีมาตรฐานในการให้คะแนนที่มีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นรูปธรรมมากขึ้นและนักเรียนก็จะได้รับความเป็นธรรมมากขึ้น

จากเกณฑ์การให้คะแนนข้างต้น จะพบว่าหากครูนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูจะมีมาตรฐานในการให้คะแนนที่มีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นรูปธรรมมากขึ้นและนักเรียนก็จะได้รับความเป็นธรรมมากขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 130) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องแล้ว - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน - เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

หมายเหตุ เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปรับปรุงจาก *การวัดประเมินผลคณิตศาสตร์* (หน้า 130), โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

จากการศึกษาเกี่ยวกับการวัดผลการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 130) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์การประเมินการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้

2.4 คะแนนมาตรฐาน T ปกติ (T - Score)

การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน T ปกติ เรียกว่า การแปลงเชิงเส้นตรง ซึ่งลักษณะการแจกแจงข้อมูลยังคงเหมือนคะแนนดิบ ดังนั้นปกติจะไม่แปลงคะแนนดิบโดยวิธีนี้ วิธีแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐานที่สะดวกถูกต้องชัดเจนก็คือ วิธีแปลงคะแนนโดยยึดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ คะแนนมาตรฐานที่ได้จากการแปลงแบบนี้ เรียกว่า คะแนนมาตรฐาน T ปกติ หรือ คะแนน T ปกติ (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 224-228)

การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกตินี้ ไม่ต้องคำนวณค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่ม แต่จะคำนวณโดยอาศัยพื้นที่ใต้โค้งปกติเป็นหลัก โดยถือว่าพื้นที่ใต้โค้งปกติดังกล่าวจะใช้แทนจำนวนคนในกลุ่มที่เข้าสอบ

คุณสมบัติของโค้งปกติ

1. เป็นรูปโค้งแบบระฆังคว่ำ โดยส่วนสูงของโค้งจะขึ้นอยู่กับความแปรปรวน ถ้าข้อมูลมีความแปรปรวนน้อย โค้งจะสูงและฐานจะแคบ ถ้ามีความแปรปรวนมากโค้งจะต่ำและฐานจะกว้างขึ้น
2. โค้งมีลักษณะสมมาตร ถ้าแบ่งครึ่งโค้งตามแนวตั้ง ส่วนโค้งครึ่งซ้ายกับครึ่งขวาจะซ้อนทับกันสนิท
3. ค่าเฉลี่ย มัชยฐาน และฐานนิยม จะมีค่าเท่ากัน
4. จุดสูงสุดของโค้งจะมีเพียงจุดเดียว คือ จุดที่อยู่ตรงกลางโค้ง หรือยอดโค้ง
5. ปลายโค้งทั้งสองจะค่อยลดต่ำลงแต่ไม่จรดแกนนอน ไม่ว่าจะหางของโค้งจะยาวเท่าใดก็ตาม
6. พื้นที่ใต้โค้งที่อยู่ระหว่างความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ± 1 จากค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.26 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ± 2 จากค่าเฉลี่ย มีพื้นที่เท่ากับ 95.44 เปอร์เซ็นต์ และระหว่างความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ± 3 จากค่าเฉลี่ย มีพื้นที่เท่ากับ 99.74 เปอร์เซ็นต์
7. โค้งปกติที่ใช้กันอยู่ทั่วไป มีชื่อเรียกว่า Standard Normal Distribution ซึ่งมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1

2.4.1 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ

สมมตินักเรียนเข้าสอบ 25 คน ได้คะแนนสูงสุด 23 คะแนน ต่ำสุด 12 คะแนน สามารถแปลงคะแนนเป็น T ปกติ ได้ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ

คะแนน	Tally	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	$\left(cf + \frac{1}{2}f \right) \frac{100}{N}$	T ปกติ
23	/	1	25	24.5	98	71
22	//	2	24	23	92	64
21	//	2	22	21	84	60
20	///	3	20	18.5	74	57
19	////	4	17	15	60	53
18	//	2	13	12	48	49
17	////	4	11	9	36	46
16	//	2	7	6	24	43
15	-	0	5	5	20	42
14	//	2	5	4	16	40
13	//	2	3	2	8	36
12	/	1	1	0.5	2	29

หมายเหตุ การแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ. ปรับปรุงจาก การวัดผลการศึกษา (หน้า 224-228), โดย สมนึก ภัททิยธนี, 2553, มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ลำดับขั้นการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน T ปกติ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตารางแจกแจงความถี่ โดยเรียงคะแนนจากมากไปน้อยเพื่อทำการลงรอยขีด (Tally)

ขั้นที่ 2 หาค่า f และ cf

ขั้นที่ 3 หาค่า $cf + \frac{1}{2}f$

*หมายเหตุ จะหาค่า $cf + \frac{1}{2}f$ ของชั้นใดต้องหาค่า cf ที่อยู่ก่อนถึงชั้นนั้น แต่ใช้ค่า f ของชั้นนั้น

ขั้นที่ 4 เอาค่า $cf + \frac{1}{2}f$ ไปคูณด้วย $\frac{100}{N}$ ค่าที่ได้เรียกว่า ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์

(Percentile Rank = PR)

ขั้นที่ 5 นำค่า $\left(cf + \frac{1}{2}f \right) \frac{100}{N}$ ในขั้นที่ 4 ไปเทียบเป็นค่า T ปกติ จากตาราง

สำเร็จรูปต่อไปนี้ ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 การเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปสู่คะแนน T ปกติ

T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.003	0.004	0.007	0.011	0.016	0.023	0.03	0.05	0.07	0.10
2	0.13	0.19	0.26	0.35	0.47	0.62	0.82	1.07	1.39	1.79
3	2.28	2.87	3.59	4.46	5.48	6.68	8.08	9.68	11.51	13.57
4	15.87	18.41	21.19	24.20	27.43	30.85	34.46	38.21	42.07	46.02
5	50.00	53.98	57.93	61.79	65.54	69.15	72.57	75.80	78.81	81.59
6	84.13	86.43	88.49	90.32	91.92	93.32	94.52	95.54	96.41	97.13
7	97.72	98.21	98.61	98.93	99.18	99.38	99.53	99.65	99.74	99.81
8	99.87	99.90	99.93	99.95	99.96	99.97	99.98	99.98	99.99	99.99

หมายเหตุ การเทียบตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ไปสู่คะแนน T ปกติ. ปรับปรุงจาก *การวัดผลการศึกษา* (หน้า 224-228), โดย สมนึก ภัททิยธนี, 2553, มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ค่าของคะแนน T ตามแนวตั้ง (แถวซ้ายมือ) แสดง หลักสิบและตามแนวนอน (แถบบน) แสดง หลักหน่วย

วิธีเทียบ

1. ให้นำค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่คำนวณได้ มาเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่อยู่ในตารางนี้ซึ่งมีค่าทศนิยม 2 ตำแหน่ง

2. ให้อ่านคะแนน T หลักสิบ จากแนวตั้ง (แถวซ้ายมือ) และรวมกับ หลักหน่วย จากแนวนอน (แถบบน) เช่น ถ้าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์มีค่า 91.92 จะได้คะแนน T = 64 หรือตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์มีค่า 13.57 จะได้คะแนน T = 39 เป็นต้น

3. หากค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่คำนวณได้ไม่ตรงกับค่าใด ๆ ในตารางนี้ ให้เลือกเอาค่าในตารางนี้ที่ ใกล้เคียงมากที่สุด ไม่ว่าจะใกล้กับค่าน้อยกว่าหรือมากกว่าก็ตาม เช่น ถ้าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ มีค่า 2 จะได้คะแนน T = 29 (เพราะ 2 ใกล้กับค่า 1.79 มากกว่า 2.28)

2.4.2 ประโยชน์ของคะแนน T ปกติ

ครูผู้สอนสามารถนำคะแนน T ปกติ ไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้

1. กรณีที่มีการสอบ 1 วิชาแต่คะแนนแยกเป็น 2 ส่วนที่มีลักษณะต่างกัน เช่น คะแนนภาคปฏิบัติกับ คะแนนภาคทฤษฎี ก็ควรแปลงคะแนนดิบแต่ละส่วนให้เป็น คะแนน T ปกติ แล้วจึงนำมารวมกันจะได้เป็น 2T แม้จะกำหนดน้ำหนักคะแนนไม่เท่ากันก็สามารถทำได้ เช่น ต้องการน้ำหนักคะแนนภาคปฏิบัติเป็น 1.5 เท่าของคะแนนภาคทฤษฎี ก็จะได้คะแนนรวมเป็น $1.5T + T = 2.5T$
2. กรณีที่มีการสอบตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป ถ้าครูผู้สอนต้องการรวมคะแนนของวิชาเหล่านั้นเพื่อจัดอันดับ ก็ต้องแปลงคะแนนดิบแต่ละวิชาให้เป็น คะแนน T ปกติแล้วจึงเอาคะแนน T ปกติของแต่ละวิชามารวมกัน จะช่วยให้เกิดความยุติธรรมแก่ผู้เข้าสอบมากขึ้น
3. นำคะแนน T ปกติไปใช้ในการตัดสินผลการเรียน (ตัดเกรด) ในระบบอิงกลุ่มของวิชาใด ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.3 การตัดเกรดหรือการให้ระดับผลการเรียน

การตัดเกรดหรือการให้ระดับผลการเรียนเป็นการสรุปผลการเรียนขั้นสุดท้าย โดยกำหนดระดับความสามารถในการเรียนของนักเรียนว่า ผ่าน – ไม่ผ่าน หรือ เก่ง – อ่อน ระดับใด การตัดจะเกรดจึงเป็นการประเมินผลจากการสอบการวัดในวิชานั้น ๆ เพื่อสรุปออกมาเป็นระดับผลการเรียน (เกรด) ซึ่งครูผู้สอนจะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ เพราะการให้เกรดมีผลกระทบต่ออนาคตของนักเรียนโดยตรง ความถูกต้องและเหมาะสมของการให้เกรดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. ผลการวัด (Measurement) การวัดที่ดีจะต้องให้ผลการวัดที่ถูกต้องแม่นยำเที่ยงตรงครอบคลุมและเชื่อถือได้
2. เกณฑ์การพิจารณา (Criteria) ต้องเป็นมาตรฐานที่ใช้เป็นหลักเปรียบเทียบหรือเป็นคุณลักษณะที่ตั้งไว้เป็นเป้าหมาย หรือมุ่งหวังที่จะให้เกิดแก่ผู้เรียนและใช้เป็นเครื่องตัดสินชี้ขาดระดับความสามารถของผู้เรียน
3. วิจารณ์ญาณและคุณธรรมต่าง ๆ (Value Judgment) เนื่องจากผลการวัดที่ได้เป็นเพียงข้อมูลส่วนหนึ่งเกี่ยวกับตัวนักเรียนเท่านั้น การประเมินผลที่เที่ยงตรงจำเป็นต้องอาศัยดุลยพินิจหรือการพิจารณาอย่างรอบคอบถี่ถ้วนของครูผู้สอนประกอบด้วย โดยพยายามให้ความเป็นธรรมขจัดความลำเอียงหรืออคติส่วนตัวออกไป และควรคำนึงถึงความเปลี่ยนแปลงงอกงามของนักเรียนในด้านอื่น ๆ ประกอบด้วย

2.4.4 คะแนนมาตรฐาน T - ปกติ (Normalized T-Score)

หลักการสำคัญ คือ คะแนนกระจายอยู่ในรูปของโค้งปกติ (Normal Curve) และจำนวนเกรดขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ประเมิน ขั้นตอนในการให้เกรดมีดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, น. 241-243) สมมติจากข้อมูลการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติจากตารางที่ 2.8 เป็นดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติ

คะแนน	ความถี่	T ปกติ
23	1	71
22	2	64
21	2	60
20	3	52
19	4	53
18	2	49
17	4	46
16	2	43
15	0	42
14	2	40
13	2	36
12	1	29

หมายเหตุ การแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนน T ปกติ.ปรับปรุงจาก การวัดผลการศึกษา (หน้า 224-228), โดย สมนึก ภัททิยธนี, 2553, มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วิธีทำ

1. หาพิสัยของคะแนน T ปกติ = $71 - 29 = 42$
2. พิจารณาจำนวนเกรดที่ต้องการ
3. เอาจำนวนเกรดที่ต้องการไปหารค่าพิสัย ผลลัพธ์ที่ได้ คือ อันตรภาคชั้นหรือ

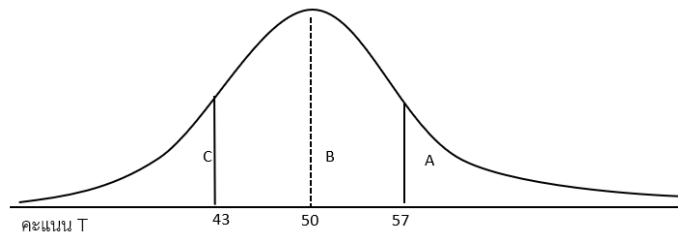
คะแนนแต่ละเกรด เช่น

3.1 ถ้าต้องการตัด 2 เกรด ให้เอาคะแนน T ปกติที่ 50 เป็นหลัก คะแนน T ปกติ ที่สูงกว่า 50 ก็ได้เกรดหนึ่ง และคะแนน T ปกติที่ต่ำกว่า 50 ก็เป็นอีกเกรดหนึ่ง ส่วนจะเป็นเกรด A

กับ B หรือ B กับ C หรือเกรดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน เช่น ถ้าให้เกรด A กับ B จะมีนักเรียนได้เกรด A = 12 คนและเกรด B 13 คน

3.2 ถ้าต้องการตัด 3 เกรด เช่น เป็นเกรด A B C

$$\text{ดังนั้น จำนวนคะแนนในแต่ละเกรด} = \frac{43}{3} = 14 \text{ และ } \frac{42}{2} = 7$$



ภาพที่ 2.3 เส้นโค้งปกติมาตรฐานของการตัด 3 เกรด. ปรับปรุงจาก *การวัดผลการศึกษา* (หน้า 224-228), โดย สมนึก ภัททิยธนี, 2553, มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เกรด A คือ คะแนน T ตั้งแต่ 58 ขึ้นไป (5 คน)

เกรด B คือ คะแนน T ตั้งแต่ 44-57 (13 คน)

เกรด C คือคะแนน T ตั้งแต่ 43 ลงมา (7 คน)

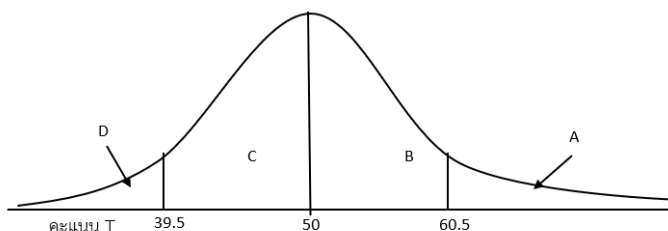
ข้อสังเกต ก. จำนวนเกรดที่ต้องการ เช่น 3 เกรด ก็ไม่จำเป็นต้องเป็นเกรด A B C อาจจะเป็น B C D หรือ C D E ก็ได้แต่ไม่ควรเป็น A^+ A และ A^- หรือ B^+ B และ B^- เว้นแต่ครูผู้สอนทำการวัดและประเมินผลโดยใช้เทคนิคอย่างถี่ถ้วนจนพบว่าคะแนนของนักเรียนเบียดกันแน่นจนแยกไม่ออก

ข. ไม่ว่าจะตัดกี่เกรดต้องเริ่มต้นแบ่งเกรดจากคะแนน T ที่ 50 เสมอ (เริ่มจากจุดกึ่งกลางของโค้งปกติ)

ค. จำนวนคะแนนในแต่ละเกรดหากเป็นทศนิยมไม่จำเป็นต้องปัดให้เป็นจำนวนเต็ม (ดังที่เคยผ่านมาในการหาค่าอันตรายภาคชั้น) เพราะจะช่วยตัดเกรดได้สะดวกยิ่งขึ้น

3.3 ถ้าต้องการตัด 4 เกรด เช่น เป็น A B C D

$$\text{ดังนั้น จำนวนคะแนนในแต่ละเกรด} = \frac{42}{4} = 10.5$$



ภาพที่ 2.4 เส้นโค้งปกติมาตรฐานของการตัด 4 เกรด. ปรับปรุงจาก *การวัดผลการศึกษา* (หน้า 224-228), โดย สมนึก ภัททิยธนี, 2553, มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เกรด A คือ คะแนน T ตั้งแต่ 62 ขึ้นไป	(3 คน)
เกรด B คือ คะแนน T ตั้งแต่ 51-61	(9 คน)
เกรด C คือ คะแนน T ตั้งแต่ 40-50	(10 คน)
เกรด D คือ คะแนน T ตั้งแต่ 39 ลงมา	(3 คน)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้รวบรวมและนำเสนอไว้ดังนี้

2.5.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Shepherd (1998, p. 779) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการแก้ปัญหาในวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนเกรด 4 และเกรด 5 ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 20 คน และกลุ่มควบคุม 15 คน ดำเนินการวิจัยโดยใช้รูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ แคมเบลล์ และสแตนลีย์ แก้ปัญหาในวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต แล้ววัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เปรียบเทียบกันระหว่างก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มสูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม จากการสังเกตและสัมภาษณ์ นักเรียนชอบ การเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการแก้ปัญหาแบบใหม่มากกว่าการเรียนการสอนแบบเก่า รวมทั้งเห็นว่ารูปแบบดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และมีทัศนคติในการคิดที่ดีต่อการแก้ปัญหา

Miller (1992, p. 2) ได้ศึกษาวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ และเชาวน์ปัญญาที่มีผลต่อการคิดแก้ปัญหา จากผลการศึกษา พบว่า เชาวน์ปัญญาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กับการคิดแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการคิดสร้างสรรค์กับการคิดแก้ปัญหา

McCrink (1999, p. 399) ได้ศึกษาผลของวิธีการสอนของครูและรูปแบบการเรียนของนักเรียนที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการศึกษา พบว่า วิธีการสอนของครูส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ครูที่สอนโดยใช้นวัตกรรมทางการศึกษาประกอบการเรียนจะทำให้ นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากกว่าครูที่สอนตามปกติ

Jackson (2000, p. 27) ได้ทำการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในตอนเหนือของรัฐอิลลินอยส์ กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกทักษะการคิดขั้นสูง ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่า โดยใช้เทคนิคการคิดที่หลากหลายและสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหา ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 20 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความมั่นใจในความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเองมากขึ้น และมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

Peter (2012, p. 15) ได้ศึกษาเรื่อง การคิดอย่างมีวิจารณญาณส่วนสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าครูที่ต้องการปลูกฝังทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในชั้นเรียนต้องให้นักเรียนเป็นผู้ใช้ความรู้แทนการเป็นผู้รับ และให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสืบค้นข้อมูล ฝึกฝน และตอบคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด

Rasiman (2015, p. 11) ได้ทำการวิจัยเรื่องการปรับระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของเพศที่แตกต่างกัน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนหญิงมีระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากกว่านักเรียนชาย กระปรับระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้

2.5.2 งานวิจัยในประเทศ

สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ (2555, น. 95) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 111 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน และกลุ่มควบคุม 55 คน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อีกทั้งนักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น

จิระ ว่องไววิริยะ (2556, น. 98) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การเรียนรู้กระบวนการเผชิญสถานการณ์ในสาระพัฒนาสังคมและชุมชนของผู้เรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ศูนย์การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ศูนย์การเรียนชุมชนตำบลห้วยทับมอญ ศูนย์การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยอำเภอเขาชะเมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 25 คน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้กระบวนการเผชิญสถานการณ์ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิชาณิกา เพชรสังข์ (2556, น. 153-154) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คนและกลุ่มควบคุม 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้ได้สืบค้น อธิบาย ไตร่ตรองและช่วยกันตัดสินใจภายใต้ข้อมูล สถานการณ์ที่น่าเชื่อถือ สร้างเป็นความรู้ใหม่ เปิดโอกาสในการตัดสินใจด้วยตนเอง และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ที่ชัดเจนคือการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่เกิดในขั้นการสำรวจค้นหาและการขยายความรู้ และการประเมินข้อโต้แย้งที่เกิดในขั้นการสำรวจค้นหา ขั้นอธิบาย และขั้นขยายความรู้

มณีรัตน์ พันธุดา (2556, น. 48-49) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของ POLYA โดยใช้แบบทดสอบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 36.37 คิดเป็นร้อยละ 72.74 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 33 คน คิดเป็นร้อยละ 71.74 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 22.20 คิดเป็นร้อยละ 73.99 มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 35 คนคิดเป็นร้อยละ 76.09 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

มัณฑนา พรหมรักษ์ (2556, น. 165-166) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนหอวัง จำนวน 108 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่านักเรียน

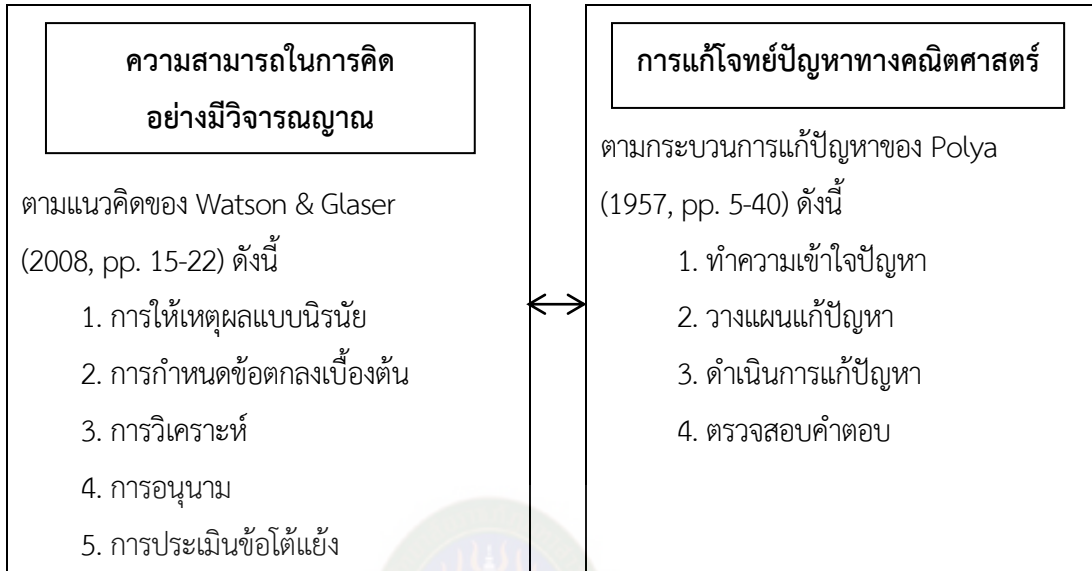
กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปในทางที่ดีขึ้น

วรนิพิฏ์ พันธุ์หนองหว่า (2557, น. 95-96) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดตราขบพิธ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 72 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มที่ทดลอง มีพัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น

เบญญาภา ราชพัฒน์ (2561, น. 87) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเพศแตกต่างกัน ผลการศึกษา พบว่าคะแนนการแก้ปัญหาเฉลี่ยของนักเรียนเพศชายและเพศหญิงไม่แตกต่างกัน และคะแนนการแก้ปัญหาเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณระดับสูง ปานกลาง และต่ำ แตกต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศและในประเทศ พบว่า ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเป็นข้อเสนอแนะให้นักการศึกษาทั่วไปตระหนักถึงความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกับการเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ อันจะเป็นแนวทางในการส่งเสริมการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับเด็กแต่ละคน อีกทั้งจะเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป

2.6 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จากกลุ่มเรียน 12 กลุ่ม จำนวน 336 คน

3.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จากกลุ่มเรียน 5 กลุ่ม จำนวนนักเรียน 127 คน ซึ่งขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการคำนวณสูตรของยามานะ (Yamane, 1973, p. 725) และดำเนินการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากจำนวนทั้งหมด 12 กลุ่ม โดยการสุ่มอย่างง่าย ซึ่งผู้วิจัยทำการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของยามานะ ดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (3-1)$$

โดยที่ n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N แทน จำนวนประชากร (336 คน)

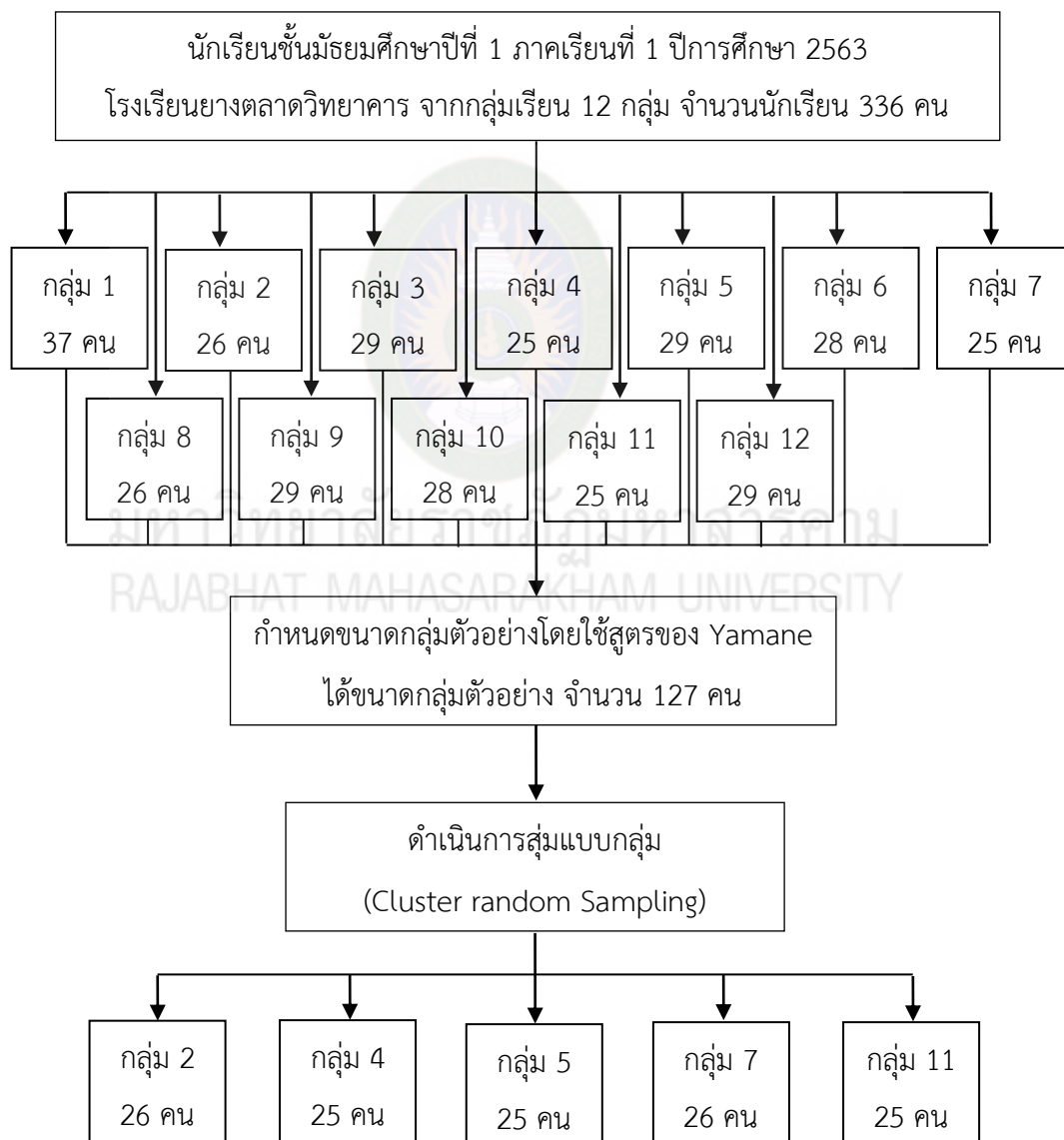
e แทน ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (0.07)

แทนค่าในสูตร

$$n = \frac{336}{1 + (336)(0.07)^2} = 126.97$$

จากการคำนวณได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 127 คน

อธิบายขั้นตอนการหากลุ่มตัวอย่าง ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการหากลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random Sampling)

3.2 เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม จำนวน 20 ข้อ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก วัด 2 องค์ประกอบ คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัยและการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น องค์ประกอบละ 4 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นแบบอัตนัยเติมคำตอบ วัด 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ การอนุมานหรือลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุปและการประเมินข้อโต้แย้ง องค์ประกอบละ 4 ข้อ

3.2.2 แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม จำนวน 3 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยเขียนแสดงวิธีทำตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

3.2.3 แบบสัมภาษณ์การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่มีการเตรียมคำถามไว้ล่วงหน้าโดยผู้ถูกสัมภาษณ์ทุกคนต้องตอบคำถามชุดเดียวกัน และมีการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกในบางประเด็น เปิดโอกาสให้ผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระ เพื่อศึกษาการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกัน

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

3.3.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือที่นำมาใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือและดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษากรอบการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งผู้วิจัยสร้างตามองค์ประกอบกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ Watson and Glaser (2008, pp. 15-22) ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ด้าน ดังนี้

- 1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการพิจารณาว่าข้อสรุปใดสมเหตุสมผล โดยอิงความรู้ หลักการและทฤษฎี
- 2) การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการพิจารณาว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงหรือเงื่อนไขที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด
- 3) การวิเคราะห์ เป็นการระบุและแปลความแต่ละองค์ประกอบของสถานการณ์ปัญหา และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้น

4) การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป เป็นการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตหรือคาดคะเนความจริงจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

5) การประเมินข้อโต้แย้ง เป็นการจำแนกว่าข้อโต้แย้งใดมีความหนักแน่นน่าเชื่อถือ โดยพิจารณาจากเหตุผลประกอบและความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

3.3.1.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 30 ข้อ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก วัด 2 องค์ประกอบ คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น องค์ประกอบละ 6 ข้อ รวม 12 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบอัตนัยเติมคำตอบ วัด 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป และการประเมินข้อโต้แย้ง องค์ประกอบละ 6 ข้อ รวม 18 ข้อ

3.3.1.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) แบบทดสอบต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย และมีความชัดเจนของภาษาหรือข้อความที่ใช้ในการเขียน

2) แบบทดสอบต้องครอบคลุมเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม

3.3.1.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 5 องค์ประกอบ ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ความตรงตามเนื้อหา และความถูกต้องชัดเจนของภาษา โดยรายนามผู้เชี่ยวชาญ มีดังนี้

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อรัญ ชูยกระเตื้อง กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติ การวัดและประเมินผล

2) อาจารย์ ดร.อัจฉริยา พรหมท้าว ปร.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3) คุณครูมะลิวัลย์ ศรีบานชื่น กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ มีดังนี้

1) ตัวเลือกควรระบุให้มีลักษณะเป็นวิธีการคิด ไม่ควรระบุเป็นผลลัพธ์

2) ลักษณะของสถานการณ์ที่กำหนดขาดความลุ่มลึก

3) ข้อคำถามควรมีการใช้สถานการณ์ที่สอดคล้องกับเครื่องหมายลบ (-)

เช่น การเป็นหนี้ ขาดทุน

3.3.1.5 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item – Objective Congruence Index: IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	-1

3.3.1.6 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณหาค่า IOC โดยดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 และเลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 269-270) จะเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้

3.3.1.7 นำแบบทดสอบที่ได้รับการประเมินแล้วไปทดลองใช้ (Try - Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 30 คน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตอนที่ 1	
คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1	เลือกคำตอบได้ถูกต้อง
0	เลือกคำตอบผิดหรือไม่ตอบ
ตอนที่ 2	
คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1	เลือกคำตอบและให้เหตุผลอย่างถูกต้อง
0.5	เลือกคำตอบถูกต้อง แต่ให้เหตุผลผิด
0	เลือกคำตอบผิดหรือไม่ตอบ

หมายเหตุ เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. ปรับปรุงจากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (หน้า 151), โดย วรณิพิฏ พันธ์หนองหว่า, (2559), กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

3.3.1.8 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) (ไพศาล วรรค, 2561, น. 298-308) โดยมีเกณฑ์ความยาก (p) ตั้งแต่ 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 – 1.0 จึงจะถือว่าข้อสอบใช้ได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบรายข้อมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.32 – 0.79 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.21 - 0.89 ซึ่งผู้วิจัยเลือกข้อสอบมาใช้จริงจำนวน 20 ข้อ

3.3.1.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทั้งฉบับ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) (ไพศาล วรรค, 2561, น. 278-289) ซึ่งค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นข้อสอบที่ใช้ได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์ พบว่า แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

3.3.1.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว จำนวน 20 ข้อ ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือการวิจัยต่อไป

3.3.2 แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัยเขียนแสดงวิธีทำ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.2.1 ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร ตำรา ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.3.2.2 สร้างแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบทดสอบจะมีลักษณะของปัญหาเป็นการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเนื้อหาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 ข้อ

3.3.2.3 นำแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อสอบ และความเหมาะสมของข้อสอบ โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) แบบทดสอบต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย และมีความชัดเจนของภาษาหรือข้อความที่ใช้ในการเขียน

2) การสร้างแบบทดสอบอาจจะมีลักษณะข้อคำถามที่เป็นข้อความหรือสถานการณ์เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่าย

3.3.2.4 นำแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และความถูกต้องชัดเจนของภาษา ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ มีดังนี้

- 1) โจทย์บางข้อขาดความลุ่มลึกในแก้ปัญหาแต่สามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาได้
- 2) โจทย์บางข้อควรเพิ่มสถานการณ์เพื่อให้เกิดกระบวนการในการคิดที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น
- 3) โจทย์ส่วนใหญ่จะกล่าวถึงสถานการณ์เกี่ยวกับการใช้จ่าย ควรมีโจทย์ที่กล่าวถึงสถานการณ์เกี่ยวกับรายได้ด้วย

3.3.2.5 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อหาค่าความสอดคล้อง (Item – Objective Congruence Index: IOC) ของแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	จะมีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	จะมีคะแนนเป็น	-1

3.3.2.6 ผู้วิจัยนำผลการประเมินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item – Objective Congruence Index: IOC) โดยเลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จึงจะเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ผลการวิเคราะห์ พบว่า ข้อสอบทั้งหมดจำนวน 6 ข้อ มีค่า IOC อยู่ที่ 1.00

3.3.2.7 นำแบบทดสอบที่ได้รับการประเมินแล้วไปทดลองใช้ (Try - Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จำนวน 30 คน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. ทำความเข้าใจปัญหา	2	- สามารถบอกได้ว่าสถานการณ์ปัญหากำหนดอะไรมาให้และต้องการให้หาอะไร
	1	- สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ หรือ สามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้แต่ไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ หรือ สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ แต่ไม่ครบถ้วน
	0	- ไม่สามารถบอกได้ว่าสถานการณ์กำหนดหรือต้องการหาอะไร

(ต่อ)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
2. วางแผนแก้ปัญหา	2	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	1	- เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด
	0	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
3. ดำเนินการแก้ปัญหา	2	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	1	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	0	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง
4. ตรวจสอบคำตอบ	2	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	1	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	0	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

หมายเหตุ เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์. ปรับปรุงจาก *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์* (หน้า 130), โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

3.3.2.8 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยมีเกณฑ์ความยาก (p) ตั้งแต่ 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 – 1.0 จึงจะถือว่าข้อสอบใช้ได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบรายข้อมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.61 – 0.72 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.33 – 0.50 ซึ่งผู้วิจัยเลือกข้อสอบมาใช้จริง 3 ข้อ

3.3.2.9 นำแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไปจึงถือว่าเป็นข้อสอบที่ใช้ได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92

3.3.2.10 นำแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว จำนวน 3 ข้อ ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

3.3.3 แบบสัมภาษณ์การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การสร้างแบบสัมภาษณ์การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.3.1 ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร และตำรา เกี่ยวกับการสร้างแบบสัมภาษณ์

3.3.3.2 กำหนดประเด็นและข้อความสำหรับการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับหลักการ ทฤษฎีเกี่ยวกับการตั้งข้อความ ครอบคลุมเนื้อหา จุดมุ่งหมาย และแนวคิดในแต่ละข้อที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา

3.3.3.3 สร้างแบบสัมภาษณ์การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นแบบกิ่ง โครงสร้างให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (กรณีศึกษา)

3.3.3.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของภาษา และความสอดคล้อง ระหว่างแบบสัมภาษณ์กับ วัตถุประสงค์ของการวิจัยและให้คำแนะนำ โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มีข้อเสนอแนะให้แก้ไข ประเด็นที่สัมภาษณ์ และให้คำแนะนำในการสัมภาษณ์ ดังนี้

1) แบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นควรมีข้อความที่สอดคล้องกับแบบทดสอบการแก้ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2) ควรใช้ภาษาหรือข้อความที่เข้าใจง่าย

3.3.3.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อให้ ความเห็นชอบอีกครั้ง

3.3.3.6 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์จัดพิมพ์ เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาต จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร เพื่อขอความอนุเคราะห์และความร่วมมือในการ เก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.2 ติดต่อประสานงานกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และครูประจำชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย บทบาทหน้าที่ของกลุ่มตัวอย่าง ในการทำวิจัย กำหนดวัน เวลา ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.3 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

3.6.1.1 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำคะแนนมาแปลงเป็นคะแนนมาตรฐานที่ (T-Score) เพื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้แบ่งระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตามคะแนนมาตรฐานที่ เป็น 3 ระดับความสามารถ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์แบ่งระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามคะแนนมาตรฐาน T ปกติ

คะแนนดิบ	คะแนนมาตรฐาน T ปกติ	ระดับความสามารถ
ตั้งแต่ 13.5 ขึ้นไป	ตั้งแต่ T ₅₅ ขึ้นไป	สูง
ตั้งแต่ 11.5 ถึง 13	ตั้งแต่ T ₄₅ ถึง T ₅₄	ปานกลาง
ตั้งแต่ 11 ลงมา	ตั้งแต่ T ₄₄ ลงมา	ต่ำ

หมายเหตุ ปรับปรุงจาก การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking test) (หน้า 11), โดย สมนึก ภัททิยธนี และคณะ, 2548, วารสารการวิจัยผลการศึกษา, 11, มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

3.6.1.2 ทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ จากนั้น นำคะแนนมาพิจารณาแบ่งระดับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ดังตารางที่ 3.4

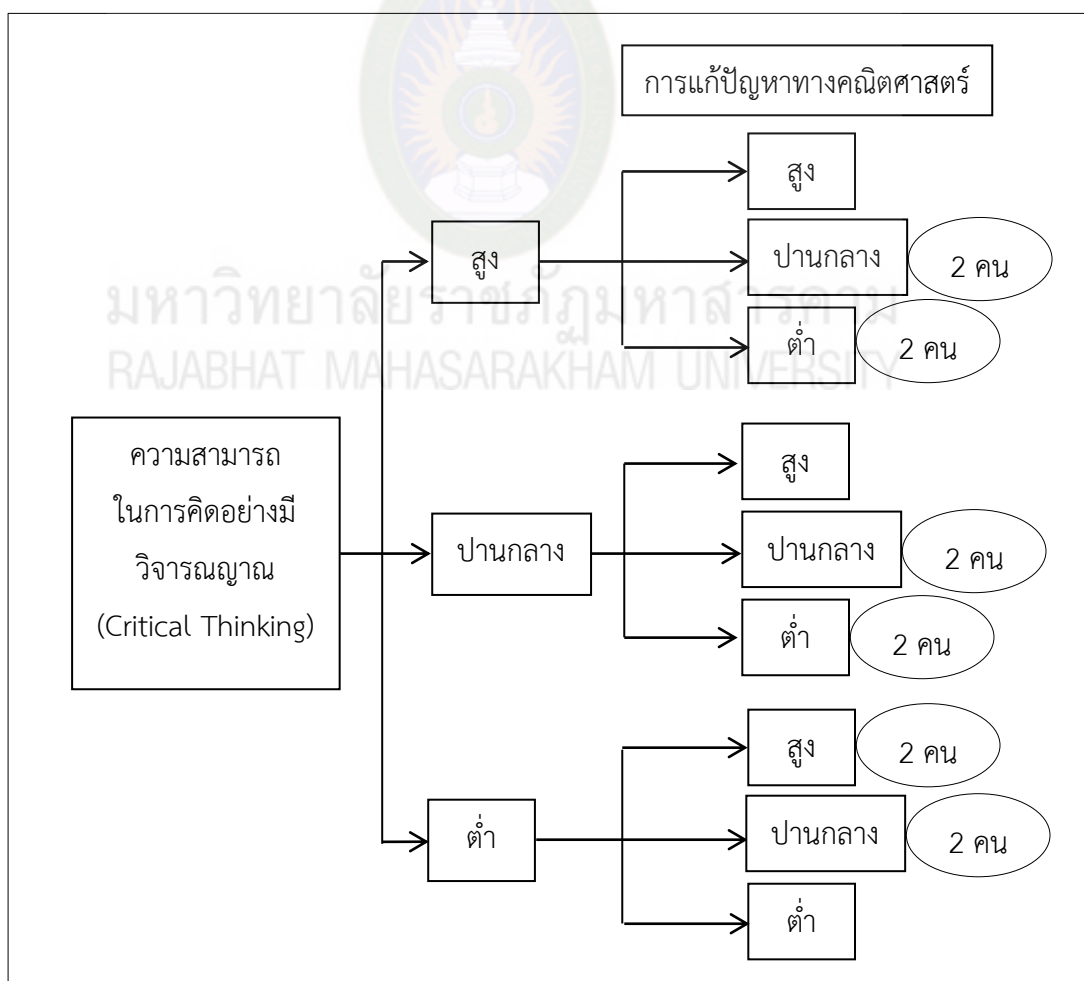
$$\begin{aligned} \text{ช่วงคะแนน} &= \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนกลุ่ม}} \\ &= \frac{24 - 0}{3} \\ &= 8 \end{aligned}$$

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์แบ่งระดับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ช่วงคะแนน	ระดับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
17 – 24 คะแนน	สูง
9 – 16 คะแนน	ปานกลาง
0 – 8 คะแนน	ต่ำ

หมายเหตุ เกณฑ์แบ่งระดับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์. ปรับปรุงจาก การวิจัยเบื้องต้น(หน้า 65), โดย บุญชม ศรีสะอาด, 2545, (7), กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

3.4.4 ผู้วิจัยเลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (กรณีศึกษา) จำนวน 12 คน เพื่อสัมภาษณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยแบบสัมภาษณ์การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 เลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (กรณีศึกษา)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.5.1 ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิเคราะห์หาความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แล้วนำเสนอด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ (Descriptive Analysis)

3.5.2 ศึกษาการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิเคราะห์หาความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และศึกษาการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมจากแบบสัมภาษณ์การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (กรณีศึกษา) จำนวน 12 คน แล้วนำเสนอด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ (Descriptive Analysis)

3.5.3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน เพื่อใช้เป็นเกณฑ์บอกระดับของความสัมพันธ์ (อนันทัย ตรีวานิช, 2557, น. 57) เป็นดังนี้

ให้ $|r|$ คือ ค่าสัมบูรณ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Pearson correlation coefficient

$|r| < 0.20$ หมายความว่า มีความสัมพันธ์กันในระดับน้อย

$0.21 < |r| < 0.40$ หมายความว่า มีความสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างน้อย

$0.41 < |r| < 0.70$ หมายความว่า มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

$0.71 < |r| < 0.90$ หมายความว่า มีความสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างมาก

$|r| > 0.90$ หมายความว่า มีความสัมพันธ์กันในระดับมาก

ถ้าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นลบ หมายความว่า ตัวแปร X และ Y

มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม (โดย X เพิ่ม , Y ลด) แต่ถ้าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นบวก หมายความว่า ตัวแปร X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน (โดย X เพิ่ม , Y เพิ่ม)

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

3.6.2.1 ค่าความสอดคล้อง คำนวณได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 269) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (3 - 2)$$

เมื่อ IOC แทน ค่าความสอดคล้อง
 R แทน คะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมิน
 ในแต่ละข้อ
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

3.6.2.2 ค่าความยาก

1) แบบทดสอบปรนัย คำนวณได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 298) ดังนี้

$$p = \frac{f}{N} \quad (3 - 3)$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ
 f แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
 N แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

2) แบบทดสอบอัตนัย คำนวณได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 299) ดังนี้

$$p = \frac{S_H + S_L - (2nX_{min})}{2n(X_{max} - X_{min})} \quad (3 - 4)$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก
 S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.6.2.3 ค่าอำนาจจำแนก

1) แบบทดสอบปรนัย คำนวณได้จากสูตร (ไพศาล วรรค้ำ, 2561, น. 309) ดังนี้

$$r_{XY'} = \frac{n \sum XY' - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y'^2 - (\sum Y')^2]}} \quad (3-5)$$

เมื่อ	$r_{XY'}$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถาม
	X	แทน	คะแนนรายข้อ
	Y	แทน	คะแนนรวม
	Y'	แทน	คะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนั้นออกแล้ว
	n	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAI MAHASAKHAM UNIVERSITY

2) แบบทดสอบอัตนัย คำนวณได้จากสูตร (ไพศาล วรรค้ำ, 2561, น. 308) ดังนี้

$$D = \frac{S_H - S_L}{n(X_{max} - X_{min})} \quad (3-6)$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	S_H	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.6.2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ คำนวณได้จากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's α - Coefficient) (ไพศาล วรคำ, 2561, น. 288) ดังนี้

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (3-7)$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์แอลฟา
	k	แทน	จำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.3.1 ร้อยละ หาได้จากสูตร (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2559, น. 8) ดังนี้

$$P = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3-8)$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	N	แทน	ความถี่ทั้งหมด

3.6.3.2 ค่าเฉลี่ย ใช้สูตร (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2559, น. 17) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (3-9)$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง
	$\sum X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนของข้อมูลทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนคะแนน

3.6.3.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาได้จากสูตร (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2559, น. 28) ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3-10)$$

เมื่อ $S.D.$ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X_i แทน คะแนนแต่ละตัวของข้อมูล
 N แทน จำนวนคะแนน

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์

3.6.3.1 การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) หาได้จากสูตร (อินทชัย ตริวานิช, 2557, น. 57) ดังนี้

$$r = \frac{\sum XY - \left[\frac{\sum X \sum Y}{n} \right]}{\sqrt{\left(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \right) \left(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \right)}} \quad (3-11)$$

เมื่อ r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
 X แทน คะแนนของตัวแปร X
 Y แทน คะแนนของตัวแปร Y
 n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ระบุสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา ดังนี้

\bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

p-value แทน ค่าระดับนัยสำคัญที่ระบุว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก

4.2 ลำดับชั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4.2.2 ผลการศึกษาการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.2.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม วิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาเป็นดังต่อไปนี้

4.3.1 ผลการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แสดงผลดังตารางที่ 4.1 ถึง 4.4 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 จำนวน และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ
สูง	43	33.89
ปานกลาง	60	47.24
ต่ำ	24	18.90
รวม	127	100.00

จากตารางที่ 4.1 พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม อยู่ในระดับสูง มีจำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 33.89 นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม อยู่ในระดับปานกลาง มีจำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 47.24 และนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม อยู่ในระดับต่ำ มีจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 18.90

ตารางที่ 4.2 คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณ

องค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.
1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย	4	2.76	0.76
2. การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น	4	2.57	0.68
3. การวิเคราะห์	4	2.49	0.63
4. การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อลงข้อสรุป	4	2.35	0.62
5. การประเมินข้อโต้แย้ง	4	2.28	0.65
โดยภาพรวม	20	12.46	2.21

หมายเหตุ หน่วย: คะแนน

จากตารางที่ 4.2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.76 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.76 ด้านการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.57 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.68 ด้านการวิเคราะห์ มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.49 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.63 ด้านการอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อลงข้อสรุป มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.62 การประเมินข้อโต้แย้ง มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.28 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.65 โดยภาพรวมคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 12.46 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.21

ตารางที่ 4.3 จำนวน และร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามระดับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม

ระดับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ	\bar{x}	S.D.
สูง	26	20.47	19.73	2.55
ปานกลาง	73	57.48	11.88	2.19
ต่ำ	28	22.05	7.18	1.12
โดยภาพรวม	127	100.00	12.45	4.65

หมายเหตุ หน่วย: คะแนน

จากตารางที่ 4.3 พบว่า นักเรียนที่มีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม อยู่ในระดับสูง มีจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 20.47 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 19.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.55 นักเรียนที่มีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม อยู่ในระดับปานกลาง มีจำนวน 73 คน คิดเป็นร้อยละ 57.48 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 11.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.19 และนักเรียนที่มีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม อยู่ในระดับต่ำ มีจำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 22.05 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.18 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.12 และโดยภาพรวมนักเรียนมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 12.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.65

ตารางที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.
1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	6	3.93	1.45
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	6	2.96	1.21
3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	6	3.17	1.34
4. ขั้นตรวจสอบคำตอบ	6	2.39	1.39
โดยภาพรวม	24	12.45	4.65

หมายเหตุ หน่วย: คะแนน

จากตารางที่ 4.4 พบว่า นักเรียนมีคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ชั้นทำความเข้าใจปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.93 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.45 ชั้นวางแผนแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.96 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.21 ชั้นดำเนินการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.17 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.34 ชั้นตรวจสอบคำตอบ มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.39 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.39 โดยภาพรวมคะแนนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม คะแนนเต็ม 24 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 12.45 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.65

จากผลการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 54.33 รองลงคือ อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 26.77 และอยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 18.90 ตามลำดับ และโดยภาพรวมนักเรียนมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.65

4.3.2 ผลการศึกษาการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การศึกษากการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์แทนนักเรียนที่เป็นกรณีศึกษา จำนวน 12 คน ดังนี้

HM₁ หมายถึง นักเรียนคนที่ 1 ของกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูงและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

HM₂ หมายถึง นักเรียนคนที่ 2 ของกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูงและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

HL₁ หมายถึง นักเรียนคนที่ 1 ของกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูงและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

HL₂ หมายถึง นักเรียนคนที่ 2 ของกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูงและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

MM₁ หมายถึง นักเรียนคนที่ 1 ของกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

MM₂ หมายถึง นักเรียนคนที่ 2 ของกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

ML₁ หมายถึง นักเรียนคนที่ 1 ของกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
อยู่ในระดับปานกลางและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

ML₂ หมายถึง นักเรียนคนที่ 2 ของกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่
ในระดับปานกลางและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

LH₁ หมายถึง นักเรียนคนที่ 1 ของกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
อยู่ในระดับต่ำและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

LH₂ หมายถึง นักเรียนคนที่ 2 ของกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
อยู่ในระดับต่ำและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

LM₁ หมายถึง นักเรียนคนที่ 1 ของกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
อยู่ในระดับต่ำและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

LM₂ หมายถึง นักเรียนคนที่ 2 ของกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
อยู่ในระดับต่ำและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง



4.3.2.1 ตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1) การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูง

ข้อที่ 2 เด็กหญิงชกร สมศรีสมาชิกสหกรณ์โรงเรียน เลียค่าสมาชิก 200 บาท ค่าธรรมเนียมแรกเข้า 20 บาท เด็กหญิงชกร มีเงินเหลืออยู่ 175 บาท เดิมเด็กหญิงชกรมีเงินอยู่เท่าไร

1.1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ เด็กหญิงชกรมีเงินเหลืออยู่หลังจากโรงเรียน เมื่อจ่ายค่าสมาชิก 200 บาท ค่าธรรมเนียมแรกเข้า 20 บาท

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ เด็กหญิงชกรมีเงินอยู่เท่าไร

1.2 วางแผนแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนการหาคำตอบดังนี้

ทำเรื่องให้เด็กหญิงชกร เลียค่าสมาชิกเด็กสหกรณ์โรงเรียน ค่าธรรมเนียมแรกเข้า 20 บาท ที่เหลืออยู่ 175 บาทแล้ว

จำนวนเงิน 200 + 20 + 175 =

1.3 ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

เงินที่เหลืออยู่	175	บาท
ค่าธรรมเนียมแรกเข้า	20	บาท
เงินที่จ่าย	200	บาท
เดิมเด็กหญิงชกรมีเงินอยู่	395	บาท
ตอบ เดิมเด็กหญิงชกรมีเงินอยู่	395	บาท

1.4 ตรวจสอบคำตอบดังนี้

เงินที่เหลืออยู่	395	175
เงินที่จ่ายค่าสมาชิก	200	20
เงินที่เหลือ	175	175
ค่าธรรมเนียม	20	
เงินที่เหลือ	175	

ภาพที่ 4.1 งานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูง และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง พบว่า ในขั้นทำความเข้าใจปัญหานักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ มีการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้ประโยคข้อความและประโยคคณิตศาสตร์ จากนั้นดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาโดยแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน มีการสรุปคำตอบในขั้นนี้ และเมื่อได้คำตอบมีการตรวจสอบคำตอบแต่ไม่มีการสรุปคำตอบที่ชัดเจน

2) การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิด
 อย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูง

ข้อที่ 2 เด็กหญิงกชกร สมศรีสมาชิกสหกรณ์โรงเรียน เลียศาสมาชิก 200 บาท ค่าธรรมเนียมแรกเข้า
 20 บาท เด็กหญิงกชกร มีเงินเหลืออยู่ 175 บาท เดิมเด็กหญิงกชกรมีเงินอยู่เท่าไร

1.1 ทำความเข้าใจปัญหา
 สิ่งโจทย์กำหนดให้ คือ เด็กหญิงกชกร สมาชิกสหกรณ์โรงเรียน เลียศาสมาชิก 200 บาท
 ค่าธรรมเนียมแรกเข้า 20 บาท
 สิ่งโจทย์ต้องการให้หา คือ เดิมเด็กหญิงกชกรมีเงินอยู่เท่าไร

1.2 วางแผนแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนการหาคำตอบดังนี้
 เด็กหญิงกชกรมีเงินเหลืออยู่ 175 บาท
 ค่าธรรมเนียมแรกเข้า 20 บาท
 เดิมเด็กหญิงกชกรมีเงินอยู่เท่าไร

1.3 ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ
 เด็กหญิงกชกร เลียศาสมาชิก 200 บาท
 ค่าธรรมเนียมแรกเข้า 20 บาท
 เงินที่เหลืออยู่ 175 บาท
 $200 + 20 = 220$ และเงิน $220 + 175$ จะได้ 395 คือเงินทั้งหมด

1.4 ตรวจสอบคำตอบดังนี้
 เลียศาสมาชิก 200 บาท
 ค่าธรรมเนียมแรกเข้า 20 บาท
 เงินเหลืออยู่ 175 บาท
 $200 + 20 = 220$ บาท $220 + 175 = 395$ บาท

ภาพที่ 4.2 งานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูง
 และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ใน
 ระดับต่ำ พบว่า ในขั้นทำความเข้าใจปัญหานักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว
 บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ ในขั้นการวางแผนนักเรียนมีการระบุวิธีในการ
 แก้ปัญหาโดยการอธิบายเป็นประโยคข้อความ ในขั้นดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
 ก่อนแล้วค่อยนำตัวเลขจากสิ่งที่โจทย์กำหนดมาดำเนินการเพื่อหาคำตอบ และในการตรวจสอบคำตอบ
 นักเรียนเขียนขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบที่เหมือนกับขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

3) การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลาง

ข้อที่ 2 เด็กหญิงกชกร สมัครสมาธิภคกรณของโรงเรียน เสียดสมาธิ 200 บาท ค่าธรรมเนียมแรกเข้า
20 บาท เด็กหญิงกชกร มีเงินเหลืออยู่ 175 บาท เด็กหญิงกชกรมีเงินอยู่เท่าไร

1.1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ $(200+20) + 175$

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ เด็กหญิงกชกร มีเงินอยู่เท่าไร

1.2 วางแผนแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนการหาคำตอบดังนี้

เด็กหญิงกชกร เริ่มค่าสมาชิก	200 บาท
ค่าธรรมเนียมแรกเข้า	20 บาท
เด็กหญิงกชกร มีเงินเหลือ	175 บาท

$$(200+20) + 175 = \square$$

1.3 ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

เด็กหญิงกชกร เริ่มค่าสมาชิก	200 บาท
ค่าธรรมเนียมแรกเข้า	20 บาท
เด็กหญิงกชกร มีเงินเหลือ	175 บาท
รวม	395 บาท

ตอบ เด็กหญิงกชกร มีเงินอยู่ 395 บาท

1.4 ตรวจสอบคำตอบดังนี้

$$(395 - 200) - 20 = 175$$

ภาพที่ 4.3 งานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับ
ปานกลางและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ
ปานกลาง พบว่า ในขั้นทำความเข้าใจปัญหานักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ แต่ยังไม่บอกสิ่งที่
โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง มีการวางแผนแก้ปัญหาโดยเขียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้แล้วนำมาเขียนเป็น
ประโยคคณิตศาสตร์ ในการดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพื่อใช้ในการหาคำตอบ
แต่ไม่แสดงการดำเนินการ มีการสรุปคำตอบในขั้นนี้ และในขั้นตรวจสอบคำตอบมีการตรวจสอบคำตอบ
แต่ไม่ได้อธิบายลำดับขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบ และไม่มีการสรุปคำตอบในขั้นนี้

5) การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ

ข้อที่ 2 เด็กหญิงกชกร สมัครสมาธิภรณ์ของโรงเรียน เสียดำสมาธิ 200 บาท ค่าธรรมเนียมแรกเข้า
20 บาท เด็กหญิงกชกร มีเงินเหลืออยู่ 175 บาท เดิมเด็กหญิงกชกรมีเงินอยู่เท่าไร

1.1 ทำความเข้าใจปัญหา
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ $(200 + 20) + 175$
สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ ได้ กชกร กชกร (ใช้วิธีลองเอาไป

1.2 วางแผนแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนการหาคำตอบดังนี้
ขั้นตอนที่ 1 คือ จำนวนเงินที่เหลือ = เงินที่เหลือ + ค่าธรรมเนียมแรกเข้า

1.3 ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ
200 บาท
20 บาท
175 บาท
= 395 บาท
ได้ กชกร กชกร เงิน 395 บาท

1.4 ตรวจสอบคำตอบดังนี้
 $(395 - 200) - 20 = 175$

ภาพที่ 4.5 งานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ
และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ใน
ระดับสูง พบว่า ในขั้นทำความเข้าใจปัญหานักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง
แต่ยังสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ นักเรียนมีการวางแผนโดยเขียนเป็นประโยคข้อความที่บอก
ถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาแบบสั้น ๆ มีการดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ แต่ยังไม่เขียนอธิบายขั้นตอน
การแก้ปัญหาได้ไม่ค่อยชัดเจน มีการตรวจสอบคำตอบแต่ไม่ชัดเจน และไม่มีการสรุปคำตอบในขั้นตอนนี้

6) การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ

ข้อที่ 2 เด็กหญิงกชกร สมิครสมาชิกสหกรณ์โรงเรียน เสียค่าสมาชิก 200 บาท ค่าธรรมเนียมแรกเข้า 20 บาท เด็กหญิงกชกร มีเงินเหลืออยู่ 175 บาท เด็กหญิงกชกรมีเงินอยู่เท่าไร

1.1 ทำความเข้าใจปัญหา
 สิ่งโจทย์กำหนดให้ คือ นักเรียนที่ขาดค่าสมาชิกอยู่ 200 บาท ค่าธรรมเนียม
 สิ่งโจทย์ต้องการให้หา คือ เด็กได้เงินอุดหนุนจากรัฐบาลอย่างไร

1.2 วางแผนแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนการหาคำตอบดังนี้
เด็กเงินอุดหนุน 200 บาท
ค่าสมาชิก 20 บาท
มีเงินเหลือ 175 บาท

1.3 ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ
เด็กเงินอุดหนุน 200 บาท
20 บาท
175
175 บาท
เงินเหลือ 5

1.4 ตรวจสอบคำตอบดังนี้
เงิน 5 บาท

ภาพที่ 4.6 งานเขียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนที่มีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง พบว่า ในขั้นทำความเข้าใจปัญหานักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้แต่ยังไม่ครบถ้วนและบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ ในขั้นวางแผนการแก้ปัญหานักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ในขั้นดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนมีการเขียนการแก้ปัญหาแต่ยังไม่ถูกต้อง และไม่มีการตรวจสอบคำตอบ

สรุป จากการวิเคราะห์งานเขียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่ากลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูง ในขั้นทำความเข้าใจโจทย์นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ มีการวางแผนโดยใช้ประโยคข้อความหรือประโยค

คณิตศาสตร์ ในขั้นดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้ตามที่วางแผนไว้ ในขั้นตรวจสอบคำตอบนักเรียนระบุการตรวจสอบคำตอบแต่ยังไม่สรุปคำตอบ หรือยังระบุการตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง จากการวิเคราะห์งานเขียนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลาง พบว่า ในขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ แต่ยังไม่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง มีการวางแผนแก้ปัญหาโดยระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาแล้วนำมาเขียนเป็นประโยคคณิตศาสตร์ ในขั้นดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนมีการดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบโดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนได้ชัดเจน หรือระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพื่อหาคำตอบแต่ไม่แสดงการดำเนินการ มีการสรุปคำตอบในขั้นนี้ ในขั้นตรวจสอบคำตอบมีการตรวจสอบคำตอบแต่ไม่ได้อธิบายขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบที่ชัดเจน และไม่มีการสรุปคำตอบในขั้นนี้ และจากการวิเคราะห์งานเขียนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ พบว่า ในขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ นักเรียนมีการวางแผนโดยเขียนเป็นประโยคข้อความที่บอกถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาแบบสั้น ๆ มีการดำเนินการแก้ปัญหา แต่อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ไม่ค่อยชัดเจนหรือดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง มีการตรวจสอบคำตอบแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบ และไม่มีการสรุปคำตอบในขั้นตอนนี้

4.3.2.2 ผลการสัมภาษณ์ (กรณีศึกษา) เป็นรายบุคคลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีดังนี้

1) กรณี HM₁: นักเรียนทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาและโจทย์ต้องการทราบอะไร มีการวางแผนการแก้ปัญหาโดยเขียนเป็นข้อความและประโยคสัญลักษณ์ แต่ไม่แน่ใจว่าเขียนถูกหรือไม่ แล้วดำเนินการหาคำตอบ และไม่แน่ใจวิธีการตรวจสอบคำตอบ

2) กรณี HM₂: นักเรียนทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และต้องการให้หาอะไร มีการวางแผนการแก้ปัญหาโดยการเขียนประโยคสัญลักษณ์ ดำเนินการแก้ปัญหตามประโยคสัญลักษณ์ที่เขียนในขั้นวางแผน เมื่อได้คำตอบแล้วไม่ทราบวิธีในการตรวจสอบคำตอบ

3) กรณี HL₁: นักเรียนทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และต้องการให้หาอะไร ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหา แต่สามารถดำเนินการหาคำตอบได้ เมื่อได้คำตอบแล้วไม่สามารถตรวจสอบคำตอบได้

4) กรณี HL₂: นักเรียนทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการหาอะไร มีการกำหนดประโยคสัญลักษณ์ในการหาคำตอบ ในการหาคำตอบไม่มั่นใจการคำนวณ และไม่ทราบการตรวจสอบคำตอบ

5) กรณี MM₁: นักเรียนทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และต้องการให้หาอะไร มีการวางแผนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน สามารถดำเนินการหาคำตอบได้ แต่ผิดพลาดในบางขั้นตอน มีการตรวจสอบคำตอบแต่ไม่มั่นใจในวิธีการตรวจสอบคำตอบ

6) กรณี MM₂: นักเรียนทราบว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร แต่ไม่เขียนสามารถอธิบายได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง มีการวางแผนการแก้ปัญหาโดยเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์แต่ไม่มั่นใจ ทำให้การหาคำตอบบางขั้นตอน และการตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง

7) กรณี ML₁: นักเรียนทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรให้และโจทย์ต้องการทราบอะไร แต่ไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ และดำเนินการหาคำตอบเลย ซึ่งอาจทำให้ผิดพลาดในขั้นตอนการคำนวณ และนักเรียนไม่ทราบวิธีในการตรวจสอบคำตอบ

8) กรณี ML₂: นักเรียนทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการให้หาอะไร ไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ ดำเนินการแก้ปัญหาได้แต่ไม่มั่นใจในการคิดคำนวณ รวมทั้งไม่ทราบวิธีในการตรวจสอบคำตอบ

9) กรณี LH₁: นักเรียนทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และต้องการให้หาอะไร ไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหา แต่สามารถดำเนินการเพื่อหาคำตอบได้ และขั้นตรวจสอบคำตอบไม่มั่นใจวิธีการตรวจสอบคำตอบ

10) กรณี LH₂: นักเรียนทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการให้หาอะไร มีการวางแผนแก้ปัญหาโดยใช้ประโยคสัญลักษณ์ และหาคำตอบจากประโยคสัญลักษณ์แต่ไม่มั่นใจในการคำนวณ และมีการตรวจสอบคำตอบแต่ไม่ตรงกับคำตอบที่คำนวณได้ในขั้นดำเนินการ

11) กรณี LM₁: นักเรียนทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการให้หาอะไร ไม่สามารถอธิบายการวางแผนแก้ปัญหาได้ แต่มีการดำเนินการหาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้อาจผิดพลาดจากการคำนวณ และมีการตรวจสอบคำตอบโดยการแทนค่าตัวเลขจากที่โจทย์กำหนดให้

12) กรณี LM₂: นักเรียนทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการให้หาอะไร เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อใช้ในการหาคำตอบ และดำเนินการหาคำตอบจากประโยคสัญลักษณ์ และตรวจสอบคำตอบโดยการแทนค่าตัวเลขลงในประโยคสัญลักษณ์

สรุป ผลการสัมภาษณ์ (กรณีศึกษา) เป็นรายบุคคลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูงและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางและต่ำ นักเรียนกลุ่มนี้ทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรและโจทย์ต้องการทราบอะไร มีการวางแผนแก้ปัญหาโดยใช้ข้อความเขียนอธิบายหรือเขียนในรูปประโยคสัญลักษณ์ จากนั้นจะดำเนินการหาคำตอบตามข้อความหรือประโยคสัญลักษณ์แต่ไม่ค่อยมั่นใจในการคิดคำนวณ และเมื่อได้คำตอบแล้วไม่แน่ใจหรืออาจจะไม่ทราบวิธีการตรวจสอบคำตอบจึงไม่เขียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ใน

ระดับปานกลางและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางและต่ำ นักเรียนกลุ่มนี้ทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการทราบอะไร ส่วนใหญ่ไม่สามารถบอกวางแผนการแก้ปัญหาได้ แต่จะมีการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบเลยและไม่ค่อยมั่นใจในการคำนวณ เมื่อได้คำตอบแล้วไม่ทราบวิธีในการตรวจสอบคำตอบหรือถ้ามีการตรวจสอบคำตอบคำตอบที่ได้ก็จะไม่ตรงกัน และนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงและปานกลาง นักเรียนกลุ่มนี้ทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาและโจทย์ต้องการให้ทำอะไร มีการวางแผนโดยเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ แล้วดำเนินการหาคำตอบ แต่ไม่มั่นใจในการคิดคำนวณ เมื่อได้คำตอบแล้วมีการตรวจสอบคำตอบโดยการแทนค่าตัวเลขในประโยคสัญลักษณ์

4.3.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4.3.3.1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม แสดงดังตารางที่ 4.5 ถึง 4.7

ตารางที่ 4.5 จำนวน และร้อยละ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม

ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ	การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์					
	สูง		ปานกลาง		ต่ำ	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สูง	8	6.30	20	15.75	7	5.51
ปานกลาง	20	15.75	32	25.20	12	9.45
ต่ำ	6	4.72	17	13.39	5	3.94

จากตารางที่ 4.5 พบว่านักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง มีจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 6.30 นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูง การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง มีจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 15.75 นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูง การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ มีจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 5.51 นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลาง การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง มีจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 15.75 นักเรียนที่มีความสามารถในการคิด

อย่างมีวิจารณญาณและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง มีจำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 25.20 นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลาง การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ มีจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 9.45 นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง มีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 4.72 นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง มีจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 13.39 นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานต่ำ มีจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 3.94

ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

		Pearson Correlation	p-value	ระดับความสัมพันธ์
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	.621**	.000	ปานกลาง

หมายเหตุ ** มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ .01

สมมติฐานในการทดสอบ

1) การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

H_0 : ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1 : ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .621 และค่า p-value เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .01 นั่นคือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

ตารางที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับกระบวนการแก้
 โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

		Pearson Correlation	p-value	ระดับ ความสัมพันธ์
ความสามารถในการคิดอย่าง มีวิจารณญาณ	ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	.586**	.000	ปานกลาง
	ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	.540**	.000	ปานกลาง
	ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	.574**	.000	ปานกลาง
	ขั้นตรวจสอบคำตอบ	.515**	.000	ปานกลาง

หมายเหตุ **มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ .01

สมมติฐานในการทดสอบ

1) การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้
 โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

H_0 : ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 ขั้นทำความเข้าใจปัญหาไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1 : ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 ขั้นทำความเข้าใจปัญหามีความสัมพันธ์กัน

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหา
 ทางคณิตศาสตร์ขั้นทำความเข้าใจปัญหามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .586 และค่า p-value เท่ากับ
 .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .01 นั่นคือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทาง
 คณิตศาสตร์ขั้นทำความเข้าใจปัญหามีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

2) การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้
 โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

H_0 : ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 ขั้นวางแผนแก้ปัญหาไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1 : ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 ขั้นวางแผนแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กัน

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหา
 ทางคณิตศาสตร์ขั้นวางแผนแก้ปัญหามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .540 และค่า p-value
 เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .01 นั่นคือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์
 ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขั้นวางแผนแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

3) การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชั้นดำเนินการแก้ปัญหา

H_0 : ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชั้นดำเนินการแก้ปัญหาไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1 : ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชั้นดำเนินการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กัน

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชั้นดำเนินการแก้ปัญหามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .574 และค่า p -value เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .01 นั่นคือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชั้นดำเนินการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

4) การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นตรวจสอบคำตอบ

H_0 : ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชั้นตรวจสอบคำตอบไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1 : ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชั้นตรวจสอบคำตอบมีความสัมพันธ์กัน

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชั้นตรวจสอบคำตอบมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .515 และค่า p -value เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .01 นั่นคือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชั้นตรวจสอบคำตอบมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

สรุป ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัย เรื่อง การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผลและให้ข้อเสนอแนะของการวิจัยหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการทำวิจัย เรื่อง การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง และการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง

5.1.2 ผลการศึกษาการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำแนกตามความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูงและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางและต่ำ นักเรียนกลุ่มนี้ทราบว่าจะกำหนดอะไรและโจทย์ต้องการทราบอะไร มีการวางแผนแก้ปัญหาโดยใช้ข้อความเขียนอธิบายหรือเขียนในรูปประโยคสัญลักษณ์ จากนั้นจะดำเนินการหาคำตอบตามข้อความหรือประโยคสัญลักษณ์แต่ไม่ค่อยมั่นใจในการคิดคำนวณ และเมื่อได้คำตอบแล้วไม่แน่ใจหรืออาจจะไม่ทราบวิธีการตรวจสอบคำตอบจึงไม่เขียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลางและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางและต่ำ นักเรียนกลุ่มนี้ทราบว่าจะกำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการทราบอะไร ส่วนใหญ่ไม่สามารถบอกวางแผนการแก้ปัญหาได้ แต่จะมีการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบเลยและไม่ค่อยมั่นใจการคำนวณ เมื่อได้คำตอบแล้วไม่ทราบวิธีการตรวจสอบคำตอบหรือถ้า

มีการตรวจสอบคำตอบคำตอบที่ได้ก็จะไม่ตรงกัน และนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณอยู่ในระดับต่ำและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงและปานกลาง
 นักเรียนกลุ่มนี้ทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาและโจทย์ต้องการให้หาอะไร มีการวางแผนโดยเขียนเป็น
 ประโยคสัญลักษณ์ แล้วดำเนินการหาคำตอบ แต่ไม่มั่นใจการคิดคำนวณ เมื่อได้คำตอบแล้วมีการ
 ตรวจสอบคำตอบโดยการแทนค่าตัวเลขในประโยคสัญลักษณ์

5.1.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณกับการแก้
 โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความสามารถในการ
 คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลาง
 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .621 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทาง
 คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 ผลการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณโดยรวมอยู่ในระดับปาน
 กลาง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาประจำอำเภอ สังกัด
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 กระทรวงศึกษาธิการ เป็นโรงเรียนที่มุ่งเน้นการพัฒนา
 คุณภาพนักเรียนให้เป็นคนดี คนเก่ง ซึ่งทางโรงเรียนมีการกำหนดพันธกิจไว้ คือ พัฒนา ส่งเสริมและ
 สนับสนุนการจัดการศึกษา ให้ประชากรวัยเรียนทุกคนได้รับการศึกษาอย่างมีคุณภาพโดยเน้นการพัฒนา
 ผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ มีคุณธรรมจริยธรรม มีความสามารถตามมาตรฐานการศึกษาขั้น
 พื้นฐาน และการพัฒนาสู่สากล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโรงเรียนยางตลาดวิทยาคารเน้นในเรื่องคุณภาพของ
 ผู้เรียน ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นดี เป็นคนเก่ง และยิ่งไปกว่านั้นการจัดการชั้นเรียนแต่ละระดับสายชั้นจะ
 แบ่งนักเรียนแบบละความสามารถ และในการจัดการเรียนการสอนครูจะมุ่งเน้นการเรียนรู้แบบลงมือทำ
 (Active learning) โดยครูจะให้นักเรียนทำกิจกรรมในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม มีการเปิด
 โอกาสให้นักเรียนได้พูดคุยแสดงความคิดเห็น และลงมือปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับ สุคนธ์ สิ้นธพานนท์
 (2552, น. 80 - 81) ที่ได้สรุปแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณให้แก่
 นักเรียนว่าครูผู้สอนมีส่วนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการสอน
 โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณอย่างเป็นระบบ ให้นักเรียนมีส่วน
 ร่วมในการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักคิดในสิ่งที่เรียน รู้จักคิดในแง่ของการตีความในรายละเอียด

ความคิด มีพัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มัณฑนา พรหมรักษ์ (2556, น. 165 – 166) พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปในทางที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ พิซิต สนั่นเอื้อ (2542, น. 29) ที่กล่าวโดยสรุปว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียนได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีความเหมาะสม นักเรียนต้องมีการประมวลผลข้อมูลความรู้ หรือข้อคิดเห็นต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง มีประกอบการพิจารณาถ่วงถ่วง ไตร่ตรองและประเมินอย่างรอบคอบ เพื่อให้เกิดผลการคิดที่รอบคอบและสมเหตุสมผล ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม สามารถส่งเสริมการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ และผลการศึกษาก่อนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก นักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิม สามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ค่อนข้างดี เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด และต้องการหาได้ อีกทั้งสถานการณ์โจทย์ปัญหามีความคล้ายคลึงกับเนื้อหาที่เรียนในชั้นเรียน เมื่อพิจารณาตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนบางส่วนเขียนเพียงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาหรือไม่เขียนเลย ส่วนการวางแผนแก้ปัญหานักเรียนมีการกำหนดเป็นประโยคสัญลักษณ์หรือข้อความได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่ไม่กำหนดประโยคสัญลักษณ์หรือข้อความในการวางแผนแก้ปัญหาล้วนแล้วสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ แต่ยังมีข้อผิดพลาดในการคำนวณ และมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่ตรวจสอบคำตอบ จึงทำให้ได้คำตอบที่ผิดพลาด ซึ่งสอดคล้องกับอัมพร ม้าคอง (2553, น. 11) ที่กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนมากสามารถทำโจทย์ปัญหาในแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เพราะโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาในแบบทดสอบ มีความใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหาที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนในชั้นเรียน และเป็นเนื้อหาที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว แต่ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ นักเรียนบางส่วนอาจยังมีความรู้พื้นฐานของเนื้อหาและประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาที่ยังไม่มากพอ ซึ่งสอดคล้องกับ วินัย สุวรรณ (2529, น. 28) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับปัญหาที่บุคคลนั้นได้รับและตัวของ ผู้แก้ปัญหาเองว่ามีพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์เดิมและวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมมากน้อยเพียงไร และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิขญา ลือชัย (2555, น. 161-162) พบว่า ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นักเรียนกลุ่มกลางและกลุ่มต่ำจะมีความเข้าใจปัญหามากที่สุด แต่ที่เป็นปัญหาสำหรับนักเรียนทำคะแนนเฉลี่ยได้น้อยที่สุดคือ การวางแผนแก้ปัญหาคือเป็นนักเรียนต้องวางแผนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน บอกวิธีการคิดแก้ปัญหา หรือกำหนดตัวแปร และเป็นทักษะที่ต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่ง

ที่โจทย์บอกกับสิ่งที่โจทย์ถาม คำนหาทฤษฎี กฎ สูตร นิยามเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของละออง เงินมาก (2550, น. 69) พบว่า ปัญหาที่ควรเร่งแก้ไขคือ นักเรียนขาดวางแผนและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์และดำเนินการคำนวณได้ถูกต้อง

5.2.2 ผลการศึกษาการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกกลุ่มตามความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูง การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นทำความเข้าใจโจทย์นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ มีการวางแผนโดยใช้ประโยคข้อความหรือประโยคคณิตศาสตร์ ในขั้นดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้ตามที่วางแผนไว้ ในขั้นตรวจสอบคำตอบนักเรียนระบุงการตรวจสอบคำตอบแต่ยังไม่สรุปคำตอบ หรือยังระบุงการตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลาง การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นทำความเข้าใจปัญหานักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ แต่ยังบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง มีการวางแผนแก้ปัญหโดยระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาแล้วนำมาเขียนเป็นประโยคคณิตศาสตร์ ในขั้นดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนมีการดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบโดยเขียนเป็นลำดับขั้นตอนได้ชัดเจน หรือระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพื่อหาคำตอบแต่ไม่แสดงการดำเนินการ มีการสรุปคำตอบในขั้นนี้ ในขั้นตรวจสอบคำตอบมีการตรวจสอบคำตอบแต่ไม่ได้อธิบายขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบที่ชัดเจน และไม่มีการสรุปคำตอบในขั้นนี้ และนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำ การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นทำความเข้าใจปัญหานักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่ยังสามารถบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ นักเรียนมีการวางแผนโดยเขียนเป็นประโยคข้อความที่บอกถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหแบบสั้น ๆ มีการดำเนินการแก้ปัญหา แต่อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหได้ไม่ค่อยชัดเจนหรือดำเนินการแก้ปัญหไม่ถูกต้อง มีการตรวจสอบคำตอบแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบ และไม่มีการสรุปคำตอบในขั้นตอนนี้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับสูงและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางและต่ำ นักเรียนกลุ่มนี้ทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรและโจทย์ต้องการทราบอะไร มีการวางแผนแก้ปัญหโดยใช้ข้อความเขียนอธิบายหรือเขียนในรูปประโยคสัญลักษณ์ จากนั้นจะดำเนินการหาคำตอบตามข้อความหรือประโยคสัญลักษณ์แต่ไม่ค่อยมั่นใจในการคิดคำนวณ และเมื่อได้คำตอบแล้วไม่แน่ใจหรืออาจจะไม่ทราบวิธีการตรวจสอบคำตอบจึงไม่เขียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลางและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางและต่ำ นักเรียนกลุ่มนี้ทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการทราบอะไร ส่วนใหญ่ไม่สามารถบอกวางแผนการแก้ปัญหได้ แต่จะมีการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบเลยและไม่ค่อยมั่นใจการคำนวณ เมื่อได้คำตอบแล้วไม่ทราบวิธีในการตรวจสอบคำตอบหรือถ้ามีการตรวจสอบคำตอบคำตอบที่ได้ก็

จะไม่ตรงกัน และนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำและมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงและปานกลาง นักเรียนกลุ่มนี้ทราบว่าโจทย์กำหนดอะไรมา และโจทย์ต้องการให้หาอะไร มีการวางแผนโดยเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ แล้วดำเนินการหาคำตอบ แต่ไม่มั่นใจการคิดคำนวณ เมื่อได้คำตอบแล้วมีการตรวจสอบคำตอบโดยการแทนค่าตัวเลขในประโยคสัญลักษณ์ นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ใช้กระบวนการต่าง ๆ ในการประมวลผล ทำให้นักเรียนนำเอาข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้มาสรุปในประเด็นสาระสำคัญและการแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับ บรรจง อมรชิวิน (2556, น. 12) ที่กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นชุดของทักษะทางปัญญา ความสามารถและอุปนิสัยอันจะนำไปสู่การเรียนรู้เชิงลึก และเข้าใจเนื้อหา ช่วยพัฒนาเหตุผลและมุ่งหลักฐาน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นพบและใช้กระบวนการทางข้อมูลข่าวสารในการประมวลผล จะช่วยให้รักเรียนได้รู้จักคิดด้วยตนเองจนนำไปสู่ข้อสรุป การปกป้องความคิดของตนเองในประเด็นที่มีความซับซ้อน การพิจารณามุมมองรอบด้าน การวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี คำอธิบาย การทำความเข้าใจความกระจ่างในประเด็นข้อสรุป การแก้ปัญหา การปรับเปลี่ยนแนวคิดไปสู่บริบทใหม่ การพิจารณาข้อสมมติฐาน การประเมินข้อเท็จจริงที่กล่าวอ้าง การสำรวจถึงข้อบ่งชี้ต่าง ๆ ผลสืบเนื่อง รวมทั้งความเห็นตรงกันข้ามในความคิดและประสบการณ์ของเขาเป็นการคิดและเป็นการคิดที่เข้าถึงเนื้อหาสาระที่แท้จริง

5.2.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างรอบคอบ เพื่อวิเคราะห์ พิจารณาและไตร่ตรองในสถานการณ์ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาที่ได้เจอก่อนจะตัดสินใจดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงก็จะมีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับสูงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Miller, 1992, p. 92) ที่ได้ศึกษาวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ และเขาวนปัญญาที่มีต่อการคิดแก้ปัญหา พบว่า เขาวนปัญญาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กับการคิดแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าเขาวนปัญญาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีผลต่อการคิดแก้ปัญหา และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Rasiman, 2015, p. 40) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการปรับระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของเพศที่แตกต่าง พบว่า การปรับระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทำวิจัย เรื่อง การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรมีการสอดแทรกกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพราะความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นตัวเสริมสร้างการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

5.3.1.2 ผลการวิจัยเป็นข้อมูลสารสนเทศประกอบการตัดสินใจสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปพิจารณาประกอบการจัดหลักสูตร และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน ในสาระจำนวนและการดำเนินการให้เพิ่มสูงขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับบริบทนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ เช่น ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นต้น

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีการศึกษาความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นต้น



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์
- จิระ ว่องไววิริยะ. (2556). *ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้การเรียนรู้ กระบวนการเผชิญสถานการณ์ในสาระพัฒนาสังคมและชุมชนของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ศูนย์การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง*. (ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). จันทบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- ฉวีวรรณ เสวตมาลย์. (2542). *การแก้ปัญหา เอกสารประกอบการอบรมกิจกรรมคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชนาธิป พรกุล. (2544). *รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2542). *ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาการจัดค่ายคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ .
- ทิตนา แคมณี. (2534). *การพัฒนากระบวนการคิด*. วารสารครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ตุลาคม – ธันวาคม 2534).
- ทิตนา แคมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์ จำกัด.
- ทิตนา แคมณี. (2545). *14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมณี. (2548). *ศาสตร์การสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์จำกัด.
- ทิตนา แคมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นลินี ณ นคร. (2561). *หลักการวัดและประเมินการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สันติศิริการพิมพ์.
- บรรจง อมรชีวิน. (2556). *Critical Thinking การคิดอย่างมีวิจารณญาณ*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: หจก.ภาพพิมพ์

- เบญญาภา ราชพัฒน์. (2561). การศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเพศแตกต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). การพัฒนาการคิด. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพรินต์ติ้ง.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15 “การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.
- ปรีชา เนาว์เย็น. (2554). หน่วยที่ 9 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช
- พีชานิกา เพชรสังข์. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เพ็ญพิศุทธิ เนคมานุรักษ์. (2540). การพัฒนารูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาครู. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล วรคำ. (2561). การวิจัยทางการศึกษา. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- มณีรัตน์ พันธูตา. (2556). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบ SSSC ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของ POLYA โดยใช้แบบทดสอบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มยุรี หุ่นขำ. (2544). ผลการใช้รูปแบบพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาในบริบทของชุมชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- มันทนา พรหมรักษ์. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2539). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บริษัทการพิมพ์
- ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ. (2560). การสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์. มหาสารคาม: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ลักขณา สริวัฒน์. (2549). การคิด. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ละออง เงินมาก. (2550). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันกับวิธีของ สสวท. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- วรนิพิฏฐ์ พันธุ์หนองหว้า. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมสร้างต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอริป จิตตฤกษ์ (2554) ทักษะแห่งอนาคตใหม่ การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21. แปลจาก 21st Century Skills: Rethinking How Students Learn. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ open worlds.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2545). เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค
- วินัย คำสุวรรณ. (2529). ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศยามน อินสะอาด. (2561). การออกแบบ e-Learning เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ. (2544). ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- สวัสดี จิตต์จนะ. (2535). *แนวความคิดการแก้โจทย์ปัญหา*. สารพัฒนาหลักสูตร. 11(10), 75-81.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและการบวนการทางคณิตศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- สิริพร ทิพย์คง. (2547). *ทักษะการคิด (Thinking Skills)*. วารสารคณิตศาสตร์ ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ. 7-11.
- สิริพร ทิพย์คง. (2558). *มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ความรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2552). *นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2554). *วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*. กรุงเทพฯ: 9199 เทคนิคพรินติ้งนิทาน.
- สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ. (2555). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *ครบเครื่องเรื่องการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

- สมทรง สุวพานิช. (2549). *การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน*. เอกสารคำสอน.
มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2543). *ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์(กับการสอน)*. วารสาร
คณิตศาสตร์. พฤษภาคม-กรกฎาคม 2543, 44-52.
- สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2547). *ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (กับการสอน)*. *วารสาร
คณิตศาสตร์*, ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2543). *การแก้ปัญหา*. เอกสารประกอบการอบรม. สถาบันราชภัฏ
พระนคร.
- สมนึก กัทพิยธนี และคณะ. (2548). *การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
(Critical Thinking test)*, วารสารการวัดผลการศึกษา มมส, 11, 1 – 15.
- สมนึก กัทพิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- ไสว พักขาว. (2558). *ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21*. สืบค้นเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2563,
จาก: [https://web.chandra.ac.th/blog/wp-content/uploads/2015/10/
ทักษะแห่งศตวรรษที่-21-พับ.pdf](https://web.chandra.ac.th/blog/wp-content/uploads/2015/10/ทักษะแห่งศตวรรษที่-21-พับ.pdf)
- สำนักงานทดสอบทางการศึกษา. (2546). *ผลการสอบวัดคุณภาพระดับชาติ ปี 2546*.
[Online].อ้างถึงใน: [http://bet .obec.go.th/nt/NT46\(Country\).html](http://bet.obec.go.th/nt/NT46(Country).html).
- อรัญ ชูยกระเดื่อง. (2559). *สถิติสำหรับการวิจัย*. (เอกสารคำสอน), สาขาวิจัยและประเมินผล
การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- อภิขภา ลือชัย. (2555). *การวิเคราะห์ทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียน
มัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- อโนทัย ตรีวานิช. (2557). *สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric Statistics)*.
(เอกสารประกอบการเรียน), ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุทัย เพชรช่วย. (2532). *การสอนโจทย์ปัญหาโดยใช้เทคนิค 4 คำถาม*. สารพัฒนาหลักสูตร 9,
10 : 48-54.
- อุษณีย์ โพธิ์สุข. (2544). *รายงานการวิจัย รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ
ด้านทักษะความคิดระดับสูง*. กรุงเทพฯ: รัตนพรชัย.

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy*. New York: Longman Publishing.
- Artz, AF, & Armour-Thomas, E.(1992). *Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups*. *Cognition and Instruction*, 9(2), 137-175.
- Adam, S. (1977). *Teaching Mathematics*. New York: Harpor & Row.
- Ashlock et al. (1983). *Guiding Each Child's Learning of Mathematics*. Ohio: Bell & Howell.
- Bell, F. H. (1978). *Teaching and Learning Mathematics in Secondary School*. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Company Publisher.
- Bell, F. H. (1981). *Teaching and Learning Mathematics (In Secondary Schools)*. 5th ed. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown.
- Billstein, R., Libeskind, S., and Lott, J. W. (1990). *A Problem Solving Approach to Mathematics for Elementary School Teachers (4 ed.)*. California: The Benjamin/Cummings.
- Carpenter, T. P. et al. (1989). *Using knowledge of children's mathematics thinking in classroom teaching: An experimental study*. *American Educational Research Journal*. 26(4): 499-531.
- Cruikshank, D. E. and Shuffield, J. (1992). *Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematic*. New York: Macmillan.
- Charles, R. and Lester, F. K. (1982). *Teaching problem solving: What, why & how*. California: Dale Seymour.
- De Bono. (1976). *Teaching Thinking*. London: Temple Smith.
- Decaroli, J. (1973). *What research say to the classroom teacher: Critical thinking*. *Social Education*, 37(1), 67-68.
- Dewey, J. (1933). *How We Think: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process*. Boston, MA: D.C. Heath & Co Publishers.

- Dossey, J. (2005). *Developing student's literacy levels through interdisciplinary applications of mathematical problem solving*. Bangkok: n.p.
- Dressel, P. L. and Mayhew, L. B. (1957). *General Education: Exploring in Evaluation*. 2nd. Washington, D.C: American Council on Education.
- Elder, L. (2009). *biographical information*. Retrieved from:
http://www.criticalthinking.org/aboutCT/define_critical_thinking.cfm.
- Ellis, R. (2009). *Task-Based Language Teaching Sorting out the Misunderstandings*. International Journal of Applied Linguistics, 19, 221-246.
- Ennis, R. H. (1985). *Critical thinking and the curriculum*. Paper presented at the National Forum.
- Ennis, R. H. and Millman, J. & Tomko, T. N. (1985). *Cornell critical thinking tests level X & level Z: Manual*: Midwest Publications Pacific Grove, CA.
- Facione, P. A. (1990). *The California Critical Thinking Skills Test--College Level*. Technical Report# #1 -- Experimental Validation and Content Validity.
- Facione, P. A., & Facione, N. C. (1992). *The California critical thinking disposition inventory: CCTDI*. Millbrae, CA: California Academic Press.
- Feely, A. J. (1976). *Argumentation and Debate: Rational Decision Making*. 2nd ed. Belmont: Wadsworth Publishing Co., Inc.
- Gagne, R.M. (1970). *The condition of learning*. New York: CBS College. Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: Teacher College Press
- Guilford, J.P. & Hoepfner. (1971). *The Analysis of Intelligence*. NY: McGraw-Hill.
- Halpern, D. F. (1999). *Teaching for critical thinking: Helping college students develop the skills and dispositions of a critical thinker*. New directions for teaching and learning, 1999(80), 69-74.
- Hatfield, M. M., Edwards, N. T., and Bitter G.G. (1993). *Mathematics Methods for The Elementary and Middle School*. Boston: A Division of Simon & Schuster

- Henderson, Kenneth, B. and Pingry, R. E. (1973). *The Learning of Mathematics; Its Theory and Practice*. Washington D.C.: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Jackson, L. (2000). *Increasing Critical Thinking Skills To Improve Problem-Solving Ability in Mathematics*. Master of Arts Action Research Project. Graduate Faculty, Saint Xavier University.
- Krulik, S., and Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teacher*. Boston: Allyn and Bacon
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge University Press.
- Hudgins, B. B. (1997). *Learning and Thinking*. Illinois: P.E. Peacock Publishers.
- McCrink, Carmen Lourdes Suarez. (1999). *The Role of Innovation Teaching Methodology and Learning Styles on Critical Thinking*. Dissertation Abstracts International. 59(9): 3420 - A; March.
- Meacham, J. A., & Emont, N. C. (1989). *The interpersonal basis of everyday problem solving: Theory and applications*. 7-23.
- Miller, N. (1992). *Out in the World: Gay and Lesbian Life from Buenos Aires to Bangkok*. London: Penguin Books.
- National Council of Supervisors of Mathematics (NCSM). (1977). *Position Paper on Basic*. Arithmetic Teacher. 25(5), 19-22.
- National Council of Teacher of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for school Mathematics*. Reston, Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Paul, R. (1985). *Bloom's Taxonomy and Critical Thinking Instruction*. Educational Leadership. 42 (May 1985): 36-39.
- Paul, R. (1995). *Critical thinking: How to prepare students for a rapidly changing world*: Foundation for Critical Thinking.
- Paul, R., & Elder, L. (2001). *The Miniature Guide to Critical Thinking: Concepts and Tools*. Dillon Beach, CA: The Foundation for Critical Thinking.

- Peter, E. E. (2012). *Critical thinking: Essence for teaching mathematics and mathematics problem solving skills*. African Journal of Mathematics and Computer Science Research, 5(3), 39-43.
- Perkins, D. N. (1989). *Reasoning as it is and could be: An empirical perspective*. Paper presented at the Thinking across cultures: The third international conference on thinking.
- Perdekaris, S. C. (1993). *Applications of ergodic chains to Problem Solving*. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 24(3), 423 – 427.
- Polya, G. (1973). *How to Solve It*. New Jersey: Princeton University Press.
- Polya, G. (1957). *How To Solve It : A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Rasiman. (2015). *Leveling of Critical Thinking Abilities of Student of Mathematics Education in Mathematical Problem Solving*. Journal On Mathematics Education, 6 (1). pp. 40-52.
- Robert H Ennis. (1987). *A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities*. Teaching for Thinking 9 - 26.
- Strenberg, R. J. (1999). *Cognitive Psychology 2nd ed*. New York: Harcourt Brace College Publisher.
- Watson, G., & Glaser, E. M. (1964). *Watson-Glaser critical thinking appraisal manual*. New York Harcourt Brace and World.
- Watson, G., & Glaser, E. M.. (1980). *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal: Forms A and B*. San Antonio, TX: Psych Corp.
- Watson, G., & Glaser, E. M.. (2008). *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal Short Form Manual*. Pearson Education. USA: Inc. the United States of America.
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis*. 3rd Ed. New York: Harper and Row Publications.
- Yinger, W. (1988). *Critical – Thinking Technique for Social Studies Education in Thailand*. (Doctor's), The Pennsylvania State University.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อรุณ ชูยกระเดื่อง กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา)
อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2. อาจารย์ ดร. อัจฉริยา พรหมท้าว ปร.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา)
อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
3. คุณครูมะลิวัลย์ ศรีบานชื่น กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา)
ครูชำนาญการพิเศษ
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๓๖๐๐

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๓ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร

ด้วย นายสิทธิกร โพธิ์ศิริ รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๒๕ นักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำ
วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้
เครื่องมือ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY
ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๓๗๑ - ๓๒๐๖



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ คศ. ๖๐๑๙๕/ ๒๕๖๓

วันที่ ๘ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรฎ ชูกระเดื่อง

ด้วย นายสิทธิกร โพธิ์ศิริ รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๒๔ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏ-มหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(อาจารย์ปวีต สารมะโน)

รองคณบดีคณะครุศาสตร์ รักษาราชการแทน
คณบดีคณะครุศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ คศ. ๖๐๑๙๖/ ๒๕๖๓

วันที่ ๘ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร. อัจฉริยา พรหมท้าว

ด้วย นายสิทธิกร โพธิ์ศิริ รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๒๔ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏ-มหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(อาจารย์ปวีต สารมะโน)

รองคณบดีคณะครุศาสตร์ ศึกษาราชการแทน

คณบดีคณะครุศาสตร์



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๓๔๐๔

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๕๐๐๐

๑๕ มิถุนายน ๒๕๖๓

เรื่อง ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน คุณक्रमะลิวัลย์ ศรีบานชื่น

ด้วย นายสิทธิกร โพธิ์ศิริ รหัสประจำตัว ๖๑๘๐๑๐๕๑๐๑๒๔ นักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำ
วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความ
ถูกต้องของการวิจัย

- เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
 อื่นๆ ระบุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ


ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภัทรชัย จันทร์ชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๓๗๑ - ๓๒๐๖



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เรื่อง จำนวนเต็ม

ตอนที่ 1 แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

วัด 2 องค์ประกอบ องค์ประกอบละ 2 ข้อ คือ

- การให้เหตุผลแบบนิรนัย
- การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น

เกณฑ์การให้คะแนน ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว (ข้อละ 1 คะแนน)

ตอนที่ 2 แบบอัตนัยเติมคำตอบ

วัด 3 องค์ประกอบ องค์ประกอบละ 2 ข้อ คือ

- การวิเคราะห์
- การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป
- การประเมินข้อโต้แย้ง

เกณฑ์การให้คะแนน ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวพร้อมให้เหตุผลประกอบ (ข้อละ 1 คะแนน)

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1	เลือกคำตอบและให้เหตุผลอย่างถูกต้อง
0.5	เลือกคำตอบถูกต้อง แต่ให้เหตุผลผิด
0	เลือกคำตอบผิดหรือไม่ตอบ

ตอนที่ 1 แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย

1. วินยกตัวอย่างข้อความที่มีการหาผลลัพธ์เท่ากับ 256×37 ข้อความที่วินยกตัวอย่าง ข้อความใดต่อไปนี่ไม่ถูกต้อง

- สินีขายสมุด 256 เล่ม ราคาเล่มละ 37 บาท
- มินตราซื้อปากการาคาโหลละ 256 บาท จำนวน 37 โหล
- ริสามีพวงกุญแจ 256 ชิ้น ขายไปแล้วยังเหลือพวงกุญแจอีก 37 ชิ้น
- สมปองขายแก้วน้ำ 256 ใบ ราคาใบละ 37 บาท

2. ร้านขนมไข่มุกแห่งหนึ่งทำตารางแสดงยอดขายต่อวัน โดยใช้ยอดขายวันพุธเป็นเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งขายได้ 150 แก้ว แล้วบันทึกตามตารางด้านล่างนี้

วัน	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
ยอดขาย(แก้ว)	+7	-14	0	-8	+23	+10

จากตารางข้างต้น ข้อความใดต่อไปนี่ไม่ถูกต้อง

- วันอังคารร้านขนมไข่มุกแห่งนี้มียอดขายน้อยกว่าวันพฤหัสบดี
- วันพุธร้านขนมไข่มุกแห่งนี้มียอดขายมากกว่าวันพฤหัสบดี
- สรุปยอดขายรวมของร้านขนมไข่มุกแห่งนี้ตั้งแต่วันจันทร์ ถึง วันเสาร์ เท่ากับ 918
- วันอังคารร้านขนมไข่มุกแห่งนี้มียอดขายมากกว่าวันจันทร์ อยู่ 7 แก้ว

ด้านการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น

3. ยูริซื้อถุงราคา กิโลกรัมละ 140 บาท มา 2 กิโลกรัม กับอีก 7 ซีด ข้อใดต่อไปนี้สอดคล้องกับวิธีคิดราคาถุงของยูริ

- คิดจากถุงน้ำหนัก 2 กิโลกรัม 7 ซีด ซึ่งเท่ากับ 27 ซีด แล้วจึงนำราคาถุงซีดละ 14 บาท คูณกับน้ำหนัก
- คิดจากถุงน้ำหนัก 2 กิโลกรัม 7 ซีด ซึ่งเท่ากับ 27 ซีด แล้วจึงนำราคาถุง 140 บาท คูณกับน้ำหนัก
- คิดโดยแบ่งน้ำหนักถุงออกเป็นสองส่วน คือ 2 กิโลกรัม และ 7 ซีด แล้วนำเงินค่าถุงแต่ละส่วนมาคูณกัน

ง. คิดโดยนำเงินค่ากึ่งฝอยน้ำหนัก 3 กิโลกรัม หักออกด้วยเงินค่ากึ่งน้ำหนัก 3 ชีด ซึ่งคิดราคา กึ่งได้เป็น 420 บาท

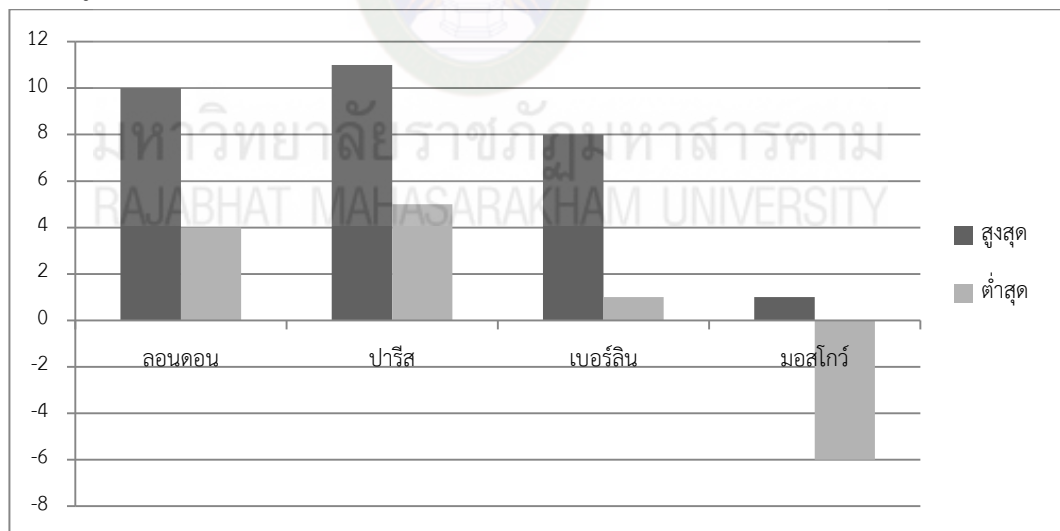
4. กำหนดแบบรูปต่อไปนี้ $-2, -5, -8, -11, \dots$ ข้อใดคือความสัมพันธ์และจำนวนเต็มอีก 2 จำนวนที่ สอดคล้องกับแบบรูปที่กำหนดให้

- ก. จำนวนเต็มที่อยู่ติดกันจะเพิ่มขึ้นครั้งละ 3 และจำนวนเต็มอีก 2 จำนวน คือ -14 และ -17
- ข. จำนวนเต็มที่อยู่ติดกันจะลดลงครั้งละ 3 และจำนวนเต็มอีก 2 จำนวน คือ 14 และ 17
- ค. จำนวนเต็มที่อยู่ติดกันจะเพิ่มขึ้นครั้งละ 3 และจำนวนเต็มอีก 2 จำนวน คือ 14 และ 17
- ง. จำนวนเต็มที่อยู่ติดกันจะลดลงครั้งละ 3 และจำนวนเต็มอีก 2 จำนวน คือ -14 และ -17

ตอนที่ 2 แบบอัตนัยเติมคำตอบ

ด้านการวิเคราะห์ : จงพิจารณาว่าข้อความต่อไปนี้ผิด เลือกเพียงข้อเดียวเท่านั้น พร้อมทั้งอธิบาย เหตุผลประกอบให้ถูกต้อง

5. อุณหภูมิของเมืองหลวงในทวีปยุโรป ณ เวลา 06.00 น. เป็นดังนี้



พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) เมื่อเรียงอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละเมืองจากต่ำสุดไปสูงสุด จะได้ ดังนี้
มอสโกว์ เบอร์ลิน ลอนดอน ปารีส
- 2) เมื่อเรียงอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละเมืองจากสูงสุดไปต่ำสุด จะได้ ดังนี้
มอสโกว์ เบอร์ลิน ลอนดอน ปารีส

3) อุณหภูมิสูงสุดของมอสโคว์เท่ากับอุณหภูมิต่ำสุดของเบอร์ลิน

4) อุณหภูมิต่ำสุดของปารีส สูงกว่าอุณหภูมิต่ำสุดของลอนดอน อยู่ 1°C

ข้อความที่ผิดคือข้อที่.....ผิดเพราะ.....

6. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) สามารถหาจำนวนเต็มลบที่มากที่สุดได้

2) ไม่สามารถระบุจำนวนเต็มที่น้อยที่สุดได้

3) จำนวนเต็มบวกเป็นจำนวนนับ

4) ศูนย์ไม่ใช่จำนวนเต็ม

ข้อความที่ผิดคือข้อที่.....ผิดเพราะ.....

ด้านการอนุมานหรือลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป : จงใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่เห็นด้วยที่สุดเพียงข้อเดียว พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบให้ถูกต้อง

7. กำหนดสถานการณ์ดังนี้

ร้านเบเกอรี่แห่งหนึ่งทำขนมปังได้ทั้งหมด 300 ชิ้น นำใส่กล่องๆ ละ 5 ชิ้น ต้นทุนการทำขนมปังกล่องละ 18 บาท ถ้าร้านเบเกอรี่แห่งนี้ต้องการขายขนมปังให้ได้กำไรมากกว่า 420 บาท จึงสรุปได้ว่าร้านเบเกอรี่แห่งนี้ต้องขายขนมปังราคากล่องละ 25 บาท นักเรียนคิดว่าข้อสรุปนี้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

เป็นจริง เพราะ.....

เป็นเท็จ เพราะ.....

ไม่สามารถสรุปได้ เพราะ.....

8. กำหนดสถานการณ์ดังนี้

ร้านขายตุ๊กตาแห่งหนึ่งขายตุ๊กตาโตเรมอนราคา 220 บาท ซึ่งราคาสูงกว่าตุ๊กตายีราฟ 80 บาท ถ้าไอโกะเลือกซื้อตุ๊กตายีราฟ 8 ตัว จึงสรุปได้ว่าไอโกะต้องจ่ายเงินในการซื้อตุ๊กตายีราฟมากกว่าการซื้อตุ๊กตาโตเรมอน 5 ตัว นักเรียนคิดว่าข้อสรุปนี้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

เป็นจริง เพราะ.....

เป็นเท็จ เพราะ.....

ไม่สามารถสรุปได้ เพราะ.....

ด้านการประเมินข้อโต้แย้ง : จงใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่เห็นด้วยที่สุดเพียงข้อเดียว พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบให้ถูกต้อง

9. นักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจข้อมูลอุณหภูมิของอากาศที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล ดังตารางต่อไปนี้

ความสูงจากระดับน้ำทะเล (กิโลเมตร)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
อุณหภูมิของอากาศ (°C)	28	22	17	11	6	0	-6	-11	-17	-21

ฮานะ กล่าวว่า ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 3 กิโลเมตร และ 6 กิโลเมตร มีอุณหภูมิของอากาศต่างกัน 5°C

ฮารุ กล่าวว่า ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 4 กิโลเมตร และ 7 กิโลเมตร มีอุณหภูมิของอากาศต่างกัน 17°C

นักเรียนคิดว่าคำกล่าวของใครน่าเชื่อถือ

ฮานะ

ฮารุ

น่าเชื่อถือทั้งคู่

ไม่น่าเชื่อถือทั้งคู่

เพราะเหตุใด.....

.....

10. ทานะและนากายืนอยู่ที่จุดเริ่มต้นเดียวกัน พวกเขาเล่นเกมเป่ายิ้งฉุบกัน คนที่ชนะจะได้เดินหน้า 2 ก้าว ส่วนคนที่แพ้จะถอยหลัง 1 ก้าว โดยกำหนดว่าทั้งสองเดินด้วยระยะก้าวที่เท่ากันและไม่มีเสมอ

ทานะ กล่าวว่า ถ้าเป่ายิ้งฉุบกัน 5 ครั้ง ผลคือ ชนะ แพ้ ชนะ แพ้ แพ้ เมื่อผลเป็นแบบนี้ ทานะอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้น 1 ก้าว

นากา กล่าวว่า ถ้าเป่ายิ้งฉุบกัน 8 ครั้งแล้ว นากาชนะทานะ 5 ครั้ง ทั้งสองจะอยู่ห่างกัน 6 ก้าว

นักเรียนคิดว่าคำกล่าวของใครน่าเชื่อถือ

ทานะ

นากา

น่าเชื่อถือทั้งคู่

ไม่น่าเชื่อถือทั้งคู่

เพราะเหตุใด.....

.....

แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม

ชื่อ.....สกุล.....ห้อง.....เลขที่.....

ข้อที่ 1 นักเรียนกลุ่มหนึ่งเป็นชาย 64 คน เป็นหญิง 96 คน ถ้าต้องการจัดแถวนักเรียนชายและนักเรียนหญิงให้ได้แถวละเท่า ๆ กัน และให้ได้แถวยาวที่สุด โดยไม่ให้นักเรียนชายและนักเรียนหญิงอยู่ในแถวเดียวกัน จะจัดได้กี่แถวและแถวละกี่คน

1.1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ

1.2 วางแผนแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนการหาคำตอบดังนี้

.....

.....

.....

.....

1.3 ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 ตรวจสอบคำตอบดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 2 เด็กหญิงกชกร สมัครสมาชิกสหกรณ์ของโรงเรียน เสียค่าสมาชิก 200 บาท ค่าธรรมเนียมแรกเข้า 20 บาท เด็กหญิงกชกร มีเงินเหลืออยู่ 175 บาท เดิมเด็กหญิงกชกรมีเงินอยู่เท่าไร

1.1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ

1.2 วางแผนแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนการหาคำตอบดังนี้

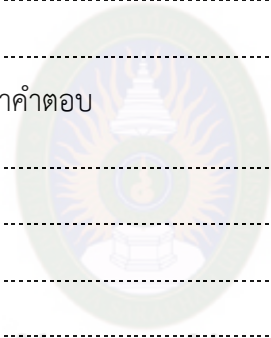
.....
.....
.....
.....
.....
.....

1.3 ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

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

1.4 ตรวจสอบคำตอบดังนี้

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



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบสัมภาษณ์การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้ถูกสัมภาษณ์

โรงเรียน ชั้น

วันที่ เดือน พ.ศ. เวลา

1) นักเรียนทราบหรือไม่ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และต้องการให้หาอะไร

.....

.....

.....

.....

2) นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3) นักเรียนมีวิธีหาคำตอบหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4) นักเรียนมีการตรวจคำตอบหรือไม่ มีการตรวจอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม

ตารางที่ ข.1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณ

คำถามข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1.00
2	+1	+1	+1	3	1.00
3	+1	+1	+1	3	1.00
4	+1	+1	+1	3	1.00
5	+1	+1	+1	3	1.00
6	+1	+1	+1	3	1.00
7	+1	+1	+1	3	1.00
8	+1	+1	+1	3	1.00
9	+1	+1	+1	3	1.00
10	+1	+1	0	2	0.67
11	+1	+1	+1	3	1.00
12	+1	+1	+1	3	1.00
13	+1	0	+1	2	0.67
14	+1	+1	+1	3	1.00
15	+1	+1	+1	3	1.00
16	0	+1	+1	2	0.67
17	+1	+1	+1	3	1.00
18	+1	+1	+1	3	1.00
19	+1	+1	+1	3	1.00
20	+1	+1	+1	3	1.00
21	+1	0	+1	2	0.67
22	+1	+1	+1	3	1.00
23	+1	+1	+1	3	1.00

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

คำถามข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
24	+1	+1	0	2	0.67
25	+1	+1	+1	3	1.00
26	+1	+1	+1	3	1.00
27	0	+1	+1	2	0.67
28	+1	+1	+1	3	1.00
29	+1	+1	+1	3	1.00
30	+1	0	+1	2	0.67

จากตารางที่ ข.1 พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) ของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 30 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.75 – 1.00 คำถามทุกข้อผ่านเกณฑ์ แสดงว่าคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ ข.2 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม

คำถามข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	สรุปผล
1	0.74	0.42	
2	0.74	0.79	เลือกใช้
3	0.53	0.72	เลือกใช้
4	0.53	0.78	เลือกใช้
5	0.53	0.56	เลือกใช้
6	0.53	0.46	เลือกใช้
7	0.50	0.34	
8	0.53	0.89	เลือกใช้
9	0.73	0.63	เลือกใช้

(ต่อ)

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

คำถามข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	สรุปผล
10	0.68	0.63	
11	0.50	0.34	เลือกใช้
12	0.79	0.63	เลือกใช้
13	0.63	0.52	
14	0.35	0.63	เลือกใช้
15	0.32	0.63	เลือกใช้
16	0.53	0.65	
17	0.54	0.64	เลือกใช้
18	0.79	0.21	
19	0.74	0.29	เลือกใช้
20	0.53	0.42	เลือกใช้
21	0.53	0.36	
22	0.66	0.47	เลือกใช้
23	0.53	0.54	เลือกใช้
24	0.34	0.72	
25	0.53	0.47	เลือกใช้
26	0.53	0.63	เลือกใช้
27	0.43	0.31	
28	0.35	0.42	เลือกใช้
29	0.66	0.51	เลือกใช้
30	0.47	0.63	

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งหมดเท่ากับ .87

จากตารางที่ ข.2 พบว่า ค่าความยากของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.32 – 0.79 และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม มีค่าระหว่าง 0.21 – 0.89 นั่นคือ คำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกคำถาม จำนวน 20 ข้อ มากำหนดเป็นแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง จำนวนเต็ม ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งหมดเท่ากับ .87

2. แบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม

ตารางที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม

คำถามข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ				รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4		
1	+1	+1	+1	+1	4	1.00
2	+1	+1	+1	+1	4	1.00
3	+1	+1	+1	+1	4	1.00
4	+1	+1	+1	0	3	0.75
5	+1	+1	+1	+1	4	1.00
6	+1	+1	+1	0	3	0.75

จากตารางที่ ข.3 พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) ของแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.75 – 1.00 คำถามทุกข้อ ผ่านเกณฑ์ แสดงว่า คำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ ข.4 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม

คำถามข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	สรุปผล
1	0.61	0.33	
2	0.69	0.60	เลือกใช้
3	0.67	0.53	เลือกใช้
4	0.72	0.44	
5	0.64	0.69	เลือกใช้
6	0.74	0.40	

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.92

จากตารางที่ ข.4 พบว่า ค่าความยากของแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.61 – 0.74 และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม มีค่าระหว่าง 0.33 – 0.69 นั่นคือ คำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกคำถาม จำนวน 3 ข้อ มากำหนดเป็นแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ .92



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติ

ข้อตกลงเบื้องต้น ของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

1. ตัวแปร 2 ตัว เป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง หรือเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ
2. ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรเป็นเส้นตรง (Linear Relationship)

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

1. ตัวแปร 2 ตัว เป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง หรือเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

จากการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่ง ตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม มีมาตรวัดเป็น Scale และเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

2. ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรเป็นเส้นตรง (Linear Relationship)

เป็นข้อตกลงในสถิติที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เช่น การวิเคราะห์การถดถอย และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ ว่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตามที่จะวิเคราะห์นั้น จะต้องมีความสัมพันธ์กับเส้นตรง (Linearity)

ตั้งสมมติฐานได้ว่า

H_0 : ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง

H_1 : ตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง

ANOVA Table

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
math_sol	*Between Groups	(Combined)	1646.554	12	137.213	5.159	.000
relational		Linearity	1219.491	1	1219.491	45.847	.000
		Deviation from Linearity	427.063	11	38.824	1.460	.157
	Within Groups		2899.323	109	26.599		
	Total		4545.877	121			

Measures of Association

	R	R Squared	Eta	Eta Squared
math_sol * relational	.518	.268	.602	.362

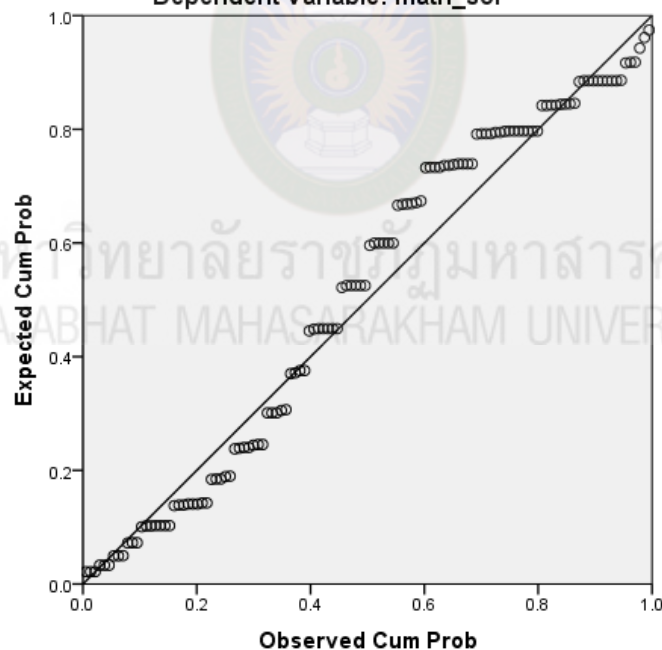
ในการทดสอบ Linearity มีค่า F-test 45.847 มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง และ Deviation from Linearity มีค่า F-test 1.460 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นโค้ง

ลักษณะความสัมพันธ์จากแผนภาพการกระจาย (scatter diagram)

ลักษณะความสัมพันธ์จากแผนภาพการกระจายของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

Dependent Variable: math_sol



จากการพิจารณาลักษณะการกระจายของข้อมูลระหว่างการคิดเชิงความสัมพันธ์กับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อมูลมีการเคลื่อนไหวในลักษณะที่การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรหนึ่งทำให้อีกตัวแปรหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีทิศทางเดียวกัน แสดงว่าตัวแปรทั้งสองน่าจะมีความสัมพันธ์กัน นั่นคือ ถ้าตัวแปรหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่เพิ่มขึ้น อีกตัวแปรหนึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน



ภาคผนวก ฉ

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๗/๔๑๒๙

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
๘๐ ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด
อำเภอเมืองมหาสารคาม
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒๐ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอสงวนลิขสิทธิ์บทความที่ได้รับการยกเว้นค่าลงทะเบียน สำหรับงานราชภัฏวิจัย ครั้งที่ ๖

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

๑. Title Pathogenicity and antimicrobial activity of *Enterobacter* spp. Isolated from Siamese Fighting fish (*Betta splendens* Regans)
Researcher Chutharat Kanchan¹ Puttachat Imjai¹ Parichart Ratmanee¹ Nukoon Kanchan² Kwanprasert Panchai³ Aonanong Chaiyara⁴
๒. ชื่อเรื่อง แนวทางการพัฒนาศักยภาพการผลิตผักปลอดภัยของเกษตรกร บ้านโคกกลาง ตำบลเขาวไร่ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
ผู้วิจัย นภาพร เวชกามา/นุจรี ใจประนบ /นฤมล กางเกต
๓. ชื่อเรื่อง ความสัมพันธ์ของคอนปูตากับการอนุรักษ์ป่าชุมชน บ้านหม้อ ตำบลสระคู อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด
ผู้วิจัย นุจรี ใจประนบ/ศิริพงศ์ เจริญยุทธ /นฤมล กางเกต /นภาพร เวชกามา
๔. ชื่อเรื่อง การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
ผู้วิจัย นายสิทธิกร โพธิ์ศิริ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และพิจารณาดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์สัญญา เคนาภูมิ)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สถาบันวิจัยและพัฒนา

โทร. ๐ ๔๓๓๒ ๒๑๑๘ ต่อ ๓๑๙, ๓๒๐

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นายสิทธิกร โพธิ์ศิริ
วัน เดือน ปี เกิด 11 กันยายน 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน 54 หมู่ที่ 8 ตำบลทุ่งแต้ อำเภอเมืองยโสธร
จังหวัดยโสธร 35000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2558 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาสถิติ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

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



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY