ผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภัทรพร คล้ายสมบูรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

ผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภัทรพร คล้ายสมบูรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BY USING CONSTRUCTIVIST THEORY WITH THE STAR STRATEGY ON MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS

PATTARAPORN KLAYSOMBOON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE MASTER DEGREE OF EDUCATION
IN MATHEMATICS TEACHING
FACULTY OF EDUCATION
BURAPHA UNIVERSITY
2022

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ ภัทรพร คล้ายสมบูรณ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....
(ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....
(ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒผล)

..... กรรมการ
(ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์)

..... กรรมการ
(ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต)

..... กรรมการ
(ดร.คงรัฐ นวลแปง)

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. สฎายุ ธีระวณิชตระกูล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

62910018: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)
คำสำคัญ: ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์, กลวิธี STAR, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์, ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ภัทรพร คล้ายสมบูรณ์ : ผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BY USING CONSTRUCTIVIST THEORY WITH THE STAR STRATEGY ON MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: คมสัน ตรีไพบูลย์, กศ.ด., อาพันธ์ชนิต เจนจิต, กศ.ด. ปี พ.ศ. 2565.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จำนวน 41 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .81 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .81 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

62910018: MAJOR: MATHEMATICS TEACHING; M.Ed. (MATHEMATICS TEACHING)
KEYWORDS: CONSTRUCTIVIST THEORY, THE STAR STRATEGY, MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT, MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY

PATTARAPORN KLAYSOMBOON : THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BY USING CONSTRUCTIVIST THEORY WITH THE STAR STRATEGY ON MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: KOMSAN TREEPIBOON, Ed.D., APUNCHANIT JENJIT, Ed.D. 2022.

The purposes of this research were to compare the students mathematics learning achievement and mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa 2 students after using constructivist theory with the star strategy. The subjects of this study were 41 students in Mathayomsuksa 2 in the second semester of the 2021 academic year at bansuan jananusorn school. They were randomly selected by using cluster random sampling. The instruments were; 3 lesson plans, mathematics achievement test and mathematical problem solving ability test. The data were analyzed by mean, standard deviation and *t*-test for one sample. The findings were as follows:

1. The mathematics achievement of the students after obtaining constructivist theory with the star strategy was higher than the 70 percent criterion at .05 level of statistical significance.

2. The mathematical problem solving ability of the students after obtaining constructivist theory with the star strategy was higher than the 70 percent criterion at .05 level of statistical significance.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน และเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. มารุต พัฒผล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.คงรัฐ นวลแปง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บวร คูหิรัญ อาจารย์ ดร.พรรณทิพา ตันตินัย อาจารย์ศศิธร จันทวี อาจารย์กัลยา โอสถผสม และอาจารย์เมธิญา เฟื่องศรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำ แก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) ตลอดจนคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่ออนุรัตน์ คล้ายสมบูรณ์ คุณแม่ศุภวรรณ คล้ายสมบูรณ์ และครอบครัวทุกคนที่ให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีแด่บุพการีบูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

ภัทรพร คล้ายสมบูรณ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 8

สมมติฐานของการวิจัย 9

กรอบแนวคิดในการวิจัย 9

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 11

ขอบเขตของการวิจัย 11

นิยามศัพท์เฉพาะ 12

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 18

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 22

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ 25

กลวิธี STAR 47

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR 56
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 62
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 73
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 98
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 103
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 103
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 104
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 104
แบบแผนการดำเนินการวิจัย 117
การเก็บรวบรวมข้อมูล 117
การวิเคราะห์ข้อมูล 118
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 119
บทที่ 4 ผลการวิจัย 124
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 124
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 125
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 144
สรุปผลการวิจัย 144
อภิปรายผลการวิจัย 145
ข้อเสนอแนะ 152
บรรณานุกรม 154
ภาคผนวก 160
ภาคผนวก ก 161
ภาคผนวก ข 167
ภาคผนวก ค 245

ภาคผนวก ง 262

ประวัติย่อของผู้วิจัย 269

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 22

ตารางที่ 2-2 หน่วยการเรียนรู้ มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมงรายวิชา ค 22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 23

ตารางที่ 2-3 มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในงานวิจัย.....25

ตารางที่ 2-4 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ 38

ตารางที่ 2-5 บทบาทของครูตามขั้นตอนการเรียนการสอนบทเรียนในชั้นเรียน 52

ตารางที่ 2-6 ตัวอย่างใบงานสำหรับการสอนโดยใช้กลวิธี STAR 54

ตารางที่ 2-7 เปรียบเทียบกลวิธี STAR และกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya 83

ตารางที่ 2-8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของอัมพร ม้าคนอง.....91

ตารางที่ 2-9 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร 92

ตารางที่ 2-10 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....93

ตารางที่ 2-11 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมของอัมพร ม้าคนอง.....94

ตารางที่ 2-12 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร 95

ตารางที่ 2-13 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 96

ตารางที่ 2-14 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย.....97

ตารางที่ 3-1 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....105

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 109

ตารางที่ 3-3 การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 113

ตารางที่ 3-4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 114

ตารางที่ 3-5 แบบแผนการดำเนินการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลองครั้งเดียว.....117

ตารางที่ 4-1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70.....125

ตารางที่ 4-2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 126

ตารางที่ 4-3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70.....127

ตารางที่ 4-4 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน 128

ตารางที่ 4-5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 131

ตารางที่ 4-6 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาโดยจำแนกตามระดับคะแนน.....132

ตารางที่ 4-7 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70.....135

ตารางที่ 4-8 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยจำแนกตามระดับคะแนน.....136

ตารางที่ 4-9 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการทบทวนคำตอบของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 139

ตารางที่ 4-10 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ โดยจำแนกตามระดับคะแนน 140

ตารางที่ ค-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.....246

ตารางที่ ค-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2.....247

ตารางที่ ค-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3.....248

ตารางที่ ค-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR 249

ตารางที่ ค-5 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 250

ตารางที่ ค-6 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 252

ตารางที่ ค-7 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 253

ตารางที่ ค-8 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 255

ตารางที่ ค-9 ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 257

ตารางที่ ค-10 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 258

ตารางที่ ค-11 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ..260

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 10

ภาพที่ 2-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 61

ภาพที่ 4-1 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนนในด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา.....129

ภาพที่ 4-2 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนนในด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา.....130

ภาพที่ 4-3 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนนในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา 133

ภาพที่ 4-4 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนนในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา 133

ภาพที่ 4-5 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนนในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา 134

ภาพที่ 4-6 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนนในด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา 137

ภาพที่ 4-7 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนนในด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา 138

ภาพที่ 4-8 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนนในด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา 138

ภาพที่ 4-9 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนนในด้านการทบทวนคำตอบ.....141

ภาพที่ 4-10 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนนในด้านการทบทวนคำตอบ.....142

ภาพที่ 4-11 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนนในด้านการทบทวนคำตอบ.....142

ภาพที่ ง-1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one-sample 263

ภาพที่ ง-2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one-sample.....264

ภาพที่ ง-3 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านศึกษาโจทย์ปัญหา โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one-sample 265

ภาพที่ ง-4 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one-sample 266

ภาพที่ ง-5 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one-sample 267

ภาพที่ ง-6 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านทบทวนคำตอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one-sample 268

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1) เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทำให้มนุษย์ต้องใช้การคิดที่หลากหลาย เช่น การคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวางแผนอย่างรอบคอบ การคิดเชิงระบบ (อัมพร ม้าคนอง, 2557, หน้า 1) ยิ่งไปกว่านั้น คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ทำให้มีพัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมากมายในทุกวันนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, หน้า 1) แต่วิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทย ยังคงมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบัน โดยประเทศไทยได้เปลี่ยนแปลงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จากเดิมที่มีการกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ซึ่งสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 6 สาระ โดยสาระที่ 1 ถึงสาระที่ 5 เป็นสาระที่เกี่ยวกับเนื้อหา ประกอบด้วย จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต และการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ส่วนสาระที่ 6 เป็นสาระที่เกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 5 ทักษะ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 3) ให้เป็นตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยจัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น โดยได้แยกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ออกจากสาระ ซึ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ยังคงประกอบไปด้วย 5 ทักษะเดิม ได้แก่ การแก้ปัญหา การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ โดยกำหนดให้มีการประเมินความสามารถด้านทักษะและ

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการประเมินด้านเนื้อหาสาระ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560 ก, หน้า 8)

ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่จากการประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา พบว่า ผลการประเมินโครงการศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2558 (Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS 2015]) ซึ่งเป็นโครงการที่สมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 การประเมินจะครอบคลุม 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ประกอบด้วยจำนวน พีชคณิต เรขาคณิต ข้อมูลและโอกาส และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยความรู้ การแก้ปัญหา และการใช้เหตุผล ผลการประเมิน พบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 431 คะแนน และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแต่ละด้านของการประเมิน พบว่า ทั้งด้านเนื้อหาและด้านพฤติกรรมการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับ 1 หรือระดับต่ำจากทั้งหมด 5 ระดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560 ข, หน้า 18-19) และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ประจำปีการศึกษา 2562 ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.73 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับประเทศในปีการศึกษา 2559 2560 และ 2561 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 29.31 26.30 และ 30.04 คะแนน ตามลำดับ นอกจากนี้ได้ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) ปีการศึกษา 2559 2560 2561 และ 2562 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 29.46 24.76 28.20 และ 26.64 คะแนน ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562, ออนไลน์) ซึ่งจะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ต่ำและยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50

จากผลการประเมินดังกล่าว แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ สาเหตุหนึ่งมาจากนักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูมักมุ่งให้นักเรียนได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นเนื้อหาและการทำงานตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่ครูยกตัวอย่างหรือทำให้ดู ทำให้นักเรียนเกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่มากพอที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ง่าย ๆ ใกล้ตัว (อัมพร ม้าคนอง, 2554, หน้า 13) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินโครงการศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (TIMSS) วิชาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น เนื่องจากนักเรียนจะต้องมีความรู้และทักษะการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ที่ดี ทั้งด้านความรู้ที่ครอบคลุมถึงข้อเท็จจริง กระบวนการ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องรู้ ด้านการใช้ความรู้ที่เน้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้และเข้าใจในการแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม และด้านการใช้เหตุผลที่เป็นการแก้ปัญหาโดยการรวมเอาปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปัญหาที่ซับซ้อน และการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560 ข, หน้า 4-5) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการประเมินการสอบโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA) ที่เน้นวัดความสามารถและทักษะในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้ในชีวิตจริงนอกโรงเรียนของนักเรียนอายุ 15 ปี ซึ่งข้อสอบจะประเมินความสามารถของนักเรียนในการขยายความรู้ที่ได้เรียนมาและประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ กระบวนการที่ชี้นำให้รู้ถึงคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง การคิดวิธีการและการแก้ปัญหา (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, หน้า 22-24) พบว่า ในปี พ.ศ. 2561 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 419 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) ที่มีคะแนนมาตรฐาน 489 คะแนน และจากการศึกษาแนวโน้มผลการประเมินของไทย พบว่า ตั้งแต่ PISA 2003 ถึง PISA 2018 ผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์นั้นมีคะแนนเฉลี่ยไม่เปลี่ยนแปลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562, ออนไลน์) กล่าวคือ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบโครงการศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (TIMSS) ที่กล่าวมาข้างต้น และจากการสัมภาษณ์ครูวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี พบว่า เนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส เป็นเนื้อหาหนึ่งในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิตของวิชาคณิตศาสตร์ในการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ซึ่งเป็นสาระที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 14.39 (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2562, ออนไลน์) พบว่า เนื้อหาดังกล่าวเป็นเนื้อหาที่นักเรียนประสบปัญหาในการเรียนรู้ค่อนข้างมาก เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับทฤษฎีบท เนื่องจากนักเรียนมักจดจำความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษจึงทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ได้อย่างถูกต้อง โดยนักเรียนมักจะแทนความยาวด้านตรงข้ามมุมฉากจากที่โจทย์กำหนดให้เป็นความยาวของด้านประกอบมุมฉาก รวมถึงการที่นักเรียนไม่ชอบเรียนโจทย์ปัญหา เนื่องจากไม่สามารถตีความสถานการณ์ปัญหาที่โจทย์กำหนดให้ได้ ใช้รูปหรือสร้างตัวแทนสถานการณ์ปัญหาไม่ได้ และไม่สามารถนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ (เมธิญา เฟื่องศรีและบุษยา หวังกุนกลาง, สัมภาษณ์, 9 กันยายน 2563) ซึ่งสอดคล้องกับผลคะแนนทดสอบท้ายบท เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนโรงเรียนบ้านสวน

(จั่นอนุสรณ์) ในปีการศึกษา 2561 และ 2562 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.82 และ 5.75 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นนี้สะท้อนให้เห็นถึงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ยังไม่ประสบผลสำเร็จในประเทศไทย ซึ่งมีสาเหตุหลายประการ ทั้งที่เป็นสาเหตุมาจากตัวนักเรียนเอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน หรืออาจเนื่องมาจากธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยอนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่ยากแก่การทำความเข้าใจ นักเรียนส่วนใหญ่จึงเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก และอาจเป็นเพราะครูยังไม่สามารถจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 8-9) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของสุรางค์ โค้วตระกูล (2559, หน้า 246) ที่กล่าวว่า สาเหตุที่ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนต่ำอาจเป็นผลมาจากการที่นักเรียนคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากจึงเกิดความเบื่อหน่าย ขาดความสนใจและความกระตือรือร้นในการเรียน มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในทางลบ เมื่อนักเรียนไม่สนใจก็จะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไม่บรรลุตามหลักสูตรที่ตั้งไว้ นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยทั่ว ๆ ไป ครูมักเน้นให้นักเรียนจำ บทนิยาม กฎ และสูตร แล้วนำเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียน การแก้โจทย์ปัญหาจึงเป็นการฝึกให้นักเรียนทำตามขั้นตอนที่ครูสอนมากกว่าฝึกกระบวนการคิด ดังนั้นครูจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการสอนของตัวเองให้เข้ากับยุคสมัย โดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางมีส่วนร่วมในการเรียน (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, 2543, หน้า 266) และในการเรียนการสอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนใช้กระบวนการในการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ (อัมพร ม้าคนอง, 2557, หน้า 47) เนื่องจากบุคคลที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีคือ บุคคลที่สามารถประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนหรือกระบวนการ และประสบการณ์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530, หน้า 29)

จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากสำหรับทั้งครูและนักเรียน เนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญที่นักเรียนจะต้องฝึกฝนพัฒนาให้เกิดขึ้น (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2554, หน้า 26) และยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ เพื่อจะช่วยให้นักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ของปัญหาที่แตกต่างกันออกไป (ศศิธร แม้นสงวน, 2556, หน้า 169) อีกทั้งเป็นกระบวนการที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน การเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น

ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, หน้า 6) ดังนั้นการสอนการแก้ปัญหาสำหรับชั้นมัธยมศึกษาจึงควรสอนให้นักเรียนมีทักษะและกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยผ่านการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์และบริบทอื่น ๆ การใช้วิธีการที่เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเองและผู้อื่น (ฉวีวรรณ แก้วไทรฮะและสุพจน์ ไชยสังข์, 2557, หน้า 16)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จึงควรได้รับการพัฒนาควบคู่ไปพร้อมกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยแนวทางที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมายจำเป็นสำหรับการคิดและการใช้งาน และเป็นพื้นฐานของการเรียนในระดับสูงขึ้น ความรู้ทางคณิตศาสตร์ควรเกิดจากความเข้าใจมิใช่การจดจำ การเรียนอย่างเข้าใจจะช่วยสามารถพัฒนาให้เป็นความรู้ที่ลึกซึ้งมากขึ้นได้ ครูควรจัดกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและขยายไปสู่ความหมายใหม่หรือความรู้เชิงนามธรรมได้ โดยให้นักเรียนทำกิจกรรม คิดสังเกต วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยการใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของนักเรียน และไม่ยากเกินกว่าที่นักเรียนจะคิดได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2557, หน้า 22-23) และให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการของการแก้ปัญหา ได้ประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหา อีกทั้งครูควรใช้กิจกรรมการเรียนแบบทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย เนื่องจากจะช่วยให้นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยน สื่อสารถึงกระบวนการแก้ปัญหาของตนให้แก่ผู้อื่น ได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกันตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 112-114) ซึ่งสอดคล้องกับกรมวิชาการ (2545, หน้า 203-204) ที่ระบุว่า ครูอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นการนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น เพื่อให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน กระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง รวมถึงควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมาดัง ๆ คือ สามารถบอกให้คนอื่น ๆ รู้ว่าตนเองคิดอะไร โดยอยู่ใน

รูปการบอกหรือเขียนแบบแผนลำดับขั้นตอนการคิดซึ่งจะทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2556, หน้า 74)

จากการศึกษาค้นคว้าการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งผลให้เกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวนักเรียน และเชื่อว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองจากการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น โดยครูจะคอยกระตุ้นจัดสถานการณ์ และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 66) โดยการจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม วางแผนการจัดกิจกรรม ช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ กระตุ้นนักเรียนโดยการตั้งคำถามและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับ (สุวิทย์ มูลคำ, 2550, หน้า 52-53) และทฤษฎีนี้ยังมุ่งให้นักเรียนสร้างความรู้จากการช่วยกันแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา กล่าวคือ ประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมไม่สามารถจัดการแก้ปัญหานั้นได้ลงตัวเหมือนที่เคยแก้มาแล้ว ต้องมีการคิดค้นเพิ่มเติมที่เรียกว่า “การปรับโครงสร้าง” หรือ “การสร้างโครงสร้างใหม่” ทางปัญญา (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556, หน้า 58) โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถสรุปได้ 4 ขั้นตอน (Driver & Oldham, 1986 cited in Matthews, 1994, p. 143; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540, หน้า 55; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, หน้า 3-7; เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 68) ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นนำ ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างความรู้ใหม่ ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้ และขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้ ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ธราทิตย์ เกตุหอม (2559) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมถึงงานวิจัยของจิดาภา ลูกเงาะ (2560) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ยังนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังผลการวิจัยของกรรณิการ์ หาญพิทักษ์ (2559) ที่พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการวิจัยของกมลฉัตร กล่อมอิ่ม (2556) ที่พบว่า นักเรียนมีทักษะ

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อย่างไรก็ตาม ในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ นักเรียนควรได้รับการฝึกกระบวนการในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน ว่าควรจะเริ่มต้นแก้ปัญหาอย่างไร จะดำเนินการแก้ปัญหานั้นอย่างไร อีกทั้งการสนับสนุนให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจคำตอบในการแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งกลวิธีหนึ่งที่จะส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ กลวิธี STAR (The STAR strategy) เป็นกลวิธีการสอนที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (First-letter mnemonic strategy) ของการแก้ปัญหา จากการทำการวิจัยของ Maccini & Hughes (2000, pp. 10-21) และ Maccini & Ruhl (2000, pp. 465-489) ซึ่งทดลองโดยใช้กลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาพบว่า การจำขั้นตอนแก้ปัญหาโดยใช้ตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นช่วยให้นักเรียนระลึกลำดับขั้นตอนได้จากคำศัพท์ที่รู้จัก คุ้นเคย จนสามารถแก้โจทย์ปัญหาจำนวนเต็มได้ นอกจากนี้ Maccini (1998 cited in Maccini & Gagnon, 2006) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนของกลวิธี STAR มีการจัดลำดับอย่างเหมาะสม โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาอย่างรอบคอบก่อนที่จะลงมือแก้ปัญหาและนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการและในแต่ละขั้นตอนหลักจะประกอบด้วยขั้นตอนย่อยเพื่อช่วยให้นักเรียนตรวจสอบตนเองให้แก้ปัญหาครบทุกขั้นตอนการแก้ปัญหาเพื่อประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา อีกทั้งกลวิธี STAR เปิดโอกาสในการเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ได้แก่ สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อกึ่งรูปธรรม และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรียนรู้อย่างมีความหมายมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ National Council of Teachers of Mathematics (2000, p. 67) ที่ระบุว่า การใช้ตัวแทนเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสนับสนุนความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสามารถพัฒนาความเข้าใจและการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ปัญหาหรือความคิดที่เป็นนามธรรมผ่านการสร้างแบบจำลอง ซึ่งขั้นตอนหลักของกลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (Maccini, 1998 cited in Maccini & Gagnon, 2006) ดังนี้ ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR นำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังผลการวิจัยของณัฐฐิณี โทนุสิทธิ์ (2556) ที่พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง “การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว” หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความสามารถใน

การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อยู่ในระดับดี และผลวิจัยของกันต์กนิษฐ์ พลพิพัฒน์ (2560) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้กลวิธี STAR โดยศึกษาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โรงเรียนวัดน้ำขุ่น อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากสภาพปัญหาและเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าทั้งการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และกลวิธี STAR มีความสำคัญในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์และแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แก่ครูได้นำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

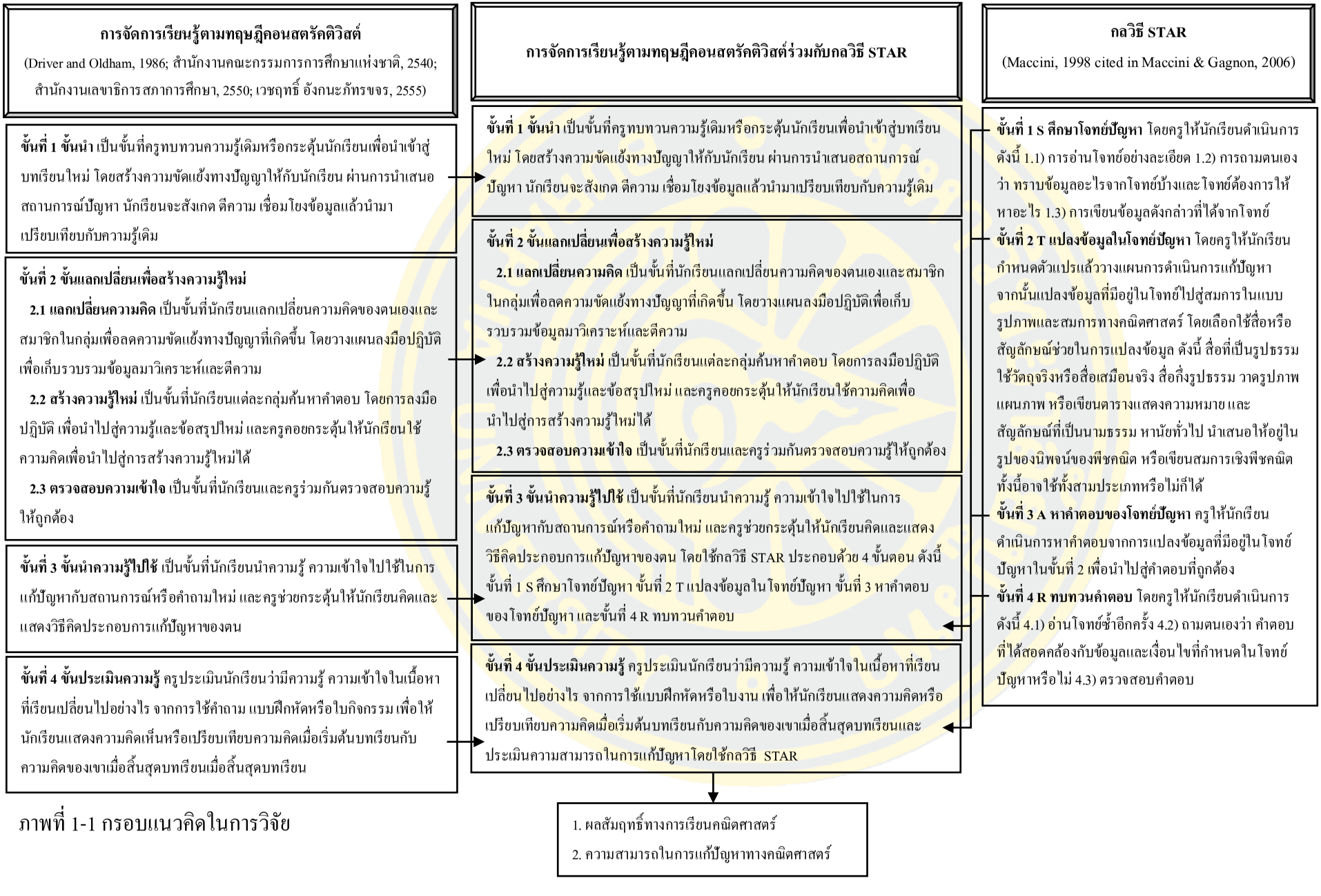
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แสดงได้ดังภาพที่ 1-1

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางสำหรับครูในการนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. เป็นแนวทางสำหรับครูในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ตามการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 11 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 470 คน ซึ่งเป็นนักเรียนห้องเรียนปกติและมีการจัดห้องเรียนแบบคละระดับความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 41 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยผู้วิจัยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการจับสลากห้องเรียน 1 ห้อง จาก 11 ห้องเรียน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 10 คาบ และทดสอบหลังเรียน 2 คาบ รวมเวลาทั้งสิ้น 12 คาบ (คาบละ 50 นาที) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ทั้งหมด 10 คาบ (คาบละ 50 นาที) ซึ่งมีเนื้อหาประกอบด้วย

1. สมบัติรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
2. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
3. บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ามศัพท์เฉพาะ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสร้างความรู้โดยใช้กระบวนการทางปัญญาของตนเองซึ่งอาศัยความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม โดยนักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาความรู้ รวมถึงครูมีหน้าที่เสนอสถานการณ์ปัญหากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาเพื่อเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับผู้อื่นที่นำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่และความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นจะถูกตรวจสอบโดยครู ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมหรือกระตุ้นนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใหม่ โดยสร้างความขัดแย้งทางปัญญาให้กับนักเรียน ผ่านการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม

ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดของตนกับผู้อื่นเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญา แล้วลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้หรือข้อสรุปใหม่และตรวจสอบความเข้าใจ โดยมีขั้นย่อย ดังนี้

2.1 แลกเปลี่ยนความคิด เป็นขั้นที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองและสมาชิกในกลุ่มเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความ

2.2 สร้างความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาคำตอบ โดยการลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่ความรู้หรือข้อสรุปใหม่ และครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ได้

2.3 ตรวจสอบความเข้าใจ เป็นขั้นที่นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ ความเข้าใจไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์หรือคำถามใหม่ และครูช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงวิธีคิดประกอบการแก้ปัญหาของตน

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้ เป็นขั้นที่ครูประเมินนักเรียนว่ามีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเปลี่ยนไปอย่างไร จากการใช้แบบฝึกหัดหรือใบงาน เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดหรือเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

2. กลวิธี STAR หมายถึง กระบวนการสอนที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขึ้น (First-letter mnemonic strategy) ของการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนระลึกลำดับขั้นตอนได้จากคำศัพท์ที่รู้จัก คุ้นเคย จนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนของกลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา ดังนี้

1.1 อ่านโจทย์อย่างละเอียด

1.2 ถามตัวเองว่า ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร

1.3 เขียนข้อมูลดังกล่าวที่ได้จากโจทย์

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา โดยแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ช่วยในการแปลงข้อมูล ดังนี้

- สื่อที่เป็นรูปธรรม ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง
- สื่อกึ่งรูปธรรม วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย
- สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปของนิพจน์ของพีชคณิตหรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต ทั้งนี้อาจใช้ทั้งสามประเภทหรือไม่ก็ได้

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยดำเนินการหาคำตอบจากการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาในขั้นที่ 2 เพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ ดำเนินการดังนี้

4.1 อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง

4.2 ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่

4.3 ตรวจคำตอบ

3. การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อม โดยครูจะเสนอสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาและแก้ปัญหาตามกลวิธี STAR 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ โดยขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมหรือกระตุ้นนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใหม่ โดยสร้างความขัดแย้งทางปัญญาให้กับนักเรียน ผ่านการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม

ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดของตนกับผู้อื่นเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญา แล้วลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้หรือข้อสรุปใหม่และตรวจสอบความเข้าใจ โดยมีขั้นย่อย ดังนี้

2.1 แลกเปลี่ยนความคิด เป็นขั้นที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองและสมาชิกในกลุ่มเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความ

2.2 สร้างความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาคำตอบ โดยการลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่ความรู้หรือข้อสรุปใหม่ และครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ได้

2.3 ตรวจสอบความเข้าใจ เป็นขั้นที่นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ ความเข้าใจไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์หรือคำถามใหม่ และครูช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงวิธีคิดประกอบการแก้ปัญหาของตน โดยใช้กลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา ดังนี้

1.1 อ่านโจทย์อย่างละเอียด

1.2 ถามตัวเองว่า ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร

1.3 เขียนข้อมูลดังกล่าวที่ได้จากโจทย์

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา โดยแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ช่วยในการแปลงข้อมูล ดังนี้

- สื่อที่เป็นรูปธรรม ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง

- สื่อกึ่งรูปธรรม วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย

- สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปของนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต ทั้งนี้อาจใช้ทั้งสามประเภทหรือไม่ก็ได้

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยดำเนินการหาคำตอบจากการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาในขั้นที่ 2 เพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ ดำเนินการดังนี้

4.1 อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง

4.2 ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่

4.3 ตรวจคำตอบ

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้ เป็นขั้นที่ครูประเมินนักเรียนว่ามีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเปลี่ยนไปอย่างไร จากการใช้แบบฝึกหัดหรือใบงาน เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดหรือเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียนและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยครอบคลุมพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ระดับตามแนวคิดของ Wilson ได้แก่

4.1 ความรู้ ความจำ เป็นระดับที่วัดความสามารถในการระลึกถึงเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว รวมถึงการใช้ความรู้ กฎ สมบัติ หรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณง่าย ๆ

4.2 ความเข้าใจ เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ รวมถึงการอธิบาย ยกตัวอย่าง จำแนก แปลความ ตีความ สรุปความ หรือขยายความได้

4.3 การนำไปใช้ เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ กฎ สมบัติ หรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้เรียนผ่านมาแล้วไปแก้โจทย์หรือปัญหาใหม่ ซึ่งปัญหานี้คล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน

4.4 การวิเคราะห์ เป็นระดับที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะซับซ้อนหรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่เคยเรียนมาก่อน แต่อยู่ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนหรือกระบวนการ และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบ โดยวัดจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ซึ่งวัดได้จาก 4 ด้าน ตามขั้นตอนของกลวิธี STAR ดังนี้

5.1 ศึกษาโจทย์ปัญหา เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อให้เข้าใจว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคืออะไร

5.2 แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา เป็นความสามารถในการแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ให้เห็นถึงการเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับสิ่งที่โจทย์กำหนด

5.3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา เป็นความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบของโจทย์ปัญหา

5.4 ทบทวนคำตอบ เป็นความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้

6. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์ได้จากคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ ทั้งนี้ผู้วิจัยยึดเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งอยู่ในระดับดี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 23)

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1 ความสำคัญของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.2 คุณภาพนักเรียน

1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

2. หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1 คำอธิบายรายวิชา ค 22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

2.2 โครงสร้างรายวิชา ค 22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

3. การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

3.1 แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

3.2 ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

3.3 กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

3.4 การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

3.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

3.6 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

3.7 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

4. กลวิธี STAR

4.1 ความเป็นมาและขั้นตอนของกลวิธี STAR

4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลวิธี STAR

4.3 บทบาทของครูในการสอนโดยใช้กลวิธี STAR

5. การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

6.2 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

6.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

6.4 แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

7. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.3 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.4 ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.5 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.6 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.7 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.8 การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.8.1 แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.8.2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยต่างประเทศ

8.2 งานวิจัยในประเทศ

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้น

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมนักเรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560, หน้า 1)

ความสำคัญของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560, หน้า 1)

คุณภาพนักเรียน

คุณภาพนักเรียนเมื่อนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นักเรียนจะต้องมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560, หน้า 4-5)

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

5. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

6. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

7. มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer’s Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิตตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในกำรแก้ปัญหาในชีวิตจริง

8. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ

9. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

10. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

11. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

12. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

13. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

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

15. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

จากคุณภาพของนักเรียนดังกล่าวเมื่อนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วนักเรียนจะมีความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง ระบบจำนวนจริง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสอง คู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์และฟังก์ชันกำลังสอง รูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ พื้นที่ผิวและปริมาตร สมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ การแปลงทางเรขาคณิต อัตราส่วนตรีโกณมิติ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และสถิติและความน่าจะเป็น ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเน้นคุณภาพนักเรียนด้านการนำความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส ไปใช้ในหาความยาวของด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาวของด้านอีกสองด้านให้ รวมถึงการนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560, หน้า 2)

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการและอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

จากการศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ข้างต้น เนื้อหาที่ผู้วิจัยเลือกในการทำวิจัยครั้งนี้คือ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งมีเนื้อหาสอดคล้องกับสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้ โดยมีตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต	มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้	ค 2.2 ม.2/5 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	- ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ - การนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับไปใช้ในการแก้ปัญหา

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คำอธิบายรายวิชา ค 22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) ได้กำหนดคำอธิบายรายวิชา ค 22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลา 60 ชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้ (โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์), 2563)

ศึกษา ฝึกทักษะ/ กระบวนการ ในสาระต่อไปนี้

สถิติ การนำเสนอและวิเคราะห์ข้อมูล แผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล การแปลความหมายผลลัพธ์ การนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง

ความเท่ากันทุกประการ ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม การนำความรู้เกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการไปใช้ในการแก้ปัญหา

เส้นขนาน สมบัติเกี่ยวกับเส้นขนาน และรูปสามเหลี่ยม

การแปลงทางเรขาคณิต การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน การนำความรู้เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหา

การสร้างทางเรขาคณิต การนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างทางเรขาคณิตไปใช้ในชีวิตจริง

ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ การนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับไปใช้ในชีวิตจริง

โดยการจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า โดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/ กระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ นำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด

ทักษะกระบวนการ โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม มีการเชื่อมโยง และความคิดสร้างสรรค์

รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบระเบียบ ซื่อสัตย์ สุจริต ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์

จากคำอธิบายรายวิชา ค 22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 นักเรียนจะได้เรียนในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ ความเท่ากันทุกประการ เส้นขนาน การแปลงทางเรขาคณิต การสร้างทางเรขาคณิต และทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งผู้วิจัยนำเนื้อหาเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยจะวัดและประเมินผลที่ได้จากการเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

โครงสร้างรายวิชา ค 22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) ได้กำหนดโครงสร้างรายวิชา ค 22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลา 60 ชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 2-2 (โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์), 2563)

ตารางที่ 2-2 หน่วยการเรียนรู้ มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมงรายวิชา ค 22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3

หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
การแปลงทางเรขาคณิต	ค 2.2 ม.2/3	1. การแปลงทางเรขาคณิต	(6)
		1.1 การเลื่อนขนาน	2
		1.2 การสะท้อน	2
		1.3 การหมุน	2
สถิติ (2)	ค 3.1 ม.2/1	2. สถิติ	(13)
		2.1 การนำเสนอและวิเคราะห์ข้อมูล	1
		2.1.1 แผนภาพจุด	2

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
		2.1.2 แผนภาพต้น-ใบ	2
		2.1.3 ฮิสโทแกรม	2
		2.1.4 ค่ากลางของข้อมูล	3
		2.2 การแปลความหมายผลลัพธ์	1
		2.3 การนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง	2
ความเท่ากันทุกประการ	ค 2.2 ม.2/4	3.ความเท่ากันทุกประการ	(14)
		3.1 ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม	11
		3.2 การนำความรู้เกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการไปใช้ในการแก้ปัญหา	3
เส้นขนาน	ค 2.2 ม.2/2	4. เส้นขนาน	(11)
		สมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม	11
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	ค 2.2 ม.2/1	5. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	(6)
		การนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างทางเรขาคณิตไปใช้ในชีวิตจริง	6
ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	ค 2.2 ม.2/5	6. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	(10)
		6.1 ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	7
		6.2 การนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับไปใช้ในชีวิตจริง	3
		รวม	60

จากการศึกษาโครงสร้างรายวิชา ค 22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จำนวนชั่วโมง แสดงดังตาราง

ข้างต้น ผู้วิจัยเลือกใช้เนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยมีมาตรฐาน/ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมง ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในงานวิจัย

หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	ค 2.2 ม.2/5	1. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 1.1 สมบัติรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 1.2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 1.3 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	10

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

แนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์แสดงให้เห็นจุดเปลี่ยนทางด้านการศึกษากล่าวคือ เปลี่ยนจากรูปแบบ การศึกษาที่อยู่บนพื้นฐานตามทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ซึ่งเน้นในเรื่องเชาวน์ปัญญา (Intelligence) จุดประสงค์ (Objective) ระดับความรู้ (Level of knowledge) และการให้แรงเสริม (Reinforcement) มาเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่เน้นทฤษฎีความรู้ความคิด (Cognitive theory) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist learning) ที่มีความเชื่อที่ว่า นักเรียนสามารถสร้างความรู้ของตนเองจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม (Gagnon & Collay 2001, p.1 อ้างถึงใน สุเทพ อ่วมเจริญ, 2557, หน้า 947)

สุมาลี ชัยเจริญ (2548) กล่าวสรุปเกี่ยวกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่า มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget เรียกว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivist) และ Vygotsky เน้นเกี่ยวกับบริบททางสังคมเรียกว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivist) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivist)

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556, หน้า 56) สรุปว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญาที่เชื่อว่าควรกระตุ้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างตื่นตัว โดยการขยายสกีมา (Schema) ผ่านทางประสบการณ์ด้วยวิธีการดูดซึม (Assimilation) เข้าสู่โครงสร้างทางปัญญาเป็นการตีความ หรือรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมมาปรับเข้ากับโครงสร้างทางปัญญา และการปรับเปลี่ยน (Accommodation)

โครงสร้างทางปัญญาเป็นความสามารถในการปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและสิ่งที่ต้องเรียนใหม่

สุรางค์ โค้วตระกูล (2559, หน้า 210) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของ Piaget ทฤษฎีนี้ถือว่านักเรียนเป็นผู้กระทำ (Active) และเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นในใจเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการก่อให้เกิดความสมดุลทางพุทธิปัญญาขึ้นเป็นเหตุให้นักเรียนปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่จนกระทั่งเกิดความสมดุลทางพุทธิปัญญาหรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น

ทิศนา แขมมณี (2562, หน้า 90-91) สรุปว่า Piaget อธิบายว่า พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับหรือดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้น เมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) Piaget เชื่อว่า คนทุกคนมีพัฒนาเชาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logico-mathematical experience) รวมถึงการถ่ายทอดทางสังคม (Social transmission) วุฒิภาวะ (Maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุล (Equilibration) ของบุคคลนั้น

2. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivist)

สุมาลี ชัยเจริญ (2548) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจาก Vygotsky ซึ่งมีแนวความคิดที่สำคัญว่า “ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา” รวมทั้งแนวคิดเดิมเกี่ยวกับศักยภาพในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา ที่อาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนาที่เรียกว่า Zone of proximal development ถ้านักเรียนอยู่ต่ำกว่า Zone of proximal development จำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ที่เรียกว่า Scaffolding และ Vygotsky เชื่อว่านักเรียนสร้างความรู้โดยผ่านทางการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ได้แก่ เด็กกับผู้ใหญ่ พ่อแม่ ครูและเพื่อน ในขณะที่เด็กอยู่ในบริบทของสังคมและวัฒนธรรม (Sociocultural context) ซึ่ง Vygotsky (1978, pp. 84-91 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2562, หน้า 92-93) เน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล และการให้ความช่วยเหลือนักเรียนเพื่อให้ก้าวหน้า จากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้ Vygotsky จึงเสนอแนวคิดเกี่ยวกับ Zone of proximal development ว่าปกติเมื่อมีการวัดพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของเด็กเรามักจะใช้แบบทดสอบมาตรฐานในการวัด เพื่อดูว่าเด็กอยู่ในระดับใด โดยดูว่าสิ่งที่เด็กทำได้นั้น

เป็นสิ่งที่เด็กในระดับอายุใดโดยทั่วไปสามารถทำได้ ดังนั้นผลการวัด จึงเป็นการบ่งบอกถึงสิ่งที่เด็กทำได้อยู่แล้วคือ เป็นระดับพัฒนาการของเด็กบรรลุหรือไปแล้ว ดังนั้นข้อปฏิบัติที่ทำกันอยู่ก็คือ การสอนให้สอดคล้องกับระดับพัฒนาการของเด็ก จึงเท่ากับการตอกย้ำให้เด็กอยู่ในระดับพัฒนาการเดิม ไม่ได้ช่วยให้เด็กพัฒนาการมากขึ้นซึ่งเด็กทุกคนมีระดับการพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาที่ตนเองเป็นอยู่ และมีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพจะไปให้ถึงช่วงห่างระหว่างระดับที่เด็กเป็นอยู่ในปัจจุบันกับระดับที่เด็กมีศักยภาพจะเจริญเติบโตนี้เองที่เรียกว่า Zone of proximal development หรือ Zone of proximal growth ซึ่งช่วงห่างนี้จะมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล แนวคิดนี้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการสอน ซึ่งเคยมีลักษณะเป็นเส้นตรง (Linear) หรืออยู่ในแนวทางเดียวกันเปลี่ยนแปลงไปเป็นอยู่ในลักษณะที่เหลื่อมกัน โดยการสอนจะต้องนำหน้าระดับพัฒนาการเสมอ ดังนั้น เด็กที่มีระดับพัฒนาการทางสมองเท่ากับเด็กอายุ 8 ขวบ จะสามารถทำงานที่เด็กอายุ 8 ขวบโดยทั่วไปทำได้ เมื่อให้งานของเด็กอายุ 9 ขวบ เด็กคนหนึ่งทำไม่ได้แต่เมื่อได้รับการชี้แนะหรือสาธิตให้ดูก็จะทำได้ แสดงให้เห็นว่า เด็กคนนี้มีวุฒิภาวะที่จะไปถึงระดับที่ตนเองมีศักยภาพที่จะพัฒนาไปให้ถึง ต่อไปเด็กคนนี้ก็จะพัฒนาไปถึงขั้นทำสิ่งนั้นได้เองโดยไม่มีการชี้แนะหรือได้รับความช่วยเหลือจากผู้อื่น ในขณะเดียวกัน อาจมีเด็กอีกคนหนึ่งซึ่งอยู่ในระดับพัฒนาการทางสมองเท่ากัน คือ 8 ขวบ เมื่อให้ทำงานของเด็ก 9 ขวบ เด็กทำไม่ได้แม้ได้รับการชี้แนะหรือสาธิตให้ดูซ้ำแล้วซ้ำอีก ก็ไม่สามารถทำได้แสดงให้เห็นว่าช่องว่างระหว่างระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่กับที่ระดับที่ต้องการไปให้ถึง ยังห่างหรือกว้างมาก เด็กยังมีวุฒิภาวะไม่เพียงพอ หรือยังไม่พร้อมที่จะทำสิ่งนั้น จำเป็นต้องรอให้เด็กมีวุฒิภาวะสูงขึ้น หรือลดระดับงานตามระดับพัฒนาการให้ต่ำลง จากแนวคิดข้างต้น Vygotsky จึงมีความเชื่อว่า การให้ความช่วยเหลือชี้แนะแก่เด็ก ซึ่งอยู่ในลักษณะของ Assisted learning หรือ Scaffolding เป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะสามารถช่วยพัฒนาเด็กให้ไปถึงระดับที่อยู่ในศักยภาพของเด็กได้

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2556, หน้า 56) สรุปว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมของ Vygotsky แนวคิดสำคัญ ได้แก่ Zone of proximal development ภาษา สังคม วัฒนธรรม ช่วยในการสร้างการเรียนรู้ ได้แก่ การร่วมมือกับการเรียนรู้ (Collaborative learning) ตลอดจนบริบทที่มีความหมายและไม่ควรแยกบริบทจากการเรียนรู้และความรู้ที่นักเรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง (Real world)

สุรางค์ โค้วตระกูล (2559, หน้า 210) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจาก Vygotsky ซึ่งถือว่านักเรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น (พ่อแม่ ครู หรือเพื่อน) ในขณะที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองานในสภาวะสังคม (Social context) ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปรความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนกว้างขวางขึ้น

จากการศึกษาทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีรากฐานมาจาก 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivist) และทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivist) ซึ่งมีสาระสำคัญ ดังนี้

1. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา เป็นทฤษฎีนี้มีรากฐานมาจากแนวคิดของ Piaget ซึ่งแนวคิดของทฤษฎีนี้จะเน้นนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยการลงมือกระทำ ถ้าหากนักเรียนถูกกระตุ้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) หรือเรียกว่าเกิดการเสียสมดุลทางปัญญา (Disequilibrium) นักเรียนต้องพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structuring) ให้เข้าสู่ภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยมีกระบวนการ ดังนี้

1.1 กระบวนการดูดซึม (Assimilation) ซึ่งเป็นการตีความหรือรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมมาปรับเข้ากับโครงสร้างทางปัญญา

1.2 กระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นความสามารถในการปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้าสู่สภาพสมดุล โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับสิ่งที่ต้องเรียนใหม่ ทั้ง 2 กระบวนการนี้จะทำให้มีการเรียนรู้เกิดขึ้น

2. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจาก Vygotsky ซึ่งแนวคิดนี้จะเน้นแนวคิดสำคัญ ได้แก่ Zone of proximal development ภาษา สังคมและวัฒนธรรมที่มีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดการสร้างการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ นักเรียนจะสร้างความรู้โดยผ่านทางการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่นในขณะที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองานในสภาวะสังคมด้วย การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนกว้างขวางขึ้น และการได้รับความช่วยเหลือจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาให้ไปถึงระดับที่อยู่ในศักยภาพของนักเรียนได้

ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ไว้ดังนี้

Troutman & Lichtenberg (1998, p. 25) กล่าวถึง ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่า เป็นการค้นหาความรู้ให้กับตนเอง มีการรวบรวมความรู้ใหม่ ๆ เข้าไปในจิตใต้สำนึกภายในจิตใจ (Schemata) โดยการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม ยอมรับสิ่งใหม่ ๆ เข้ามา พิสูจน์ความเป็นจริงจากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นและสรุปเอง โดยสร้างการเชื่อมโยงและเปรียบเทียบบทสรุปของตนเองกับผู้อื่นเพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่

Fosnot (1996, p. 41) กล่าวถึง ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่า เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ เป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา มานุษยวิทยา ว่าความรู้คืออะไรและได้มาอย่างไร ทฤษฎีอธิบายว่า ความรู้เป็นสิ่งชั่วคราวและถูกสร้างขึ้นภายในตัวคน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้นั้นเป็นกระบวนการที่สามารถ

ควบคุมได้ด้วยตนเอง ในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่แตกต่างจากเดิม เป็นการสร้างตัวแทนใหม่ โดยคนเป็นผู้สร้างความหมายด้วยเครื่องมือและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม เป็นการประนีประนอมความหมายที่สร้างขึ้นโดยผ่านทางสังคม และผ่านการร่วมมือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 66) กล่าวถึง ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่า เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวนักเรียน เชื่อว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองจากการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น โดยครูจะคอยกระตุ้นจัดสถานการณ์และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ทิศนา แขมมณี (2562, หน้า 93-94) กล่าวถึง ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่าเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมอง (Internal mental interactive) แล้วยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป

จากการศึกษาความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง ทฤษฎีสร้างความรู้โดยใช้กระบวนการทางปัญญาของตนเองซึ่งอาศัยความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น โดยครูมีหน้าที่เสนอสถานการณ์ปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาเพื่อเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเอง

กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษากล่าวถึงกรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 6) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีกรอบแนวคิดสำคัญ ดังนี้

1. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานเดิมของการสร้างความรู้ใหม่
3. ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น ครูและเพื่อน มีส่วนช่วยในการสร้างความรู้
4. ครูมีบทบาทในการจัดบริบททางการเรียนรู้ ตั้งคำถามท้าทายความสามารถกระตุ้นและสนับสนุน และให้ความช่วยเหลือการสร้างความรู้
5. นักเรียนเป็นผู้กระตือรือร้นในการเรียน

วัชรา เล่าเรียนดี (2553, หน้า 71) กล่าวถึง กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. การเรียน คือ การเสาะหาความหมาย

2. ความหมายต้องอาศัยความเข้าใจภาพรวมเช่นเดียวกับความเข้าใจแต่ละส่วน โดยการเข้าใจแต่ละส่วนต่างก็อยู่ในบริบทขององค์รวม

3. เพื่อจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิผล ครูต้องเข้าใจรูปแบบการทำงานของสมองนักเรียน

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 66) กล่าวว่า กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีดังนี้

1. นักเรียนเป็นผู้รับผิดชอบการเรียนรู้ ผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน รวมทั้งอาจแตกต่างกับแนวทางครู

2. ความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่

3. การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การลงมือปฏิบัติ การมีประสบการณ์ตรงและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียนมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ใหม่

4. ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ ตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถ กระตุ้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือนักเรียนในทุก ๆ ด้าน

สุรางค์ โค้วตระกูล (2559, หน้า 210-211) กล่าวถึง กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง

2. การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นกับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน

3. การมีปฏิสัมพันธ์ต่อสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้

4. การจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

จากการศึกษากรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปลักษณะของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. การสร้างความรู้ใหม่เกิดจากความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานสำคัญ

3. การมีปฏิสัมพันธ์และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครูและเพื่อนร่วมชั้นมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ใหม่

4. ครูจัดบริบทการเรียนรู้โดยตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถหรือกิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริง เพื่อกระตุ้นนักเรียนเกิดการเรียนรู้และให้ความช่วยเหลือการสร้างความรู้

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษากล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ (2550, หน้า 48) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครูจัดสถานการณ์ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยให้นักเรียนได้ศึกษา คิด ค้นคว้า ทดลอง ระดมสมอง ศึกษาจากใบความรู้ สื่อหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งจะมีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นกับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่แล้ว โดยครูจะเป็นผู้ช่วยเหลือ มีการตรวจสอบความรู้ใหม่ซึ่งสามารถกระทำได้ทั้งการตรวจสอบกันเองระหว่างกลุ่ม หรือครูช่วยเหลือในการตรวจสอบความรู้ใหม่

ชนาธิป พรกุล (2557, หน้า 89) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. การเห็นคุณค่าของความคิดเห็นของนักเรียน เมื่อครูส่งเสริมให้นักเรียนคิด ครูต้องยอมรับในสิ่งที่นักเรียนคิด ถ้าความคิดนั้นไม่เหมาะสม หรือมีเหตุผลเป็นหน้าที่ของครูที่ต้องสอนวิธีคิดการยอมรับ และเห็นคุณค่าของครูเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนกล้าคิด

2. การใช้คำถามการคิดระดับสูงเพื่อดึงความคิดของนักเรียนออกมา โดยปกตินักเรียนมีความคิดของตนเองอยู่แล้ว การใช้คำถามในระดับต่าง ๆ ของครู เป็นการล้วงความคิดในสมองนักเรียนออกมา นักเรียนต้องใช้ทักษะการคิดระดับต่าง ๆ ในการเรียงคำตอบ

3. การเห็นคุณค่าของกระบวนการคิดมากกว่าคำตอบ หลังจากนักเรียนตอบคำถามและได้รับการยอมรับจากครู นักเรียนจะกล้าแสดงกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งเป็นการขยายประสบการณ์ และการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ คำถามที่ครูใช้ให้นักเรียนแสดงกระบวนการคิด ได้แก่ อะไรทำให้นักเรียนคิดว่า... หรือทำไมนักเรียนจึงคิดว่า... เป็นต้น คำอธิบายของนักเรียนเปิดโอกาสให้ครูมองเห็นบางสิ่งบางอย่างที่อยู่ภายใต้ความคิดของนักเรียน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่เกี่ยวกับตัวนักเรียน

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558, หน้า 82) เสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

1. ให้นักเรียนถามคำถาม แล้วใช้คำถามและความคิดเห็นของนักเรียนในการวางแผนการสอน

2. ยอมรับและสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียน

3. ส่งเสริมความเป็นผู้นำความร่วมมือ การหาแหล่งข้อมูลข่าวสาร และการนำความคิดเห็นไปปฏิบัติ อันเป็นผลเนื่องมาจากกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

4. ใช้ความคิดเห็น ประสบการณ์ และความสนใจของนักเรียน เพื่อให้บทเรียนดำเนินไป

อย่างมีความหมาย

5. สนับสนุนให้นักเรียนเสนอแนะสิ่งที่เป็นสาเหตุของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ และสนับสนุนให้นักเรียนทำนายผลที่จะเกิดขึ้น

6. สนับสนุนให้นักเรียนทดสอบความคิดเห็นของตนเอง เช่น ตอบคำถามที่ตัวเองตั้งขึ้นเดาว่าอะไรเป็นเหตุ และทำนายผลที่ตามมา

7. ค้นหาความคิดเห็นของนักเรียนก่อนนำเสนอความคิดเห็นของครู หรือก่อนศึกษาความคิดเห็นจากหนังสือเรียนหรือจากแหล่งอื่น

8. สนับสนุนให้นักเรียนท้าทายความคิดเห็นของกันและกัน

9. ใช้ยุทธวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) ซึ่งเน้นความร่วมมือการนับถือซึ่งกันและกัน และใช้ยุทธวิธีการแบ่งงานกันทำ

10. สนับสนุนให้มีการสะท้อนความคิด และมีการวิเคราะห์วิจารณ์ความคิดเห็นของกันและกัน แสดงความเคารพและใช้ทุกความคิดเห็นที่นักเรียนสร้างขึ้น

11. สนับสนุนให้มีการวิพากษ์วิจารณ์ตนเอง รวบรวมพยานหลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็น และสร้างความคิดเห็นใหม่ อันเนื่องมาจากประสบการณ์และพยานหลักฐานใหม่

ทิศนา แขมมณี (2562, หน้า 95) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่า ในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรมให้เกิดขึ้น กล่าวคือ นักเรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเส้นทางสังคม ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้มีนักเรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ไม่เป็นการเพียงพอ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมการร่วมมือและการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนกว้างขึ้น ซับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสร้างความรู้โดยใช้กระบวนการทางปัญญาของตนเองซึ่งอาศัยความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม โดยนักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาความรู้ รวมถึงครูมีหน้าที่เสนอสถานการณ์ปัญหากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาเพื่อเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับผู้อื่นที่นำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่และความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นจะถูกตรวจสอบโดยครู

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

Driver & Oldham (1986 cited in Matthews, 1994, p. 143) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นนำ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนรับรู้จุดมุ่งหมายของบทเรียนและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้

2. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ในเรื่องที่กำลังจะเรียนรู้ เป็นขั้นที่ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

3. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด

3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด นักเรียนพิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับผู้อื่น และครูจะกระตุ้นโดยการกำหนดประเด็นและกระตุ้นให้นักเรียนคิด

3.2 การสร้างความคิดใหม่ นักเรียนจะกำหนดความคิดหรือความรู้ใหม่ขึ้นจากการอภิปรายร่วมกัน การสาธิต ค้นคว้า ทดลอง ฯลฯ

3.3 ประเมินความคิดใหม่ นักเรียนนำความคิดใหม่มาประเมินโดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง

4. ขั้นนำความคิดไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำไปใช้กับสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย โดยสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

5 ขั้นทบทวน เป็นขั้นที่นักเรียนทบทวนตนเองว่า ความเข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไปอย่างไรจากการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มค้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540, หน้า 55) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นปฐมนิเทศ คือ ครูให้โอกาสนักเรียนสร้างจุดมุ่งหมายและแรงดลใจในการเรียนรู้ตามเนื้อหาที่กำหนด

2. ขั้นทำความเข้าใจ คือ ครูให้นักเรียนปรับแนวคิดปัจจุบันหรือบรรยายความเข้าใจของตนเองในหัวข้อที่กำลังเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีแบบจำลองทางมโนทัศน์ที่อาจไม่สมบูรณ์ในตอนเริ่มเรียน โดยนักเรียนอาจทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การอภิปรายกลุ่มเล็ก การเขียนผังความคิด การเขียนสรุปความคิด เป็นต้น

3. ขั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ โดยขั้นตอนนี้ถือเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งประกอบด้วย

3.1 การช่วยนักเรียนสร้างสรรค์ความรู้ความเข้าใจใหม่ โดยครูช่วยนักเรียนเกิดมโนทัศน์ใหม่ หรือการสร้างมโนทัศน์ที่ยังไม่สมบูรณ์ขึ้นใหม่ ตลอดจนขยายไปสู่แบบจำลองทางมโนทัศน์ของตนเอง โดยครูต้องมีภาระความรับผิดชอบที่สำคัญ คือ การวินิจฉัยความเข้าใจผิดของนักเรียน ซึ่งสามารถทำได้โดยการสัมภาษณ์นักเรียนโดยตรงเพื่อค้นหาแบบจำลองมโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ และสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์ขึ้นมาใหม่

3.2 การเขียนแผนผังมโนทัศน์ เป็นรูปแบบโครงสร้างทางความคิดของนักเรียน ซึ่งดำเนินการได้ดังนี้

3.2.1 นักเรียนจัดมโนทัศน์ของคำลงไปในโครงสร้างหรือจัดทำเป็นหมวดหมู่

3.2.2 ระบุมโนทัศน์ที่ต้องการศึกษาตั้งแต่สองมโนทัศน์ขึ้นไป

3.2.3 สร้างโครงสร้างความรู้ของมโนทัศน์และตัวปัญหาที่ต้องการศึกษา เป็นแผนผังมโนทัศน์

3.2.4 นำโครงสร้างความรู้ที่ได้มาอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มและจัดทำเป็นแผนผังมโนทัศน์ร่วมกัน

3.3 การตรวจสอบความเข้าใจ โดยหลังจากการช่วยให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ใหม่ขึ้นด้วยตนเองแล้วยังต้องมีการตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่ โดยอาจพิจารณาจากเกณฑ์ดังต่อไปนี้

3.3.1 มโนทัศน์ได้เกิดการเชื่อมประสานระหว่างกันและจัดระเบียบเป็นโครงสร้างความรู้แล้วหรือยัง

3.3.2 มโนทัศน์ได้รับการเชื่อมโยงเข้าสู่เครือข่ายของปัญหาที่ต้องพิสูจน์หรือยัง

3.3.3 ความรู้สามารถนำไปใช้ในบริบททางสังคมของโลกแห่งความจริงได้หรือไม่

4. ขั้นนำแนวคิดไปใช้ คือ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนนำแนวความคิดของตนเองที่สร้างขึ้นไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายทั้งที่คุ้นเคยและแปลกใหม่

5. ขั้นทบทวนหรือเปรียบเทียบความรู้ คือ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนตนเองว่าแนวคิดของตนได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมก่อนเริ่มเรียนรู้อย่างไร โดยอาจจะเขียนหรือวาดภาพเปรียบเทียบระหว่างความคิดก่อนเริ่มต้นเรียนรู้ในบทเรียนนั้นกับความคิดตอนสิ้นสุดการเรียนรู้ในบทเรียนนั้น

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 3-7) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นแนะนำ (Orientation) เป็นขั้นที่นักเรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียนและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ ครูสามารถเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่

1.1 การเล่าเรื่องต่าง ๆ ให้นักเรียนซักถามหรือตั้งคำถาม

1.2 การฉายภาพนิ่งให้นักเรียนชมและคิดตาม

1.3 การชวนสนทนา เพื่อให้นักเรียนตั้งประเด็นที่อยากรู้

1.4 การกระตุ้นความสนใจด้วยเกม เพลง ภาพ ฯลฯ

1.5 การอ่านและฟังข่าว

1.6 การตั้งประเด็นอภิปรายหรือคำถามสร้างพลังคิด

1.7 การยกตัวอย่างประโยค คำพังเพย บทกวี

1.8 การตั้งสมมติฐาน

ในขั้นนี้ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้เลือกหัวข้อการเรียนรู้ โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่

2. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation of the prior knowledge) เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ในเรื่องที่กำลังจะเรียน โดยนักเรียนอาจแสดงออกได้โดยการอภิปรายกลุ่ม หรือเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่เป็นความรู้เดิมด้วยแผนผังกราฟิก ขั้นนี้ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) หรือเกิดภาวะไม่สมดุล (Unequillibrium)

3. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด (Turning restructuring of ideas) เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน (Clarification and exchange of ideas) เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ทักษะการคิด เพื่อให้เกิดองค์ความรู้นักเรียนจะเข้าใจดีขึ้นเมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับของคนอื่น ครูจะมีหน้าที่อำนวยความสะดวก เช่น กำหนดประเด็นและกระตุ้นให้นักเรียนคิด

3.2 สร้างความคิดใหม่ (Constructivism of new ideas) จากการอภิปรายร่วมกันและสาธิต นักเรียนจะเห็นแนวทางหรือวิธีการที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนสามารถกำหนดความคิดใหม่หรือความรู้ใหม่ ขึ้นได้จากการตีความปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์แล้วกำหนดความรู้หรือความคิดใหม่

3.3 ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of the new ideas) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความคิดใหม่มาประเมินโดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้งนักเรียนควรหาแนวคิดที่ดีที่สุดในการทดสอบ

ความคิดหรือความรู้ ในขั้นตอนนี้นักเรียนอาจรู้สึกถึงความไม่พึงพอใจความคิดความเข้าใจที่เคยมีอยู่เนื่องจากหลักฐานการทดลองหรือมติส่วนใหญ่สนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า

4. ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of ideas) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจมาพัฒนาทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคยเป็นเหตุการณ์เรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนได้ประมวลองค์ความรู้ เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ ลักษณะกิจกรรมที่สำคัญ ได้แก่

4.1 การสรุปผังความคิดเกี่ยวกับความรู้ใหม่

4.2 การนำเสนอโครงงานที่นักเรียนคิดค้นหรือประดิษฐ์ขึ้น

4.3 การบรรยายสรุปแนวคิดใหม่หรือการสร้างสถานการณ์ใหม่

4.4 การจัดนิทรรศการหรือสาธิตผลงานของกลุ่ม

4.5 การแสดงบทบาทสมมติหรือการโต้วาทีเพื่อสรุปการแก้ปัญหา

5. ขั้นทบทวน (Review) เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่นักเรียนจะได้ทบทวนความคิด ความเข้าใจโดยการเปรียบเทียบความคิดระหว่างความคิดเดิมกับความคิดใหม่ ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) ปรากฏในช่วงความจำระยะยาว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เพราะโครงสร้างทางปัญญาคือกรอบของความหมายหรือแบบแผนที่บุคคลสร้างขึ้นใช้ในการตีความหมาย ให้เหตุผล แก้ปัญหา ทบทวนว่าจะนำไปใช้หรือพัฒนาอย่างไร

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 68) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่า โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา

1.1 นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกัน หรือเป็นผลมาจากความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องกันของนักเรียนกับเพื่อน หรือนักเรียนกับครู

1.2 นักเรียนสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิมหรือมโนทัศน์ตามความเข้าใจเดิม

1.3 ครูควรกระตุ้น ชักจูงให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

2. ขั้นแสวงหาคำตอบ

2.1 นักเรียนค้นหาคำตอบเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความ

2.2 นักเรียนสะท้อนความคิดและประนีประนอมความขัดแย้งกับผู้อื่นจนสามารถสรุปคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้

3. ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ

3.1 นักเรียนคิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผลการศึกษาค้นคว้ากับความเข้าใจของตนเอง

3.2 นักเรียนใช้เหตุผลในการประนีประนอมความขัดแย้งทางปัญญาของตนเองจนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

4. ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้

4.1 นักเรียนนำความรู้ ทักษะและกระบวนการที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้อธิบายตัดสินแก้ปัญหา หรือดำเนินชีวิตของตนเองได้อย่างเหมาะสม

4.2 นักเรียนอาจจะศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเรื่องที่เรียน

4.3 ครูอาจนำเสนอข้อมูล สถานการณ์ คำถามใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ทำให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจตนเองต่อไป

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

Driver & Oldham (1986 cited in Matthews, 1994, p. 143)	**สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540, หน้า 55)**	**สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 3-7)**	**เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 68)**	**ผู้วิจัย**
1. ขั้นนำ นักเรียนรับรู้จุดมุ่งหมายของบทเรียนและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ **2. ขั้นทบทวนความรู้เดิม** นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ในเรื่องที่กำลังจะเรียนรู้ และเป็นขั้นที่ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา	**1. ขั้นปฐมนิเทศ** ครูให้โอกาสนักเรียนสร้างจุดมุ่งหมายและแรงดลใจในการเรียนรู้ตามเนื้อหาที่กำหนด **2. ขั้นทำความเข้าใจ** ครูให้นักเรียนปรับแนวคิดปัจจุบันหรือบรรยายความเข้าใจของตนเองในหัวข้อที่กำลังเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีแบบจำลองทางมโนทัศน์ที่อาจไม่สมบูรณ์ในตอนเริ่มเรียนโดยนักเรียนอาจทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การอภิปรายกลุ่มเล็ก การเขียนผังความคิด การเขียนสรุปความคิด เป็นต้น	**1. ขั้นแนะนำ** นักเรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียนและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ ในขั้นนี้ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้เลือกหัวข้อการเรียนรู้ โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ **2. ขั้นทบทวนความรู้เดิม** ครูทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุล นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ในเรื่องที่กำลังจะเรียนรู้วิธีให้นักเรียนแสดงออกอาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่มหรือเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่เป็นความรู้เดิมด้วยแผนผังกราฟิก	**1. ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา** นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกัน หรือเป็นผลมาจากความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องกันของนักเรียนกับเพื่อนหรือนักเรียนกับครู นักเรียนจะสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิมหรือมโนทัศน์ตามความเข้าใจเดิม ครูควรกระตุ้น ชักจูงให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง	**1. ขั้นนำ** เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมหรือกระตุ้นนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใหม่ โดยสร้างความขัดแย้งทางปัญญาให้กับนักเรียน ผ่านการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

Driver & Oldham (1986 cited in Matthews, 1994, p. 143)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540, หน้า 55)	สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 3-7)	เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 68)	ผู้วิจัย
3. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด **3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด** นักเรียนพิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับผู้อื่น และครูจะกระตุ้นโดยการกำหนดประเด็นและกระตุ้นให้นักเรียนคิด **3.2 การสร้างความคิดใหม่** นักเรียนจะกำหนดความคิดหรือความรู้ใหม่ขึ้นจากการอภิปรายร่วมกัน การสาธิต ค้นคว้า ทดลอง ฯลฯ **3.3 ประเมินความคิดใหม่** นักเรียนนำความคิดใหม่มาประเมินโดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง	**3. ขั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่** **3.1 การช่วยนักเรียนสร้างสรรค์ความรู้ความเข้าใจใหม่** การช่วยนักเรียนสร้างสรรค์ความรู้ความเข้าใจใหม่ โดยครูช่วยนักเรียนเกิดมโนทัศน์ใหม่ หรือการสร้างมโนทัศน์ที่ยังไม่สมบูรณ์ขึ้นใหม่ ตลอดจนขยายมโนทัศน์ของตนเอง โดยครูวินิจฉัยความเข้าใจผิดของนักเรียน **3.2 การเขียนแผนผังมโนทัศน์** เป็นรูปแบบโครงสร้างทางความคิดของนักเรียน ซึ่งดำเนินการโดยนักเรียนจัดมโนทัศน์ลงไปในโครงสร้างหรือจัดทำเป็นหมวดหมู่ ระบุมโนทัศน์ที่ต้องการศึกษา สร้างโครงสร้างความรู้เป็นแผนผังมโนทัศน์และนำโครงสร้างความรู้ที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน	**3. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด** **3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน** เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ทักษะการคิด เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ นักเรียนจะเข้าใจดีขึ้นเมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับของคนอื่น ครูจะมีหน้าที่อำนวยความสะดวก เช่น กำหนดประเด็นและกระตุ้นให้นักเรียนคิด **3.2 สร้างความคิดใหม่** จากการอภิปรายร่วมกันและสาธิต นักเรียนจะเห็นแนวทางหรือวิธีการที่หลากหลาย ทำให้สามารถกำหนดความคิดใหม่หรือความรู้ใหม่ ขึ้นได้จากการตีความปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์แล้วกำหนดความรู้หรือความคิดใหม่	**2. ขั้นแสวงหาคำตอบ** นักเรียนค้นหาคำตอบเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความ และนักเรียนสะท้อนความคิดและประนีประนอมความขัดแย้งกับผู้อื่นจนสามารถสรุปคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้ **3. ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ** นักเรียนคิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผลการศึกษาค้นคว้ากับความเข้าใจของตนเองและนักเรียนใช้เหตุผลในการประนีประนอมความขัดแย้งทางปัญญาของตนเองจนสามารถสรุปคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้	**2. ขั้นแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างความรู้ใหม่** **2.1 แลกเปลี่ยนความคิด** เป็นขั้นที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองและสมาชิกในกลุ่มเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความ **2.2 สร้างความรู้ใหม่** เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาคำตอบโดยการลงมือปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่ความรู้และข้อสรุปใหม่ และครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ได้ **2.3 ตรวจสอบความเข้าใจ** เป็นขั้นที่นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ให้ถูกต้อง

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

Driver & Oldham (1986 cited in Matthews, 1994, p. 143)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540, หน้า 55)	สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 3-7)	เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 68)	ผู้วิจัย
	เป็นกลุ่มและจัดทำเป็นแผนผังมโนทัศน์ร่วมกัน **3.3 การตรวจสอบความเข้าใจ** หลังจากการช่วยให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ใหม่ขึ้นด้วยตนเองแล้ว ยังต้องมีการตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่	**3.3 ประเมินความคิดใหม่** นักเรียนนำความคิดใหม่มาประเมินโดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง นักเรียนควรหาแนวคิดที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิดหรือความรู้		
4. ขั้นนำความคิดไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำไปใช้กับสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย โดยสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่	**4. ขั้นนำแนวคิดไปใช้** ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนนำแนวความคิดของตนเองที่สร้างขึ้นไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย ทั้งที่คุ้นเคยและแปลกใหม่	**4. ขั้นนำความคิดไปใช้** นักเรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจมาพัฒนาทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคยเป็นเหตุการณ์เรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนได้ประมวลองค์ความรู้เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์	**4. ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้** นักเรียนนำความรู้ ทักษะและกระบวนการที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้อธิบายตัดสินแก้ปัญหา หรือดำเนินชีวิตของตนเองได้อย่างเหมาะสม และนักเรียนอาจจะศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเรื่องที่เรียน ครูอาจนำเสนอข้อมูล สถานการณ์ คำถามใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ทำให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจตนเองต่อไป	**3. ขั้นนำความรู้ไปใช้** เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์หรือคำถามใหม่ และครูช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงวิธีคิดประกอบการแก้ปัญหาของตน

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

Driver & Oldham (1986 cited in Matthews, 1994, p. 143)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540, หน้า 55)	สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 3-7)	เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 68)	ผู้วิจัย
5 ขั้นทบทวน เป็นขั้นที่นักเรียนทบทวนตนเองว่า ความเข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไปอย่างไรจากการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน	**5. ขั้นทบทวนหรือเปรียบเทียบความรู้** ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนตนเองว่า แนวคิดของตนได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมก่อนเริ่มเรียนรู้อย่างไร โดยอาจจะเขียนหรือวาดภาพเปรียบเทียบระหว่างความคิดก่อนเริ่มต้นเรียนรู้ในบทเรียนนั้นกับความคิดตอนสิ้นสุดการเรียนรู้ในบทเรียนนั้น	**5. ขั้นทบทวน** เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่นักเรียนจะได้ทบทวนความคิด ความเข้าใจโดยการเปรียบเทียบความคิดระหว่างความคิดเดิมกับความคิดใหม่ ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญาปรากฏในช่วงความจำระยะยาวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้		**4. ขั้นประเมินความรู้** เป็นขั้นที่ครูประเมินนักเรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเปลี่ยนไปอย่างไร จากการใช้แบบฝึกหัดหรือใบงาน เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดหรือเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

จากตารางสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมหรือกระตุ้นนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใหม่ โดยสร้างความขัดแย้งทางปัญญาให้กับนักเรียน ผ่านการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม

ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดของตนกับผู้อื่นเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญา แล้วลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้หรือข้อสรุปใหม่และตรวจสอบความเข้าใจ โดยมีขั้นย่อย ดังนี้

2.1 แลกเปลี่ยนความคิด เป็นขั้นที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองและสมาชิกในกลุ่มเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความ

2.2 สร้างความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาคำตอบ โดยการลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่ความรู้หรือข้อสรุปใหม่ และครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ได้

2.3 ตรวจสอบความเข้าใจ เป็นขั้นที่นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ ความเข้าใจไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์หรือคำถามใหม่ และครูช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงวิธีคิดประกอบการแก้ปัญหาของตน

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้ เป็นขั้นที่ครูประเมินนักเรียนว่ามีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเปลี่ยนไปอย่างไร จากการใช้แบบฝึกหัดหรือใบงาน เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดหรือเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ดังกล่าวเป็นขั้นตอนหลักในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ดังนี้

Murphy (1997: Online อ้างถึงใน สุเทพ อ่วมเจริญ, 2557, หน้า 950) รวบรวมแนวคิดของนักการศึกษาต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สรุปได้ดังนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนใช้มุมมองที่หลากหลายในการนำเสนอความหมายของมโนทัศน์

2. นักเรียนเป็นผู้กำหนดเป้าหมายและจุดมุ่งหมายการเรียนของตนเอง หรือจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนซึ่งเกิดจากการเจรจาต่อรองระหว่างนักเรียนกับครู

3. ครูแสดงบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ ผู้กำกับ ผู้ฝึกฝน ผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนของนักเรียน

4. จัดบริบทของการเรียน เช่น กิจกรรม โอกาส เครื่องมือ สภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมวิธีการคิด และการกำกับและรับรู้เกี่ยวกับตนเอง

5. นักเรียนมีบทบาทสำคัญ ในการสร้างความรู้และกำกับการเรียนรู้ของตนเอง

6. จัดสถานการณ์การเรียน สภาพแวดล้อม ทักษะ เนื้อหา และงานที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนตามสภาพที่เป็นจริง

7. ใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิเพื่อยืนยันสภาพการณ์ที่เป็นจริง

8. ส่งเสริมการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ด้วยการเจรจาต่อรองทางสังคมและการเรียนรู้ร่วมกัน

9. พิจารณาความรู้เดิม ความเชื่อและทัศนคติของนักเรียนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

10. ส่งเสริมการแก้ปัญหา ทักษะการคิดระดับสูงและความเข้าใจเรื่องที่เรียนอย่างลึกซึ้ง

11. นำความผิดพลาด ความเชื่อที่ไม่ถูกต้องของนักเรียนมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้

12. ส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาความรู้อย่างอิสระ วางแผนและการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเอง

13. ให้นักเรียนได้เรียนรู้งานที่ซับซ้อน ทักษะและความรู้ที่จำเป็นจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

14. ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียน

15. อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียนโดยให้คำแนะนำหรือให้ทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

16. วัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามสภาพที่เป็นจริงขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนจากแนวคิด ของนักการศึกษาดังกล่าว

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 34) กล่าวถึง บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่า ครูควรเรียนรู้ในสิ่งต่อไปนี้

1. การสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์กับนักเรียน

2. การทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างมีจุดมุ่งหมาย

3. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนของตนมี

4. การจัดสิ่งแวดล้อมทางคณิตศาสตร์เท่าที่เป็นไปได้

5. ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนมี

6. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จะสอนให้นักเรียน

7. การส่งเสริมการไตร่ตรองและการได้มาซึ่งความรู้ในบริบทของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่มีจุดมุ่งหมาย

8. การกระตุ้นให้นักเรียนสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์

9. การทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและการช่วยให้เรียนได้คงทนขึ้น

10. การสื่อสารกับนักคณิตศาสตร์ศึกษาอื่น ทั้งด้านเนื้อหาและการสอน

สุวิทย์ มูลคำ (2550, หน้า 52-53) กล่าวถึง บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. ครูมีหน้าที่จัดการให้นักเรียนขยายโครงสร้างทางปัญญา

2. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

3. จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็นทำเป็น และใฝ่ เรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

4. ครูเปลี่ยนบทบาทจากผู้บอกความรู้มาเป็นผู้อำนวยความสะดวก โดยการจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อม วางแผนการจัดกิจกรรม ช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ กระตุ้นนักเรียนโดยการตั้งคำถาม และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับ

5. ครูเรียนรู้ไปพร้อมกับนักเรียนจากกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ และแหล่งวิทยาการต่าง ๆ

6. ครูใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมินนักเรียนโดยเน้นการประเมินตามสภาพจริง

สำนักเลขาธิการการศึกษา (2550, หน้า 8) เสนอแนะถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่า ครูควรปรับบทบาทของตนเอง ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนสังเกตเพื่อให้สามารถมองเห็นปัญหาได้อย่างชัดเจน

2. มีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน แนะนำ ถามให้คิด เพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง

3. สร้างแรงจูงใจ ใฝ่รู้ใฝ่เรียน ช่วยให้นักเรียนคิดค้นต่อไป ฝึกให้นักเรียนมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

4. เป็นผู้ชี้แนะ ไม่ใช่ผู้ชี้นำ กระตุ้นให้นักเรียนคิดมากกว่าการบอกความรู้

5. ประเมินความคิดรวบยอดของนักเรียน ตรวจสอบความคิด และทักษะการคิด

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 69) กล่าวถึง บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ควรยึดหลัก ดังนี้

1. ครูต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อนำมาซึ่งความรู้ทางคณิตศาสตร์และการสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์ทั้งด้านเนื้อหาและการสอน

2. ครูควรจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

3. ครูควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดของตนเองและมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นตนเองกับเพื่อนและครู

4. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการไตร่ตรอง และการได้มาซึ่งความรู้ในบริบทของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างมีจุดมุ่งหมาย

5. งานที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำควรเป็นงานที่มีความหมายต่อตัวนักเรียนและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง รวมทั้งงานนั้นต้องกระตุ้นพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของนักเรียน

6. ครูควรจัดเตรียมสื่ออุปกรณ์หรือแหล่งข้อมูลที่เพียงพอต่อการค้นพบความรู้ของนักเรียน

7. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่เรียนเนื่องจากจะช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนได้คงทนขึ้น

จากการศึกษาบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ครูมีบทบาทสำคัญในสร้างความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนโดยเป็นผู้ชี้แนะ กระตุ้นและอำนวยความสะดวกในการเรียนของนักเรียน รวมถึงส่งเสริมให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและครูกับนักเรียน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่เรียนและคำนึงถึงความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน

ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

Brooks & Brooks (1996, pp. 103-118) กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องที่เรียนและสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน รวมทั้งสามารถแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้ถูกต้อง

2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ รวมทั้งพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและทักษะอื่น ๆ

3. นักเรียนมีความเป็นเหตุเป็นผลในการคิด หรือการแสดงความคิด พร้อมทั้งยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

สุมาลี ชัยเจริญ (2548, หน้า 109) กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. เพิ่มแรงจูงใจ กิจกรรมในการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีแนวโน้มที่จะให้ความสำคัญต่อนักเรียน และสภาพจริง (Authentic) ซึ่งถือว่าเกิดจากความสนใจที่มาจากภายใน ดังนั้นจึงเป็นแรงจูงใจที่มาจากภายในของนักเรียน

2. ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารญาณ (Encourages critical thinking) การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่ผ่านการลงมือกระทำของนักเรียนอย่างตื่นตัวภารกิจการเรียนรู้ตามสภาพจริง และการจัดให้นักเรียนควบคุมการเรียนของตนเองและส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณตลอดจนการสร้างความรู้ด้วยตนเองให้มากกว่าเดิมมีการถ่ายโอนความรู้ การสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง

3. ส่งเสริมการเรียนที่หลากหลาย (Accommodate diverse learning styles) สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยทั่วไปแล้วจะเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคลสร้างความหมายจากแหล่งการเรียนรู้ที่เป็นปัจจัยภายนอก ซึ่งอาจจัดให้นักเรียนทำการควบคุมการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น ดังนั้นนักเรียนจะปรับแบบการเรียนตามความสามารถหรือความต้องการได้มากยิ่งขึ้น

4. สนับสนุนการเสาะแสวงหาความรู้ (Support natural inquiry) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการที่สามารถคาดเดาได้ว่า เป็นกระบวนการพัฒนาการสร้างความรู้การเรียนรู้และประเมินผลที่เกิดจากการสร้างความรู้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

พรสวรรค์ สีป้อ (2550, หน้า 64) กล่าวว่า ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีดังนี้

1. นักเรียนได้บูรณาการความรู้
2. การเรียนมีลักษณะเหมือนชีวิตจริง
3. นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะสังคมจากการทำงานร่วมกัน
4. นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง
5. นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ เป็นต้น

จากการศึกษาประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง มีความเข้าใจเรื่องที่เรียนและสามารถนำความรู้ไปใช้ในแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และนักเรียนยังได้มีโอกาสในการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ทำให้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและครูกับนักเรียน

กลวิธี STAR

กลวิธี STAR

ความเป็นมาและขั้นตอนของกลวิธี STAR

กลวิธี STAR (The STAR strategy) เป็นกระบวนการสอนที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (First-letter mnemonic strategy) ของการแก้ปัญหา

จากการทำการวิจัยของ Maccini & Hughes (2000, pp. 10-21) และ Maccini & Ruhl (2000, pp. 465-489) ซึ่งทดลองโดยใช้กลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาพบว่า การจำขั้นตอนแก้ปัญหาโดยใช้ตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นช่วยให้นักเรียนระลึกลำดับขั้นตอนได้จากคำศัพท์ที่รู้จักคุ้นเคย จนสามารถแก้โจทย์ปัญหาจำนวนเต็มได้ ซึ่งขั้นตอนหลักของกลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา
ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา
ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา
ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

Maccini (1998 cited in Maccini & Gagnon, 2006) กล่าวว่า ขั้นตอนหลักของกลวิธี STAR จะประกอบด้วยขั้นตอนย่อยเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์เพื่อหาคำตอบได้ ซึ่งรายละเอียดแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา ดังนี้

1.1 อ่านโจทย์อย่างละเอียด

1.2 ถามตัวเองว่า ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร

1.3 เขียนข้อมูลดังกล่าวที่ได้จากโจทย์

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา โดยแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ช่วยในการแปลงข้อมูล ดังนี้

- สื่อที่เป็นรูปธรรม ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง
- สื่อกึ่งรูปธรรม วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย
- สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปของนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต ทั้งนี้อาจใช้ทั้งสามประเภทหรือไม่ก็ได้

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยดำเนินการหาคำตอบจากการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาในขั้นที่ 2 เพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ ดำเนินการดังนี้

4.1 อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง

4.2 ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่

4.3 ตรวจคำตอบ

Maccini ได้ทำการศึกษาและพัฒนาการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาและแนะแนวทางให้นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (LD) สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งลักษณะสำคัญที่ทำให้กลวิธี STAR มีประสิทธิภาพ มีดังนี้

1. เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยให้นักเรียนจดจำยุทธวิธี เช่น กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น

2. ขั้นตอนของกลวิธีใช้คำที่คุ้นเคย ง่ายและรัดกุม เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำลำดับขั้นตอนแล้วดำเนินการตามขั้นตอนได้

3. ขั้นตอนของกลวิธีมีการจัดลำดับอย่างเหมาะสม เช่น นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาอย่างรอบคอบก่อนที่จะลงมือแก้ปัญหา และนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่น ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

4. ขั้นตอนของกลวิธี กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา เช่น การวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

5. ขั้นตอนของกลวิธีใช้กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบตนเองเพื่อประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา เช่น ตรวจสอบคำตอบแล้วหรือไม่

Maccini ยังกล่าวอีกว่า กลวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลนั้น ต้องช่วยนักเรียนได้เรียนรู้ข้อมูลทั่ว ๆ ไปและเรียนรู้ข้อมูลที่ต้องจำกัดเวลา นักเรียนจะมีความคงทนในการเรียนและเรียนรู้ได้ดีขึ้นอยู่กับตัวแปรของการสอน เช่น การทบทวน การใช้ครูเป็นตัวแบบ การชี้แนะแบบฝึกหัด การทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง การให้ผลย้อนกลับ และทบทวนเป็นระยะ ๆ ก็จะช่วยให้การใช้กลวิธีในการสอนประสบความสำเร็จ

กลวิธี STAR อาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้ สื่อที่เป็นรูปธรรม เป็นการใช้วัตถุ 3 มิติ ที่สามารถจับต้องได้ในการแสดงความหมายของโจทย์ปัญหาหาคำตอบได้ สื่อกึ่งรูปธรรม เป็นการแสดงความหมายโจทย์ปัญหาโดยการวาดภาพ เขียนแผนภาพ เขียนตาราง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม เป็นการแสดงความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ทางจำนวน หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิตหรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต สำหรับการใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทดังกล่าวช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรียนรู้อย่างมีความหมายมากขึ้น

จากการศึกษาความเป็นมาและขั้นตอนของกลวิธี STAR ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กลวิธี STAR (The STAR strategy) หมายถึง กระบวนการสอนที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขึ้น (First-letter mnemonic strategy) ของการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนระลึกลำดับขั้นตอนได้จากคำศัพท์ที่รู้จัก คุ้นเคย จนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งขั้นตอนของกลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา ดังนี้

1.1 อ่านโจทย์อย่างละเอียด

1.2 ถามตัวเองว่า ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร

1.3 เขียนข้อมูลดังกล่าวที่ได้จากโจทย์

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา โดยแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ช่วยในการแปลงข้อมูล ดังนี้

- สื่อที่เป็นรูปธรรม ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง
- สื่อกึ่งรูปธรรม วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย
- สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปของนิพจน์ของพีชคณิตหรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต ทั้งนี้อาจใช้ทั้งสามประเภทหรือไม่ก็ได้

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยดำเนินการหาคำตอบจากการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาในขั้นที่ 2 เพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ ดำเนินการดังนี้

4.1 อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง

4.2 ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่

4.3 ตรวจคำตอบ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยนำกลวิธี STAR ดังกล่าว มาใช้ร่วมกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ในขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้และขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลวิธี STAR

Gagnon & Krezmien (2011: online) กล่าวว่า การใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อกึ่งรูปธรรม สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ในขั้นที่ 2 ของกลวิธี STAR นั้น พัฒนามาจากทฤษฎีการสอนของ Bruner ที่เน้นการสอนให้โอกาสนักเรียนได้เรียนรู้โครงสร้างของความรู้ อันจะนำมาซึ่งความเข้าใจและการถ่ายโยงการเรียนรู้ โดยการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมนั้นสอดคล้องกับขั้นการกระทำ (Enactive mode) สื่อกึ่งรูปธรรมสอดคล้องกับขั้นจินตนาการ (Iconic mode) สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมสอดคล้องกับขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic mode) ของ Bruner

Bruner (1960) เป็นนักจิตวิทยาที่สนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวปัญญานิยม ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยเชื่อว่า “เด็กทุกระดับชั้นของการพัฒนาสามารถเรียนรู้เนื้อหาวิชาใดก็ได้ถ้าจัดการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถของเด็ก” ความสนใจของ Bruner อยู่ที่การช่วยให้ครูพัฒนาการเรียนรู้และการคิดของนักเรียนและ Bruner เห็นว่าพัฒนาการของความรู้ความเข้าใจของมนุษย์มี 3 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนเรียนรู้ด้วยวิธีการที่ต่างกันและขั้นต่ำกว่าจะเป็นฐานของขั้นที่สูงกว่า Bruner จึงเสนอว่า ในขั้นที่ผ่านมาควรจะเรียนให้ลึกซึ้งก่อน จึงจะสามารถเรียนรู้ในขั้นต่อไปได้ดี ขั้นการเรียนรู้ทั้งสามประกอบด้วย

1. ขั้นการกระทำ (Enactive mode) การเรียนรู้ด้วยการกระทำวิธีการเรียนรู้จะผ่านทางการแสดงออก การเลียนแบบ หรือการลงมือทำกับวัตถุ มีประสบการณ์โดยตรงจากการจับต้อง สำรวจสิ่งแวดล้อม นักเรียนส่วนใหญ่จะเรียนรู้โดยผ่านฐานนี้ ในการสอนนักเรียน ครูควรใช้วิธีการสาธิตกับการใช้อุปกรณ์ การสวมบทบาท การใช้ตัวแบบ และการให้พฤติกรรมตัวอย่างอย่างเหมาะสม

2. ขั้นจินตนาการ (Iconic mode) การเรียนรู้โดยการใช้รูปภาพหรือวาดภาพในใจนั้น นักเรียนจะต้องเรียนมโนทัศน์ กฎ และหลักการที่ไม่สามารถแสดงให้เห็นได้ง่าย ๆ ครูจึงต้องจัดหาภาพ แผนภูมิหรือตารางให้เชื่อมโยงกับสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ ในขั้นนี้จะใช้เวลาน้อยกว่าขั้นการกระทำ เนื่องจาก Bruner เสนอให้ใช้ภาพนิ่ง โทรทัศน์ ภาพเลื่อน หรืออื่น ๆ ที่

คล้ายกันในการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดประสบการณ์แต่ถ้าหากเลือกใช้ไม่ถูกต้องหรือสอดคล้องกับการเรียนรู้ก็จะทำให้ไม่เกิดความรู้ความเข้าใจ อีกทั้งยังสิ้นเปลืองอีกด้วย

3. ขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic mode) การเรียนรู้โดยการใช้สัญลักษณ์ จะทำให้นักเรียนเข้าใจการเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมต่าง ๆ ได้ ซึ่งขั้นนี้เป็นขั้นสูงสุดของการพัฒนาทางด้านความรู้ความเข้าใจ ทำให้นักเรียนสามารถคิดหาเหตุผลมาอ้างอิงเพื่อนำไปสู่การเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม

ทฤษฎีการสอนของ Bruner มีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความคิดของคน ไม่ใช่การสอนเพื่อให้ท่องจำ แต่สอนให้นักเรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลช่วยให้นักเรียนเข้าใจและสามารถประยุกต์สิ่งที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งมีประโยชน์มากในการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้ อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 3-4) กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยกล่าวถึงการเรียนการสอนที่ดีว่าต้องประกอบด้วย องค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ โครงสร้าง (Structure) ของเนื้อหาสาระ ความพร้อม (Readiness) ที่จะเรียนรู้ การหยั่งรู้ (Intuition) โดยการคาดคะเนจากประสบการณ์อย่างมีหลักเกณฑ์และแรงจูงใจ (Motivation) ที่เรียนเนื้อหาใด ๆ Bruner ให้ความสำคัญเกี่ยวกับสมดุลระหว่างผลลัพธ์กับกระบวนการสอน (Process and product approach) นอกจากนี้ยังให้แนวคิดว่า มนุษย์สามารถเรียนหรือคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ 3 ระดับ ดังนี้

1. ระดับที่มีประสบการณ์ตรงและสัมผัสได้ (Enactive stage) เช่น นักเรียนรวมของ 4 ชิ้นกับของ 5 ชิ้นเพื่อเป็นของ 9 ชิ้น ซึ่งเป็นการสัมผัสกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete objects or manipulatives)

2. ระดับของการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic stage) เช่น การใช้ภาพไดอะแกรม ฟิล์ม ที่เป็นสื่อทางสายตา (Visual medium) ตัวอย่างการเรียนรู้ระดับนี้ เช่น นักเรียนดูภาพรถ 4 คันในภาพแรก และดูรถ 5 คันในภาพที่สอง และดูภาพรถ 9 คันในภาพที่สาม ซึ่งเป็นภาพรวมของรถจากภาพที่หนึ่งและภาพที่สอง รถ 9 คันในที่นี้เกิดจากครูวางแผนให้นักเรียนได้เรียนรู้ มิใช่เกิดจากตัวนักเรียนเอง

3. ระดับการสร้างความสัมพันธ์และการใช้สัญลักษณ์ (Symbolic stage) ซึ่งเป็นระดับที่นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่เห็นในระดับที่สอง หรือสิ่งที่สัมผัสในระดับที่หนึ่งได้ เช่น การเขียน 5+4 = 9 เป็นสัญลักษณ์แทนภาพในระดับที่ 2

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลวิธี STAR ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ในขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาของกลวิธี STAR การใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อกึ่งรูปธรรม สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม นั้น พัฒนามาจากทฤษฎีการสอนของ Bruner ที่เน้นการสอนให้โอกาสนักเรียนได้เรียนรู้โครงสร้าง

ของความรู้ อันจะนำมาซึ่งความเข้าใจและการถ่ายโยงการเรียนรู้ โดยการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมเป็นการใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริงซึ่งสอดคล้องกับขั้นการกระทำ (Enactive mode) สื่อกึ่งรูปธรรมเป็นการวาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมายซึ่งสอดคล้องกับขั้นจินตนาการ (Iconic mode) สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมเป็นการหานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปของนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิตซึ่งสอดคล้องกับขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic mode) ของทฤษฎีการสอนของ Bruner

บทบาทของครูในการสอนโดยใช้กลวิธี STAR

Maccini & Gagnon (2006) เสนอบทบาทของครูในการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 บทบาทของครูตามขั้นตอนการเรียนการสอนบทเรียนในชั้นเรียน

ขั้นตอน	บทบาทของครู
ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน	ครูให้คำแนะนำกับนักเรียนโดยเชื่อมโยงทักษะที่ได้เรียนมาแล้วกับเนื้อหาใหม่ ระบุทักษะหรือเนื้อหาใหม่ที่จะเรียน และให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่
ขั้นที่ 2 ให้ครูเป็นแบบอย่างในการใช้กลวิธี	เริ่มต้นปัญหาโดยการที่ครูคิดออกเสียงเพื่อเป็นต้นแบบให้นักเรียน เช่น อ่านโจทย์ปัญหาออกเสียง แล้วตรวจสอบขั้นตอนโดยการทำเครื่องหมายเพื่อเช็คตามลำดับในใบงานตามกลวิธี STAR ดังนี้ ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา อ่านโจทย์ปัญหาอย่างรอบคอบและแยกแยะประเด็นของปัญหา โดยให้นักเรียนเขียนข้อมูลที่ทราบจากโจทย์และโจทย์ต้องการให้หาอะไร ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของปัญหา ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ
ขั้นที่ 3 ให้คำแนะนำจากการทำแบบฝึกหัด	ครูให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดที่มีโจทย์หลากหลายมากขึ้นและชี้แนะตามขั้นตอน หลังจากนั้นครูจะลดบทบาทลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งนักเรียนสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทของครู
ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดอย่างอิสระ	ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยไม่มีการชี้แนะจากครู เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของนักเรียน
ขั้นที่ 5 ให้ข้อเสนอแนะและการแก้ไข	ครูตรวจสอบประสิทธิภาพของนักเรียนพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเชิงบวก โดยดูการปฏิบัติงานของนักเรียน เช่น 1. การปฏิบัติงานของนักเรียน เช่น ความถูกต้องในการดำเนินงานของนักเรียน เป็นต้น 2. ตรวจสอบขั้นตอนที่นักเรียนส่วนใหญ่ผิดพลาด 3. มีการสอนใหม่ ในกรณีที่จำเป็นและให้แบบฝึกหัดที่คล้ายกับปัญหาเดิมเพื่อให้นักเรียนได้มีการฝึกฝน 4. เสริมแรงทางบวกให้นักเรียน
ขั้นที่ 6 ประยุกต์ปัญหาใช้กับชีวิตจริง	ให้คำถามที่กระตุ้นนักเรียนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สถานการณ์กับชีวิตจริง ทบทวนบ่อย ๆ เพื่อให้เกิดความคงทน

ครูสามารถใช้ใบงานประกอบด้วยขั้นตอนหลักและขั้นตอนย่อยของกลวิธี STAR เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบตนเองให้แก้ปัญหาได้ทุกขั้นตอนเพื่อประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา และช่วยจำขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้อีกด้วย ซึ่งตัวอย่างใบงานสำหรับการสอนโดยใช้กลวิธี STAR แสดงดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 ตัวอย่างใบงานสำหรับการสอนโดยใช้กลวิธี STAR

คำถามในแต่ละขั้นตอน	**ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่าง เมื่อปฏิบัติงานเสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอนแล้ว**
ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา - อ่านโจทย์อย่างละเอียด - ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร” - เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์	(…….) (…….) …… …… ……
ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์	
ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	…… …… …… …… …… …… ……

ตารางที่ 2-6 (ต่อ)

คำถามในแต่ละขั้นตอน	**ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่าง เมื่อปฏิบัติงานเสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอนแล้ว**
ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ	
- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง	(…….)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่	(…….)
- ตรวจคำตอบ	…… …… …… ……

Miller (1996 cited in Maccini & Gagnon, 2006) กล่าวถึง ข้อควรพิจารณาในการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ในชั้นเรียน ดังนี้

1. ตะหนักถึงบุคลิกลักษณะของนักเรียนทั้งพื้นฐานด้านความรู้และพฤติกรรมการสอนโดยการใช้กลวิธี ควรตระหนักถึงบุคลิกลักษณะของนักเรียนแต่ละคน ตัวอย่างเช่น นักเรียนบางคนอาจต้องการเน้นคำที่เกี่ยวข้องพร้อมอ่านปัญหาดัง ๆ ในขณะที่คนอื่นอาจชอบการขีดเส้นใต้และการอ่านปัญหาอย่างเงียบ ๆ รวมถึงกระตุ้นนักเรียนให้ทำโจทย์ปัญหาให้ประสบความสำเร็จ เพื่อให้เกิดการเห็นคุณค่าของตนเองในวิชาคณิตศาสตร์และแรงจูงใจ เช่น นักเรียนที่มีแรงจูงใจต่ำอาจต้องการการสนับสนุนเพิ่มเติม เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วม

2. กระตุ้นการใช้กลวิธีเป็นรายบุคคล ควรกระตุ้นให้นักเรียนกล้าที่จะใช้กลวิธีในการหาคำตอบทำตามขั้นตอนเพื่อให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา

3. ประยุกต์การใช้งานทั่วไป เช่น ให้โจทย์ที่มีโครงสร้างเหมือนเดิมแต่มีเรื่องราวแตกต่างออกไป หรือให้โจทย์ที่มีความซับซ้อนไปจากโจทย์ที่แก้ในขั้นการสอน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนและสามารถประยุกต์ใช้กลวิธีในโจทย์ทั่ว ๆ ไปได้

จากการศึกษาบทบาทของครูในการสอนโดยใช้กลวิธี STAR ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปบทบาทของครูตามขั้นตอนของกลวิธี STAR ในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา ในการนำเสนอโจทย์ ครูอ่านโจทย์ปัญหาออกเสียง แล้วนำให้นักเรียนตรวจสอบตามขั้นตอน โดยการทำเครื่องหมายเพื่อเช็คตามลำดับขั้นในใบงาน ขั้นนี้

นักเรียนจะศึกษาโจทย์ปัญหา โดยอ่านโจทย์อย่างละเอียด แล้วถามตัวเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร” หลังจากนั้นให้นักเรียนเขียนข้อมูลดังกล่าวที่ได้จากโจทย์

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ช่วยในการแปลงข้อมูล ดังนี้

- สื่อที่เป็นรูปธรรม ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง
- สื่อกึ่งรูปธรรม วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย
- สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปของนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต

ทั้งนี้อาจใช้ทั้งสามประเภทหรือไม่ก็ได้ ซึ่งในการใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทนั้น นักเรียนจะต้องระบุตัวแปรและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง และสอดคล้องกับโจทย์ปัญหา ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยชี้แนะตามขั้นตอน หลังจากนั้นครูจะลดบทบาทลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งนักเรียนสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องและเหมาะสมของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ นักเรียนจะต้องอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง แล้วถามตนเองว่า “คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่” จากนั้นตรวจคำตอบ ซึ่งครูจะตรวจสอบประสิทธิภาพของนักเรียนในการปฏิบัติงาน เช่น ความถูกต้องในการดำเนินงานของนักเรียน เป็นต้น

จัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผู้วิจัยสรุปความหมายและขั้นตอน ดังนี้

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนสร้างความรู้โดยใช้กระบวนการทางปัญญาของตนเองซึ่งอาศัยความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม โดยนักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาความรู้ รวมถึงครูมีหน้าที่เสนอสถานการณ์ปัญหากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาเพื่อเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับผู้อื่นที่นำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่และความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นจะถูกตรวจสอบโดยครู ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมหรือกระตุ้นนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใหม่ โดยสร้างความขัดแย้งทางปัญญาให้กับนักเรียน ผ่านการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม

ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดของตนกับผู้อื่นเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญา แล้วลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้หรือข้อสรุปใหม่และตรวจสอบความเข้าใจ โดยมีขั้นย่อย ดังนี้

2.1 แลกเปลี่ยนความคิด เป็นขั้นที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองและสมาชิกในกลุ่มเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความ

2.2 สร้างความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาคำตอบ โดยการลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่ความรู้หรือข้อสรุปใหม่ และครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ได้

2.3 ตรวจสอบความเข้าใจ เป็นขั้นที่นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ ความเข้าใจไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์หรือคำถามใหม่ และครูช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงวิธีคิดประกอบการแก้ปัญหาของตน

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้ ครูประเมินนักเรียนว่ามีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเปลี่ยนไปอย่างไร จากการใช้แบบฝึกหัดหรือใบงาน เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดหรือเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ดังกล่าวเป็นขั้นตอนหลักในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR

และจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลวิธี STAR ผู้วิจัยสรุปความหมายและขั้นตอนได้ว่า กลวิธี STAR (The STAR strategy) หมายถึง กระบวนการสอนที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขึ้น (First-letter mnemonic strategy) ของการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนระลึกลำดับขั้นตอนได้จากคำศัพท์ที่รู้จัก คุ้นเคย จนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งขั้นตอนของกลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา ดังนี้

1.1 อ่านโจทย์อย่างละเอียด

1.2 ถามตัวเองว่า ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร

1.3 เขียนข้อมูลดังกล่าวที่ได้จากโจทย์

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา โดยแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ช่วยในการแปลงข้อมูล ดังนี้

- สื่อที่เป็นรูปธรรม ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง
- สื่อกึ่งรูปธรรม วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย
- สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปของนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต ทั้งนี้อาจใช้ทั้งสามประเภทหรือไม่ก็ได้

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยดำเนินการหาคำตอบจากการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาในขั้นที่ 2 เพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ ดำเนินการดังนี้

4.1 อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง

4.2 ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่

4.3 ตรวจคำตอบ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยนำกลวิธี STAR ดังกล่าว มาใช้ร่วมกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ในขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้และขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้

ดังนั้น ผู้วิจัยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนำการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และกลวิธี STAR มาใช้ร่วมกัน ดังนี้

การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อม โดยครูจะเสนอปัญหาเพื่อให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาและแก้ปัญหาตามกลวิธี STAR 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ โดยขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมหรือกระตุ้นนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใหม่ โดยสร้างความขัดแย้งทางปัญญาให้กับนักเรียน ผ่านการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม

ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดของตนกับผู้อื่นเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญา แล้วลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้หรือข้อสรุปใหม่และตรวจสอบความเข้าใจ โดยมีขั้นย่อย ดังนี้

2.1 แลกเปลี่ยนความคิด เป็นขั้นที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองและสมาชิกในกลุ่มเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความ

2.2 สร้างความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาคำตอบ โดยการลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่ความรู้หรือข้อสรุปใหม่ และครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ได้

2.3 ตรวจสอบความเข้าใจ เป็นขั้นที่นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ ความเข้าใจไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์หรือคำถามใหม่ และครูช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงวิธีคิดประกอบการแก้ปัญหาของตน โดยใช้กลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา ดังนี้

1.1 อ่านโจทย์อย่างละเอียด

1.2 ถามตัวเองว่า ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร

1.3 เขียนข้อมูลดังกล่าวที่ได้จากโจทย์

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา โดยแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ช่วยในการแปลงข้อมูล ดังนี้

- สื่อที่เป็นรูปธรรม ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง
- สื่อกึ่งรูปธรรม วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย
- สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปของนิพจน์ของพีชคณิตหรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต ทั้งนี้อาจใช้ทั้งสามประเภทหรือไม่ก็ได้

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยดำเนินการหาคำตอบจากการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาในขั้นที่ 2 เพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ ดำเนินการดังนี้

4.1 อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง

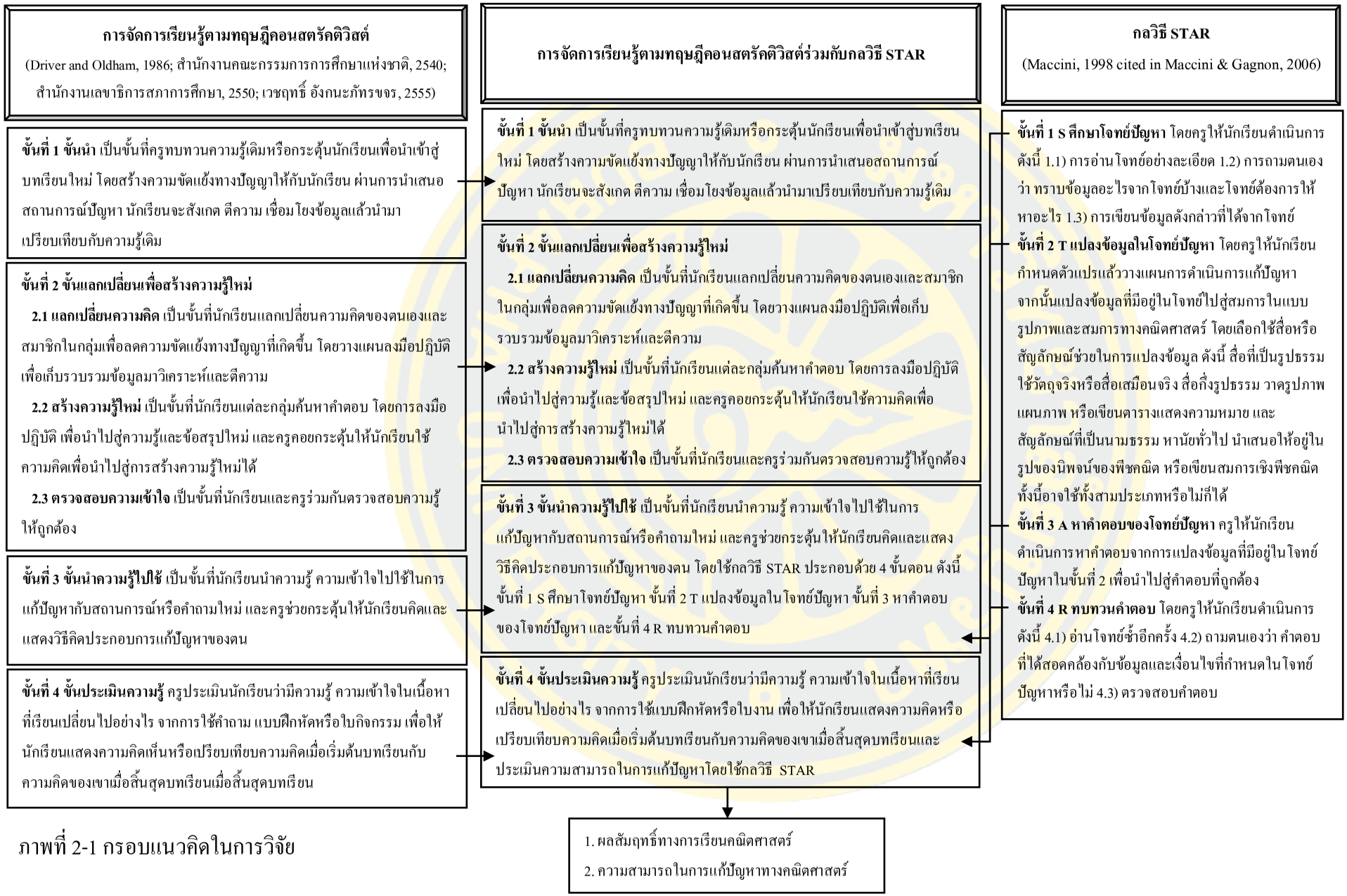
4.2 ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่

4.3 ตรวจคำตอบ

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้ ครูประเมินนักเรียนว่ามีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเปลี่ยนไปอย่างไร จากการใช้แบบฝึกหัดหรือใบงาน เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดหรือเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียนและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR

กรอบแนวคิดในการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แสดงได้ดังภาพที่ 2-1

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 2-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Wilson (1971, pp. 643–696) กล่าวถึง ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และสามารถจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยอ้างอิงตามกรอบแนวคิดของ Bloom (Bloom's taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. ความรู้ ความจำ และการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) คำถามที่วัดระดับความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงและความรู้พื้นฐาน

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว แบบทดสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ (Knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนทัศน์เป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างใหม่ ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of principles, rules, and generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem from one mode to another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a problem) แบบทดสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากแบบทดสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to solve routine problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้าง ที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์

ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to recognize patterns, isomorphisms and symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้ปัญหาโจทย์ดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ขั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve nonroutine problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนทัศน์ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 สามารถในการพิสูจน์ (Ability to construct proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วมาช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) ความสามารถในขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในขั้นนี้ต้องให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนทัศน์ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to formulate and validate generalizations) นักเรียนสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับ

เรื่องเดิมและสมเหตุสมผลด้วยคือ อาจจะถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

Good (1973, p. 7) กล่าวถึง ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นความสามารถในการได้รับความรู้หรือการพัฒนาทักษะจากการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนแบบทดสอบที่กำหนดคะแนนจากชิ้นงานที่มอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 79) กล่าวถึง ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ว่า เป็นระดับความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่นักเรียนได้เรียนรู้และมโนทัศน์แต่ละเรื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 150-154) กล่าวถึง ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกตามพฤติกรรมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ ความจำและการคิดคำนวณ (Computation) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนผ่านไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม ตลอดจนการบวกการคิดคำนวณอย่างง่าย ๆ พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้น ได้แก่

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หมายถึง ความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในลักษณะเดียวกับที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เป็นการถามเพื่อให้นักเรียนบอกความหมายของศัพท์และนิยามและนิยามที่เคยเรียนมาแล้วโดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างไร

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตามกระบวนการคิดคำนวณตามที่เคยเรียนมาแล้ว

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำที่รู้หรือเรียนมาแล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถอธิบาย ยกตัวอย่าง จำแนก แปลความ ตีความ สรุปความ หรือขยายความได้ พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 6 ขั้น ได้แก่

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่งด้วยตัวเอง

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถในการสรุปหรือบอกความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กับตัวปัญหา ซึ่งนักเรียนควรจะรู้หลังจากเรียนจบเรื่องนั้นแล้ว

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสรุปศัพท์และนิยามทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ หรือการหาค่าสัญลักษณ์โดยอาศัยโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความเข้าใจในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง หมายถึง ความสามารถในการแปลงข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือสมการ โดยไม่ได้รวมถึงการคำนวณหาคำตอบของสมการนั้น

2.5 ความเข้าใจในการดำเนินตามเหตุผล หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่งความสมเหตุสมผลของข้อความ บทความ หรือผลงานทางคณิตศาสตร์

2.6 ความเข้าใจในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ว่าโจทย์กำหนดอะไรบ้างและต้องการถามเรื่องอะไร รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลผลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง หรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับนี้ต้องไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมที่นักเรียนเคยฝึกทำมาแล้ว พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาธรรมดา หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกัน เช่น มโนทัศน์ กฎ ของข้อมูล 2 ชุด เพื่อค้นพบความสัมพันธ์เปรียบเทียบและนำมาสรุปเพื่อตัดสินใจ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะจำแนกส่วนประกอบย่อยของปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดว่ามีความจำเป็นหรือไม่ในการแก้ปัญหาโจทย์นั้น

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา มีลักษณะซับซ้อน หรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน แต่ต้องอยู่ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้น ได้แก่

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาที่ไม่สามารถคิดคำนวณโดยตรงได้

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเองหรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการแสดงการพิสูจน์ หมายถึง ความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเองโดยอาศัยทฤษฎีหรือบทนิยามต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการพิสูจน์

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผลเพื่อวิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่ มีขั้นตอนใดผิดพลาดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างและแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์และการเขียนพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบ จนสามารถสรุปเป็นกรณีทั่วไปได้

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยครอบคลุมพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ระดับตามแนวคิดของ Wilson ได้แก่

1. ความรู้ ความจำ เป็นระดับที่วัดความสามารถในการระลึกถึงเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้วเกี่ยวกับ รวมถึงการใช้ความรู้ กฎ สมบัติ หรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณง่าย ๆ

2. ความเข้าใจ เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ รวมถึงการอธิบาย ยกตัวอย่าง จำแนก แปลความ ตีความ สรุปความ หรือขยายความได้

3. การนำไปใช้ เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ กฎ สมบัติ หรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้เรียนผ่านมาแล้วไปแก้โจทย์หรือปัญหาใหม่ ซึ่งปัญหานี้คล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน

4. การวิเคราะห์ เป็นระดับที่วัดความสามารถในการในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะซับซ้อนหรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่เคยเรียนมาก่อน แต่อยู่ในขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา

ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านและหน่วยงานทางการศึกษากล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2543, หน้า 146-147) กล่าวถึง ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งมักเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอให้กับนักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบบทดสอบประเภทนี้ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องตรงไหนจะได้ซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดความพร้อมที่จะเรียนใหม่ ซึ่งอยู่กับความต้องการของครู และแบบทดสอบมาตรฐาน สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูวิชานั้น และผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้นสามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้แบบทดสอบมาตรฐาน จะมีคู่มือดำเนินการสอบและยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 45) กล่าวถึง ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี (2553, หน้า 16) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนใหญ่ที่สร้างขึ้นมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญเพื่อใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชาการและทักษะต่าง ๆ ของแต่ละสาขาวิชาโดยเฉพาะอย่างยิ่งสาขาวิชาทั้งหลายที่จัดสอนในระดับชั้นเรียนต่าง ๆ ของแต่ละโรงเรียน โดยลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีทั้งที่เป็นข้อเขียน และที่เป็นภาคปฏิบัติจริง

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 260) กล่าวถึง ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นเครื่องมือสำหรับครูที่จะใช้ในการตรวจสอบผลการเรียนรู้ของนักเรียนรวมถึงพฤติกรรมต่าง ๆ จากการเรียนหรือจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู เพื่อประเมินว่านักเรียนมี

ความรู้ความสามารถเพียงใด เป็นไปตามมาตรฐาน ตัวชี้วัดอย่างไรบ้าง ซึ่งแบบทดสอบจะต้องมีคุณภาพผ่านการสร้างอย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ มีความถูกต้องเที่ยงตรง เชื่อถือได้ มีกระบวนการ/ หลักการสร้างแบบทดสอบตามหลักวิชาการ

จากการศึกษาความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบเพื่อใช้ในการตรวจสอบผลการเรียนรู้และพฤติกรรมต่าง ๆ วิชาคณิตศาสตร์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู เพื่อประเมินว่านักเรียนได้รับความรู้ความสามารถเพียงใด

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านจำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2543 , หน้า 171-172) จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบของครูที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบมาตรฐาน

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้าง ซึ่งเป็นข้อคำถามถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหนบกพร่องที่ตรงไหน จะได้ซ่อมเสริม หรือดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ฯลฯ ตามแต่ที่ครูปรารถนา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูทีสอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะใช้วัดอัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ จะใช้สำหรับครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐาน นอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้ว ยังมีมาตรฐานในด้านวิธีดำเนินการสอบ คือ ไม่ว่าโรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ต้องดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบว่าทำอย่างไรและยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

ทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกัน คือ จะเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ได้สอนไปแล้ว สำหรับพฤติกรรมที่ใช้วัดจะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ มักนิยมใช้ตามหลักที่ได้จากผลการประชุมของนักวัดผล

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 261) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง มุ่งใช้วัดผลนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอนมีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper test) ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัย (Subjective test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนแสดงคำตอบโดยการเขียนแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่ และแบบทดสอบปรนัย (Objective test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้เขียนตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำสั้น ๆ แบบทดสอบแบบจับคู่ และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั่วไป สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์ ปรับปรุงจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน

จากการศึกษาประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น และแบบทดสอบมาตรฐาน โดยแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองจะออกได้อีก 2 ประเภท คือ แบบทดสอบอัตนัยและแบบทดสอบปรนัย ซึ่งสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านและหน่วยงานทางการศึกษากล่าวถึง แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 154) กล่าวถึง แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หรือหลักสูตรสถานศึกษา แล้ววิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

ขั้นที่ 2 จากข้อมูลในขั้นที่ 1 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่นักเรียนในแต่ละเนื้อหา

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด คือพฤติกรรมระดับความรู้/ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ จากนั้นสร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบจำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหา

ขั้นที่ 4 จากข้อมูลในขั้นที่ 2 และ 3 นำมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นที่ 5 กำหนดลักษณะของแบบทดสอบ และทำการสร้างแบบทดสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในขั้นที่ 4

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 30) ระบุถึงแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและเนื้อหาที่ต้องการ

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์เนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ขั้นที่ 3 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบที่จะใช้ในแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และควรใช้รูปแบบที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ

ขั้นที่ 4 กำหนดจำนวนแบบทดสอบ การกระจายเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้ทดสอบ

ขั้นที่ 5 สร้างแบบทดสอบตามที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคของการสร้างแบบทดสอบและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล

ขั้นที่ 6 ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรงและความเป็นปรนัยของแบบทดสอบ

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยังระบุถึงแนวทางในการสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ดังนี้

1. การสร้างคำถาม คำถามที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1.1 สั้น ได้ใจความชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจได้ง่าย

1.2 ใช้เป็นประโยคบอกเล่า ในกรณีที่มีการใช้คำปฏิเสธ เช่น ไม่หรือห้ามต้องเน้นด้วยการทำตัวหนา หรือขีดเส้นใต้คำที่แสดงการปฏิเสธ

1.3 คำถามแต่ละข้อจะต้องเป็นอิสระต่อกัน การตอบคำถามของข้อหนึ่งจะต้องไม่ชี้นำหรือขึ้นอยู่กับอีกข้อหนึ่ง

1.4 หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ชี้นำหรือสื่อความไปถึงคำตอบถูกหรือคำตอบผิด

1.5 แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว (ยกเว้นแบบทดสอบเพื่อการวิเคราะห์ที่มีคำตอบถูกหลายคำตอบได้ แต่การแปลผลจะต้องคำนึงถึงความหมายของแต่ละคำตอบ)

2. การสร้างตัวเลือก โดยทั่วไปตัวเลือกของแบบทดสอบแบบเลือกตอบมีจำนวน 3-5 ตัวเลือก การกำหนดจำนวนตัวเลือกในแต่ละแบบทดสอบต้องคำนึงถึงระดับและความสามารถของนักเรียนตัวเลือกที่ดีควรมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

2.1 แต่ละตัวเลือกควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกันและมีความยาวใกล้เคียงกัน

2.2 ใช้คำที่สั้น ได้ใจความชัดเจน และหลีกเลี่ยงการใช้คำศัพท์หรือข้อความที่เข้าใจได้ยาก

2.3 ไม่ควรใช้ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” “ผิดทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อใดถูก” (เพราะเป็นการสื่อความหมายถึงความไม่แน่ใจในคำถามหรือการเลือกตอบด้วยความไม่มั่นใจ)

2.4 ไม่ควรสร้างตัวเลือกโดยใช้ระดับของความถูกต้องเป็นประเด็นให้คิด เช่น ถูกครึ่ง-ผิดครึ่ง หรือถูกต้องเพียงบางส่วน เพราะอาจทำให้เกิดความสับสนในการตัดสินใจเลือกคำตอบ

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 261) กล่าวถึง แนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

ขั้นที่ 2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมเป็นผลการเรียนรู้ที่ครูกำหนดและคาดหวังจะให้เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยครูจะกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ขั้นที่ 3 กำหนดชนิดของแบบทดสอบ

ขั้นที่ 4 เขียนแบบทดสอบ

ขั้นที่ 5 ตรวจทาน

ขั้นที่ 6 จัดพิมพ์แบบทดสอบ

ขั้นที่ 7 ทดลองสอบเพื่อนำผลมาวิเคราะห์แบบทดสอบ

ขั้นที่ 8 แก้ไขปรับปรุงแล้วได้แบบทดสอบฉบับจริง

จากการศึกษาแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นจะต้องศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดประเมินผล มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด เพื่อนำมาสร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด คือ พฤติกรรมระดับความรู้/ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ให้สอดคล้องกับรูปแบบของแบบทดสอบและจำนวนแบบทดสอบ จากนั้นสร้างแบบทดสอบตามที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคของการสร้างแบบทดสอบและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล แล้วตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรง และความเป็นปรนัย ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก โดยใช้แนวทาง ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาและกำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหาที่ต้องการ

ขั้นที่ 2 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบที่จะใช้ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกและศึกษาหลักการสร้างแบบทดสอบ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 3 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 สร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อของแบบทดสอบโดยจำแนกตามระดับพฤติกรรม

ขั้นที่ 5 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตามตารางการวิเคราะห์แบบทดสอบที่จำแนกตามระดับพฤติกรรม

ขั้นที่ 6 ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ขั้นที่ 7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

ขั้นที่ 8 นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

ขั้นที่ 9 แก้ไขปรับปรุงจนได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพและจัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์แล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

Bell (1978, pp. 309-310 อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2556, หน้า 6) กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า สถานการณ์ใด ๆ จะเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งบุคคลใด ถ้าเขาเอาใจใส่ มีความต้องการที่จะตอบสนองสถานการณ์นั้น แต่ไม่สามารถแก้สถานการณ์นั้นได้ในทันทีทันใด การหาคำตอบของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลนั้นผู้หาคำตอบนั้น

Krulik & Rudnick (1993, p.6) กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยสรุปได้ว่า สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบที่ได้จะเกี่ยวข้องกับปริมาณซึ่งในตัวปัญหานั้นจะไม่ระบุวิธีการหรือแนวทางการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาจะต้องลงมือค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา จึงจะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้น

กรมวิชาการ (2544, หน้า 10) กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาต่าง ๆ จะต้องใช้ความสามารถในวิธีการแก้ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554, หน้า 14) กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบโดยที่ยังไม่รู้ขั้นตอนหรือวิธีการที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 78) ระบุถึงความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ว่า เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ กระบวนการหรือความรู้ที่นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการตัดสินใจ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 9-7) กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยสรุปเป็นข้อ ๆ ไว้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวนหรือคำอธิบายให้เหตุผล

2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใดต้องใช้ทักษะ ความรู้และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบ

3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหา และเวลาสถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีตอาจจะไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

จากความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ กระบวนการ หรือความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนยังไม่รู้ขั้นตอนหรือวิธีการที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที

ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

Polya (1973, อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2556, หน้า 7) แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) อาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือในเชิงปฏิบัติก็ได้ เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์ให้ค้นหาคำตอบที่ต้องการซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน เป็นปัญหาให้หาวิธีการ หรือหาเหตุผลก็ได้ ปัญหาให้ค้นหามีส่วนสำคัญ แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1.1 สิ่งที่ต้องการหา

1.2 สิ่งที่กำหนดให้

1.3 เงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับสิ่งที่กำหนดให้

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) ปัญหาประเภทนี้มีจุดประสงค์ให้แสดงเหตุผลว่า “ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง” หรือ “ข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ” ปัญหาให้พิสูจน์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูป “ถ้า p แล้ว q” ส่วนสำคัญของปัญหาให้พิสูจน์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

2.1 สิ่งที่กำหนดให้ หรือสมมติฐาน

2.2 สิ่งที่ต้องพิสูจน์ หรือผลสรุป

Kutz (1991, p.93 อ้างถึงใน กรมวิชาการ, 2544, หน้า 26-30) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การแก้ปัญหาที่พบเห็นทั่วไปหรือโจทย์ปัญหา (Routine or word problem solving) ปัญหาที่พบเห็นกันโดยทั่วไปหรือปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย (Routine problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับโครงสร้าง ลักษณะของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา เช่น แอปเปิ้ลราคาผลละ 12 บาท ถ้าต้องการซื้อแอปเปิ้ล 8 ผล จะต้องจ่ายเงินเท่าไร

2. การแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน (Non-routine problem solving) ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อนหรือปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย (Non-routine problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาจะต้องประมวลความรู้ ความคิดรวบยอด และหลักการต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 ปัญหากระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการคิดอย่างมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาในรูปปริศนา (Puzzle problem) เป็นปัญหาที่ท้าทายและให้ความสนุกสนาน

Reys, Suydum & Lindquist (1992, p. 29) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา (Routine problems) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อน มักอยู่ในอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือข้อความ ซึ่งผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

2. ปัญหาแปลกใหม่ (Non-routine problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ ความสามารถและประสบการณ์หลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

Baroody (1993, pp. 260-261) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยใช้ผู้แก้ปัญหาและโครงสร้างของปัญหาเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา (Routine problems) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาคุ้นเคยในวิธีการในโครงสร้างของปัญหา เช่น อาจเคยพบในตัวอย่าง เมื่อพบปัญหาอาจจะทราบได้เกือบทันทีว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด ข้อมูลที่กำหนดให้ในปัญหาประเภทนี้มักมีแต่เฉพาะข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอในการหาคำตอบมุ่งเน้นในการฝึกทักษะหนึ่ง ปัญหาประเภทนี้มักจะพบในหนังสือเรียนทั่ว ๆ ไป

2. ปัญหาที่ไม่ธรรมดา (Non-routine problems) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาจะต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีลักษณะสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของชีวิตมากกว่าประเภทแรก ข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้มีทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็นหรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอ วิธีการหาคำตอบมีได้หลายวิธีการคำตอบก็อาจจะมีมากกว่าหนึ่งคำตอบ

Bitter, Hatfield & Edwards (1989, p. 37) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท โดยพิจารณาตามลักษณะของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นได้หลายคำตอบ ปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

2. ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery problem) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นตอนสุดท้ายของการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มีวิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ

3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided discovery problem) เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหามีคำชี้แนะ (Clues) และคำชี้แจงในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนไม่ต้องกังวลหรือหมดหวังในการค้นหาคำตอบ

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554, หน้า 14) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาและพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา ได้ดังนี้

1. พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา สามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาคำตอบหรือสิ่งที่ต้องการ ส่วนสำคัญของปัญหาประเภทนี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุปหรือสิ่งที่จะต้องพิสูจน์

2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา สามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา อาจพบเจอในตัวอย่าง โดยเมื่อพบปัญหาจะทราบโดยทันทีว่าจะต้องแก้ปัญหาด้วยวิธีใด ซึ่งข้อมูลที่กำหนดมาให้มักมีแต่ข้อมูลที่จา เป็นและเพียงพอในการหาคำตอบ มุ่งเน้นฝึกทักษะใดทักษะหนึ่ง ปัญหาประเภทนี้มักจะพบในหนังสือเรียนทั่วไป

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยจะเป็นปัญหาที่มีลักษณะสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของชีวิตมากกว่าประเภทแรก ข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้มีทั้งจำเป็นและไม่จำเป็น หรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา วิธีการหาคำตอบอาจมีได้หลายวิธีการ คำตอบก็อาจมีมากกว่า 1 คำตอบ

จากการศึกษาประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของปัญหาและเกณฑ์ในการจำแนกของนักการศึกษาว่าจะพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนหรือโครงสร้างของปัญหา หรือพิจารณาตามลักษณะของปัญหา ผู้วิจัยแบ่งประเภทของปัญหาเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่อาศัยนิยาม ทฤษฎีบท วิธีการแก้ปัญหามาแก้ได้เลย เป็นปัญหาที่คุ้นเคยและมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน และปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้มีทั้งจำเป็นและไม่จำเป็นหรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอ นักเรียนต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ทั้งปัญหาธรรมดาที่เป็นปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยและมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน เพื่อให้นักเรียนมีความคุ้นเคยกับโครงสร้างและ

วิธีการแก้ปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และปัญหาไม่ธรรมดาที่เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ความสามารถที่หลากหลายมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ

ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านและหน่วยงานทางการศึกษากล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Polya (1957, p. 1) กล่าวถึง ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการหาวิธีการที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา วิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคหรือปัญหาที่เผชิญอยู่เพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนแต่การได้มาซึ่งคำตอบนั้นจะไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

Kennedy & Tipps (1994, p.81) กล่าวถึง ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการแสดงออกเฉพาะของแต่ละบุคคลในการตอบสนองสถานการณ์ที่เป็นปัญหาด้วยขั้นตอนตามสถานการณ์นั้นในทันที

Krulik & Rudnick (1980 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2554, หน้า 39) กล่าวถึง ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาเป็นทักษะซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา และกระบวนการซึ่งเป็นวิธีหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผนโดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบ

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554, หน้า 14) กล่าวถึง ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในปัญหานั้น ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554, หน้า 7) ระบุถึง ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบ

ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านและหน่วยงานทางการศึกษากล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554, หน้า 26) กล่าวถึง ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญที่นักเรียนจะต้องฝึกฝนพัฒนาให้เกิดขึ้น รวมทั้งยุทธวิธี/ ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามีหลายวิธีซึ่งการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาควรเลือกให้เหมาะสมกับปัญหา

อัมพร ม้าคนอง (2554, หน้า 39) กล่าวถึง ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า การแก้ปัญหาเป็นทักษะที่มีความสำคัญยิ่งและมักรวมทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญเข้าไว้ด้วยกัน เช่น การให้เหตุผล การสื่อสาร และการตัดสินใจ ผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีมักมีความรู้ ประสบการณ์ ระบบการคิด และการตัดสินใจที่ดีพอ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 6) ระบุถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่นักเรียนควรจะเรียนรู้และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อและมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ตลอดชีวิต

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 169) กล่าวถึง ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า การแก้ปัญหาเป็นพื้นฐานสำคัญในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอเพื่อจะช่วยให้นักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ของปัญหาที่แตกต่างกันออกไป

จากการศึกษาความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ซึ่งนักเรียนควรเรียนรู้และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียนเพื่อให้มีระเบียบขั้นตอนในการคิด มีแนวคิดที่หลากหลาย มั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านและหน่วยงานทางการศึกษากล่าวถึงความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Gagne (1970, p. 63) กล่าวถึง ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่ง ที่จะต้องอาศัยหลักการที่มีความสัมพันธ์กัน

ตั้งแต่สองประเภทขึ้นไปและใช้หลักการนี้ผนวกรวมกันจนเรียกว่า เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา

Krulik & Rudnick (1980 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2554, หน้า 39-40) กล่าวถึงความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นทักษะพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา และกระบวนการซึ่งเป็นวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผนโดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบ

อัมพร ม้าคนอง (2554, หน้า 39) กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา

2. ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้ว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้

3. พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม

4. พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย

5. ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบ และกลวิธีแก้ปัญหากับปัญหาใหม่

6. บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน

7. สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น

8. ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

9. มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 77) ระบุถึงความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนและต้องใช้ความคิดที่หลากหลาย เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการทำเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่มาใช้แปลความหมาย ตีความ หรือวิเคราะห์ เพื่อให้มีความเข้าใจในปัญหา รวมถึงการเลือกใช้

เทคนิคหรือยุทธวิธีที่จะช่วยให้ทำให้ปัญหามีความชัดเจนมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบ

2. ความรู้พื้นฐาน เป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนมีอยู่เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้นักเรียนคิดและหาวิธีแก้ปัญหา นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานดีจะสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายและมีประสิทธิภาพ

3. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามักสามารถระลึกถึงขั้นตอนและวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลาย ทำให้สามารถตัดสินใจเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพได้อย่างรวดเร็ว

4. เจตคติต่อการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีเจตคติต่อการแก้ปัญหาที่ดีจะมีความพยายามและความอดทนในการแก้ปัญหา ซึ่งในกระบวนการแก้ปัญหานั้น ไม่ว่าจะได้คำตอบหรือไม่ นักเรียนจะได้เรียนรู้และพัฒนาประสบการณ์จากการคิดและการทำงานเพื่อแก้ปัญหา

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 167) กล่าวถึง ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนหรือกระบวนการ และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบ

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านและหน่วยงานทางการศึกษากล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Polya (1957, pp. 16-17) เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นขั้นที่นักเรียนเข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือข้อมูลที่โจทย์กำหนดหรือเงื่อนไขมีอะไรบ้างและเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่ หากเกิดความไม่ชัดเจนควรใช้การวาดรูปและแยกสภาพการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วน ๆ โดยการเขียนลงบนกระดาษจะทำให้เข้าใจโจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นของการค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ หากสามารถหาความเชื่อมโยงได้ ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหา ดังนี้

2.1 เป็นโจทย์ปัญหาที่คุ้นเคยหรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่

2.2 รู้จักโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่จะแก้หรือไม่เพียงใด และรู้จักทฤษฎีที่จะใช้แก้หรือไม่

2.3 พิจารณาสิ่งที่ไม่รู้ในโจทย์และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน จากนั้นพิจารณาดูว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เคยพบมาใช้กับโจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่

2.4 อ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้งและวิเคราะห์เพื่อดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคย

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นของการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนสามารถหาคำตอบได้ หากแผนที่วางไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนใหม่ในการแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล (Looking back) เป็นขั้นของการตรวจสอบผลที่ได้ เพื่อต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาโดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือมียุทธวิธีแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ ก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดาและคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554, หน้า 8-10) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Polya ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูล และเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหานักเรียนต้องพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วนโดยใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำตนเอง

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของ

แผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาโดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลและยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่ใช้แล้ว พิจารณาว่ามีคำตอบหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดาและคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยพบว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหาของ Polya ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน และขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ซึ่งทั้ง 4 ขั้นตอนนี้ได้สอดคล้องกับกลวิธี STAR ดังตารางที่ 2-7 ดังนี้

ตารางที่ 2-7 เปรียบเทียบกลวิธี STAR และกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya

กลวิธี STAR	**สอดคล้องกับกระบวนการของ Polya**
ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา	ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา
ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา	ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา
ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน
ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ	ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของกลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาโจทย์ปัญหา เป็นการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อให้เข้าใจว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคืออะไร

2. แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา เป็นการแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ให้เห็นถึงการเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับสิ่งที่โจทย์กำหนด

3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหา เป็นการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบของโจทย์ปัญหา

4. ทบทวนคำตอบ เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านและหน่วยงานทางการศึกษากล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2554, หน้า 47) กล่าวถึง แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้ปัญหา (Teaching via problem solving) เป็นการสอนความรู้หรือพัฒนาทักษะใด ๆ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การใช้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ

2. การสอนให้แก้ปัญหา (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้นักเรียนใช้กระบวนการในการแก้ปัญหากับปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถในไปประยุกต์ใช้

3. การสอนกระบวนการแก้ปัญหา (Teaching about problem solving) เป็นการสอนให้นักเรียนเข้าใจและเรียนรู้กับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิคและกลวิธีการแก้ปัญหา เช่น การสอนกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 112-114) กล่าวถึง ปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคือ ครู โดยครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1. ครูควรเตรียมปัญหาที่มีความเหมาะสมตามวัยและพัฒนาการของนักเรียนโดยปัญหาที่ครูนำมาควรมีลักษณะ ดังนี้

1.1 ควรเป็นปัญหาที่ดึงดูดความสนใจ ท้าทายความสามารถของนักเรียนเป็นปัญหาที่ไม่ง่ายหรือยากเกินไป เพราะถ้าง่ายเกินไปอาจไม่ดึงดูดความสนใจและไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไปนักเรียนอาจท้อถอยก่อนที่จะแก้ปัญหาได้สำเร็จ

1.2 ควรเป็นปัญหาที่มีข้อมูลขาดหาย มีข้อมูลเกิน มีข้อมูลที่ขัดแย้งกันบ้างหรืออาจมีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ เพราะว่าสิ่งเหล่านี้นักเรียนต้องเผชิญในชีวิตจริง

1.3 ควรเป็นปัญหาที่แปลกใหม่หรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคยสำหรับนักเรียน เพราะถ้านักเรียนเคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมาแล้ว ปัญหานั้นก็จะไม่ใช่ปัญหาที่น่าสนใจอีกต่อไป

2. ครูควรใช้กิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือ หรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย เนื่องจากกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือ ช่วยให้นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยน สื่อสารถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาและ

กระบวนการแก้ปัญหาของตนให้แก่ผู้อื่น ได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกัน ตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน กล้าแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล มีทักษะการสื่อสารและทักษะการเข้าสังคม มีความเชื่อมั่นในตนเอง และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ ตลอดจนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง

3. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการของการแก้ปัญหา ได้ประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหา

4. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ รวมทั้งยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนไม่ว่าจะถูกหรือผิด ซึ่งการตอบผิดของนักเรียนจะทำให้ครูได้รู้ว่าข้อผิดพลาดนั้นมาจากไหนและมีมากน้อยเพียงใด ครูไม่ควรย้ำสิ่งที่นักเรียนทำผิดหรือเข้าใจผิด แต่ครูควรซักถาม อธิบายและเปิดประเด็นการอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

5. ครูควรให้ความรู้และสนับสนุนให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเลือกใช้ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรม แล้วสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหานั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

6. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนคิดหายุทธวิธีแก้ปัญหาอื่นที่แตกต่างจากเดิม เพื่อให้นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งวิธี

7. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนตั้งคำถามกับตัวเอง โดยเป็นคำถามที่ต้องการคำอธิบาย เช่น เพราะเหตุใด ทำไม และอย่างไร แล้วให้นักเรียนลงมือสำรวจ สืบสวน รวบรวมข้อมูล ค้นหาความสัมพันธ์และแบบรูป อธิบาย และตรวจสอบข้อความคาดการณ์ ตลอดจนตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

8. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ช่องทางการสื่อสารมากกว่าหนึ่งช่องทาง ในการนำเสนอคำตอบและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา

9. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โดยอาศัยแนวคิด ยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาจากปัญหาเดิม ซึ่งการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนได้อย่างหลากหลายและเป็นอิสระ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 72-78) นำขั้นตอนของการแก้ปัญหา 4 ขั้นของโพลยามาเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา

1.1 การพัฒนาทักษะการอ่าน เนื่องจากการอ่านเป็นปัจจัยที่สำคัญในการทำความเข้าใจปัญหา การจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการอ่านสามารถกระทำได้ในชั่วโมงคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะเมื่อถึงตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา ครูยังไม่ควรเริ่มต้นโดยมุ่งไปที่วิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหาเลยที่เดียว แต่ควรต้องใช้เวลาเพื่อการฝึกอ่านและทำความเข้าใจข้อความในโจทย์ปัญหากันก่อน เพื่อหาสาระสำคัญของโจทย์ปัญหา ความเป็นไปได้ของคำตอบที่ต้องการ ความพอเพียง หรือความเกินพอของข้อมูลที่กำหนดให้

1.2 การใช้ยุทธวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ ซึ่งมียุทธวิธีหลายประการที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนขึ้น เช่น การเขียนภาพ เขียนแผนภาพหรือสร้างแบบจำลอง การปรับขนาดของปริมาณต่าง ๆ ที่กำหนดในตัวปัญหา การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา เป็นต้น

1.3 การใช้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหาในชีวิตจริงมาให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจ เช่น ใช้ปัญหาที่กำหนดข้อมูลเกินความจำเป็น หรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอเพื่อให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ว่าข้อมูลที่กำหนดให้ข้อมูลใดไม่ใช่บ้าง หรือหาว่าข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่ ต้องการข้อมูลด้านใดเพิ่มเติมอีกบ้าง เพราะปัญหาในชีวิตจริงนั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากมาย ผู้แก้ปัญหาจะต้องรู้จักเลือกเฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหามาพิจารณา หรือบางครั้งมีข้อมูลไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นหน้าที่ของผู้แก้ปัญหาจะต้องสืบหาข้อมูลมาให้เพียงพอแก่การแก้ปัญหา

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนในการแก้ปัญหา หากนักเรียนได้รับการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอย่อมส่งผลในทางที่ดีต่อการพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา

2.1 ครูต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง เช่น อาจใช้คำถามถามนำกับนักเรียน

2.2 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมาดัง ๆ คือ สามารถบอกให้คนอื่น ๆ รู้ว่าตนเองคิดอะไร โดยอยู่ในรูปการบอกหรือเขียนแบบแผนลำดับขั้นตอนการคิดซึ่งจะทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.3 สร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้คิดวางแผนก่อนลงมือทำเสมอ เพราะจะทำให้มองเห็นภาพรวมของการแก้ปัญหา และสามารถประเมินความเป็นไปได้ทันทีก่อนที่จะลงมือทำไป การทำงานอย่างมีแบบแผนเมื่อมีข้อบกพร่องเกิดขึ้นจะทำให้สามารถแก้ไขได้สะดวก ตรงประเด็น ควรเน้นวิธีการแก้ปัญหามากกว่าคำตอบ เพราะวิธีการสามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางกว่า

2.4 จัดหาปัญหามาให้นักเรียนฝึกคิดบ่อย ๆ ซึ่งจะต้องเป็นปัญหาที่ท้าทายน่าสนใจ เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เนื่องจากการให้นักเรียนได้มีโอกาสแก้ปัญหาบ่อย ๆ ทำให้ได้มีการฝึกวางแผน และได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ที่หลากหลาย สามารถพิจารณาเลือกเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาใหม่ ๆ ได้

2.5 ในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาให้มากกว่า 1 รูปแบบ เพื่อให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด ไม่ยึดติดรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งโดยเฉพาะ การพิจารณายุทธวิธีใหม่จะก่อให้เกิดการคิดวางแผนแก้ปัญหาใหม่ นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการวางแผนมากขึ้น

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน หลังจากทำความเข้าใจปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปของการแก้ปัญหาคือ การลงมือแก้ปัญหา โดยดำเนินการตามแผนที่วางไว้การวางแผนเป็นลำดับขั้นตอน ในขั้นดำเนินการตามแผน นักเรียนต้องตีความขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจนตามลำดับขั้นตอน ความสามารถดังกล่าวนี้สามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้อย่างช้า ๆ ในตัวนักเรียนจากการทำโจทย์ปัญหา โดยการฝึกให้นักเรียนวางแผนจัดลำดับความคิดก่อนแล้วจึงค่อยลงมือแสดงวิธีการหาคำตอบตามลำดับความคิดนั้น

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจคำตอบ ขั้นตรวจสอบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมประเด็นสำคัญ 2 ประเด็น ประเด็นแรก คือการมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนการแก้ปัญหา ตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผน และขั้นดำเนินการตามแผน โดยพิจารณาความถูกต้องของกระบวนการและผลลัพธ์ รวมทั้งการพิจารณาหายุทธวิธีอื่นในการแก้ปัญหา ประเด็นที่สอง เป็นการมองไปข้างหน้า เป็นการใช้ประโยชน์จากกระบวนการแก้ปัญหาที่เพิ่งสิ้นสุดลงนั้น ทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหาและกระบวนการ โดยสร้างสรรค์ปัญหาที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันขึ้นมาใหม่ การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา มีแนวทาง ดังนี้

4.1 กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้ให้เคยชินเป็นนิสัย

4.2 ฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ

4.3 ฝึกตีความหมายของคำตอบ

4.4 สนับสนุนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี ซึ่งอาจจะเป็นวิธีที่คล้ายกับตัวอย่างหรือวิธีที่นักเรียนสร้างสรรค์ขึ้นมาเองจากประสบการณ์ของนักเรียน

ก็ได้ จากนั้นให้พิจารณาว่าวิธีเหล่านั้นถูกต้องหรือไม่ แตกต่างจากวิธีที่แสดงในตัวอย่างหรือไม่ วิธีการใดสั้นและกะทัดรัดกว่ากัน การสนับสนุนให้นักเรียนใช้วิธีการหาคำตอบมากกว่า 1 วิธีนี้มีประโยชน์อย่างน้อย 3 ประการ คือ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดแบบยืดหยุ่น เป็นการตรวจสอบคำตอบของปัญหา และยังช่วยสร้างความภูมิใจในตัวนักเรียนที่เขาสามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาขึ้นได้เอง ซึ่งเป็นที่ยอมรับ ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีในการแก้ปัญหา

4.5 ให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนโดยอาศัยสถานการณ์จากสภาพแวดล้อม กิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตจริงรวมถึงการดัดแปลงโจทย์จากแบบฝึกหัด

จากแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ควรนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูสามารถมุ่งเน้นการสอนผ่านการแก้ปัญหา การสอนให้แก้ปัญหาหรือการสอนกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดผ่านปัญหา ซึ่งปัญหาที่ใช้ควรเป็นปัญหาที่ดึงดูดความสนใจ ท้าทายความสามารถ และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน อีกทั้งควรส่งเสริมให้นักเรียนเน้นวิธีการแก้ปัญหามากกว่าการหาคำตอบ ส่งเสริมหรือกระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหาผ่านการคิดตามลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ของการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนกัน

การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 89-92) กล่าวว่า การวัดและการประเมินผลการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ครูทำในชั้นเรียน มักเน้นที่ผลของการแก้ปัญหาถูกหรือผิด และขั้นตอนหรือวิธีการที่นักเรียนใช้แก้ปัญหาว่าถูกต้องเหมาะสมกับปัญหาหรือไม่ ซึ่งการวัดและประเมินผลที่ดีจะช่วยพัฒนานักเรียนทั้งด้านความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติในการแก้ปัญหาแล้ว ยังนำมาซึ่งวิธีที่ครูจะใช้เพื่อประเมินว่านักเรียนเกิดการพัฒนาดังกล่าวหรือไม่ด้วย เช่น

การใช้คำถาม (Questioning) ในขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาครูอาจเดินดูนักเรียนทำงานและใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนใช้ความคิดก่อนตอบ คำถามนั้นควรถามเพื่อให้นักเรียนอธิบาย เช่น หาคำตอบนี้มาได้อย่างไร ทำไมต้องใช้วิธีนี้ อธิบายได้ไหมว่าสองวิธีนั้นแตกต่างกันอย่างไร แน่ใจได้อย่างไรว่าคำตอบที่ได้มาถูกต้อง

การสังเกต (Observing) การสังเกตนักเรียนในขณะทำงานเดี่ยวหรือทำงานกลุ่ม จะทำให้ครูทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีความสามารถเพียงใด อย่างไรก็ตามหาจำนวนนักเรียนในแต่ละห้องมีมากเกินไป ครูจะไม่สามารถจำนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ ครูจึงอาจต้องใช้การจดบันทึกช่วย วิธีง่าย ๆ

ที่ครูทำได้ คือ การใช้มาตรวัดและแบบตรวจสอบการสังเกตการแก้ปัญหา (Problem solving observation rating scale and checklist)

การรายงานของนักเรียน (Student report) การให้นักเรียนได้เขียนรายงานเกี่ยวกับประสบการณ์การแก้ปัญหาของตนเองจะช่วยให้ครูทราบกระบวนการคิด การทำงาน และเจตคติของนักเรียน ก่อนให้นักเรียนรายงานตนเอง ครูควรตั้งกรอบคำถามไว้ก่อนว่าจะประเมินนักเรียนในเรื่องใด เพื่อให้สิ่งที่นักเรียนทุกคนเขียนเป็นไปในแนวเดียวกัน และเป็นสิ่งที่ครูต้องการทราบ ตัวอย่างประเด่นที่ครูควรถามให้นักเรียนเขียน มีดังนี้

1. เมื่อเห็นปัญหาครั้งแรก คิดว่าจะทำอะไรก่อน

2. ควรใช้กลวิธีใดในการแก้ปัญหา เพราะเหตุใด และจะทราบได้อย่างไรว่า กลวิธีที่ใช้เหมาะสมหรือเปล่า

3. ได้คำตอบมาได้อย่างไร

4. มีวิธีใดบ้างที่ใช้แล้วแก้ปัญหาไม่ได้ เพราะอะไร

5. ในที่สุด แก้ปัญหาได้อย่างไร

6. ทราบได้อย่างไรว่าคำตอบที่ได้ถูกต้อง

7. รู้สึกอย่างไรกับการแก้ปัญหานี้

การทำแบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน (Written test) การให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอน จะช่วยให้ครูทราบระดับความเข้าใจของนักเรียนโดยตรง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547, หน้า 21, 69) ระบุถึงการวัดผลประเมินผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งอาจเน้นการวัดด้านความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอและตรงตามความเป็นจริง แล้วจึงประเมินผลที่ได้เพื่อสรุปผลงานที่นักเรียนปฏิบัติตามสภาพจริงที่ได้กำหนดไว้ในหลักสูตร อีกทั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังระบุอีกว่า การวัดผลประเมินผลด้วยแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ จะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงวิธีการแก้ปัญหาหรือเขียนคำตอบอย่างอิสระ จึงใช้ประเมินได้ครอบคลุมทั้งวิธีการคิด การวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน การใช้ทักษะความรู้ความสามารถและประสบการณ์ด้วย จึงเหมาะที่จะใช้ประเมินผลการเรียนรู้ในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการตอบแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ อาจใช้วิธีการที่หลากหลาย เลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีประกอบกันในการแก้ปัญหา การประเมินด้วยแบบทดสอบแสดงวิธีทำสามารถตรวจให้คะแนนอย่างเป็นปรนัยได้ และควรสร้างแบบวัดให้มี

สถานการณ์ปัญหาเพื่อได้คำตอบที่สะท้อนถึงความรู้ความเข้าใจ และการนำไปใช้ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอย่างครอบคลุมในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 171) กล่าวว่า การวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดกระบวนการที่จะได้มาซึ่งคำตอบจากสถานการณ์ของปัญหาที่นักเรียนพบ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่แบบทดสอบจะมาจากสถานการณ์ที่มีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้แสดงให้เห็นถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากเดิม

จากการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดกระบวนการหรือขั้นตอนของการได้มาซึ่งคำตอบ โดยใช้วิธีการที่หลากหลายขึ้นอยู่กับแนวคิดและความสมเหตุสมผลในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อสะท้อนถึงความรู้ ความเข้าใจและการนำไปใช้ของนักเรียน ซึ่งครูสามารถใช้วิธีที่จะประเมินว่านักเรียนเกิดการพัฒนาขึ้นหรือไม่ จากการการใช้คำถาม การสังเกต การรายงานของนักเรียน หรือการทำแบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน สำหรับงานวิจัยนี้การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามกระบวนการแก้ปัญหา

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนนเป็นเครื่องมือที่ช่วยประเมินเชิงคุณภาพเกี่ยวกับความรู้และการปฏิบัติงานของนักเรียนซึ่งสามารถแยกแยะความสำเร็จในการเรียนหรือคุณภาพการปฏิบัติงานของนักเรียน โดยต้องมีการกำหนดมาตรวัดและรายการของคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกของแต่ละระดับ/ กลุ่มในมาตรวัดไว้อย่างชัดเจน (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2554, หน้า 115)

การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric score) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากผลงานที่นักเรียนทำหรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก ซึ่งไม่ได้พิจารณาที่คำตอบหรือผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียว แต่ยังพิจารณาที่ขั้นตอนการทำงานของนักเรียนด้วย ตลอดจนมีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม อีกทั้งการให้คะแนนแบบรูบริก เป็นเครื่องมือช่วยให้ครูพิจารณาและตัดสินระดับความสามารถของนักเรียนด้านความรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ตลอดจนยังเป็นเครื่องมือช่วยให้นักเรียนประเมินผลระดับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนเอง

แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนให้ดียิ่งขึ้นด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, หน้า 168) โดยมีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 2 รูปแบบ ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score)

มีนักการศึกษาหลายท่านและหน่วยงานทางการศึกษาเสนอเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 92) กล่าวว่า เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ เป็นการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ครูต้องกำหนดว่าจะให้นักเรียนทำกี่ขั้นตอน และแต่ละขั้นตอนจะให้คะแนนอย่างไร ตัวอย่างการให้คะแนนในลักษณะดังกล่าว แสดงดังตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของอัมพร ม้าคนอง

ขั้นตอน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	2	- เข้าใจปัญหาทั้งหมด
	1	- เข้าใจปัญหาบางส่วน
	0	- ไม่เข้าใจปัญหาเลย
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	2	- แผนที่วางไว้จะให้คำตอบที่ถูกต้องถ้าดำเนินการถูกต้อง
	1	- ใช้ข้อมูลจากปัญหาวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- แผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม
ขั้นหาคำตอบ	2	- คำตอบถูกต้องสมบูรณ์
	1	- ได้คำตอบผิดจากการคำนวณผิดแต่มีบางส่วนถูกต้อง
	0	- ไม่ได้คำตอบหรือคำตอบผิด

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554, หน้า 117-118) กล่าวว่า การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ เป็นการวิเคราะห์งานออกเป็นองค์ประกอบย่อยและกำหนดคะแนนสำหรับแต่ละองค์ประกอบย่อย ตัวอย่างของการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งเป็นการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการสรุปและตรวจคำตอบ แสดงดังตารางที่ 2-9

ตารางที่ 2-9 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร

ขั้นตอน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
การทำความเข้าใจปัญหา	3	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด
	2	- เข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน
	1	- ไม่เข้าใจปัญหา
การวางแผนการแก้ปัญหา	3	- วางแผนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ชัดเจน
	2	- วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
	1	- วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม
การดำเนินการแก้ปัญหา	3	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด
	2	- ดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน
	1	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การสรุปและตรวจคำตอบ	3	- มีการสรุปและตรวจคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2	- มีการสรุปคำตอบแต่ไม่มีการตรวจคำตอบ
	1	- ไม่มีการสรุปและไม่มีการตรวจคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 130) ระบุถึงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบโดยมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบย่อยที่มีการกำหนดระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นย่อยเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 แสดงดังตารางที่ 2-10

ตารางที่ 2-10 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขั้นตอน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ความเข้าใจปัญหา	3	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด
	2	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	1	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	2	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา
	1	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน
	2	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน
	1	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
การสรุปคำตอบ	3	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนหรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1	- ไม่มีสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic score)

มีนักการศึกษาหลายท่านและหน่วยงานทางการศึกษาเสนอเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 93) กล่าวว่า เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม เป็นเทคนิคการให้คะแนนการแก้ปัญหาทุกขั้นตอนไม่

เพียงแต่ดูที่คำตอบ เป็นการให้คะแนนโดยอิงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ นักเรียนแต่ละคนจะได้รับคะแนนตามคุณภาพของงานเป็นคะแนนตัวเดียวโดด ๆ ตัวอย่างการให้คะแนนดังกล่าว แสดงดังตารางที่ 2-11

ตารางที่ 2-11 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมของอัมพร ม้าคนอง

คะแนน	**รายละเอียด**
4 คะแนน	- เข้าใจปัญหาอย่างดี เลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสม แต่คำนวณผิดพลาด - เลือกและใช้กลวิธีที่เหมาะสมและได้คำตอบที่ถูกต้อง
3 คะแนน	- ใช้กลวิธีแก้ปัญหาเหมาะสม แต่เข้าใจผิดในเรื่องของเงื่อนไขหรือข้อมูลบางส่วนในปัญหา - ใช้กลวิธีที่ถูกต้อง แต่ตอบผิดหรืออธิบายเหตุผลไม่ได้ หรือไม่มีคำตอบ - ได้คำตอบที่ถูกต้องจากกลวิธีที่เหมาะสม แต่วิธีทำที่แสดงให้ได้ไม่ชัดเจน
2 คะแนน	- เข้าใจปัญหาแต่ใช้การแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง จึงได้คำตอบผิด - ใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้องทำให้คำตอบผิดหรือไม่ได้คำตอบ - แก้ปัญหาได้บางส่วน แต่ไม่ได้ทั้งหมด - ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่เข้าใจงานที่ทำหรืออธิบายไม่ได้
1 คะแนน	- แสดงความเข้าใจการแก้ปัญหา แต่วิธีการไม่เหมาะสม - กลวิธีที่เลือกไม่เหมาะสมและใช้จริงไม่ได้ และไม่มีกลวิธีอื่นสำรอง - แสดงความพยายามในการแก้ปัญหาย่อย ๆ ของปัญหาใหญ่แต่ทำไม่สำเร็จ
0 คะแนน	- ไม่ตอบ - ไม่เข้าใจปัญหา มีเพียงข้อความที่คัดลอกจากโจทย์ - มีเพียงคำตอบที่ผิด

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554, หน้า 115-116) กล่าวว่า เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม คือ การให้คะแนนผ่านชิ้นงาน โดยดูภาพรวมหรือองค์รวมของชิ้นงาน ตัวอย่างของการให้คะแนนแบบองค์รวมจำแนกตามทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 2-12

ตารางที่ 2-12 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร

คะแนน	**รายละเอียด**
4 คะแนน	- ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องทั้งหมด และอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
3 คะแนน	- ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องทั้งหมด แต่อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้บางส่วนยังไม่ชัดเจน
2 คะแนน	- ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วนและพยายามอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าว แต่ไม่ถูกต้อง
1 คะแนน	- มีร่องรอยการดำเนินงานการแก้ปัญหาได้บางส่วนแต่ไม่สามารถอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าว
0 คะแนน	- ไม่มีร่องรอยในการแก้ปัญหา หรือมีร่องรอยในการแก้ปัญหาแต่ไม่ถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 128) ระบุถึงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมโดย พิจารณาจากรายการประเมิน 4 ประเด็นคือ 1) ความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา 3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปคำตอบ ซึ่งเป็นการกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบรวม แสดงดังตารางที่ 2-13

ตารางที่ 2-13 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คะแนน	รายละเอียด
4 คะแนน	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสมสอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแสดงวิธีการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์
3 คะแนน	- เข้าใจปัญหาได้อย่างชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมสอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์
2 คะแนน	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องแต่ไม่เหมาะสมหรือไม่คลอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 คะแนน	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

จากการศึกษาเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric) มี 2 รูปแบบ คือ เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา มักจะนำมาใช้ในการประเมินผลเพื่อสะท้อนจุดเด่นหรือจุดด้อยในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาของนักเรียนเพื่อนำไปประเมินผลและปรับปรุงได้ และเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic

score) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนผ่านชิ้นงานโดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ แต่จะพิจารณาภาพรวมหรือองค์รวมของชิ้นงาน มักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสิน สรุปผลการเรียนของนักเรียน หรือต้องการผลที่เป็นภาพรวม

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ เนื่องจากเป็นเกณฑ์ที่สามารถนำมาประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบตามขั้นตอนของกลวิธี STAR โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1) ศึกษาโจทย์ปัญหา 2) แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา 3) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา และ 4) ทบทวนคำตอบ เพื่อให้เหมาะสมกับขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ดังตารางที่ 2-14

ตารางที่ 2-14 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

ขั้นตอน	**คะแนน**	**เกณฑ์การพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น**
ศึกษาโจทย์ปัญหา	2	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้องครบถ้วนอย่างใดอย่างหนึ่ง - เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา แต่ยังไม่ถูกต้องในบางส่วน
	0	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาไม่ถูกต้อง - ไม่เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และไม่เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา
แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา	2	- แปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	- แปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพได้ถูกต้อง แต่เขียนสมการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน - แปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพไม่ถูกต้องหรือไม่มีการใช้รูปภาพ แต่เขียนสมการทางคณิตศาสตร์ถูกต้อง

ตารางที่ 2-14 (ต่อ)

ขั้นตอน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
	0	- แปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง - ไม่มีร่องรอยของการแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	2	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จจนนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน
	1	- ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน เนื่องจากมีข้อผิดพลาดในการคำนวณ หรือมีการคำนวณถูกต้อง แต่ดำเนินการไม่สำเร็จ - ดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
	0	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง - ไม่มีร่องรอยของการดำเนินการแก้ปัญหา
ทบทวนคำตอบ	2	- ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นถูกต้องสมเหตุสมผล และสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
	1	- ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นถูกต้องสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แต่ไม่สำเร็จ
	0	- ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่คำตอบไม่ถูกต้อง - ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง - ไม่มีร่อยรอยของการตรวจสอบคำตอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

Muthukrishna (1993) ได้ศึกษาตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีการสอน 2 วิธี คือ การสอนยุทธวิธีแบบชัดแจ้งด้วยการอธิบายโดยตรงกับการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ ที่ทำให้เกิดการค้นพบแบบชี้นำต่อการพัฒนาทักษะทางปัญญาระดับสูงเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 106 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนในบรรยากาศการเรียนแบบคอนสตรัคติวิสต์มีพัฒนาการดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนยุทธวิธีโดยการอธิบายโดยตรงในหลายด้าน กล่าวคือ มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่ลึกซึ้งกว่ามีความเชื่อมั่น และมีเป้าหมายในทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์มากกว่า และมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีกว่ากลุ่มที่เรียนบรรยาย

Maccini & Ruhl (2000, pp.465-489) ได้ศึกษาผลการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม และกลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาการลบจำนวนเต็มnสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางการเรียน มีอุปสรรคในการให้เหตุผลขั้นสูงและทักษะการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแสดงความหมายและการหาคำตอบของปัญหาการลบจำนวนเต็มกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 คน ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้ง 3 คน มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ทำการทดสอบความคงทนของความสามารถในการหาคำตอบของปัญหาพบว่า นักเรียนยังคงหาคำตอบของปัญหาได้อย่างถูกต้องและ 1 สัปดาห์ต่อมาทำการทดสอบความคงทนของความสามารถในการแสดงความหมายของปัญหา ซึ่งนักเรียนยังคงแสดงความหมายของปัญหาได้อย่างถูกต้องเช่นกัน

Maccini & Hughes (2000, pp.10-21) ได้ศึกษาผลของการใช้กลวิธี STAR และการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม สำหรับการแก้ปัญหาพีชคณิตขั้นต้นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถของการแสดงความหมายและการหาคำตอบของการแก้ปัญหาการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้จำนวน 6 คน จากนักเรียนจำนวน 170 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจำนวนเต็มของนักเรียนสูงขึ้นในแต่ละลำดับการสอนนักเรียนใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้ 1) ศึกษาทำความเข้าใจโจทย์ 2) แปลงข้อมูลจากโจทย์ภาษาไปสู่สมการ 3) ระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง 4) วาดรูปภาพแสดงความหมายของโจทย์ปัญหาได้ 5) เขียนสมการได้อย่างถูกต้องและ 6) ตอบคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ นอกจากนั้นนักเรียนยังแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ใกล้เคียงกับของเดิมอีกด้วย และหลังจากทดลองแล้ว 10 สัปดาห์ได้ทำการวัดความคงทนในการเรียน พบว่านักเรียนยังสามารถแสดงความหมายของโจทย์และหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

Ilyas et al. (2013) ได้ศึกษาผลการสอนเรื่อง พีชคณิต ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนเกรด 7 ในโรงเรียนมัธยมของรัฐบาลในเขต Jamshoro ประเทศปากีสถาน เป็นการวิจัยกึ่งทดลองโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มควบคุม

และกลุ่มทดลอง จากนั้นดำเนินการสอนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองมีการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พีชคณิต หลังเรียนสูงก่อนเรียน อีกทั้งสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Wade (1995, p. 3411-A) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องผลการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการเข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เจตคติและความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนเกรด 5 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและใช้การวิจัยเชิงคุณภาพในการศึกษาเจตคติและความเชื่อมั่นในตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสังเกตและสัมภาษณ์ผลการศึกษา พบว่า จากการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่าเจตคติและความเชื่อมั่นในตนเองต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้นและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยในประเทศ

อาจรีย์ ถนอมดำรงศักดิ์ (2555) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยให้นักเรียนจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับดี (ร้อยละ 70) ขึ้นไป ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับดีขึ้นไป จำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 80 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม (2556) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฐฐิณี โทนุสิทธิ์ (2556) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพระอินทร์ศึกษา (กล่อมสกุลอุทิศ) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โดยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์

ร้อยละ 60 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อยู่ในระดับดี

กรรณิการ์ หาญพิทักษ์ (2559) ได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธราทิตย์ เกตุหอม (2559) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรษา เกมกาแมน (2559) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ผสานกลวิธี STAR โดยเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กันต์กนิษฐ์ พลพิพัฒน์ (2560) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้กลวิธี STAR โดยศึกษาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธี STAR กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 - 6 โรงเรียนวัดน้ำขุ่น อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรีภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิดาภา ลูกเงาะ (2560) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้นได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่ทำงานวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. แบบแผนการดำเนินการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 11 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 470 คน ซึ่งเป็นนักเรียนห้องเรียนปกติและมีการจัดห้องเรียนแบบคละระดับความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 41 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยผู้วิจัยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการจับสลากห้องเรียน 1 ห้อง จาก 11 ห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 แผน รวม 10 คาบ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 20 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 แผน รวม 10 คาบ มีรายละเอียดการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และกลวิธี STAR จากตำรา เอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.3 ศึกษาเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตำราอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.4 จากการศึกษาข้างต้น นำมาวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงสอนให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน (คาบ)
ค .2 ม.2/5 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ 2. นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1. นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ 2. นักเรียนสามารถหาความยาวของด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาวของด้านสองด้านให้โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ 3. นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	5
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1. นักเรียนสามารถเขียนบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ 2. นักเรียนสามารถนำบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	3
		รวม		10

1.5 ดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ให้สอดคล้องกับ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ จำนวน 3 แผน โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้

1.5.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.5.2 ตัวชี้วัด

1.5.3 สาระสำคัญ

1.5.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วย

1) ด้านความรู้

2) ด้านทักษะและกระบวนการ

3) ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.5.5 สาระการเรียนรู้

1.5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ

ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างความรู้ใหม่

2.1 แลกเปลี่ยนความคิด

2.2 สร้างความรู้ใหม่

2.3 ตรวจสอบความเข้าใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้

1.5.7 สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.5.8 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

1.5.9 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้านมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.6.1 ปรับสถานการณ์ปัญหาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากของขั้นที่ 1 ขั้นนำ จาก “ถ้ากำหนดความยาวของส่วนของเส้นตรงเป็น 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12 และ 13 เซนติเมตร นักเรียนสามารถใช้ความยาวที่กำหนดให้สร้างเป็นรูปสามเหลี่ยม

มุมฉากได้หรือไม่” เป็น “ถ้ากำหนดความยาวของส่วนของเส้นตรงเป็น 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12 และ 13 เซนติเมตร นักเรียนสามารถใช้ความยาวที่กำหนดให้สร้างเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีขนาดแตกต่างกันได้หรือไม่ และจะสร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้มากที่สุดได้กี่รูป”

1.6.2 ปรับโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัดที่ 3 ข้อ 3.2 ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส จาก “พิสิฐต้องการจ้างช่างทำโต๊ะวางของสำหรับวางเข้ามุมห้อง แต่คุณแม่บอกว่ามีโต๊ะรูปสามเหลี่ยมอยู่แล้วโดยโต๊ะดังกล่าวมีความยาวแต่ละด้านเป็น 60 เซนติเมตร 150 เซนติเมตรและ 140 เซนติเมตร โต๊ะตัวนี้วางเข้ามุมห้องได้พอดีหรือไม่” เป็น “พิสิฐต้องการจ้างช่างทำโต๊ะวางของสำหรับวางเข้ามุมห้องซึ่งเป็นมุมฉาก แต่คุณแม่บอกว่ามีโต๊ะรูปสามเหลี่ยมอยู่แล้วโดยโต๊ะดังกล่าวมีความยาวแต่ละด้านเป็น 60, 150 และ 140 เซนติเมตร อยากทราบว่าโต๊ะตัวนี้จะวางเข้ามุมห้องได้พอดีหรือไม่”

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยพิจารณาตามแบบประเมินความเหมาะสมที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

จากนั้นหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 162) มีดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00	แปลความหมาย	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50	แปลความหมาย	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50	แปลความหมาย	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50	แปลความหมาย	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50	แปลความหมาย	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมจะพิจารณาที่ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ผลจากการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.91 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .47 (รายละเอียดดังตารางภาคผนวก ค-4)

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จำนวน 32 คน เพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขให้เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ ซึ่งหลังจากนำไปทดลองใช้ พบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือและเข้าใจขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR และแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในด้านระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม แต่ต้องมีการปรับปรุงใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดเพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวทางการตอบคำถามของขั้นตอนของกลวิธี STAR มากขึ้น

1.9 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีรายละเอียดการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

2.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 ศึกษาหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการวิเคราะห์แบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 40 ข้อ นำไปใช้จริง 20 ข้อ ซึ่งประกอบด้วยตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบจำแนกตามระดับพฤติกรรม โดยผู้วิจัยได้นำระดับพฤติกรรม 4 ระดับ ตามแนวคิดของ Wilson มาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบจำแนกตามระดับพฤติกรรม				รวม
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
ค 2.2 ม.2/5 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้	2 (1)	2 (1)	-	-	4 (2)
		2. นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ ในการแก้ปัญหาได้	-	2 (1)	2 (1)	-	4 (2)
	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1. นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้	2 (1)	2 (1)	-	-	4 (2)
		2. นักเรียนสามารถหาความยาวของด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาวของด้านสองด้านให้โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้	2 (1)	4 (2)	4 (2)	-	10 (5)
		3. นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	-	2 (1)	4 (2)	2 (1)	8 (4)

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบจำแนกตามระดับพฤติกรรม				รวม
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
	บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1. นักเรียนสามารถเขียนบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้	-	2 (1)	-	-	2 (1)
		2. นักเรียนสามารถนำบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	-	2 (1)	4 (2)	2 (1)	8 (4)
		รวม	6 (3)	16 (8)	12 (6)	4 (2)	40 (20)

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางการวิเคราะห์แบบทดสอบที่จำแนกตามระดับพฤติกรรม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกต้องให้ข้อละ 1 คะแนน และตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบให้ข้อละ 0 คะแนน

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถามและเฉลย ความเหมาะสมของภาษา เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแบบทดสอบ ดังนี้

2.5.1 ข้อ 8 จาก “รูปสามเหลี่ยม CAT จงหาความยาวรอบรูป” เป็น “จงหาความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม CAT ”

2.5.2 ข้อ 30 จาก “เราใช้ความยาวของเส้นทแยงมุมของหน้าจอโทรทัศน์เพื่อบอกขนาดของโทรทัศน์ ใบบัวซื้อโทรทัศน์แบบไร้ขอบขนาดหน้าจอ 42 นิ้ว สูง 20 นิ้ว และมีฐานตั้งโทรทัศน์สูง 5 นิ้ว มาให้คุณแม่เครื่องหนึ่ง ถ้าที่บ้านของคุณแม่มีชั้นวางของที่มีลักษณะเป็นช่องรูปสี่เหลี่ยมกว้าง 35 นิ้วและสูง 30 นิ้ว อยากทราบว่าโทรทัศน์ที่ใบบัวซื้อมาจะสามารถวางที่ชั้นวางของนี้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด” เป็น “เราใช้ความยาวของเส้นทแยงมุมของหน้าจอโทรทัศน์เพื่อบอกขนาดของโทรทัศน์ ใบบัวซื้อโทรทัศน์แบบไร้ขอบขนาดหน้าจอ 42 นิ้ว สูง 20 นิ้ว และมีฐานตั้งโทรทัศน์สูง 5 นิ้ว มาให้คุณแม่เครื่องหนึ่ง ถ้าที่บ้านของคุณแม่มีชั้นวางของที่มีลักษณะเป็นช่องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 35 นิ้วและสูง 30 นิ้ว อยากทราบว่าโทรทัศน์เครื่องนี้จะวางที่ชั้นวางของนี้ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด”

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความชัดเจนของภาษาของแบบทดสอบ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Objective Congruence) ดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ซึ่งใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 159-160)

ให้	+1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ให้	0 คะแนน	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่
ให้	-1 คะแนน	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดไม่ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยผลจากการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบทดสอบทั้ง 40 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ .60 – 1.00 (รายละเอียดดังตารางภาคผนวก ค-5)

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงข้อสอบที่ไม่เหมาะสม จนได้แบบทดสอบที่มีความสมบูรณ์ จำนวน 40 ข้อ โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุง ดังนี้

2.7.1 ข้อ 10 จาก “ข้อใดไม่ใช่สมการแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากนี้ตามทฤษฎีบทพีทาโกรัส” เป็น “ข้อใด ไม่ใช่ สมการแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากนี้ตามทฤษฎีบทพีทาโกรัส”

2.7.2 ข้อ 35 จาก “อลันต้องการทำชั้นวางของสำหรับวางเข้ามุมห้อง แต่คุณแม่บอกว่ามีชั้นวางของรูปสามเหลี่ยมอยู่สองอัน” เป็น “อลันต้องการทำชั้นวางของสำหรับวางเข้ามุมห้องซึ่งเป็นมุมฉาก แต่คุณแม่บอกว่ามีชั้นวางของรูปสามเหลี่ยมอยู่สองอัน”

2.8 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จำนวน 32 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.10 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบจากผลคะแนนที่ได้ โดยการหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตรของ Johnson (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 162) ซึ่งทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อที่มีความยากง่าย ตั้งแต่ .20-.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .38 - .63 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .38 - .75 (รายละเอียดดังตารางภาคผนวก ค-7)

2.11 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ มาหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบแบบปรนัย โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson

(เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 160) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เท่ากับ .81 (รายละเอียดดังตารางภาคผนวก ค-8)

2.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีรายละเอียดการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

3.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบเพื่อนำมาสร้างแบบทดสอบ ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้	**จำนวนข้อที่ออกทั้งหมด**	**จำนวนข้อที่ใช้จริง**
1. นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2	1
2. นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	4	2
3. นักเรียนสามารถนำบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	4	2
รวม	10	5

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ นำไปใช้จริง 5 ข้อ และสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
ศึกษาโจทย์ปัญหา	2	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้องครบถ้วนอย่างใดอย่างหนึ่ง - เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา แต่ยังไม่ถูกต้องในบางส่วน
	0	- เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาไม่ถูกต้อง - ไม่เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และไม่เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา
แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา	2	- แปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	- แปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพได้ถูกต้อง แต่เขียนสมการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน - แปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพไม่ถูกต้องหรือไม่มีการใช้รูปภาพ แต่เขียนสมการทางคณิตศาสตร์ถูกต้อง
	0	- แปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง - ไม่มีร่องรอยของการแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

ขั้นตอน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	2	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จจนนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน
	1	- ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน เนื่องจากมีข้อผิดพลาดในการคำนวณ หรือมีการคำนวณถูกต้อง แต่ดำเนินการไม่สำเร็จ - ดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
	0	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง - ไม่มีร่องรอยของการดำเนินการแก้ปัญหา
ทบทวนคำตอบ	2	- ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นถูกต้องสมเหตุสมผล และสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
	1	- ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นถูกต้องสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แต่ไม่สำเร็จ
	0	- ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่คำตอบไม่ถูกต้อง - ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง - ไม่มีร่อยรอยของการตรวจสอบคำตอบ

3.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบเพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมและนำมาปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ปรับแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC: Item Objective Congruency index) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อทดสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดไม่ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้

พิจารณาแบบทดสอบแต่ละข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป และปรับแก้ไขข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า .50 (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 159-160) ผลจากการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบทดสอบทั้ง 10 ข้อ มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 (รายละเอียดดังตารางภาคผนวก ค-6)

3.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จำนวน 32 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.8 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3.9 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้สูตรของ Whitney & Sabers (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544, หน้า 147-148) ซึ่งพิจารณาค่าความยากง่าย (P_E) ที่มีตั้งแต่ .20-.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป แล้วทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 5 ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า มีค่าค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ .51 - .65 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .29 - .48 (รายละเอียดดังตารางภาคผนวก ค-9)

3.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสที่คัดเลือกไว้จำนวน 5 ข้อมาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach ซึ่งพิจารณาค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .70 ขึ้นไป พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .81

3.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ฉบับสมบูรณ์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

แบบแผนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียว คือ เลือกกลุ่มตัวอย่างมาหนึ่งกลุ่มแล้วทำการทดสอบหลังการทดลอง และหาค่าเฉลี่ย จากนั้นนำคะแนนสอบมาทดสอบสมมติฐานเทียบกับคะแนนเฉลี่ยกับเกณฑ์ด้วยการทดสอบค่าสถิติ *t*-test for one-sample จึงใช้แบบแผนการดำเนินการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลองครั้งเดียว (One-group posttest-only design) (องอาจ นัยพัฒน์, 2551, หน้า 270) ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 แบบแผนการดำเนินการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลองครั้งเดียว (One- group posttest-only design)

กลุ่ม	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	X	O

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR

O แทน การสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง (Post-test)

เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนที่กำลังศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ในโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์จากผู้บริหารโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) และทำบันทึกข้อความชี้แจงถึงวัตถุประสงค์และแจ้งความประสงค์ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

2. ติดต่อขอความร่วมมือแก่ครูผู้สอนประจำวิชา เพื่อชี้แจงขอความร่วมมือจากนักเรียน

3. ชี้แจงนักเรียนกลุ่มตัวอย่างให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ทฤษฎีบท

พีทาโกรัส เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกันในรายละเอียดของงานวิจัย และการปฏิบัติตน ประโยชน์ที่จะได้รับ

4. ดำเนินการขอความยินยอมจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่จะเข้าร่วมโครงการวิจัย โดยให้อิสระแก่นักเรียนได้ตัดสินใจว่าจะเข้าร่วมหรือไม่ และเน้นย้ำให้นักเรียนเข้าใจว่าการตัดสินใจเข้าร่วมจะไม่ส่งผลกับผลการเรียนของนักเรียน

5. ดำเนินการสอนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เป็นระยะเวลา 10 คาบ (คาบละ 50 นาที)

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างหลังจากได้รับการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR

7. ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์เพื่อนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อตรวจสอบ

8. นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าทางสถิติเพื่อทำการทดสอบสมมติฐานและรายงานผลการวิจัยต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ *t*-test for one-sample

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ *t* -test for one-sample

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผลการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยจำแนกความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนออกเป็น 4 ด้าน ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำเสนอในรูปแบบความเรียง

ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐาน

1. ร้อยละ โดยคำนวณจากสูตร (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 260)

$$\text{ร้อยละ} = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ f แทน คะแนนที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน คะแนนเต็ม

2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2553, หน้า 36)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 308)

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 160)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อมูลกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความสอดคล้องตามการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย โดยใช้สูตรของ Johnson (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 162)

$$p = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ

R_h แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n_h แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

n_l แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

<u>หมายเหตุ</u> ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนกลุ่มที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มสูง-กุล่มต่ำโดยใช้เทคนิค 27%

3. ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย โดยสูตรของ Johnson (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 165)

$$r = \frac{R_h - R_l}{n}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อ

R_h แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

<u>หมายเหตุ</u> ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนกลุ่มที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มสูง-กุล่มต่ำโดยใช้เทคนิค 27%

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 160)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum pq}{S_i^{\,2}}\right)$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูก

q แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบผิด

$S_i^{\,2}$ แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

5. ค่าความยากง่าย (P_E) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยใช้สูตรของ Whitney & Sabers (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544, หน้า 147-148)

$$P_E = \frac{S_h + S_l - (2NX_{min})}{2N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ P_E แทน ค่าความยากง่าย

S_h แทน ผลรวมคะแนนของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนนักเรียนที่ทำได้คะแนนนั้น (f_x) ในกลุ่มสูง

S_l แทน ผลรวมคะแนนของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนนักเรียนที่ทำได้คะแนนนั้น (f_x) ในกลุ่มต่ำ

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนที่ทำได้สูงสุด

X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

N แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

<u>หมายเหตุ</u> ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนกลุ่มที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่ง-กุล่มอ่อนโดยใช้เทคนิค 27%

6. ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยใช้สูตรของ Whitney & Sabers (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544, หน้า 147-148)

$$D = \frac{S_u - S_l}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก

S_u แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_l แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

X_{max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

N แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

<u>หมายเหตุ</u> ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนกลุ่มที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่ง-กุล่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 27%

7. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของ Cronbach (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544, หน้า 128)

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\sum {S_i}^2}{{S_i}^2}\right)$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$\sum {S_i}^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

${S_i}^2$ แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ ใช้สถิติ *t*-test for one-sample เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2553, หน้า 134)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} \quad , df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน *t*-Distribution

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ70)

SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
μ_0	แทน	เกณฑ์ร้อยละ 70
t	แทน	การทดสอบที (*t*-test for one-sample)
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
$*$	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ในการวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้ผลดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$	SD	t	p
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	41	20	14	15.71	2.68	4.085*	.00

$^{*}p < .05$

จากตารางที่ 4-1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.71 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.68 เมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ในการวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 2 ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$	SD	t	p
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	41	40	28	34.49	3.83	10.851*	.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 34.49 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.23 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.83 เมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้

นอกจากนี้ เมื่อผู้วิจัยพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยจำแนกความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนออกเป็น 4 ด้านตามขั้นตอนของกลวิธี STAR โดยมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา

ในการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา โดยนักเรียนต้องวิเคราะห์ปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$	SD	t	p
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา	41	10	7	9.85	0.36	51.063*	.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.85 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36 เมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

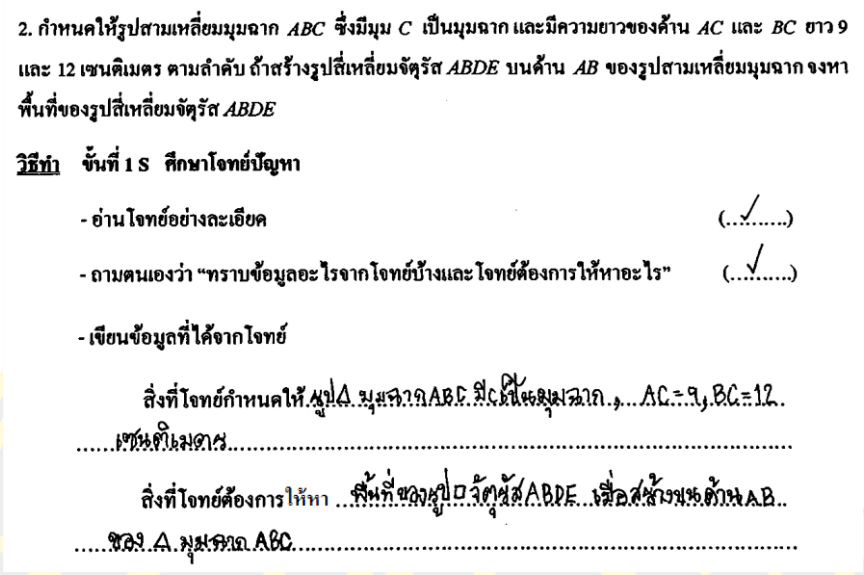
นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา โดยพิจารณาจากจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา โดยจำแนกตามระดับคะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน

ระดับคะแนน	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)					ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	
2 คะแนน	41 (100.00)	35 (85.37)	41 (100.00)	41 (100.00)	41 (100.00)	97.07
1 คะแนน	0 (0.00)	6 (14.63)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	2.93
0 คะแนน	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00
รวม	41 (100.00)	41 (100.00)	41 (100.00)	41 (100.00)	41 (100.00)	100.00

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านการศึกษาโจทย์ปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 97.07 รองลงมา คือ ระดับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 2.93 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหาของนักเรียน จำแนกในแต่ละกลุ่ม แสดงดังนี้

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 2 คะแนนในด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา เป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 97.07 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 4-1



2. กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมีมุม C เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน AC และ BC ยาว 9 และ 12 เซนติเมตร ตามลำดับ ถ้าสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ บนด้าน AB ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$

วิธีทำ ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (...✓...)
- ถามตนเองว่า "ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร" (...✓...)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

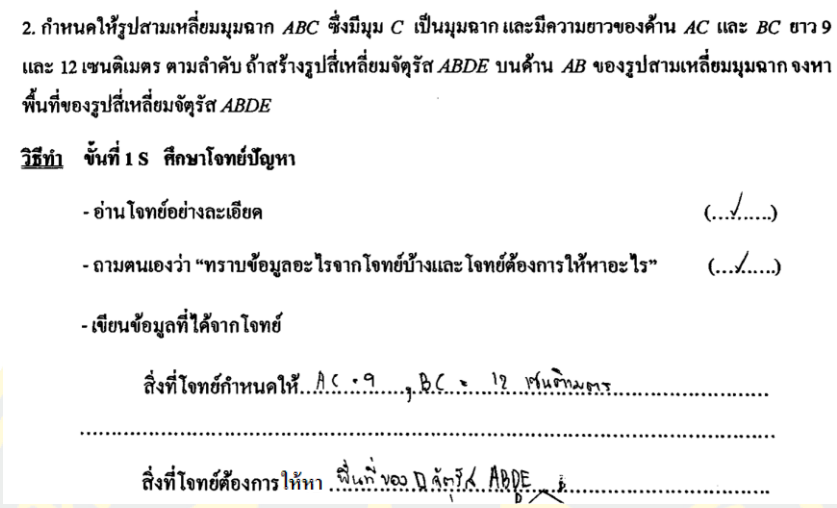
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ มีรูป Δ มุมฉาก ABC มีด้านประกอบมุมฉาก AC = 9, BC = 12 เซนติเมตร

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา พื้นที่ของรูปจัตุรัส ABDE เมื่อสร้างบนด้าน AB ของ Δ มุมฉาก ABC

ภาพที่ 4-1 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนนในด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา

จากภาพที่ 4-1 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้องครบถ้วน โดยนักเรียนเขียนตอบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ "รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC มี C เป็นมุมฉาก ด้าน $AC = 9$ และ $BC = 12$ เซนติเมตร" และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ "พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ เมื่อสร้างบนด้าน AB ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC" ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้องครบถ้วนตามโจทย์ปัญหาที่กำหนด

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 1 คะแนนในด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา เป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้องครบถ้วนอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา แต่ยังไม่ถูกต้องในบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 2.93 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 4-2



2. กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมีมุม C เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน AC และ BC ยาว 9 และ 12 เซนติเมตร ตามลำดับ ถ้าสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ บนด้าน AB ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$

วิธีทำ ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (.../.....)

- ถามตนเองว่า "ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร" (.../.....)

- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ AC = 9, BC = 12 เซนติเมตร

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABDE

ภาพที่ 4-2 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนนในด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา

จากภาพที่ 4-2 จะเห็นได้ว่า นักเรียนเขียนข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ได้เพียงบางส่วนไม่ครบถ้วน ยังขาดข้อมูลที่สำคัญจากโจทย์ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาให้สำเร็จ โดยนักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ "$AC = 9, BC = 12$ เซนติเมตร" และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ "พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ " ซึ่งจะเห็นว่า นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่ยังขาดข้อมูลที่สำคัญที่โจทย์กำหนดให้ นั่นคือ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ ที่เกิดจากการสร้างบนด้าน AB ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ดังนั้น หากจะให้ถูกต้อง นักเรียนควรตอบสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ "พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ เมื่อสร้างบนด้าน AB ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC "

ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

ในการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา โดยนักเรียนจะต้องแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ให้เห็นถึงการเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับสิ่งที่โจทย์กำหนด ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$	SD	t	p
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา	41	10	7	8.85	1.09	10.936*	.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-5 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.85 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.09 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

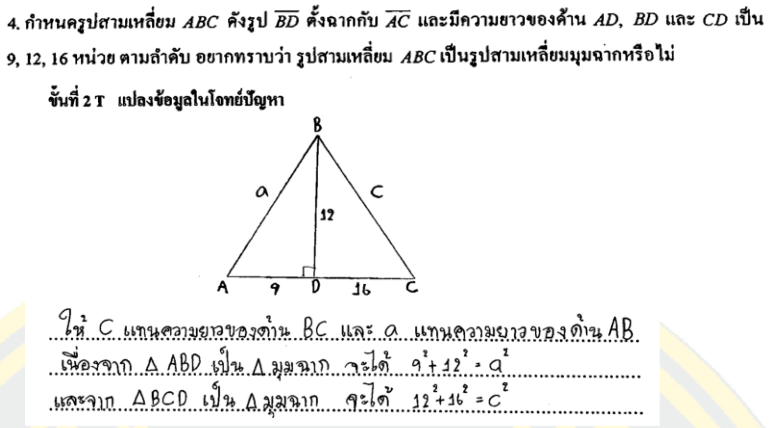
นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา โดยพิจารณาจากจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาโดยจำแนกตามระดับคะแนน

ระดับคะแนน	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)					ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	
2 คะแนน	41 (100.00)	25 (60.98)	41 (100.00)	18 (43.90)	41 (100.00)	80.98
1 คะแนน	0 (0.00)	13 (31.70)	0 (0.00)	18 (43.90)	0 (0.00)	15.12
0 คะแนน	0 (0.00)	3 (7.32)	0 (0.00)	5 (12.20)	0 (0.00)	3.90
รวม	41 (100)	41 (100)	41 (100)	41 (100)	41 (100)	100.00

จากตารางที่ 4-6 พบว่า ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.98 รองลงมา คือ ระดับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 15.12 และในระดับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 3.90 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาของนักเรียนจำแนกในแต่ละกลุ่ม แสดงดังนี้

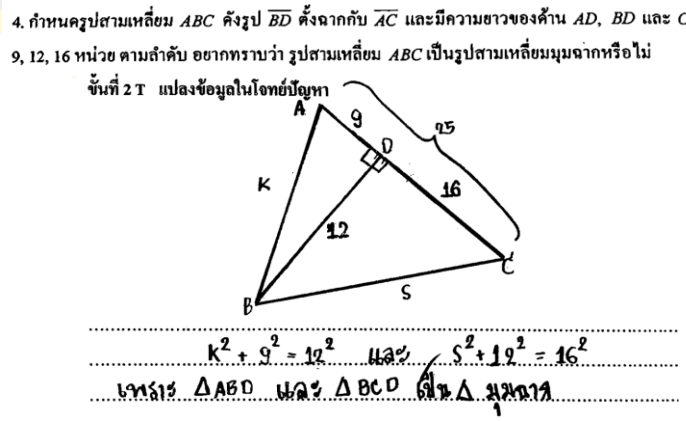
กลุ่มนักเรียนที่ได้ 2 คะแนนในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา เป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 80.98 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-3 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนนในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

จากภาพที่ 4-3 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถใช้รูปภาพในการแปลงข้อมูลในโจทย์ให้เห็นถึงการเชื่อมโยงข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้องครบถ้วน อีกทั้งยังสามารถกำหนดตัวแปรและเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ได้ โดยคำตอบที่นักเรียนตอบ คือ “ให้ c แทนความยาวของด้าน BC และ a แทนความยาวของด้าน AB เนื่องจากรูปสามเหลี่ยม ABD เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จะได้ $9^2+12^2=a^2$ และเนื่องจากรูปสามเหลี่ยม BCD เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จะได้ $12^2+16^2=c^2$ ” ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง

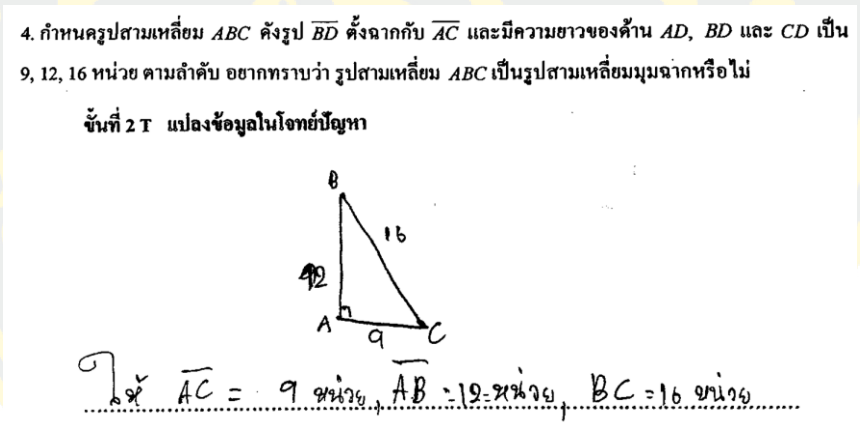
กลุ่มนักเรียนที่ได้ 1 คะแนนในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา เป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง คิดเป็นร้อยละ 15.12 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 4-4



ภาพที่ 4-4 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนนในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

จากภาพที่ 4-4 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถใช้รูปภาพในการแปลงข้อมูลในโจทย์ให้เห็นถึงการเชื่อมโยงข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้อง แต่นักเรียนไม่สามารถเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง โดยนักเรียนได้กำหนดตัวแปรไว้ในรูปภาพโดยให้ k แทนความยาวของด้าน AB และ s แทนความยาวของด้าน BC และสมการที่นักเรียนเขียนคือ $k^2 + 9^2 = 12^2$ และ $s^2 + 12^2 = 16^2$ เพราะรูปสามเหลี่ยม ABD, BCD เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งจะเห็นว่านักเรียนสามารถใช้รูปภาพแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้อง แต่ยังเขียนสมการไม่ถูกต้อง หากให้ถูกต้องนักเรียนจะต้องเขียนสมการเป็น $9^2 + 12^2 = k^2$ และ $12^2 + 16^2 = s^2$

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 0 คะแนนในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา เป็นกลุ่มนักเรียนที่ไม่สามารถแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ให้เห็นถึงการเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้อง หรือไม่มีร่องรอยของการแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ได้ คิดเป็นร้อยละ 3.90 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4-5 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนนในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

จากภาพที่ 4-5 จะเห็นได้ว่า นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับสิ่งที่โจทย์ต้องการเพื่อแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพได้ถูกต้อง โดยนักเรียนวาดรูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งไม่ถูกต้อง เนื่องจากสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ “รูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่” รวมถึงนักเรียนให้ความยาวของแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมนี้ไม่ถูกต้องตามข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ได้

ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ในการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบของโจทย์ปัญหา ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$	SD	t	p
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา	41	10	7	8.32	1.52	5.534*	.00

$^{*}p < .05$

จากตารางที่ 4-7 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.32 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.52 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยพิจารณาจากจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 4-8

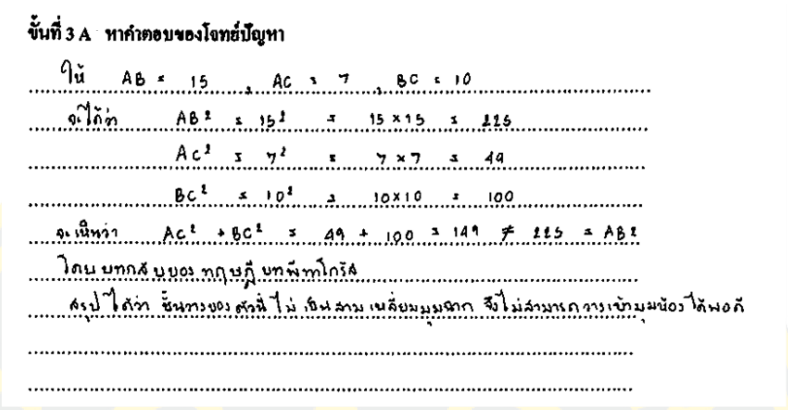
ตารางที่ 4-8 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยจำแนกตามระดับคะแนน

ระดับคะแนน	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)					ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	
2 คะแนน	38	24	38	27	26	74.63
	(92.68)	(58.54)	(92.68)	(65.85)	(63.41)	
1 คะแนน	3	13	3	7	9	17.07
	(7.32)	(31.70)	(7.32)	(17.07)	(21.95)	
0 คะแนน	0	4	0	7	6	8.30
	(0.00)	(9.76)	(0.00)	(17.07)	(14.63)	
รวม	41	41	41	41	41	100.00
	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	

จากตารางที่ 4-8 พบว่า ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.63 รองลงมา คือ ระดับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 17.07 และในระดับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 8.30 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาของนักเรียนจำแนกในแต่ละกลุ่ม แสดงดังนี้

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 2 คะแนนในด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา เป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จจนนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 74.63 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 4-6

5. สลิลต้องการทำชั้นวางของสำหรับวางเข้ามุมห้องซึ่งเป็นมุมฉาก แต่คุณแม่บอกว่ามีชั้นวางของรูปสามเหลี่ยมอยู่อันหนึ่ง โดยชั้นวางของนี้มีความยาวแต่ละด้านเป็น 7, 10 และ 15 นิ้ว อยากทราบว่า สลิลสามารถนำชั้นวางของวางเข้ามุมห้องได้พอดีหรือไม่

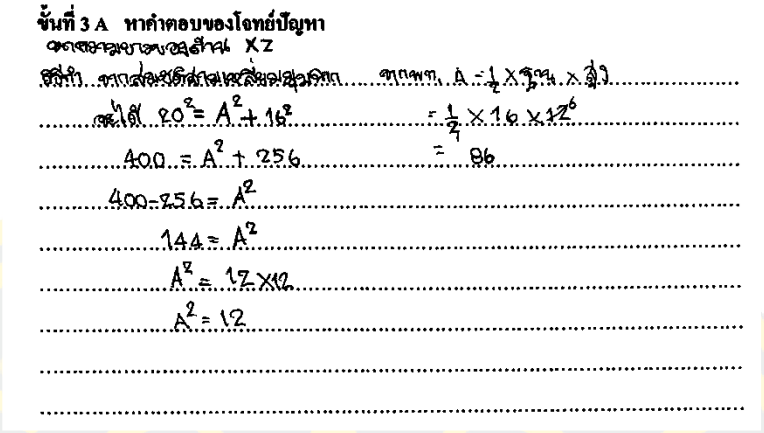


ภาพที่ 4-6 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนนในด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

จากภาพที่ 4-6 จะเห็นได้ว่า นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จจนนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน คือ ชั้นวางของนี้ไม่เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก จึงไม่สามารถวางเข้ามุมได้พอดี

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 1 คะแนนในด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา เป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนเนื่องจากมีข้อผิดพลาดในการคำนวณหรือมีการคำนวณถูกต้อง แต่ดำเนินการไม่สำเร็จ หรือสามารถดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 17.07 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 4-7

1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ ซึ่งมีมุม Z เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน XY และ YZ ยาว 20 และ 16 หน่วย ตามลำดับ จงหาพื้นที่ของสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ

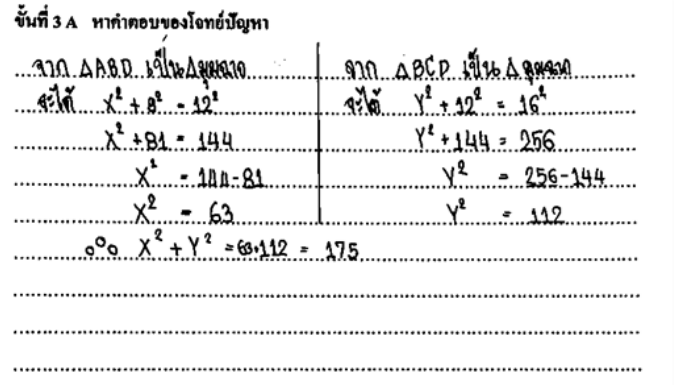


ภาพที่ 4-7 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนนในด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

จากภาพที่ 4-7 จะเห็นได้ว่า นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาในการหาความยาวของด้าน XZ เพื่อนำไปใช้ในการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ ได้ถูกต้อง แต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง เนื่องจากเกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณหาพื้นที่ โดยนักเรียนคำนวณผิดเป็น $\frac{1}{2} \times 16 \times 12 = 86$ ซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง คือ $\frac{1}{2} \times 16 \times 12 = 96$ ตารางหน่วย

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 0 คะแนนในด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา เป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องทำให้ได้คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีร่องรอยของการดำเนินการแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 8.30 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 4-8

4. กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC ดังรูป $\overline{BD}$ ตั้งฉากกับ $\overline{AC}$ และมีความยาวของด้าน AD, BD และ CD เป็น 9, 12, 16 หน่วย ตามลำดับ อยากทราบว่า รูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่



ภาพที่ 4-8 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนนในด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

จากภาพที่ 4-8 จะเห็นได้ว่า นักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและไม่สามารถหาคำตอบได้ เนื่องจากสมการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง โดยสมการที่นักเรียนเขียนคือ $X^2 + 9^2 = 12^2$ และ $X^2 + 12^2 = 16^2$ หากให้ถูกต้อง นักเรียนจะต้องเขียนสมการเป็น $X^2 = 9^2 + 12^2$ และ $Y^2 = 12^2 + 16^2$ อีกทั้งนักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ

ด้านการทบทวนคำตอบ

ในการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการทบทวนคำตอบ โดยนักเรียนจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้ ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการทบทวนคำตอบของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$	SD	t	p
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการทบทวนคำตอบ	41	10	7	7.46	1.58	1.875*	.034

$^{*}p < .05$

จากตารางที่ 4-9 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการทบทวนคำตอบของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.46 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.58 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการทบทวนคำตอบของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการทบทวนคำตอบ โดยพิจารณาจากจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ จำแนกตามระดับคะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 4-10

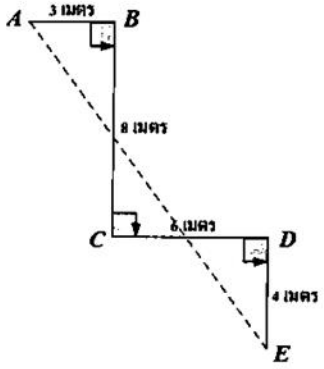
ตารางที่ 4-10 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ โดยจำแนกตามระดับคะแนน

ระดับคะแนน	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)					ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	
2 คะแนน	33	22	35	19	22	63.90
	(80.49)	(53.66)	(85.36)	(46.34)	(53.66)	
1 คะแนน	7	8	5	12	12	21.46
	(17.07)	(19.51)	(12.20)	(29.27)	(29.27)	
0 คะแนน	1	11	1	10	7	14.64
	(2.44)	(26.83)	(2.44)	(24.39)	(17.07)	
รวม	41	41	41	41	41	100.00
	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	

จากตารางที่ 4-10 พบว่า ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านการทบทวนคำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 63.90 รองลงมา คือ ระดับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 21.46 และในระดับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 14.64 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการทบทวนคำตอบของนักเรียนจำแนกในแต่ละกลุ่ม แสดงดังนี้

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 2 คะแนนในด้านการทบทวนคำตอบ เป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถตรวจสอบได้ว่าคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นถูกต้อง สมเหตุสมผล และสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คิดเป็นร้อยละ 63.90 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 4-9

3. แผนผังการเดินทางจาก A ไปทางทิศตะวันออกถึงจุด B เป็นระยะทาง 3 เมตร จาก B ไปทางทิศใต้ถึงจุด C เป็นระยะทาง 8 เมตร จาก C ไปทางทิศตะวันออกถึงจุด D เป็นระยะทาง 6 เมตร และจาก D ไปทางทิศใต้ถึงจุด E เป็นระยะทาง 4 เมตร จงหาระยะทางจาก A ถึง E ในแนวตรง



ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

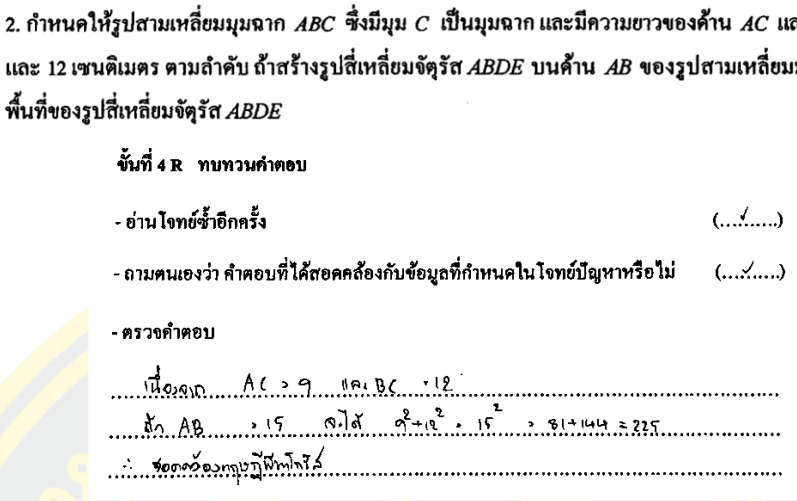
- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (...✓...)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (...✓...)
- ตรวจคำตอบ

เพราะว่า AB = 9 , BE = 12
จะได้ $12^2 + 9^2 = 144 + 81 = 225$
ถ้า AE = 15
จะได้ $15^2 = 15 \times 15 = 225$
$12^2 + 9^2 = 15^2$ สอดคล้องกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส
ดังนั้น ระยะทางจาก จุด A ถึง E ในแนวตรง = 15 เมตร

ภาพที่ 4-9 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนนในด้านการทบทวนคำตอบ

จากภาพที่ 4-9 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถแสดงการตรวจคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นถูกต้อง และสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้อย่างครบถ้วน

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 1 คะแนนในด้านการทบทวนคำตอบ เป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถตรวจสอบได้ว่าคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นถูกต้อง สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แต่ไม่สำเร็จ คิดเป็นร้อยละ 21.46 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 4-10


2. กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมีมุม C เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน AC และ BC ยาว 9 และ 12 เซนติเมตร ตามลำดับ ถ้าสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ บนด้าน AB ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (...✓...)

- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (...✓...)

- ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก AC = 9 และ BC = 12

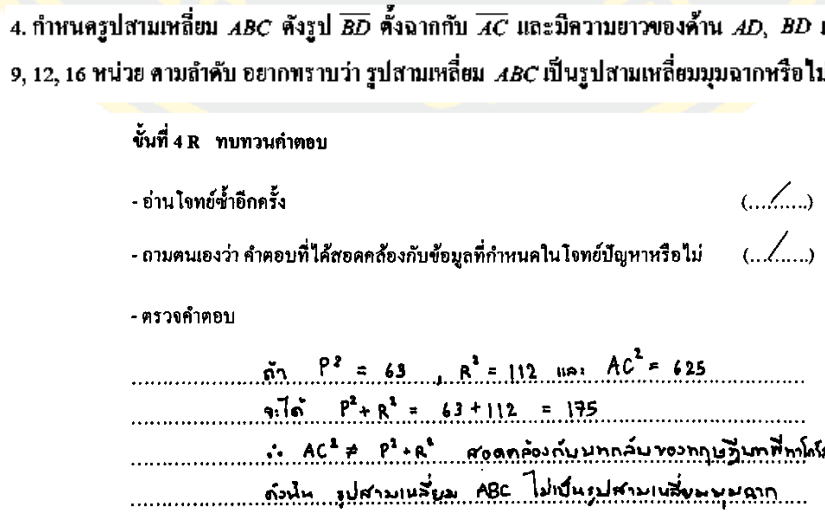
ดัง AB = 15 จะได้ $9^2+12^2 = 15^2$ = 81+144 = 225

∴ สอดคล้องกฎบัญญัติพีทาโกรัส

ภาพที่ 4-10 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนนในด้านการทบทวนคำตอบ

จากภาพที่ 4-10 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถแสดงได้ว่าคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นถูกต้อง สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แต่ไม่สำเร็จ หากให้สำเร็จ นักเรียนต้องเขียนเพิ่มเติมว่า “ดังนั้น พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ เท่ากับ $15^2 = 15 \times 15 = 225$ ตารางเซนติเมตร”

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 0 คะแนนในด้านการทบทวนคำตอบ เป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่คำตอบไม่ถูกต้อง หรือตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง รวมถึงไม่มีร่อยรอยของการตรวจสอบคำตอบ คิดเป็นร้อยละ 14.64 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 4-11


4. กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC ตั้งรูป $\overline{BD}$ ตั้งฉากกับ $\overline{AC}$ และมีความยาวของด้าน AD, BD และ CD เป็น 9, 12, 16 หน่วย ตามลำดับ อยากพราบว่า รูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (.../.....)

- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (.../.....)

- ตรวจคำตอบ

ถ้า $P^2 = 63$, $R^2 = 112$ และ $AC^2 = 625$

จะได้ $P^2+R^2 = 63+112 = 175$

∴ $AC^2 \neq P^2+R^2$ สอดคล้องกับบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ดังนั้น รูปสามเหลี่ยม ABC ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ภาพที่ 4-11 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนนในด้านการทบทวนคำตอบ

จากภาพที่ 4-11 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถตรวจคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ซึ่งคำตอบที่ถูกคือ รูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

มหาวิทยาลัยบูรพา BURAPHA UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มด้วยวิธีการจับสลาก (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 แผน ซึ่งค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.91 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .38 - .63 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .38 - .75 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .81 และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ .51 - .65 ค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .29 - .48 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .81 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test for one-sample)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และด้านการทบทวน

คำตอบของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกด้าน

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยขอนำเสนอการอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.71 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.55 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยการเสนอสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา จากนั้นนักเรียนจะลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้นผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของอัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 22-23) ที่กล่าวว่า ครูควรจัดกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและขยายไปสู่ความหมายใหม่หรือความรู้เชิงนามธรรมได้ โดยให้นักเรียนทำกิจกรรม คิดสังเกต วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยการใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของนักเรียน และกรมวิชาการ (2545, หน้า 203-204) ที่ระบุว่า ครูอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นการนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนสร้างและตรวจสอบความรู้ใหม่กับเพื่อนร่วมชั้นและครูแล้ว นักเรียนจะนำความรู้ ความเข้าใจไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์หรือคำถามใหม่ตามกลวิธี STAR ซึ่งนักเรียนจะต้องอ่านโจทย์ปัญหาอย่างรอบคอบก่อนที่จะลงมือ

แก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนหลักจะประกอบด้วยขั้นตอนย่อยเพื่อช่วยให้นักเรียนตรวจสอบตนเองให้แก้ปัญหาครบทุกขั้นตอนเพื่อประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา อีกทั้งกลวิธี STAR ยังเปิดโอกาสในการเลือกใช้วัตถุจริง การวาดรูป หรือการเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาได้ง่ายขึ้น เมื่อนักเรียนได้คำตอบมาแล้ว นักเรียนจะต้องตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ หากนักเรียนได้รับการฝึกกระบวนการแก้ปัญหาเช่นนี้อย่างสม่ำเสมอ นักเรียนจะเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์หรือคำถามอื่น ๆ ได้ ดังคำกล่าวของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 112-114) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการของการแก้ปัญหา ได้ประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหา ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นด้วย ดังคำกล่าวของพวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530, หน้า 29) ที่กล่าวว่า บุคคลที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีคือ บุคคลที่สามารถประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนหรือกระบวนการ และประสบการณ์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ยังมีผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยของ Ilyas et al. (2013) ที่ศึกษาผลการสอนเรื่อง พีชคณิต ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนเกรด 7 ในโรงเรียนมัธยมของรัฐบาลในเขต Jamshoro ประเทศปากีสถาน เป็นการวิจัยกึ่งทดลองโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง จากนั้นดำเนินการสอนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองมีการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พีชคณิต หลังเรียนสูงก่อนเรียน อีกทั้งสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และงานวิจัยของธราทิตย์ เกตุหอม (2559) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมถึงงานวิจัยของอรยา เกมกาแมน (2559) ที่ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ผสานกลวิธี STAR โดยเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 34.49 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 86.23 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำเสนอสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา และลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้นผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ จากนั้นนักเรียนนำความรู้ความเข้าใจใหม่ที่ตนได้สร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบโดยเพื่อนร่วมชั้นและครูไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์หรือคำถามใหม่โดยใช้กลวิธี STAR ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีกระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบและมีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม เนื่องจากกลวิธี STAR เป็นกลวิธีที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้การจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นของการแก้ปัญหา เพื่อช่วยให้นักเรียนระลึกลำดับขั้นตอนได้จากคำศัพท์ที่รู้จัก คุ้นเคย จนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้สำเร็จ อีกทั้งยังเปิดโอกาสในการเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ได้แก่ สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อกึ่งรูปธรรมและสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรียนรู้อย่างมีความหมายมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ National Council of Teachers of Mathematics (2000, p. 67) ที่ระบุว่า การใช้ตัวแทน เป็นองค์ประกอบสำคัญในการสนับสนุนความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสามารถพัฒนาความเข้าใจและการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ปัญหาหรือความคิดที่เป็นนามธรรมผ่านการสร้างแบบจำลอง อีกทั้งเมื่อพิจารณาขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นขั้นทบทวนความรู้เดิมหรือกระตุ้นนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใหม่ โดยครูจะสร้างความขัดแย้งทางปัญญาให้กับนักเรียนผ่านการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนสังเกต

ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 3 คน โดยคละความสามารถทางการเรียน (เก่ง ปานกลาง และอ่อน) เพื่อทำใบกิจกรรม ซึ่งจะทำให้นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนความคิดของตนกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญา แล้วลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้หรือข้อสรุปใหม่ จากนั้นครูสุ่มนักเรียน 3-5 กลุ่ม ออกมานำเสนอความรู้ที่กลุ่มของตนได้จากการทำใบกิจกรรมเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ใหม่ร่วมกันกับครูและเพื่อนร่วมชั้น ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนจะนำความรู้ ความเข้าใจไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์หรือคำถามใหม่ในใบกิจกรรม โดยมีครูคอยช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงวิธีคิดประกอบการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR และขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้ เป็นขั้นที่ครูประเมินนักเรียนว่ามีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเปลี่ยนไปอย่างไร ผ่านการสนทนาและการใช้แบบฝึกหัดเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดหรือเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียนและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR จะเห็นได้ว่าในขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้และขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้ เป็นขั้นที่มีการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างเป็นระบบและมีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหาของนักเรียนให้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนจะต้องอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดเพื่อทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหา จากนั้นนักเรียนถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์และโจทย์ต้องการอะไร” แล้วทำเครื่องหมายเพื่อเช็คตามลำดับขั้น แล้วเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ซึ่งจะเห็นว่าขั้นนี้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้านการศึกษาโจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนจะต้องอ่านและวิเคราะห์โจทย์ปัญหาจากใบกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดว่าโจทย์กำหนดอะไรและโจทย์ต้องการอะไร แล้วลงมือเขียนลงใบกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดด้วยข้อความที่นักเรียนได้ผ่านการวิเคราะห์ ตีความ และแปลข้อมูลจากโจทย์ให้เป็นข้อความที่กระชับ หรือคัดลอกข้อความจากโจทย์ปัญหาลงมาเขียน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนฝึกอ่านโจทย์ปัญหาให้ละเอียดเพื่อทำความเข้าใจและกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ ตีความ และแปลความข้อมูลในโจทย์ โดยไม่มุ่งไปที่การแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหาเลยทีเดียว สอดคล้องกับคำกล่าวของปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 72-78) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหานั้นมีการอ่านเป็นปัจจัยที่สำคัญในการทำความเข้าใจปัญหา ควรต้องใช้เวลา

เพื่อการฝึกอ่านและทำความเข้าใจข้อความในโจทย์ปัญหาเพื่อหาสาระสำคัญของโจทย์ปัญหา ความเป็นไปได้ของคำตอบที่ต้องการ ความพอเพียง หรือความเกินพอของข้อมูลที่กำหนดให้ และจากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้องครบถ้วน แต่ก็มีนักเรียนที่เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้องครบถ้วนอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา แต่ยังไม่ถูกต้องในบางส่วน

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาของนักเรียนให้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในขั้นนี้นักเรียนมีการเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้ สื่อที่เป็นรูปธรรม เป็นการใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง สื่อกึ่งรูปธรรม เป็นการวาดรูปภาพ และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม เป็นการเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้มาจากการทำใบกิจกรรมกลุ่มในการจัดการเรียนรู้ขั้นแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างความรู้ใหม่มาช่วยในการแปลงข้อมูลจากโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนักเรียนจะนำสมการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบต่อไป ซึ่งจะเห็นว่าขั้นนี้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้านแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากการที่นักเรียนใช้สื่อหรือสัญลักษณ์มาช่วยในการแปลงข้อมูลจากโจทย์ปัญหาจะทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาได้มากขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 72-78) ที่กล่าวว่า การเขียนภาพ เขียนแผนภาพ หรือสร้างแบบจำลองที่กำหนดในตัวปัญหา การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา จะช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนขึ้น และช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ จากการสังเกตในห้องเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาได้มากขึ้นจากการวาดรูป และนักเรียนได้ลดความขัดแย้งทางปัญญาผ่านการลงมือทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อสร้างความรู้ใหม่มาแล้วจึงส่งผลให้นักเรียนสามารถเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ ได้ถูกต้อง และจากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพและสมการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน แต่ก็มีนักเรียนบางส่วนที่สามารถแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถวาดรูปภาพแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงข้อมูลของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้อง แต่ยังเขียนสมการถูกต้องหรือนักเรียนสามารถใช้รูปภาพแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงข้อมูลได้ถูกต้อง แต่ยังเขียนสมการไม่ถูกต้อง และมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลหรือเงื่อนไขกับ

สิ่งที่โจทย์ต้องการเพื่อแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่รูปภาพได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านหาคำตอบของโจทย์ปัญหาของนักเรียนให้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนจะต้องดำเนินการแก้ปัญหาโดยนำสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาจากขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา มาใช้เพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องของโจทย์ปัญหา ซึ่งจะเห็นว่าขั้นนี้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้านหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนจะต้องนำความรู้พื้นฐานเรื่องการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมหรือรูปสามเหลี่ยมมาใช้ในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และการฝึกแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอจะทำให้นักเรียนมีความละเอียดและความรอบคอบในการแก้ปัญหามากขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, หน้า 112-114) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเองจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการของการแก้ปัญหา ได้ประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหา จากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จจนนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องและครบถ้วน แต่ก็มีนักเรียนบางส่วนที่ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง เนื่องจากเกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณหรือดำเนินการแก้ปัญหาไม่ครบถ้วน และนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและไม่สามารถหาคำตอบได้ เนื่องจากสมการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทบทวนคำตอบของนักเรียนให้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนจะต้องอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง แล้วถามตนเองว่า “คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่” จากนั้นนักเรียนลงมือตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้ ซึ่งจะเห็นว่าขั้นนี้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้านทบทวนคำตอบได้ เนื่องจากเป็นขั้นที่นักเรียนต้องมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนการแก้ปัญหาตั้งแต่ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา จนถึงขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการกับคำตอบ ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้มา และความสอดคล้องของคำตอบกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหา ครูจะต้องเน้นย้ำนักเรียนให้เห็นถึงความสำคัญของการทบทวน

คำตอบ เมื่อนักเรียนได้คำตอบของปัญหาจากขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหาแล้ว นักเรียนจะต้องกลับไปพิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาและสอดคล้องกับข้อมูลที่โจทย์กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ หากคำตอบที่ได้ไม่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปพิจารณาแต่ละขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามกลวิธี STAR นั้นอีกครั้ง เพื่อหาข้อผิดพลาด ซึ่งการฝึกให้นักเรียนตรวจคำตอบอย่างสม่ำเสมอจะทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจคำตอบ สอดคล้องกับคำกล่าวของปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 88) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการทบทวนคำตอบนั้นควรกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้ให้เคยชินเป็นนิสัย ฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ รวมถึงฝึกตีความหมายของคำตอบ และจากการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตรวจสอบได้ว่าคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นถูกต้อง สมเหตุสมผล และสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แต่ก็มีนักเรียนบางส่วนที่สามารถตรวจสอบได้ว่าคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นถูกต้อง สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แต่ไม่สำเร็จ และนักเรียนบางส่วนที่สามารถตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่คำตอบไม่ถูกต้องเนื่องจากเกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณ หรือตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง รวมถึงไม่มีร่อยรอยของการตรวจสอบคำตอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR สามารถส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังจะเห็นได้จากผลการวิจัยของกมลฉัตร กล่อมอิ่ม (2556) ที่ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการวิจัยของกรรณิการ์ หาญพิทักษ์ (2559) ที่ได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ผลการวิจัยของ Maccini & Hughes (2000, pp.10-21) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้กลวิธี STAR และการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมสำหรับการแก้ปัญหาพีชคณิตขั้นต้นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

ที่มีต่อความสามารถของการแสดงความหมายและการหาคำตอบของการแก้ปัญหาการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้จำนวน 6 คน จากนักเรียนจำนวน 170 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจำนวนเต็มของนักเรียนสูงขึ้นในแต่ละลำดับการสอนนักเรียนใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้ 1) ศึกษาทำความเข้าใจโจทย์ 2) แปลงข้อมูลจากโจทย์ภาษาไปสู่สมการ 3) ระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง 4) วาดรูปภาพแสดงความหมายของโจทย์ปัญหาได้ 5) เขียนสมการได้อย่างถูกต้อง และ 6) ตอบคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ นอกจากนั้นนักเรียนยังแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ใกล้เคียงกับของเดิมอีกด้วย และหลังจากทดลองแล้ว 10 สัปดาห์ได้ทำการวัดความคงทนในการเรียน พบว่านักเรียนยังสามารถแสดงความหมายของโจทย์และหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของณัฐฐิณี โทนุสิทธิ์ (2556) ที่ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพระอินทร์ศึกษา (กล่อมสกุลอุทิศ) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โดยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เป็นการจัดการเรียนรู้ที่อาศัยความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์เดิมและการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ ดังนั้นครูจึงควรตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนมีความรู้เพียงพอต่อการนำไปสร้างความรู้ใหม่ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อนักเรียน และครูควรให้เวลาที่เหมาะสมกับนักเรียนในการทำใบกิจกรรมเพื่อให้สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมในสร้างความรู้ใหม่ อีกทั้งในการจัดการเรียนรู้ครูควรจัดบรรยากาศหรือสภาพแวดล้อม วางแผนการจัดการเรียนรู้ช่วยเหลือ กระตุ้น และตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ใหม่ที่นักเรียนสร้างขึ้นให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2. การแก้ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธี STAR นั้น ครูควรอธิบายขั้นตอนของกลวิธี STAR กับนักเรียนอย่างชัดเจนก่อนให้นักเรียนลงมือทำ และควรยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจและคุ้นเคยกับกลวิธี STAR ในการฝึกการแก้ปัญหาตามขั้นตอนกลวิธี STAR ด้วยการทำใบกิจกรรมในห้องเรียนนั้นค่อนข้างใช้เวลาพอสมควร เนื่องจากเวลาในคาบเรียนมีอย่างจำกัด ดังนั้นครูต้องมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างดี

3. ในขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบของกลวิธี STAR ครูควรเน้นย้ำนักเรียนให้เห็นถึงความสำคัญของการทบทวนคำตอบ เมื่อนักเรียนได้คำตอบของปัญหาจากขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหาแล้ว ครูควรฝึกให้นักเรียนกลับไปพิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาและสอดคล้องกับข้อมูลที่โจทย์กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ หากคำตอบที่ได้ไม่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ นั่นหมายความว่านักเรียนจะต้องย้อนกลับไปพิจารณาวิธีการแก้ปัญหานั้นอีกครั้ง เนื่องจากในการหาคำตอบอาจไม่ถูกต้องหรือเกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณ

4. ครูควรประเมิน ตรวจสอบความรู้ใหม่ที่นักเรียนสร้างขึ้นเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง และประเมินนักเรียนว่ามีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเปลี่ยนไปอย่างไรจากการตรวจใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดในแต่ละครั้งเพื่อประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR แล้วให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน ทำให้นักเรียนทราบถึงจุดบกพร่องของตนเองแล้วนำไปพัฒนาต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดหรือการเขียน เนื่องจากเป็นความสามารถอย่างหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และมีประสิทธิภาพ เป็นต้น

2. ควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ หรือเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น อัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นเนื้อหาหนึ่งในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิตของวิชาคณิตศาสตร์ในการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด โดยคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.39 (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2562, ออนไลน์) เป็นต้น

บรรณานุกรม

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

กรมวิชาการ. (2544). *การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กรรณิการ์ หาญพิทักษ์. (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์,มหาวิทยาลัยบูรพา.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กันต์กนิษฐ์ พลพิพัฒน์. (2560).*การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้กลวิธี STAR*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). *รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โครงการ PISA 2012*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

จิดาภา ลูกเงาะ. (2560). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์,มหาวิทยาลัยบูรพา.

ฉวีวรรณ แก้วไทรฮะ และ สุพจน์ ไชยสังข์ (2557). *การวิเคราะห์การสอบพิซ่าและโอเน็ตของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติเพื่อการปฏิรูปการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ปีงบประมาณ 2557*. กรุงเทพฯ : สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).

ชนาธิป พรกุล. (2557). *การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: แกเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2543). *เอกสารประกอบคำสอนรายวิชาหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชานนท์ จันทรา. (2555). *การประเมินในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ : จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: อาร์ แอนด์ เอ็น ปริ้นท์.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2553). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. กรุงเทพฯ: ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์โปรเกรสซิฟ.

ณัฐฐิณี โทนุสิทธิ์. (2556).*การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพระอินทร์ศึกษา (กล่อมสกุลอุทิศ) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา*, ;วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิศนา แขมมณี. (2562). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธราทิตย์ เกตุหอม. (2559).*ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยสำหรับครู* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2556). *ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: เอสพริ้น ติ้ง ไทย แฟคตอรี่.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2556). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใน *สารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์: ประมวลสาระชุดวิชา 22750 หน่วยที่ 6-10*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พรสวรรค์ สีป้อ. (2550). *สุดยอดวิธีสอนภาษาอังกฤษ นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและประเมินผลการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เมธิญา เฟื่องศรี และบุษยา หวังกุนกลาง. (2563, 9 กันยายน), คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์). สัมภาษณ์.

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2553). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์). (2563). *หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์)*. ชลบุรี: ม.ป.ท.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2553). *รูปแบบและยุทธวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 5). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2554). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. เอกสารการสอน.

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สาหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอนและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: จรัสสนิทวงศ์การพิมพ์.

ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O -NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2562*. เข้าถึงได้จากhttp://www.niets.or.th

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ส เจริญการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). *คณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560 ก). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น*

พื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560 ข). *รายงานผลวิจัยโครงการ TIMSS 2015*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *ผลการประเมิน PISA 2018 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. เข้าถึงได้จาก https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2018-summary-result/

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ประสานการพิมพ์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). *ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านหลักทฤษฎีและแนวปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: โครงการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้*. กรุงเทพ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุเทพ อ่วมเจริญ. (2557, กันยายน-ธันวาคม). SU Model: การประยุกต์การจัดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal ฉบับมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ*. 7(3): 945-961

สุมาลี ชัยเจริญ. (2548). *ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์*. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2559). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ มูลคำ. (2550). *ยุทธวิธีการสอนคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

องอาจ นัยพัฒน์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สามลดา.

อรษา เกมกาแมน. (2559). *ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ผสานกลวิธี STAR*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนา

หลักสูตร, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

อัมพร ม้าคนอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบว นการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาจรีย์ ถนอมดำรงศักดิ์. (2555). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Baroody, A.J. (1993). *Problem solving reasoning and communicating, K–8; Helping children think mathematically*. New York: Merrill.

Bitter, G., Hatfield, M., & Edwards, H. (1993). *Mathematics method the elementary and middle school*. a comprehensive approach. Boston: Allyn and Bacon.

Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1996). *The case for constructivist classrooms*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Massachusetts: Harvard University Press.

Fosnot, C. T. (1996). *Constructivism: Theory perspective and practice*. New York: Teacher College Press.

Gagne, R. M. (1970). *The condition of learning* (2nd ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.

Gagnon, J. C., & Krezmien, M. (2011). *Effective instructional strategies for Correctional education programs*. Retrieved from http://www.edj.org/conf/cdEDJU%20Conference%20(D)/Efecttive% 20Instruction. Ppt

Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill

Ilyas, B. M., Rawat, K. J., Bhatti, M. T., & Malik, N. (2013). *Effect of teaching of algebra through social constructivist approach on 7th graders' learning outcomes in Sindh (Pakistan)*. Online Submission, 6(1), 151-164.

Kennedy, L. M., & Tipps, S. (1994). *Guiding children's learning of mathematics*. California:Wadsworth.

Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). R*easoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*. Boston: Allyn and Bacon.

Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge

Maccini, P.,& Hughes, C.A. (2000). Effect of a problem solving strategy on the introduce algebra performance of integers by secondary students with LD. *Learning disabilities: research & practice*, *15*(1): 10-21.

Maccini, P. & Ruhl. K. L. (2000). "Effects of a graduated instructional sequence on the algebraic subtraction of integers by secondary students with learning disabilities". *Education and Treatment of Children, 23* (4): 465-489.

Maccini, P., & Gagnon, J. (2006). *Mathematics strategy instruction (SI) for middle school students with learning disabilities*. Retrieved from: http://www.k8accesScenter.org/training resources/massini.asp

Muthukrishna, A. (1993). Training mathematical reasoning: Direct explanation versus constructivist learning, *Dissertation Abstracts International*, 53, 3834-A.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston. Va: NCTM

Polya, G. (1957). *How to solve it*. New York: Doubleday-Anchor.

Rey, R. E., Suydam, M. N., & Linquist, M. M. (1992). *Helping children learn mathematics* (3rd ed.). Boston: Allyn and Bacon.

Troutman, A. P., & Lichtenberg, B. K. (1998). *Mathematics, a good beginning: strategies for teaching children* (3rd ed.). Boston: Brooks/Cole.

Wade, E. (1995). A student of the effects of a constructivist-based mathematical problem-solving instructional program on the attitude, self-confidence, and achievement of post-fifth grade students. *Dissertation Abstract International*, *55*(11), 3411-A.

Wilson, J.W. (1971). Evaluation of learning in secondary school mathematics. *In Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGaw Hill.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- สำเนาบันทึกข้อความในการขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บวร คูหิรัญ	อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
2. อาจารย์ ดร.พรรณทิพา ตันตินัย	อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. อาจารย์ศศิธร จันทวี	ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จังหวัดชลบุรี
4. อาจารย์กัลยา โอสถผสม	ครูชำนาญการพิเศษ รองหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จังหวัดชลบุรี
5. อาจารย์เมธิญา เฟื่องศรี	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จังหวัดชลบุรี

ที่ อว ๘๑๓๗/๒๓๔

มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เค้าโครงวิทยานิพนธ์
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วย นางสาวภัทรพร คล้ายสมบูรณ์ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๙๑๐๐๑๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ (The Effects of Learning Management by Using Constructivist Theory with the STAR Strategy Steps on Mathematics Learning Achievement and Mathematical Problem Solving Ability of Mathayomsuksa 2 Students)” โดยมี ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บวร คูหิรัญ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ ซึ่งเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

สำเนาเรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บวร คูหิรัญ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗
อีเมล์ grd.buu@go.buu.ac.th

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗
ที่ อว ๘๑๓๗/๑๐๙๐ **วันที่** ๑ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๔
เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.พรรณทิพา ตันตินัย คณะศึกษาศาสตร์

ด้วย นางสาวภัทรพร คล้ายสมบูรณ์ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๙๑๐๐๑๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ (The Effects of Learning Management by Using Constructivist Theory with the STAR Strategy Steps on Mathematics Learning Achievement and Mathematical Problem Solving Ability of Mathayomsuksa 2 Students)" โดยมี ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว ๘๑๓๗/ ๒๓๖๖

มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จังหวัดชลบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เค้าโครงวิทยานิพนธ์
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วย นางสาวภัทรพร คล้ายสมบูรณ์ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๙๑๐๐๑๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ (The Effects of Learning Management by Using Constructivist Theory with the STAR Strategy Steps on Mathematics Learning Achievement and Mathematical Problem Solving Ability of Mathayomsuksa 2 Students)" โดยมี ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน ดังนี้

๑. คุณศศิธร จันทวี ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
๒. คุณกัลยา โอสถผสม ครูชำนาญการพิเศษ รองหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
๓. คุณเมธิญา เฟื่องศรี ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ซึ่งเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

สำเนาเรียน ๑. **คุณศศิธร จันทวี**
๒. **คุณกัลยา โอสถผสม**
๓. **คุณเมธิญา เฟื่องศรี**

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗
อีเมล์ grd.buu@go.buu.ac.th

ที่ อว ๘๑๓๗/๑๙๗๓

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๔ พฤศจิกายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จังหวัดชลบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพา
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนางสาวภัทรพร คล้ายสมบูรณ์ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๙๑๐๐๑๘ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒" โดยมี ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอหน่วยงานของท่านในการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตดังรายนามข้างต้นดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒/๒ จำนวน ๔๒ คน ในระหว่างวันที่ ๗ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ - ๑๗ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๕ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตดังรายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๖-๘๔๒-๒๖๘๔ หรือที่ E-mail: 62910018@go.buu.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๑, ๗๐๕, ๗๐๗
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
- แนวทางการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชา ค 22102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เวลา 2 คาบ

เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ผู้สอน นางสาวภัทรพร คล้ายสมบูรณ์

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ค 2.2 ม.2/5เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

3. สาระสำคัญ

สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้

ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)

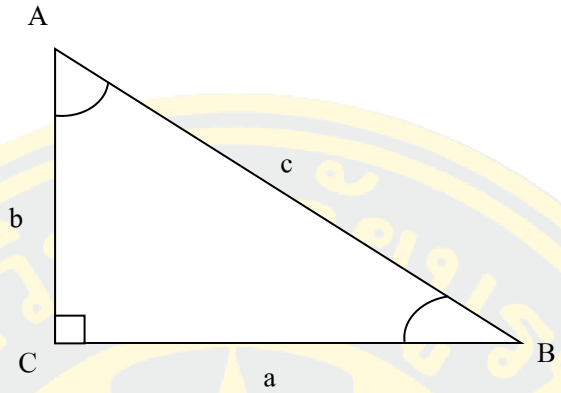
นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ ในการแก้ปัญหาได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

นักเรียนเกิดความมุ่งมั่นในการทำงาน

5. สาระการเรียนรู้

กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมีมุม C เป็นมุมฉาก



จะเห็นว่า c แทน ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก

a และ b แทน ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

จะได้ว่า $c^2 = a^2 + b^2$

ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากข้างต้นเป็นไปตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กล่าวว่า สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับ ผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

ซึ่งเราสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากดังกล่าวเมื่อต้องการหาความยาวของด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และทราบความยาวของด้านอีกสองด้านที่เหลือ

6. กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ

1. ครูทบทวนความรู้เรื่อง เลขยกกำลัง โดยครูถาม - ตอบกับนักเรียน ดังนี้

- เลขยกกำลังคืออะไร (เลขยกกำลัง คือ การคูณจำนวนนั้น ๆ ตามจำนวนของเลขชี้กำลัง ซึ่งจำนวนนั้น ๆ จะคูณตัวของมันเอง เมื่อเขียนอยู่ในรูป a^n ซึ่งประกอบด้วยสองจำนวน ได้แก่ ฐาน คือ a ซึ่งเป็นจำนวนจริงใด ๆ และเลขชี้กำลัง คือ n ซึ่งเป็นจำนวนเต็มบวก)

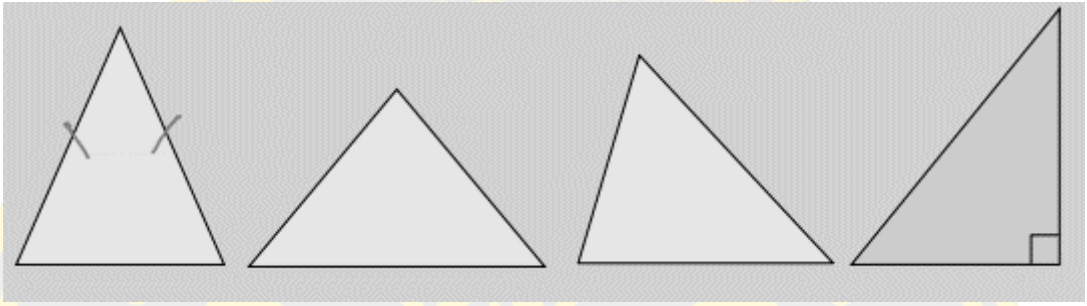
$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \ldots \times a}_{\text{a คูณกัน n ตัว}}$$

- a^2 มีความหมายว่าอย่างไร ($a^2 = a \times a$ ซึ่งหมายถึง มี a คูณกัน 2 ตัว)

- ครูยกตัวอย่างร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับเลขยกกำลังสอง เช่น

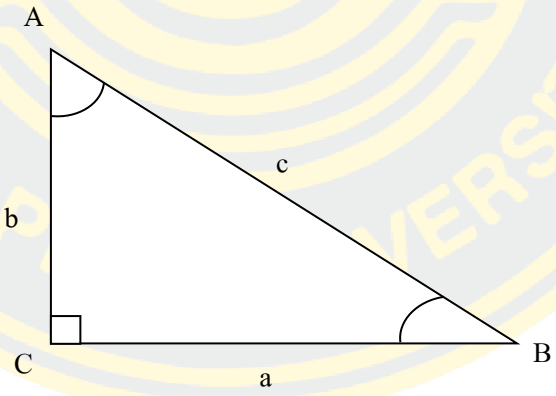
$(1^2 = 1 \times 1 = 1, 10^2 = 10 \times 10 = 10, 13^2 = 13 \times 13 = 169, 25^2 = 25 \times 25 = 625$ และ $31^2 = 31 \times 31 = 961)$

2. ครูทบทวนความรู้เรื่อง รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้ครูนำเสนอสื่อ PowerPoint เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยมีรูปสามเหลี่ยมชนิดต่าง ๆ แล้วถามนักเรียนว่ารูปสามเหลี่ยมดังรูป เรียกว่ารูปสามเหลี่ยมอะไร เพราะอะไร เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ



3. ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าชีวิตประจำวันของเราเกี่ยวข้องกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากอย่างไรบ้าง” ให้นักเรียนแต่ละคนตอบตามความคิดเห็นของตน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันหารูปสามเหลี่ยมมุมฉากในชีวิตประจำวันจากสื่อ PowerPoint เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

4. นักเรียนพิจารณารูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมีมุม C เป็นมุมฉาก ดังนี้



จากนั้นครูถามคำถามกับนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนทราบข้อมูลอะไรบ้างของรูปสามเหลี่ยมดังกล่าว (รูปสามเหลี่ยมนี้มีชื่อว่า รูปสามเหลี่ยม ABC ซึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยมีมุม C เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน BC, AC และ AB เป็น a, b และ c หน่วย)

- เราเรียกด้าน AB ว่าอะไร (ด้านตรงข้ามมุมฉาก เนื่องจากด้าน AB เป็นด้านที่อยู่ตรงข้ามมุมฉาก)

- เราเรียกด้าน BC และ AC ว่าอะไร (ด้านประกอบมุมฉาก เนื่องจากด้าน BC และ AC เป็นแขนของมุมฉาก)

5. ครูให้นักเรียนพิจารณาว่า ถ้ากำหนดความยาวของส่วนของเส้นตรงเป็น 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12 และ 13 เซนติเมตร นักเรียนสามารถใช้ความยาวที่กำหนดให้สร้างเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีขนาดแตกต่างกันได้หรือไม่ และจะสร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้มากที่สุดได้กี่รูป

ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างความรู้ใหม่

2.1 แลกเปลี่ยนความคิด

6. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 3 คน โดยคละความสามารถทางการเรียน แต่ละกลุ่มประกอบไปด้วย เก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน

7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยครูคอยสังเกตและแนะนำเมื่อนักเรียนมีคำถามหรือข้อสงสัย

2.2 สร้างความรู้ใหม่

8. ครูกระตุ้นนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยถามคำถาม ดังนี้

- รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมีมุม C เป็นมุมฉาก เราเรียกด้าน BC, AC และ AB ว่าด้านอะไร และแต่ละด้านมีความยาวเท่าไร (รูปสามเหลี่ยมดังกล่าว มีด้าน BC และ AC เป็นด้านประกอบมุมฉากซึ่งความยาวของด้านเป็น a และ b หน่วย ตามลำดับ และ AB เป็นด้านตรงข้ามมุมฉากซึ่งความยาวของด้านเป็น c หน่วย)

- จากรูปสามเหลี่ยมแต่ละข้อ a, b และ c แทนความยาวของด้านอะไรบ้าง (a และ b แทนความยาวของด้านประกอบมุมฉาก และ c แทนความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก)

- จากการทำกิจกรรมนักเรียนจะเห็นว่า ข้อที่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากจะมีความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเป็นอย่างไร ($c^2 = a^2 + b^2$)

- เราสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ว่าอะไร (สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก)

- เราสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากนี้ได้อย่างไร (เมื่อเราต้องการหาความยาวของด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และทราบความยาวของด้านอีกสองด้านที่เหลือ)

- ถ้ากำหนดความยาวของส่วนของเส้นตรงเป็น 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12 และ 13 เซนติเมตร นักเรียนสามารถใช้ความยาวที่กำหนดให้สร้างเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีขนาดแตกต่างกันได้หรือไม่ (ได้)

- และจะสามารถสร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้มากที่สุดได้กี่รูป (3 รูป ได้แก่ รูปที่ 1 เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีความยาวของแต่ละด้านเป็น 3, 4 และ 5 เซนติเมตร รูปที่ 2 เป็นรูป

สามเหลี่ยมมุมฉากที่มีความยาวของแต่ละด้านเป็น 6, 8 และ 10 เซนติเมตรและรูปที่ 3 เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีความยาวของแต่ละด้านเป็น 5, 12 และ 13 เซนติเมตร)

คาบที่ 2

2.3 ตรวจสอบความเข้าใจ

9. ครูสุ่มนักเรียนออกมา 3-5 กลุ่ม เพื่อนำเสนอความรู้ที่ได้จากการทำใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุป หากยังไม่ถูกต้อง ให้แก้ไขให้เกิดความถูกต้องสมบูรณ์

ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้

10. นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่ได้มาทำใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยดำเนินการตามกลวิธี STAR ดังนี้

1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก GIF ซึ่งมีมุม G เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน GI และ GF ยาว 12 และ 9 หน่วย ตามลำดับ จงหาความยาวของด้าน IF

ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา

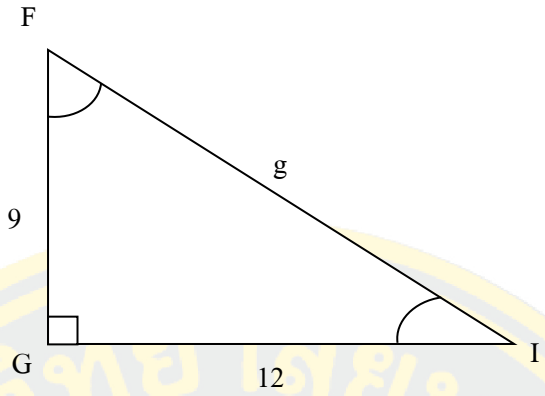
- นักเรียนอ่านโจทย์ให้ละเอียด แล้วถามตนเองว่าทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร เพื่อทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ จากนั้นเขียนข้อมูลดังกล่าว โดยใช้คำถาม ดังนี้

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร ($GI = 12$ หน่วย และ $GF = 9$ หน่วย)

- สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคืออะไร (ความยาวของด้าน IF)

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

- ครูให้นักเรียนแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนวาดรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ



- จากนั้นครูให้นักเรียนกำหนดตัวแปรสิ่งที่โจทย์ต้องการ (ให้ g เป็นความยาวของด้าน IF)

- ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ว่าอย่างไร” (จากสมบัติรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จะได้ $g^2 = 9^2 + 12^2$)

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

- นักเรียนแสดงวิธีทำ โดยมีแนวทางการตอบ ดังนี้

<u>วิธีทำ</u> จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จะได้ $g^2 = 9^2 + 12^2$

$g^2 = 81 + 144$

$g^2 = 225$

$g^2 = (\pm 15)^2$

แต่ g เป็นความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม

ดังนั้น $g = 15$

เพราะฉะนั้น ความยาวของด้าน IF เท่ากับ 15 หน่วย

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- ครูให้นักเรียนทบทวนคำตอบโดยอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง แล้วถามตนเองว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่

- จากนั้นครูให้นักเรียนลงมือตรวจคำตอบ โดยมีแนวทางการตอบ ดังนี้

เนื่องจาก $GI = 12$ หน่วย และ $GF = 9$ หน่วย

จะได้ $9^2 + 12^2 = 81 + 144 = 225$

ถ้า $IF = 15$ หน่วย

จะได้ $15^2 = 225$

นั่นคือ $9^2 + 12^2 = 15^2$ ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติสามเหลี่ยมมุมฉาก

2. กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก NAT ซึ่งมีมุม A เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน NA และ NT ยาว 12 และ 20 หน่วย ตามลำดับ จงหาความยาวของด้าน AT

ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา

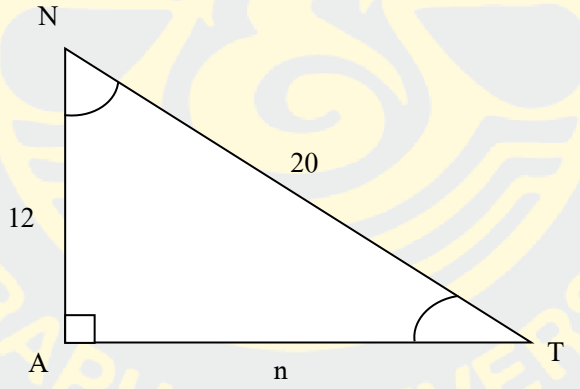
- นักเรียนอ่านโจทย์ให้ละเอียด แล้วถามตนเองว่าทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร เพื่อทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ จากนั้นเขียนข้อมูลดังกล่าว โดยใช้คำถาม ดังนี้

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร ($NA = 12$ หน่วย และ $NT = 20$ หน่วย)

- สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคืออะไร (ความยาวของด้าน AT)

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

- ครูให้นักเรียนแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนวาดรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ



- จากนั้นครูให้นักเรียนกำหนดตัวแปรสิ่งที่โจทย์ต้องการ (ให้ n เป็นความยาวของด้าน AT)

- ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ว่าอย่างไร” (จากสมบัติรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จะได้ $20^2 = 12^2 + n^2$)

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

- นักเรียนแสดงวิธีทำ โดยมีแนวทางการตอบ ดังนี้

<u>วิธีทำ</u> จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จะได้ $20^2 = 12^2 + n^2$

$400 = 144 + n^2$

$n^2 = 400 - 144$

$n^2 = 256$

$$n^2 = (\pm 16)^2$$

แต่ n เป็นความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม

ดังนั้น $n = 16$

เพราะฉะนั้น ความยาวของด้าน AT เท่ากับ 16 หน่วย

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- ครูให้นักเรียนทบทวนคำตอบโดยอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง แล้วถามตนเองว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่

- จากนั้นครูให้นักเรียนลงมือตรวจคำตอบ โดยมีแนวทางการตอบ ดังนี้

เนื่องจาก $NA = 12$ หน่วย และ $NT = 20$ หน่วย

และถ้า $AT = 16$ หน่วย

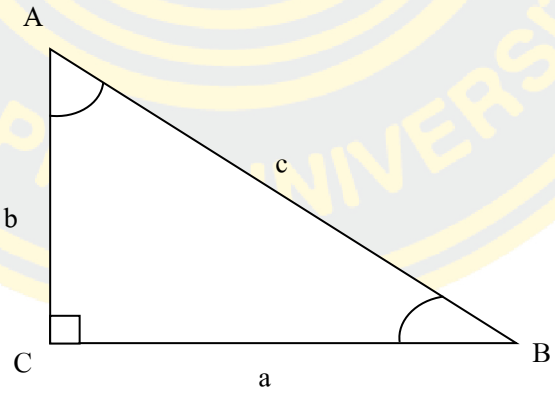
จะได้ $12^2 + 16^2 = 144 + 256 = 400 = 20 \times 20 = 20^2$

นั่นคือ $12^2 + 16^2 = 20^2$ ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติสามเหลี่ยมมุมฉาก

ดังนั้น ความยาวของด้าน AT เท่ากับ 16 หน่วย

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้

12. นักเรียนกับครูร่วมกันสนทนา เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยครูกำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมีมุม C เป็นมุมฉาก



จะเห็นว่า c แทน ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก

a และ b แทน ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

จะได้ว่า $c^2 = a^2 + b^2$

ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากข้างต้นเป็นไปตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กล่าวว่า สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบ

มุมฉาก ซึ่งเราสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากดังกล่าว เมื่อต้องการหาความยาวของด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และทราบความยาวของด้านอีกสองด้านที่เหลือ

13. นักเรียนได้รับแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เป็นการบ้านเพื่อให้นักเรียนประเมินความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR

7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
2. ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
3. แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
4. สื่อ PowerPoint เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่วัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
ด้านความรู้ (K)			
นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้	การตรวจแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P)			
นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	การตรวจแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์(A)			
นักเรียนเกิดความมุ่งมั่นในการทำงาน	การสังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีขึ้นไป

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

นักเรียนให้ความร่วมมือและความสนใจในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส รวมถึงมีส่วนร่วมในการตอบคำถามที่ครูถามและในการนำเสนอความรู้ใหม่ที่ได้จากการทำใบกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม มีการซักถามทันทีเมื่อเกิดข้อสงสัย นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำความเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาตามกลวิธี STAR เพื่อที่นักเรียนจะสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

ปัญหาและอุปสรรค

ในการทำใบกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนบางส่วนใช้โพรแทรกเตอร์วัดขนาดมุมของรูปสามเหลี่ยมไม่เป็น และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่คุ้นชินกับกระบวนการแก้ปัญหาตามกลวิธี STAR ทำให้ครูต้องใช้ระยะเวลาอธิบายแต่ละขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามกลวิธี STAR ค่อนข้างมาก นักเรียนบางคนละเลยความสำคัญของขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ เนื่องจากไม่สามารถคิดย้อนกลับจากคำตอบที่ได้ไปยังข้อมูลที่โจทย์กำหนดในโจทย์ปัญหาได้

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

ครูสังเกต ช่วยเหลือ และกระตุ้นนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มและควรเผื่อเวลาในการอธิบายแต่ละขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามกลวิธี STAR เพื่อไม่ให้ใช้เวลามากเกินไป เนื่องจากเวลาในแต่ละคาบเรียนมีจำกัด และเน้นย้ำนักเรียนให้เห็นถึงความสำคัญของขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ เมื่อนักเรียนได้คำตอบของปัญหาจากขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหาแล้ว ครูให้นักเรียนกลับไปพิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาและสอดคล้องกับข้อมูลที่โจทย์กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ หากคำตอบที่ได้ไม่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้นั่นหมายความว่านักเรียนจะต้องย้อนกลับไปพิจารณาวิธีการแก้ปัญหานั้นอีกครั้ง เนื่องจากในการหาคำตอบอาจจะไม่ถูกต้องหรือเกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณ

ลงชื่อ ภัทรพร คล้ายสมบูรณ์

(นางสาวภัทรพร คล้ายสมบูรณ์)

ครูผู้สอน

ใบกิจกรรมที่ 1.1

เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

สมาชิกในกลุ่ม กลุ่มที่ .....

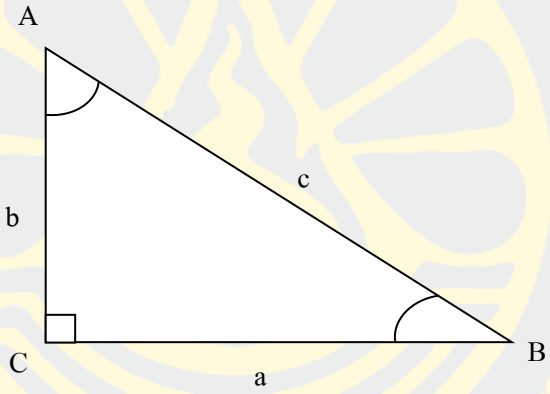
ชื่อ – สกุล ..... เลขที่ ..... ชั้น ม. 2/ ...

ชื่อ – สกุล ..... เลขที่ ..... ชั้น ม. 2/ ...

ชื่อ – สกุล ..... เลขที่ ..... ชั้น ม. 2/ ...

---

1. กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมีมุม C เป็นมุมฉาก



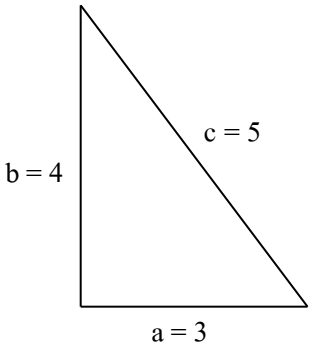
จะได้ว่า ด้าน AB เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

ด้าน BC เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

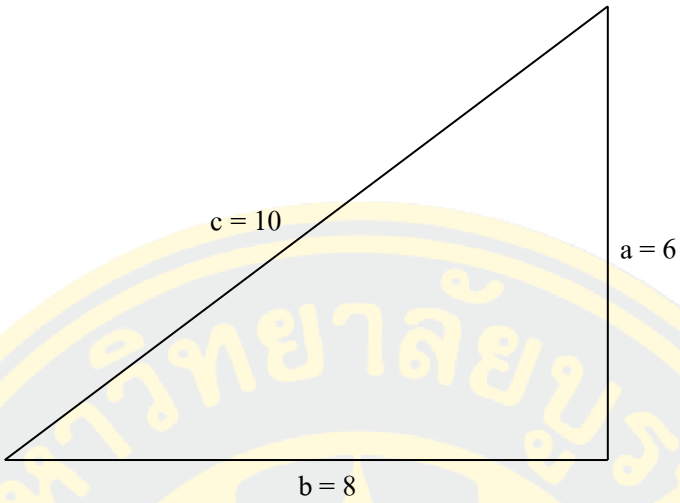
ด้าน CA เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

2. รูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ให้นักเรียนเติมค่าลงในตารางให้สมบูรณ์ (หน่วยเป็นเซนติเมตร) พร้อมทั้งระบุว่ารูปสามเหลี่ยมดังกล่าวนั้นเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่ โดยใช้โพรแทกเตอร์วัดขนาดของมุมของรูปสามเหลี่ยม

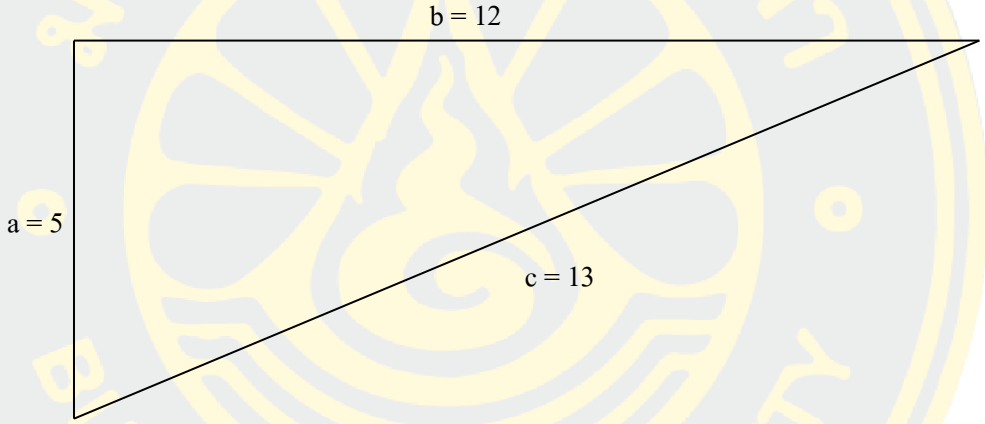
2.1



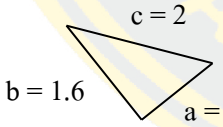
2.2



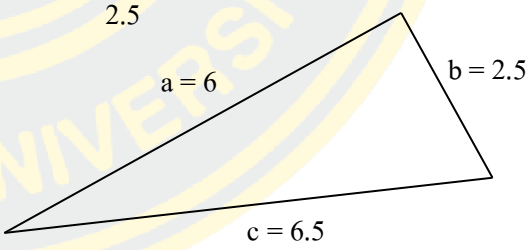
2.3



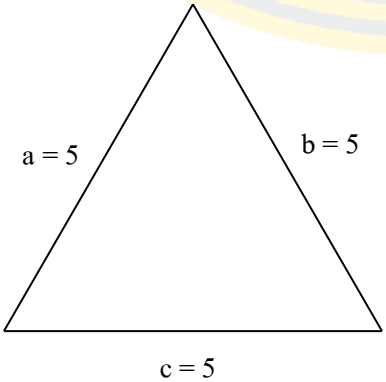
2.4



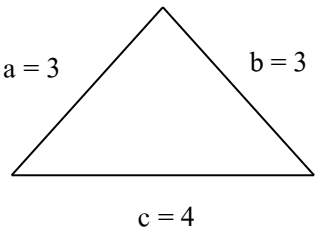
2.5



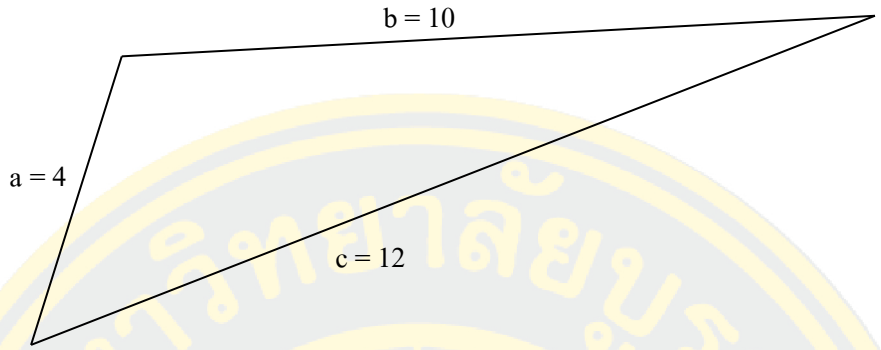
2.6



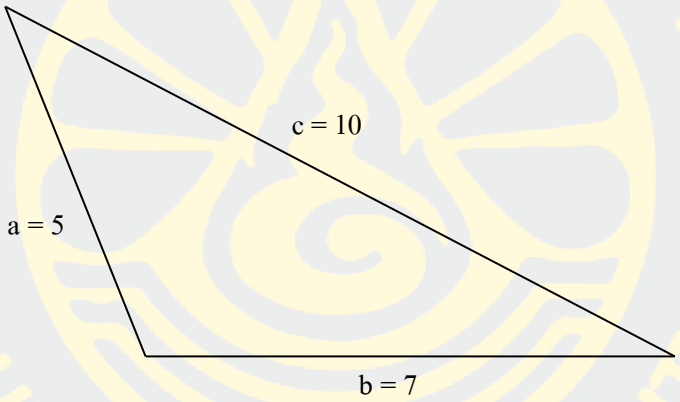
2.7



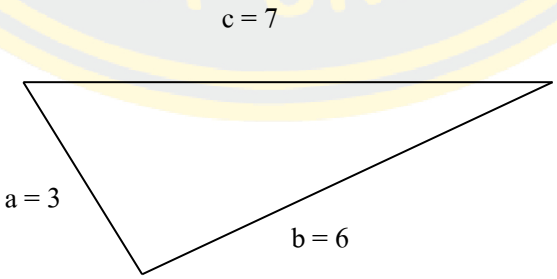
2.8



2.9



2.10



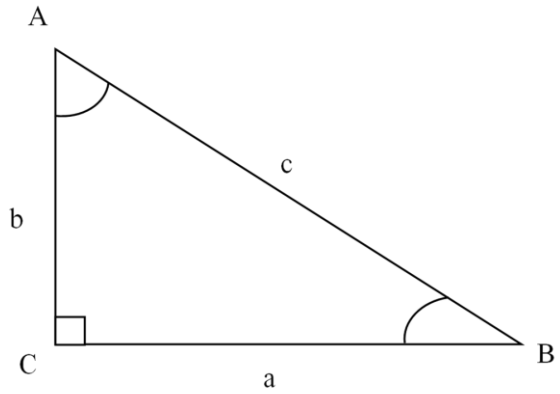
ข้อที่	a (ซม.)	b (ซม.)	c (ซม.)	c^2	a^2+b^2	$c^2 = a^2+b^2$ หรือไม่		เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่	
						เท่า	ไม่เท่า	เป็น	ไม่เป็น
1	3	4	5	$5^2 = 25$	$3^2 + 4^2$ $= 9 + 16$ $= 25$	✓		✓	
2									
3									
4									
5									
6									
7									

ข้อที่	a (ซม.)	b (ซม.)	c (ซม.)	c^2	a^2+b^2	$c^2 = a^2+b^2$ หรือไม่		เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่	
						เท่า	ไม่เท่า	เป็น	ไม่เป็น
8									
9									
10									

จากตาราง ได้ว่า ข้อ ..... เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และข้อ ..... ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งจะเห็นว่ารูปสามเหลี่ยมที่มี ..... เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุม

กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมีมุม C เป็นมุมฉาก



จะเห็นว่า ..... แทน ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก

..... แทน ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

จะได้ว่า .....

ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากข้างต้นเป็นไปตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กล่าวว่า

.....

.....

เราสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากดังกล่าวเมื่อ .....

.....

.....

3. ถ้ากำหนดความยาวของส่วนของเส้นตรงเป็น 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12 และ 13 เซนติเมตร นักเรียนสามารถใช้ความยาวที่กำหนดสร้างเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีขนาดแตกต่างกันได้หรือไม่ และจะสร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้มากที่สุดได้กี่รูป

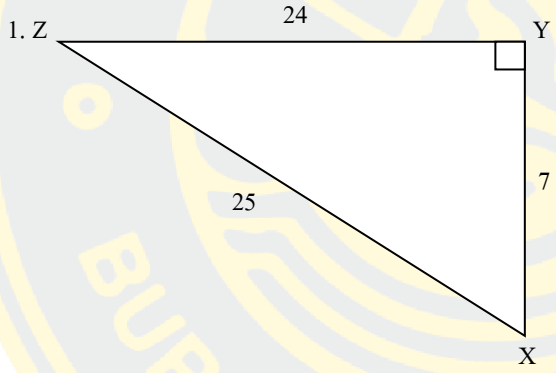
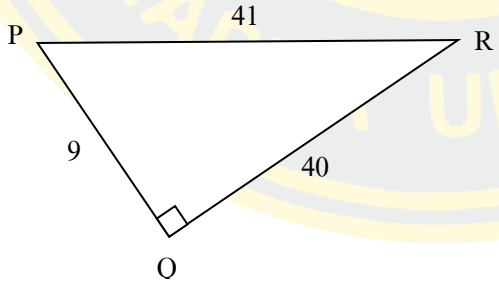
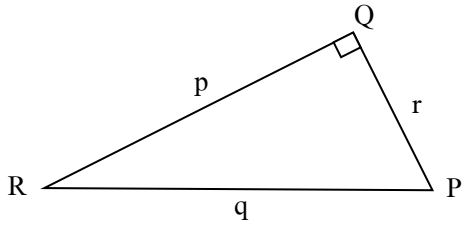
<u>ตอบ</u> .....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากต่อไปนี้

รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	**ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก**
1. 	
2. 	
3. 	

ใบกิจกรรมที่ 1.2
เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ชื่อ – สกุล ..... เลขที่ ..... ชั้น ม. 2/ ...

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำตามกลวิธี STAR ดังต่อไปนี้ โดยให้นักเรียนกาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่าง เมื่อปฏิบัติงานเสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอนแล้ว

1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก *GIF* ซึ่งมีมุม *G* เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน *GI* และ *GF* ยาว 12 และ 9 หน่วย ตามลำดับ จงหาความยาวของด้าน *IF*

<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (…….)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร (…….)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้……
……..

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา …….
……..

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

……
. ……
……

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (…….)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (…….)
- ตรวจคำตอบ

……

……

……

……

……

……

……

2. กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก NAT ซึ่งมีมุม A เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน NA และ NT ยาว 12 และ 20 หน่วย ตามลำดับ จงหาความยาวของด้าน AT

<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (…….)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร (…….)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้……
……..

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา …….
……..

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

……
……
……

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

……
……
……
……
……
……
……

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (…….)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (…….)
- ตรวจคำตอบ

……

……

……

……

……

……

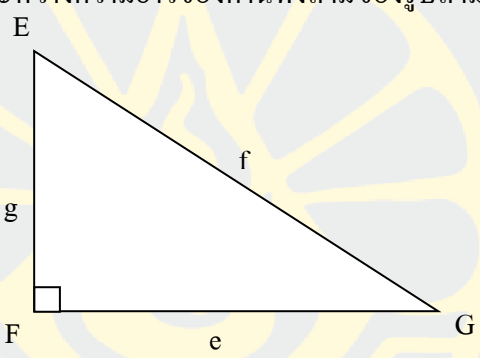
……

แบบฝึกหัดที่ 1
เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ชื่อ – สกุล ..... เลขที่ ..... ชั้น ม. 2/ ...

1. จงบอกชื่อด้านและความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

1.1



จะได้ว่า ด้าน EG เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

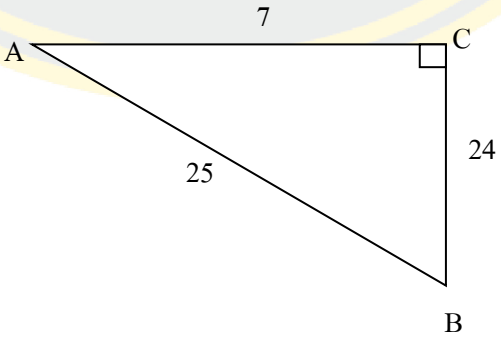
ด้าน EF เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

ด้าน FG เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ได้ว่า

.....

1.2



จะได้ว่า ด้าน AB เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

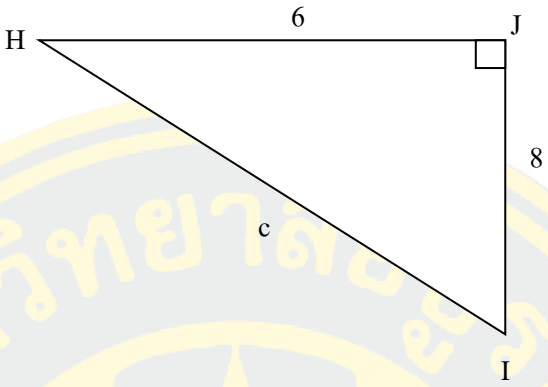
ด้าน BC เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

ด้าน AC เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ได้ว่า

.....

1.3



จะได้ว่า ด้าน HI เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

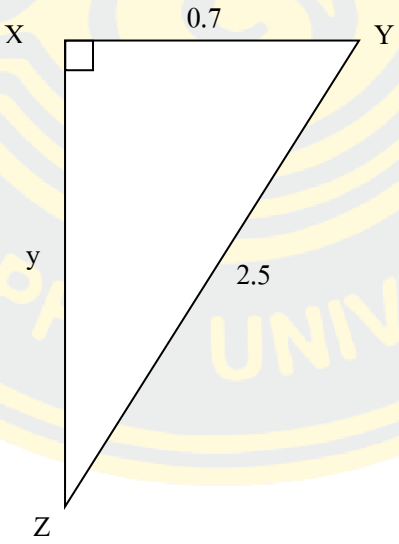
ด้าน HJ เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

ด้าน IJ เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ได้ว่า

.....

1.4



จะได้ว่า ด้าน YZ เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

ด้าน XY เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

ด้าน XZ เป็น ..... ยาว ..... หน่วย

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ได้ว่า

.....

2. จงแสดงวิธีทำตามกลวิธี STAR ดังต่อไปนี้ โดยให้นักเรียนกาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่าง เมื่อปฏิบัติงานเสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอนแล้ว

2.1 กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก KLM ซึ่งมีมุม L เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน KL และ LM ยาว 24 และ 32 หน่วย ตามลำดับ จงหาความยาวของด้าน MK

<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (…….)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร (…….)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้……

……..

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา …….

……..

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

……

……

……

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (…….)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (…….)
- ตรวจคำตอบ

……

……

……

……

……

……

……

2.2 กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก *RST* ซึ่งมีมุม *T* เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน *RT* และ *RS* ยาว 36 และ 39 หน่วย ตามลำดับ จงหาความยาวของด้าน *ST*

<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (…….)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร (…….)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้……

……..

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ……

……..

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (.....)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (.....)
- ตรวจคำตอบ

.....

.....

.....

.....

……

……

……

2.3 รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ ซึ่งมีมุม Z เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน XY และ YZ ยาว 15 และ 12 หน่วย ตามลำดับ จงหาความยาวรอบรูปของสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ

<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (…….)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร”(…….)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้……

……..

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา …….

……..

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

……

……

……

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

……

……

……

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (.....)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (.....)
- ตรวจคำตอบ

.....

.....

.....

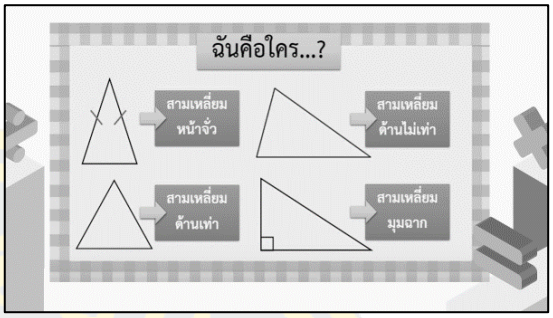
.....

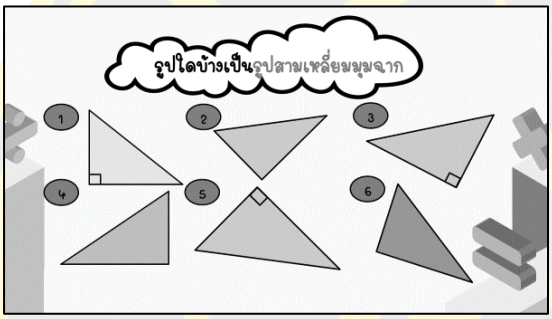
.....

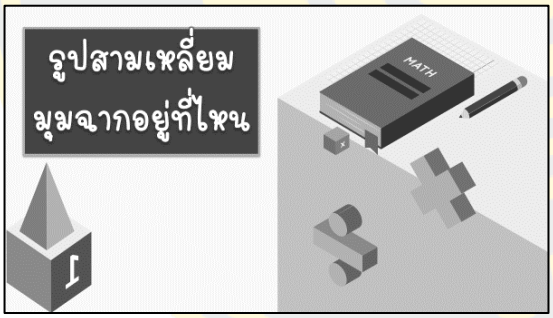
.....

.....

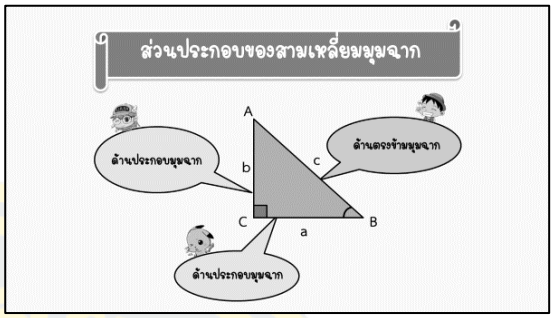
สื่อ PowerPoint เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

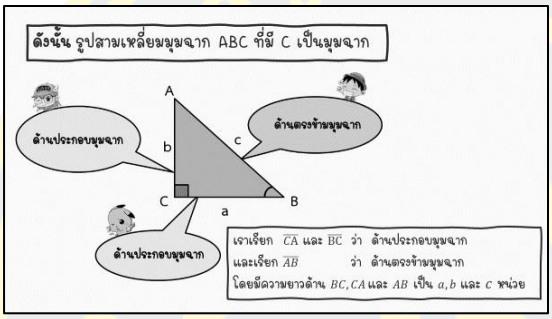


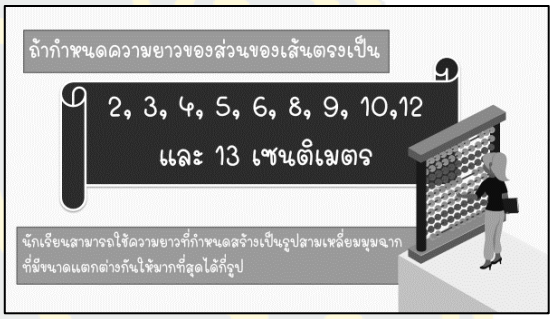


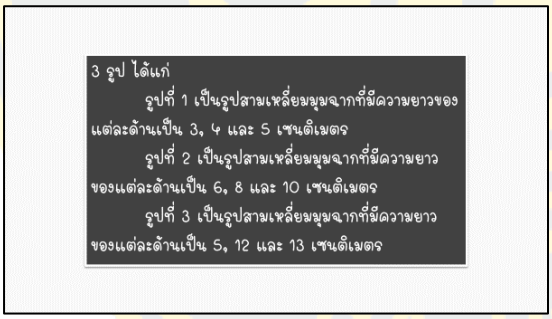


รูปสามเหลี่ยมมุมฉากในชีวิตประจำวัน
B
6 m
6 m
A
D
C
8.5 m


ส่วนประกอบของสามเหลี่ยมมุมฉาก
A
ด้านประกอบมุมฉาก
b
c
ด้านตรงข้ามมุมฉาก
C
a
B
ด้านประกอบมุมฉาก


ดังนั้น รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่มี C เป็นมุมฉาก
A
ด้านประกอบมุมฉาก
b
c
ด้านตรงข้ามมุมฉาก
C
a
B
ด้านประกอบมุมฉาก
เราเรียก $\overline{CA}$ และ $\overline{BC}$ ว่า ด้านประกอบมุมฉาก
และเรียก $\overline{AB}$ ว่า ด้านตรงข้ามมุมฉาก
โดยมีความยาวด้าน BC, CA และ AB เป็น a, b และ c หน่วย


ถ้ากำหนดความยาวของส่วนของเส้นตรงเป็น
2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12
และ 13 เซนติเมตร
นักเรียนสามารถใช้ความยาวที่กำหนดสร้างเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
ที่มีขนาดแตกต่างกันให้มากที่สุดได้กี่รูป


3 รูป ได้แก่
รูปที่ 1 เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีความยาวของแต่ละด้านเป็น 3, 4 และ 5 เซนติเมตร
รูปที่ 2 เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีความยาวของแต่ละด้านเป็น 6, 8 และ 10 เซนติเมตร
รูปที่ 3 เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีความยาวของแต่ละด้านเป็น 5, 12 และ 13 เซนติเมตร

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.1

เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

สมาชิกในกลุ่ม กลุ่มที่ .....

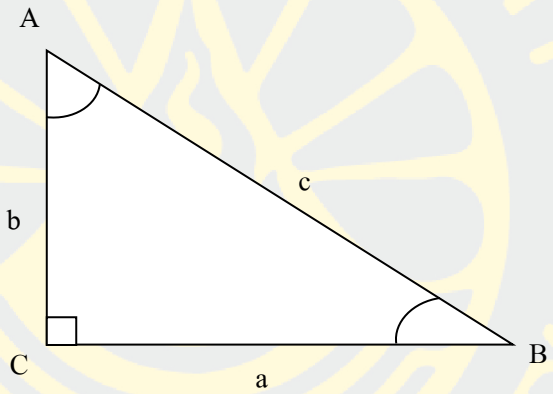
ชื่อ – สกุล ..... เลขที่ ..... ชั้น ม. 2/ ...

ชื่อ – สกุล ..... เลขที่ ..... ชั้น ม. 2/ ...

ชื่อ – สกุล ..... เลขที่ ..... ชั้น ม. 2/ ...

---

1. กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมีมุม C เป็นมุมฉาก



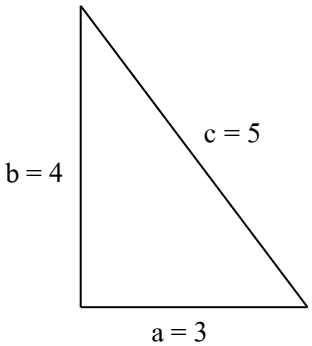
จะได้ว่า ด้าน AB เป็น ด้านตรงข้ามมุมฉาก ยาว c หน่วย

ด้าน BC เป็น ด้านประกอบมุมฉาก ยาว a หน่วย

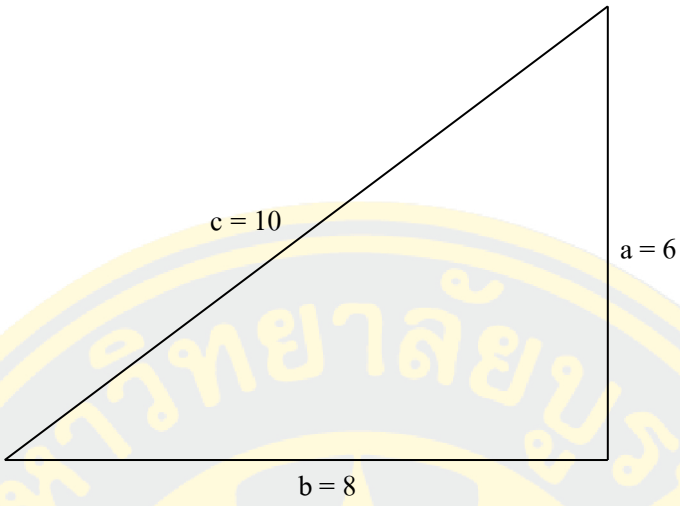
ด้าน CA เป็น ด้านประกอบมุมฉาก ยาว b หน่วย

2. รูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ให้นักเรียนเติมค่าลงในตารางให้สมบูรณ์ (หน่วยเป็นเซนติเมตร) พร้อมทั้งระบุว่ารูปสามเหลี่ยมดังกล่าวนั้นเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่ โดยใช้โพรแทกเตอร์วัดขนาดของมุมของรูปสามเหลี่ยม

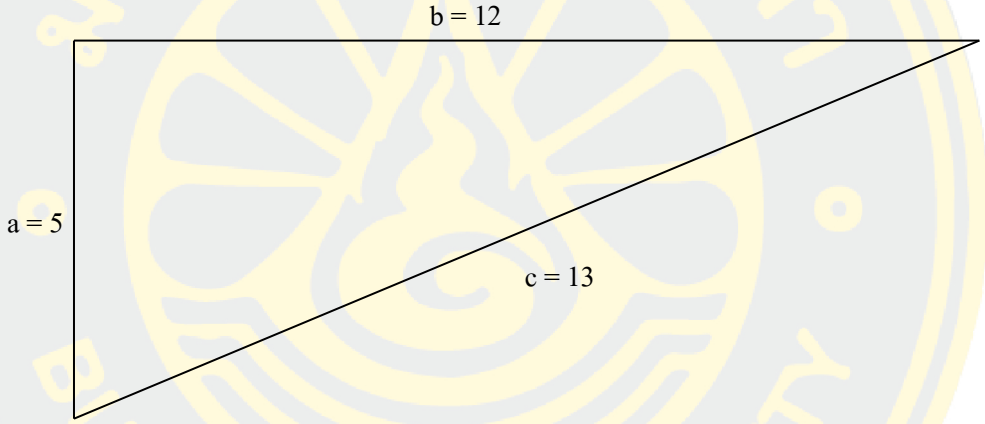
2.1



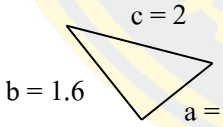
2.2



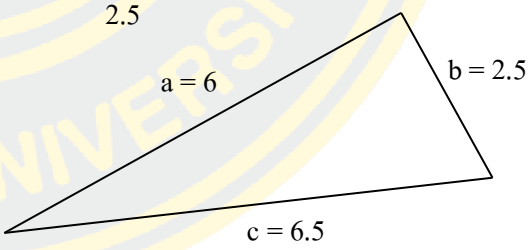
2.3



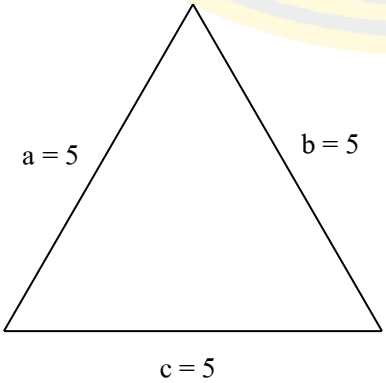
2.4



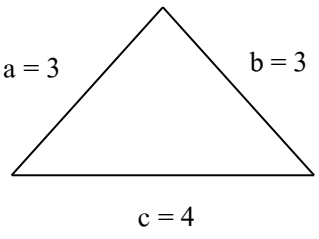
2.5



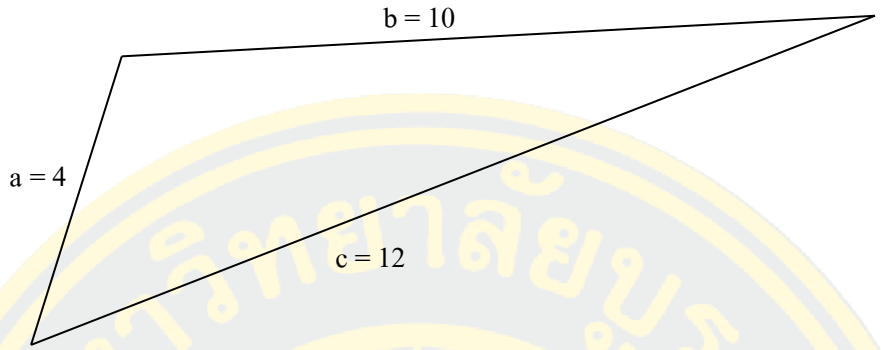
2.6



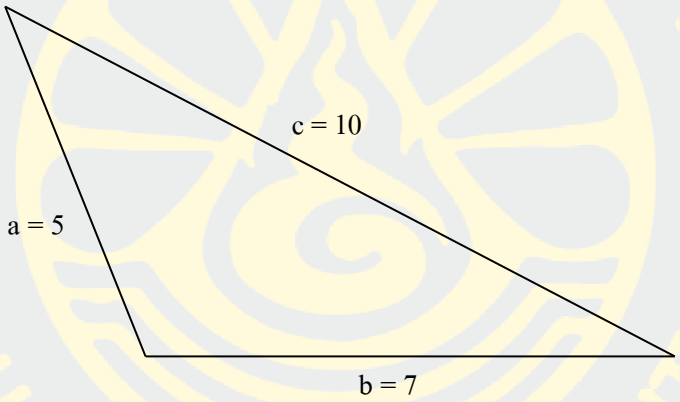
2.7



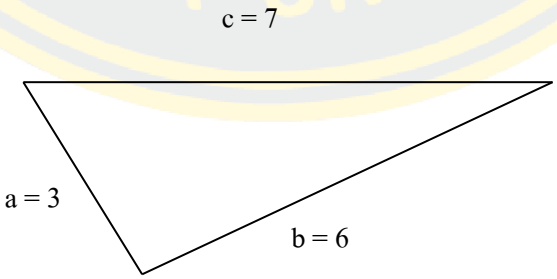
2.8



2.9



2.10



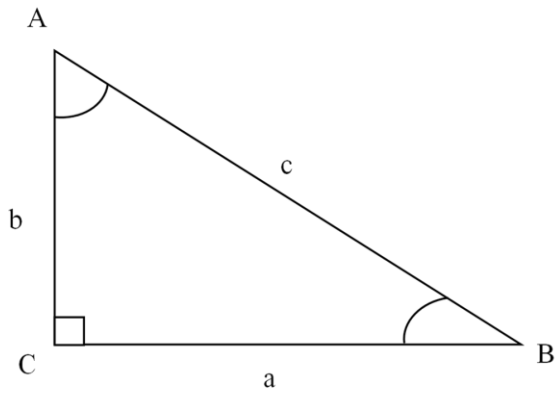
ข้อที่	a (ซม.)	b (ซม.)	c (ซม.)	c^2	a^2+b^2	$c^2 = a^2+b^2$ หรือไม่		เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่	
						เท่า	ไม่เท่า	เป็น	ไม่เป็น
1	3	4	5	$5^2 = 25$	$3^2 + 4^2$ $= 9 + 16$ $= 25$	✓		✓	
2	6	8	10	10^2 $= 100$	$6^2 + 8^2$ $= 36 + 81$ $= 100$	✓		✓	
3	5	12	13	13^2 $= 169$	$5^2 + 12^2$ $= 25 + 144$ $= 169$	✓		✓	
4	1.2	1.6	2	$2^2 = 4$	$(1.2)^2 + (1.6)^2$ $= 1.44+2.56$ $= 4$	✓		✓	
5	6	2.5	6.5	$(6.5)^2$ $= 42.25$	$6^2 + (2.5)^2$ $= 36 + 6.25$ $= 42.25$	✓		✓	
6	5	5	5	$5^2 = 25$	$5^2 + 5^2$ $= 25 + 25$ $= 50$		✓		✓
7	3	3	4	$4^2 = 16$	$3^2 + 3^2$ $= 9 + 9$ $= 18$		✓		✓

ข้อที่	a (ซม.)	b (ซม.)	c (ซม.)	c^2	a^2+b^2	$c^2 = a^2+b^2$ หรือไม่		เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่	
						เท่า	ไม่เท่า	เป็น	ไม่เป็น
8	4	10	12	12^2 $= 144$	$4^2 + 10^2$ $= 16 + 100$ $= 116$		✓		✓
9	5	7	10	$10^2 = 25$	$5^2 + 7^2$ $= 35 + 49$ $= 74$		✓		✓
10	3	6	7	$7^2 = 49$	$3^2 + 6^2$ $= 9 + 36$ $= 45$		✓		✓

จากตาราง ได้ว่า ข้อ 2, 3, 4 และ 5 เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และข้อ 6, 7, 8, 9 และ 10 ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งจะเห็นว่ารูปสามเหลี่ยมที่มี $c^2 = a^2 + b^2$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมีมุม C เป็นมุมฉาก



จะเห็นว่า c แทน ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก

a และ b แทน ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

จะได้ว่า $c^2 = a^2 + b^2$

ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากข้างต้น เป็นไปตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กล่าวว่า สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

เราสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากดังกล่าวเมื่อ เราต้องการหาความยาวของด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และทราบความยาวของด้านอีกสองด้านที่เหลือ

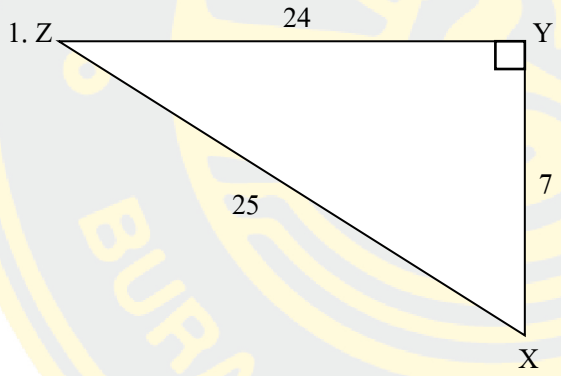
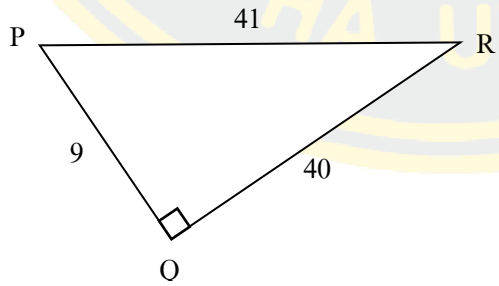
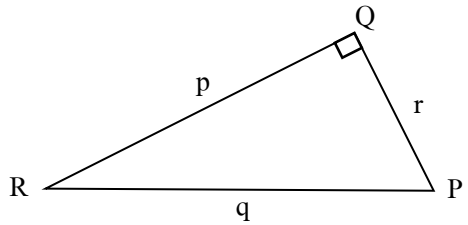
3. ถ้ากำหนดความยาวของส่วนของเส้นตรงเป็น 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12 และ 13 เซนติเมตร นักเรียนสามารถใช้ความยาวที่กำหนดสร้างเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีขนาดแตกต่างกันได้หรือไม่ และจะสร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้มากที่สุดได้กี่รูป

ตอบ สามารถใช้ความยาวที่กำหนดสร้างเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีขนาดแตกต่างกันได้ 3 รูป ได้แก่ รูปที่ 1 เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีความยาวของแต่ละด้านเป็น 3, 4 และ 5 เซนติเมตร

รูปที่ 2 เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีความยาวของแต่ละด้านเป็น 6, 8 และ 10 เซนติเมตร

และ รูปที่ 3 เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีความยาวของแต่ละด้านเป็น 5, 12 และ 13 เซนติเมตร

4. ให้นักเรียนเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากต่อไปนี้

รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	**ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก**
1. 	$25^2 = 7^2 + 24^2$
2. 	$41^2 = 9 + 40^2$
3. 	$q^2 = p^2 + r^2$

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.2
เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ชื่อ – สกุล ..... เลขที่ ..... ชั้น ม. 2/ ...

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำตามกลวิธี STAR ดังต่อไปนี้ โดยให้นักเรียนกาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่าง เมื่อปฏิบัติงานเสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอนแล้ว

1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก GIF ซึ่งมีมุม G เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน GI และ GF ยาว 12 และ 9 หน่วย ตามลำดับ จงหาความยาวของด้าน IF

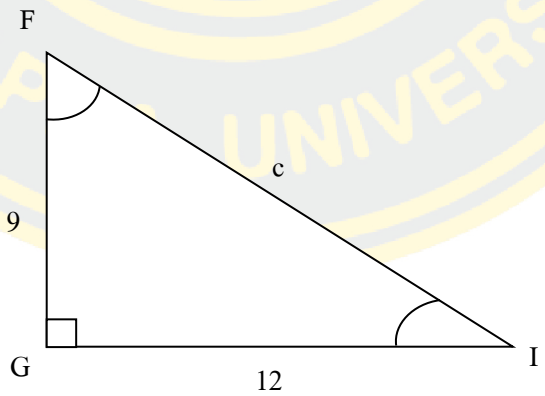
วิธีทำ **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (✓)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร (✓)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

  สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ $GI = 12$ หน่วย และ $GF = 9$ หน่วย

  สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ความยาวของด้าน IF

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา



ให้ g แทนความยาวของด้าน IF

จากสมบัติรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จะได้ $g^2 = 9^2 + 12^2$

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

วิธีทำ จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จะได้ $g^2 = 9^2 + 12^2$

$g^2 = 81 + 144$

$g^2 = 225$

$g^2 = (\pm 15)^2$

แต่ g เป็นความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม

ดังนั้น $g = 15$

เพราะฉะนั้น ความยาวของด้าน IF เท่ากับ 15 หน่วย

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (✓)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (✓)
- ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $GI = 12$ หน่วย และ $GF = 9$ หน่วย

จะได้ $9^2 + 12^2 = 81 + 144 = 225$

ถ้า $IF = 15$ หน่วย

จะได้ $15^2 = 225$

นั่นคือ $9^2 + 12^2 = 15^2$ ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติสามเหลี่ยมมุมฉาก

ดังนั้น ความยาวของด้าน IF เท่ากับ 15 หน่วย

2. กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก NAT ซึ่งมีมุม A เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน NA และ NT ยาว 12 และ 20 หน่วย ตามลำดับ จงหาความยาวของด้าน AT

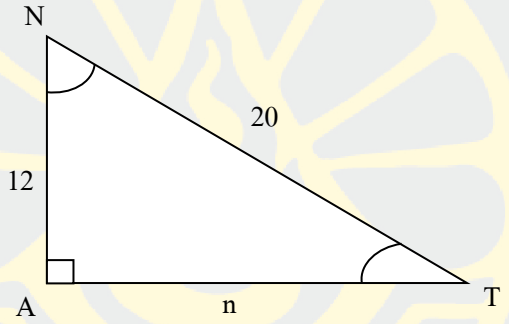
วิธีทำ **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (✓)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร (✓)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ $NA = 12$ หน่วย และ $NT = 20$ หน่วย

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ความยาวของด้าน AT

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา



ให้ n แทนความยาวของด้าน AT

จากสมบัติรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จะได้ $20^2 = 12^2 + n^2$

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

วิธีทำ จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จะได้ $20^2 = 12^2 + n^2$

$400 = 144 + n^2$

$n^2 = 400 - 144$

$n^2 = 256$

$n^2 = (\pm 16)^2$

แต่ n เป็นความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม

ดังนั้น $n = 16$

เพราะฉะนั้น ความยาวของด้าน AT เท่ากับ 16 หน่วย

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (✓)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (✓)

- ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $NA = 12$ หน่วย และ $NT = 20$ หน่วย

และถ้า $AT = 16$ หน่วย

จะได้ $12^2 + 16^2 = 144 + 256 = 400 = 20 \times 20 = 20^2$

นั่นคือ $12^2 + 16^2 = 20^2$ ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติสามเหลี่ยมมุมฉาก

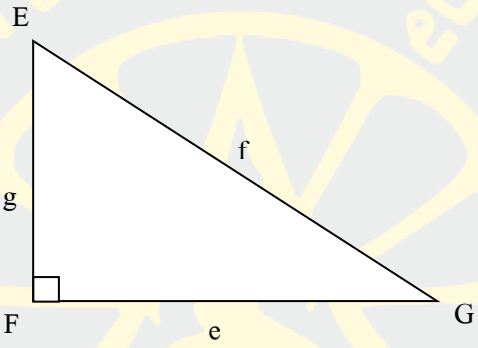
ดังนั้น ความยาวของด้าน AT เท่ากับ 16 หน่วย

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1
เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ชื่อ – สกุล ..... เลขที่ ..... ชั้น ม. 2/ ...

1. จงบอกชื่อด้านและความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

1.1



จะได้ว่า ด้าน EG เป็น ด้านตรงข้ามมุมฉาก ยาว f หน่วย

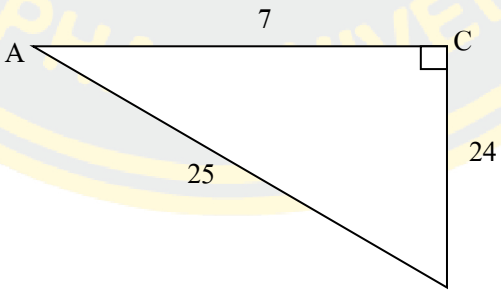
ด้าน EF เป็น ด้านประกอบมุมฉาก ยาว g หน่วย

ด้าน FG เป็น ด้านประกอบมุมฉาก ยาว e หน่วย

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ได้ว่า

$$f^2 = g^2 + e^2$$

1.2



จะได้ว่า ด้าน AB เป็น ด้านตรงข้ามมุมฉาก B ยาว 25 หน่วย

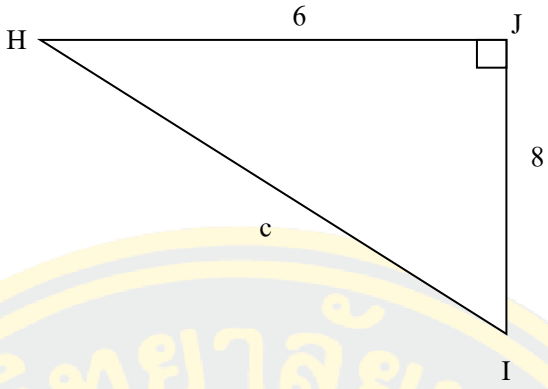
ด้าน BC เป็น ด้านประกอบมุมฉาก ยาว 24 หน่วย

ด้าน AC เป็น ด้านประกอบมุมฉาก ยาว 7 หน่วย

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ได้ว่า

$$25^2 = 24^2 + 7^2$$

1.3



จะได้ว่า ด้าน HI เป็น ด้านตรงข้ามมุมฉาก ยาว c หน่วย

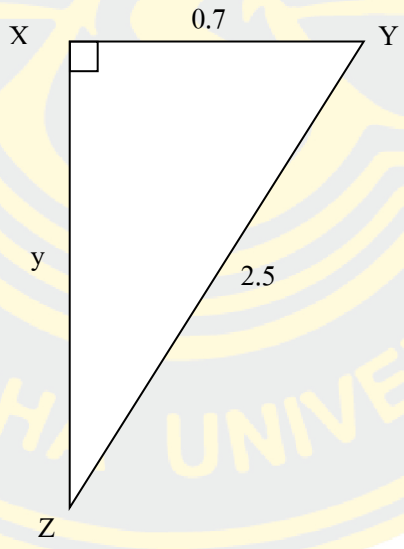
ด้าน HJ เป็น ด้านประกอบมุมฉาก ยาว 6 หน่วย

ด้าน IJ เป็น ด้านประกอบมุมฉาก ยาว 8 หน่วย

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ได้ว่า

$$c^2 = 6^2 + 8^2$$

1.4



จะได้ว่า ด้าน YZ เป็น ด้านตรงข้ามมุมฉาก ยาว 2.5 หน่วย

ด้าน XY เป็น ด้านประกอบมุมฉาก ยาว 0.7 หน่วย

ด้าน XZ เป็น ด้านประกอบมุมฉาก ยาว y หน่วย

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ได้ว่า

$$2.5^2 = 0.7^2 + y^2$$

2. จงแสดงวิธีทำตามกลวิธี STAR ดังต่อไปนี้ โดยให้นักเรียนกาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่าง เมื่อปฏิบัติงานเสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอนแล้ว

2.1 กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก KLM ซึ่งมีมุม L เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน KL และ LM ยาว 24 และ 32 หน่วย ตามลำดับ จงหาความยาวของด้าน MK

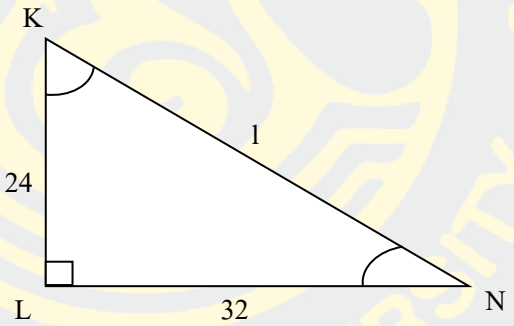
<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (✓)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร (✓)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ $KL = 24$ และ $LM = 32$ หน่วย

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ความยาวของด้าน MK

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา



ให้ l แทน ความยาวของด้าน MK

จากสมบัติรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จะได้ $l^2 = 24^2 + 32^2$

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

<u>วิธีทำ</u> จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จะได้ $l^2 = 24^2 + 32^2$

$l^2 = 576 + 1024$

$l^2 = 1600$

$l^2 = (\pm 40)^2$

แต่ l เป็นความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม

ดังนั้น $l = 40$

เพราะฉะนั้น ความยาวของด้าน MK เท่ากับ 40 หน่วย

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (✓)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (✓)
- ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $KL = 24$ และ $LM = 32$ หน่วย

จะได้ $24^2 + 32^2 = 576 + 1024 = 1600$

ถ้า $MK = 40$ หน่วย

จะได้ $40^2 = 40 \times 40 = 1600$

นั่นคือ $24^2 + 32^2 = 40^2$ ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติสามเหลี่ยมมุมฉาก

ดังนั้น ความยาวของด้าน MK เท่ากับ 40 หน่วย

2.2 กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก RST ซึ่งมีมุม T เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน RT และ RS ยาว 36 และ 39 หน่วย ตามลำดับ จงหาความยาวของด้าน ST

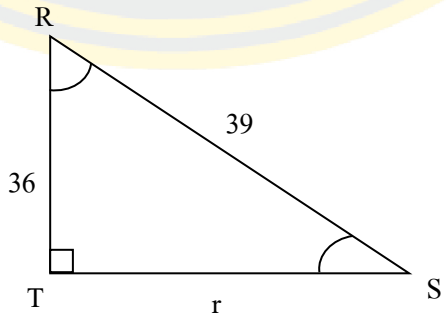
<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (✓)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร (✓)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ $RT = 36$ และ $RS = 39$ หน่วย

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ความยาวของด้าน ST

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา



ให้ r แทนความยาวของด้าน ST

จากสมบัติรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จะได้ $39^2 = 36^2 + r^2$

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

วิธีทำ จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จะได้ $39^2 = 36^2 + r^2$

$1521 = 1296 + r^2$

$r^2 = 1521 - 1296$

$r^2 = 225$

$r^2 = (\pm 15)^2$

แต่ r เป็นความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม

ดังนั้น $r = 15$

เพราะฉะนั้น ความยาวของด้าน ST เท่ากับ 15 หน่วย

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (✓)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (✓)
- ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $RT = 36$ และ $RS = 39$ หน่วย

และถ้า $ST = 15$ หน่วย

จะได้ $15^2 + 36^2 = 225 + 1296 = 1521 = 39 \times 39 = 39^2$

นั่นคือ $15^2 + 36^2 = 39^2$ ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติสามเหลี่ยมมุมฉาก

ดังนั้น ความยาวของด้าน ST เท่ากับ 15 หน่วย

2.3 รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ ซึ่งมีมุม Z เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน XY และ YZ ยาว 15 และ 12 หน่วย ตามลำดับ จงหาความยาวรอบรูปของสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ

วิธีทำ **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

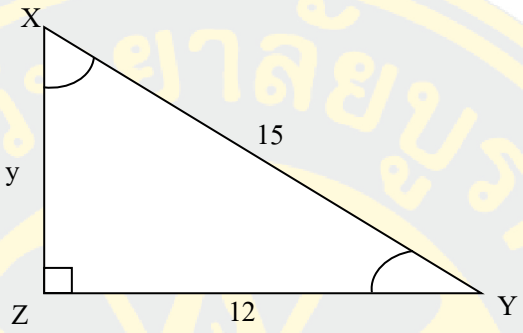
- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (✓)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร (✓)

- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ $XY = 15$ และ $YZ = 12$ หน่วย

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ความยาวรอบรูปของสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา



ให้ y แทนความยาวของด้าน XZ

จากสมบัติรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จะได้ $15^2 = y^2+12^2$

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

วิธีทำ หาความยาวของด้าน XZ

จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จะได้ $15^2 = y^2+12^2$

$225 = y^2 + 144$

$y^2 = 225 - 144$

$y^2 = 81$

$y^2 = (\pm 9)^2$

แต่ y เป็นความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม

ดังนั้น $y = 9$

เพราะฉะนั้น ความยาวรอบรูปของสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ เท่ากับ

$9 + 12 + 15 = 36$ หน่วย

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (✓)

- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (✓)

- ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $XY = 15$ และ $YZ = 12$ หน่วย

และถ้า $XZ = 9$ หน่วย

จะได้ $9^2+12^2 = 81 + 144 = 225 = 15 \times 15 = 15^2$

นั่นคือ $9^2+12^2 = 15^2$ ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติสามเหลี่ยมมุมฉาก

ดังนั้น ความยาวของด้าน XZ เท่ากับ 9 หน่วย

เพราะฉะนั้น ความยาวรอบรูปของสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ เท่ากับ

$9 + 12 + 15 = 36$ หน่วย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

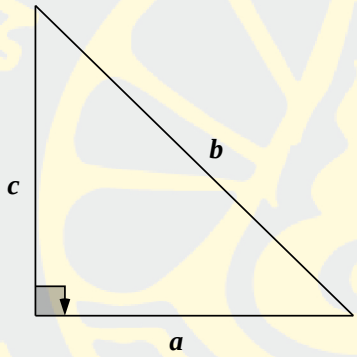
ชื่อ – สกุล .....เลขที่ ..... ชั้น ม. 2/ ...

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

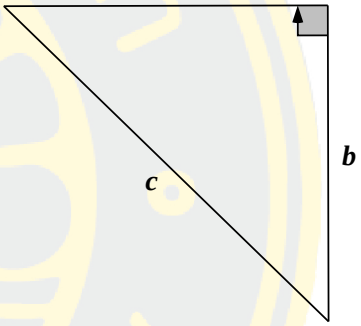
จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ (ค 2.2 ม.2/5)

1. รูปสามเหลี่ยมในข้อใดมีความสัมพันธ์ของด้านเป็น $a^2 - b^2 - c^2 = 0$ (ความรู้ ความจำ)

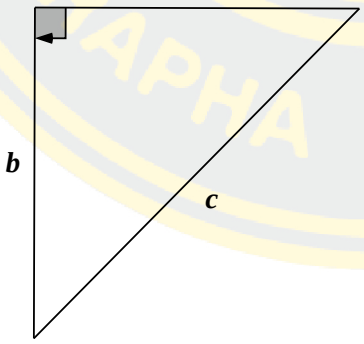
ก.



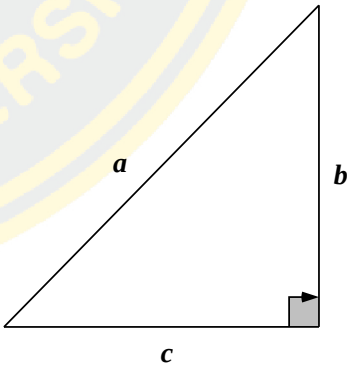
ข.



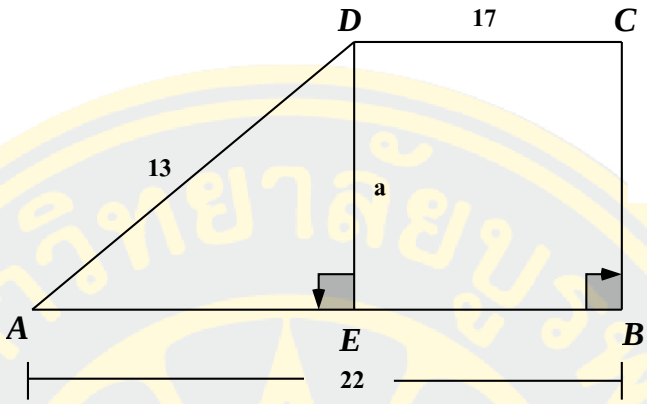
ค.



ง.



2. จากรูป กำหนดให้ $ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แล้วความสัมพันธ์ของความยาวของด้าน DE^2 เท่ากับข้อใด (ความเข้าใจ)



ก. $22^2 + 13^2$ ข. $22^2 - 13^2$

ค. $13^2 + 5^2$ ง. $13^2 - 5^2$

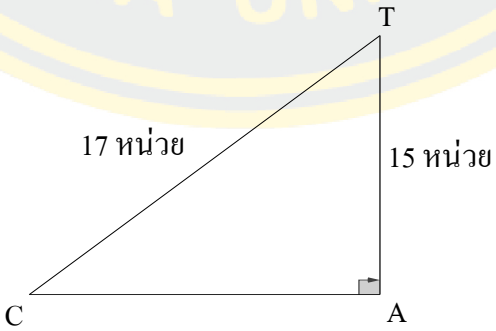
จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 2.2 ม.2/5)

3. ให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก JKL มีมุม K เป็นมุมฉาก มีด้าน JK ยาว 5 เซนติเมตร ด้าน KL ยาว 12 เซนติเมตร จงหาความยาวของด้าน JL (ความเข้าใจ)

ก. 7 เซนติเมตร ข. 13 เซนติเมตร

ค. 17 เซนติเมตร ง. 169 เซนติเมตร

4. จงหาความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม CAT (การนำไปใช้)

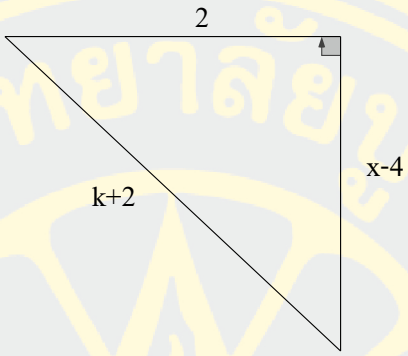


ก. 17 หน่วย ข. 60 หน่วย

ค. 40 หน่วย ง. 289 หน่วย

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ (ค 2.2 ม.2/5)

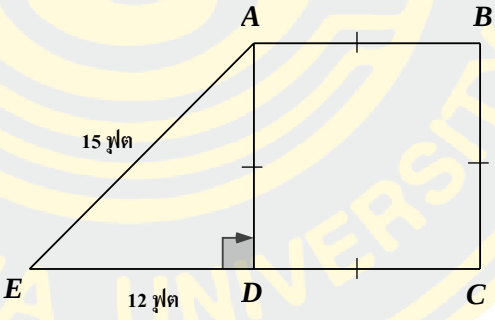
5. จากรูป ข้อใดเป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากนี้ตามทฤษฎีบทพีทาโกรัส (ความรู้ ความจำ)



ก. $2^2 + (x-4)^2 = (k+2)^2$ ข. $2^2 + (k+2)^2 = (x-4)^2$

ค. $(k+2)^2 + (x-4)^2 = 2^2$ ง. $2^2 - (k+2)^2 = (x-4)^2$

6. จากรูป จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม $ABCD$ (ความเข้าใจ)



ก. 25 ตารางฟุต ข. 36 ตารางฟุต

ค. 81 ตารางฟุต ง. 54 ตารางฟุต

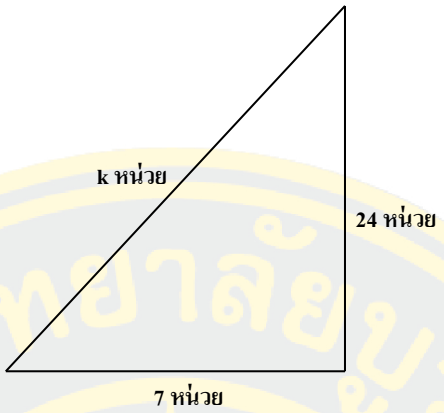
จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถหาความยาวของด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาวของด้านสองด้านให้โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ (ค 2.2 ม.2/5)

7. ให้ J, K และ L แทนความยาวด้านทั้งสามของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากและมีความสัมพันธ์ คือ $J^2 + L^2 - K^2 = 0$ ข้อใดเป็นความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก (ความรู้ ความจำ)

ก. J ข. L

ค. K ง. J และ L

8. จากรูป $\frac{k+1}{2}$ มีค่าเท่ากับข้อใด (ความเข้าใจ)



ก. 625 หน่วย ข. 25 หน่วย

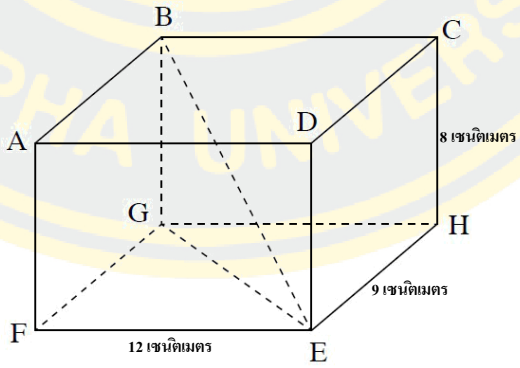
ค. 31 หน่วย ง. 13 หน่วย

9. ถ้าด้านตรงข้ามมุมฉากของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งยาว 30 เมตร และด้านประกอบมุมฉากด้านหนึ่งยาว 18 เมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมนี้ยาวกี่เซนติเมตร (ความเข้าใจ)

ก. 220 เซนติเมตร ข. 230 เซนติเมตร

ค. 240 เซนติเมตร ง. 250 เซนติเมตร

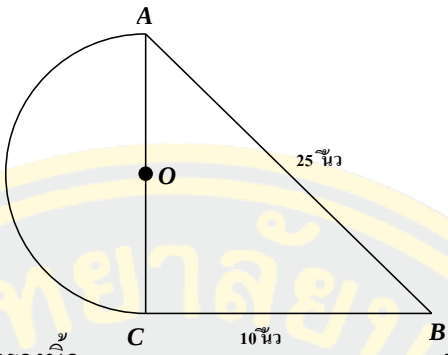
10. กำหนดให้ $ABCDEFGH$ เป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มี $EF = 12$ เซนติเมตร $EH = 9$ เซนติเมตร และ $CH = 8$ เซนติเมตร จงหาความยาวของด้าน BE (การนำไปใช้)



ก. 15 เซนติเมตร ข. 16 เซนติเมตร

ค. 17 เซนติเมตร ง. 18 เซนติเมตร

11. จากรูป พื้นที่ครึ่งวงกลมบนด้าน AC ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC มีค่าเท่าใด (การนำไปใช้)



ก. 12π ตารางนิ้ว ข. 24π ตารางนิ้ว

ค. 72π ตารางนิ้ว ง. 144π ตารางนิ้ว

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 2.2 ม.2/5)

12. บันไดยาว 2.5 เมตร ถ้าต้องการวางบันไดพิงกับตู้หนังสือ โดยปลายบนของบันไดสูงจากพื้น 2 เมตร อยากทราบว่าเชิงบันไดอยู่ห่างจากตู้หนังสือกี่เมตร (ความเข้าใจ)

ก. 6.25 เมตร ข. 2.25 เมตร

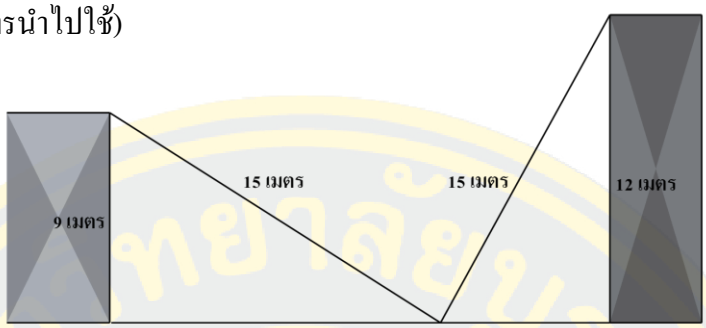
ค. 4.5 เมตร ง. 1.5 เมตร

13. นักเรียนเดินทางจากโรงเรียนเพื่อกลับบ้าน โดยมีรถประจำทางผ่านหน้าโรงเรียน และรถประจำทางขับไปทางทิศเหนือของโรงเรียน 15 กิโลเมตร เลี้ยวขวาตรงไปทางทิศตะวันออก 16 กิโลเมตร แล้วขึ้นไปทางทิศเหนืออีก 9 กิโลเมตร จึงจะถึงบ้านของนักเรียน จงหาว่าบ้านอยู่ห่างจากโรงเรียนเป็นทางตรงกี่กิโลเมตร (การนำไปใช้)

ก. 16 กิโลเมตร ข. 24 กิโลเมตร

ค. 30 กิโลเมตร ง. 40 กิโลเมตร

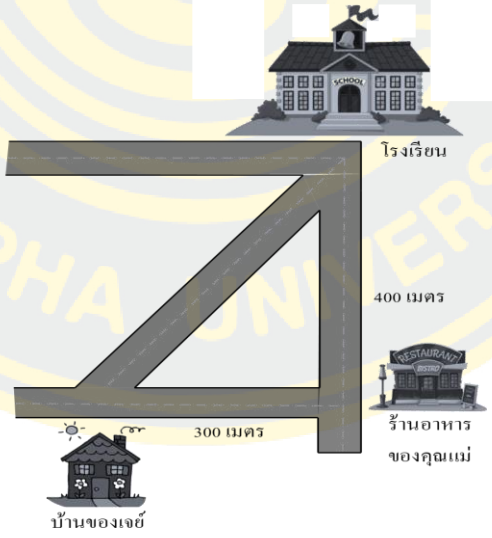
14. จากรูป บันไดยาว 15 เมตร พาดที่ขอบหน้าต่างตึกหลังหนึ่ง ซึ่งสูง 12 เมตร เมื่อพลิกบันไดไปอีกด้านหนึ่ง บันไดจะพาดขอบหน้าต่างของตึกอีกหลังหนึ่ง ซึ่งสูง 9 เมตรพอดี ตึกทั้งสองหลังนี้อยู่ห่างกันกี่เมตร (การนำไปใช้)



ก. 9 เมตร ข. 12 เมตร

ค. 15 เมตร ง. 21 เมตร

15. บ้านของเจย์ โรงเรียน และร้านอาหารของคุณแม่ อยู่ในตำแหน่งที่เป็นจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยร้านอาหารอยู่ห่างจากบ้านของเจย์ 300 เมตรและอยู่ห่างจากโรงเรียน 400 เมตร ดังรูป ตอนเช้าเจย์ขี่จักรยานจากบ้านตรงไปที่โรงเรียนโดยไม่ผ่านร้านอาหาร แต่ทุก ๆ วันหลังเลิกเรียนเจย์ต้องไปช่วยคุณแม่เก็บของและทำความสะอาดร้านอาหารก่อนที่จะกลับบ้าน ข้อใดถูก (การวิเคราะห์)



ก. ในหนึ่งสัปดาห์ เจย์จะขี่จักรยานเป็นระยะทางทั้งหมด 6000 กิโลเมตร

ข. ถ้าเจย์ไม่ได้ไปโรงเรียน 2 วัน แต่ไปช่วยคุณแม่เก็บของและทำความสะอาดร้านอาหารแล้วกลับบ้าน ในสัปดาห์นั้นเจย์จะขี่จักรยานเป็นระยะทางทั้งหมด 48 กิโลเมตร

ค. วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เจย์กลับบ้านโดยไม่ได้ไปช่วยคุณแม่ที่ร้านอาหารก่อนกลับบ้าน ในสัปดาห์นั้นเจย์จะขี่จักรยานเป็นระยะทางทั้งหมด 5.4 กิโลเมตร

ง. เจย์เข้าค่ายที่โรงเรียนเป็นเวลา 2 วัน 1 คืน โดยในวันกลับเจย์ไปช่วยคุณแม่เก็บของและทำความสะอาดร้านอาหารก่อนที่จะกลับบ้านตามปกติ ในสัปดาห์นั้นเจย์จะขี่จักรยานเป็นระยะทางทั้งหมด 5 กิโลเมตร

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถเขียนบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ (ค 2.2 ม.2/5)

16. กำหนดให้ความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม

1) $a = 5 \quad b = 12$ และ $c = 13$

2) $d = 20 \quad e = 21$ และ $f = 29$

3) $p = 26 \quad q = 20$ และ $r = 15$

ข้อใดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก (ความเข้าใจ)

ก. ข้อ 1 และ ข้อ 2 ข. ข้อ 2 และ ข้อ 3

ค. ข้อ 1 และ ข้อ 3 ง. ถูกทุกข้อ

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 2.2 ม.2/5)

17. สมชายมีเชือกที่มีความยาวแตกต่างกัน โดยแต่ละเส้นมีความยาว 6, 8, 10, 13 และ 20 อยากทราบว่าเมื่อสมชายนำเชือกมาเรียงต่อกันเป็นรูปสามเหลี่ยม เชือกเส้นใดบ้างทำให้เกิดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้พอดี (ความเข้าใจ)

ก. 6, 8 และ 13 ข. 6, 8 และ 10

ค. 8, 10 และ 13 ง. 10, 13 และ 20

18. โปรดคุณต้องการตรวจสอบว่าต้นไม้ที่บ้านของเขาตั้งฉากกับสนามหญ้าหรือไม่ เขาจึงทำเครื่องหมายที่ต้นไม้สูงจากพื้นขึ้นไป 6 เมตร แล้วใช้ปลายข้างหนึ่งของเชือกผูกที่จุดซึ่งทำเครื่องหมายไว้นั้น ปลายเชือกอีกข้างหนึ่งผูกไว้ที่หลักซึ่งปักอยู่บนพื้นดิน ดังรูป ถ้าความยาวของเชือกหลังจากผูกแล้วเป็น 10 เมตร ระยะระหว่างหลักกับต้นไม้ต้นนี้ควรเป็นเท่าไร จึงจะบอกได้ว่าต้นไม้ตั้งฉากกับสนามหญ้า (การนำไปใช้)

ก. 8 เมตร ข. 10 เมตร

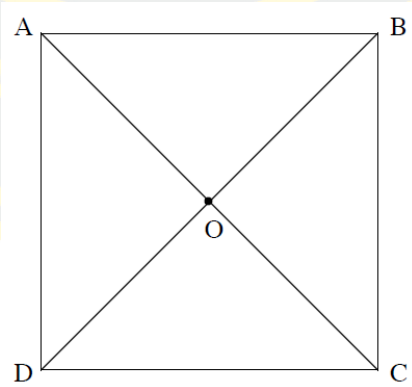
ค. 16 เมตร ง. 64 เมตร

19. สนามหญ้ารูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งมีด้านหนึ่งยาว 20 เมตร และมีความยาวของสองด้านที่เหลือเท่ากันและน้อยกว่า 20 เมตร ถ้าสนามหญ้านี้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จงหาพื้นที่ของสนามหญ้านี้ (การนำไปใช้)

ก. 90 ตารางเมตร ข. 100 ตารางเมตร

ค. 200 ตารางเมตร ง. 300 ตารางเมตร

20. อลิชาต้องการตัดเค้กที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสออกเป็น 4 ส่วน โดยตัดตามเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสนี้ จากรูป ข้อใดผิด (การวิเคราะห์)



ก. เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดกันเป็นมุมฉาก เพราะ $AB^2 = AO^2 - BO^2$

ข. เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดกันเป็นมุมฉาก เพราะ $BC^2 = BO^2 + CO^2$

ค. เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดกันเป็นมุมฉาก เพราะ $DC^2 = DO^2 + CO^2$

ง. เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดกันเป็นมุมฉาก เพราะ $DO^2 = AD^2 - AO^2$

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

1. ง.
2. ง.
3. ข.
4. ค.
5. ก.
6. ข.
7. ค.
8. ง.
9. ค.
10. ค.
11. ค.
12. ง.
13. ค.
14. ง.
15. ค.
16. ก.
17. ข.
18. ก.
19. ข.
20. ก.

มหาวิทยาลัยบูรพา BURAPHA UNIVERSITY

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ชื่อ – สกุล .....เลขที่ ..... ชั้น ม. 2/ ...

คำชี้แจง จงแสดงวิธีทำตามกลวิธี STAR ดังต่อไปนี้ โดยให้นักเรียนกาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่าง เมื่อปฏิบัติงานเสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอนแล้ว

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 2.2 ม.2/5)

1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ ซึ่งมีมุม Z เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน XY และ YZ ยาว 20 และ 16 หน่วย ตามลำดับ จงหาพื้นที่ของสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ

วิธีทำ **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (…….)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร”(…….)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้……

……..

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา …….

……..

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

……

……

……

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (…….)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (…….)
- ตรวจคำตอบ

……

……

……

……

……

……

……

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 2.2 ม.2/5)

2. กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมีมุม C เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน AC และ BC ยาว 9 และ 12 เซนติเมตร ตามลำดับ ถ้าสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ บนด้าน AB ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$

<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (…….)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร”(…….)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้……
……..

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา …….
……..

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

……
……
……

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

……
……

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (.....)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (.....)
- ตรวจคำตอบ

.....

.....

.....

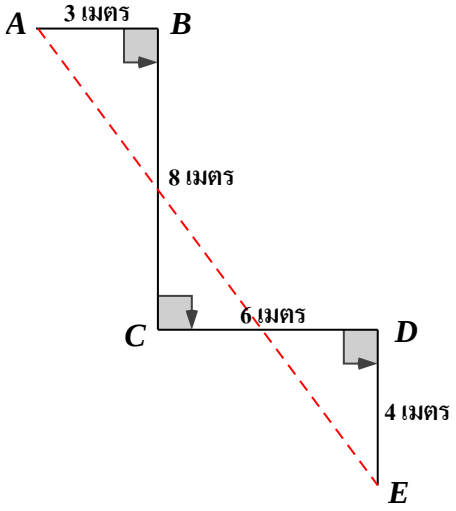
.....

.....

.....

.....

3. แผนผังการเดินทางจาก A ไปทางทิศตะวันออกถึงจุด B เป็นระยะทาง 3 เมตร จาก B ไปทางทิศใต้ถึงจุด C เป็นระยะทาง 8 เมตร จาก C ไปทางทิศตะวันออกถึงจุด D เป็นระยะทาง 6 เมตร และจาก D ไปทางทิศใต้ถึงจุด E เป็นระยะทาง 4 เมตร จงหาระยะทางจาก A ถึง E ในแนวตรง



<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (…….)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร”(…….)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้……
……..

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา …….
……..

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

……
……
……

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

……
……
……
……
……
……
……

……

……

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (…….)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (…….)
- ตรวจคำตอบ

……

……

……

……

……

……

……

มหาวิทยาลัยบูรพา BURAPHA UNIVERSITY

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 2.2 ม.2/5)

4. กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC ดังรูป $\overline{BD}$ ตั้งฉากกับ $\overline{AC}$ และมีความยาวของด้าน AD, BD และ CD เป็น 9, 12, 16 หน่วย ตามลำดับ อยากทราบว่า รูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่

<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (…….)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร”(…….)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้……
……..

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา …….
……..

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

……
……
……

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

……
……

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (.....)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (.....)
- ตรวจคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. สลิลต้องการทำชั้นวางของสำหรับวางเข้ามุมห้องซึ่งเป็นมุมฉาก แต่คุณแม่บอกว่ามีชั้นวางของรูปสามเหลี่ยมอยู่อันหนึ่ง โดยชั้นวางของนี้มีความยาวแต่ละด้านเป็น 7, 10 และ 15 นิ้ว อยากทราบว่าสลิลสามารถนำชั้นวางของวางเข้ามุมห้องได้พอดีหรือไม่

<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (.....)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร (.....)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้……
……..
สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา …….
……..

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

……
……
……

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

……
……
……
……
……
……
……
……
……

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (…….)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (…….)

- ตรวจคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ชื่อ – สกุล .....เลขที่ ..... ชั้น ม. 2/ ...

คำชี้แจง จงแสดงวิธีทำตามกลวิธี STAR ดังต่อไปนี้ โดยให้นักเรียนกาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่าง เมื่อปฏิบัติงานเสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอนแล้ว

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 2.2 ม.2/5)

1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ ซึ่งมีมุม Z เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน XY และ YZ ยาว 20 และ 16 หน่วย ตามลำดับ จงหาพื้นที่ของสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ

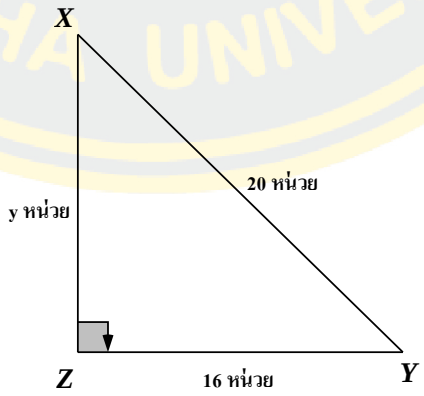
<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (✓)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร” (✓)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ $XY = 20$ และ $YZ = 16$ หน่วย

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา พื้นที่ของสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา



ให้ y แทน ความยาวของด้าน XZ

จากสมบัติรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จะได้ $20^2 = y^2+16^2$

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

วิธีทำ หาความยาวของด้าน XZ

จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จะได้ $20^2 = y^2+16^2$

$400 = y^2 + 256$

$y^2 = 400 - 256$

$y^2 = 144$

$y^2 = (\pm 12)^2$

แต่ y เป็นความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม

ดังนั้น $y = 12$

นั่นคือ ความยาวของด้าน XZ เท่ากับ 12 หน่วย

หาพื้นที่ของสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ

จาก พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก $= \frac{1}{2} \times$ ฐาน $\times$ สูง

$= \frac{1}{2} \times 16 \times 12$

$= 96$

ดังนั้น พื้นที่ของสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ เท่ากับ 96 ตารางหน่วย

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (✓)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (✓)
- ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $XY = 20$ และ $YZ = 16$ หน่วย

ถ้า $XZ = 12$ หน่วย

จะได้ $12^2+16^2 = 144 + 256 = 400 = 20 \times 20 = 20^2$

นั่นคือ $12^2+16^2 = 20^2$ ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติสามเหลี่ยมมุมฉาก

ดังนั้น ความยาวของด้าน XZ เท่ากับ 12 หน่วย

เพราะฉะนั้น พื้นที่ของสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ เท่ากับ $\frac{1}{2} \times 16 \times 12 = 96$ ตารางหน่วย

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 2.2 ม.2/5)

2. กำหนดให้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมีมุม C เป็นมุมฉาก และมีความยาวของด้าน AC และ BC ยาว 9 และ 12 เซนติเมตร ตามลำดับ ถ้าสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ บนด้าน AB ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$

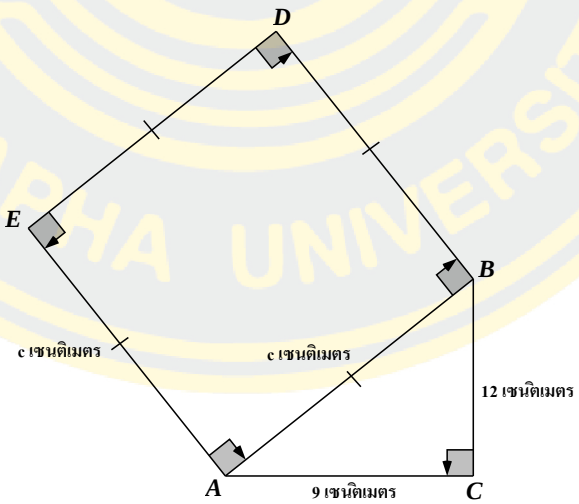
<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (✓)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร” (✓)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

  สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ $AC = 9$ และ $BC = 12$ เซนติเมตร

  สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ เมื่อสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ บนด้าน AB ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา



ให้ c แทน ความยาวของด้าน AB

เนื่องจาก รูปสี่เหลี่ยม $ABDE$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

จะได้ว่า $AE = AD = BD = AB = c$ เซนติเมตร

จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ $c^2 = 9^2+12^2$

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

วิธีทำ หาความยาวของด้าน AB

จาก ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จะได้ $c^2 = 9^2+12^2$

$c^2 = 81 + 144$

$c^2 = 225$

$c^2 = (\pm 15)^2$

แต่ c เป็นความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม

ดังนั้น $c = 15$

นั่นคือ ความยาวของด้าน AB เท่ากับ 15 เซนติเมตร

หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$

จาก พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $=$ ด้าน^2

$= 15^2$

$= 15 \times 15$

$= 225$

ดังนั้น พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ เท่ากับ 225 ตารางเซนติเมตร

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (✓)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (✓)
- ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $AC = 9$ และ $BC = 12$ เซนติเมตร

ถ้า $AB = 15$ เซนติเมตร

จะได้ $9^2+12^2 = 81 + 144 = 225 = 15 \times 15 = 15^2$

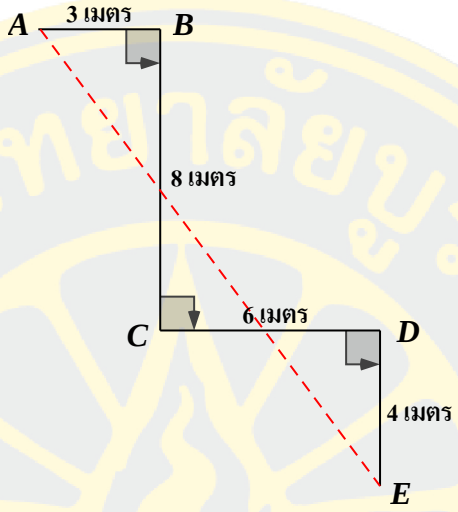
นั่นคือ $9^2+12^2 = 15^2$ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ดังนั้น ความยาวของด้าน AB เท่ากับ 15 เซนติเมตร

เพราะฉะนั้น พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABDE$ เท่ากับ

$15^2 = 15 \times 15 = 225$ ตารางเซนติเมตร

3. แผนผังการเดินทางจาก A ไปทางทิศตะวันออกถึงจุด B เป็นระยะทาง 3 เมตร จาก B ไปทางทิศใต้ถึงจุด C เป็นระยะทาง 8 เมตร จาก C ไปทางทิศตะวันออกถึงจุด D เป็นระยะทาง 6 เมตร และจาก D ไปทางทิศใต้ถึงจุด E เป็นระยะทาง 4 เมตร จงหาระยะทางจาก A ถึง E ในแนวตรง



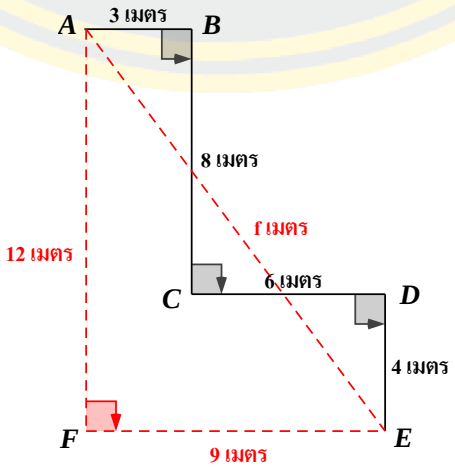
<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (✓)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร” (✓)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ $AB = 3, BC = 8, CD = 6$ และ $DE = 4$ เมตร

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ระยะทางจาก A ถึง E ในแนวตรง

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา



ให้ f แทน ความยาวของด้าน AE

เนื่องจาก $BC = 8$ และ $DE = 4$ เมตร จะได้ว่า $AF = 8 + 4 = 12$ เมตร

และเนื่องจาก $AB = 3$ และ $CD = 6$ เมตร จะได้ว่า $EF = 3 + 6 = 9$ เมตร

จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ $f^2 = 9^2+12^2$

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

วิธีทำ จาก ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จะได้ $f^2 = 9^2+12^2$

$f^2 = 81 + 144$

$f^2 = 225$

$f^2 = (\pm 15)^2$

แต่ f เป็นความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม

ดังนั้น $f = 15$

เพราะฉะนั้น ระยะทางจาก A ถึง E ในแนวตรง เท่ากับ 15 เมตร

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (✓)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (✓)
- ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $AF = 12$ และ $EF = 9$ เมตร

จะได้ $9^2+12^2 = 81 + 144 = 225$ เมตร

และถ้า $AE = 15$ เมตร

จะได้ $15^2 = 15 \times 15 = 225$ เมตร

นั่นคือ $9^2+12^2 = 15^2$ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ดังนั้น ระยะทางจาก A ถึง E ในแนวตรง เท่ากับ 15 เมตร

จุดประสงค์การเรียนรู้ : นักเรียนสามารถนำบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 2.2 ม.2/5)

4. กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC ดังรูป $\overline{BD}$ ตั้งฉากกับ $\overline{AC}$ และมีความยาวของด้าน AD, BD และ CD เป็น 9, 12, 16 หน่วย ตามลำดับ อยากทราบว่า รูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่

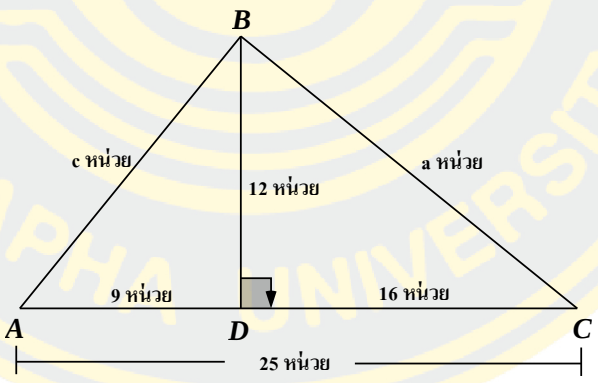
<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (✓)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร” (✓)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ $AD = 9, BD = 12$ และ $CD = 16$ หน่วย

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา รูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา



ให้ c แทน ความยาวของด้าน AB และ a แทน ความยาวของด้าน BC

เนื่องจากรูปสามเหลี่ยม ADB เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จะได้ว่า $c^2 = 9^2+12^2$

และเนื่องจากรูปสามเหลี่ยม BCD เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จะได้ว่า $a^2 = 12^2+16^2$

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

<u>วิธีทำ</u> จาก รูปสามเหลี่ยม ADB เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จะได้ว่า $c^2 = 9^2+12^2$

$c^2 = 81 + 144$

$c^2 = 225$

จาก รูปสามเหลี่ยม BCD เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จะได้ว่า $a^2 = 12^2+16^2$

$a^2 = 144 + 256$

$a^2 = 400$

เนื่องจาก $c^2 + a^2 = 225 + 400 = 625$

และ $AC^2 = (9 + 16)^2 = 25^2 = 25 \times 25 = 625$

ดังนั้น $AC^2 = c^2 + a^2$

โดยบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

สรุปได้ว่า รูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (✓)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (✓)
- ตรวจคำตอบ

ถ้า $c^2 = 225$ $a^2 = 400$ และ $AC^2 = 625$

จะได้ $c^2 + a^2 = 225 + 400 = 625$ และ $AC^2 = 625$

นั่นคือ $AC^2 = c^2 + a^2$

ซึ่งสอดคล้องกับบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ดังนั้น รูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

5. สลิลต้องการทำชั้นวางของสำหรับวางเข้ามุมห้องซึ่งเป็นมุมฉาก แต่คุณแม่บอกว่ามีชั้นวางของรูปสามเหลี่ยมอยู่อันหนึ่ง โดยชั้นวางของนี้มีความยาวแต่ละด้านเป็น 7 10 และ 15 นิ้ว อยากทราบว่าสลิลสามารถนำชั้นวางของวางเข้ามุมห้องได้พอดีหรือไม่ ถ้าไม่ชั้นวางของนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมชนิดใด

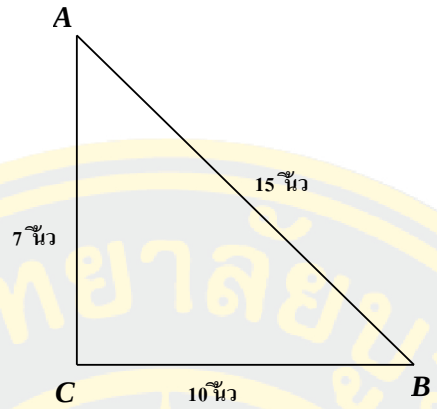
<u>วิธีทำ</u> **ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา**

- อ่านโจทย์อย่างละเอียด (✓)
- ถามตนเองว่า “ทราบข้อมูลอะไรจากโจทย์บ้างและโจทย์ต้องการให้หาอะไร” (✓)
- เขียนข้อมูลที่ได้จากโจทย์

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ชั้นวางของนี้มีความยาวแต่ละด้านเป็น 7 10 และ 15 นิ้ว

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สลิลสามารถนำชั้นวางของวางเข้ามุมห้องที่เป็นมุมฉากได้พอดีหรือไม่ ถ้าไม่ชั้นวางของนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมชนิดใด

ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา



ให้รูปสามเหลี่ยม ABC มีความยาวของด้าน $AC = 7, BC = 10$ และ $AB = 15$ นิ้ว

จะแสดงว่า $7^2 + 10^2 = 25^2$ จริงหรือไม่

ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

<u>วิธีทำ</u> จากรูป ให้ $AC = 7, BC = 10$ และ $AB = 15$ นิ้ว

จะได้ว่า $AC^2 = 7^2 = 7 \times 7 = 49, BC^2 = 10^2 = 10 \times 10 = 100$

และ $AB^2 = 15^2 = 15 \times 15 = 225$

จะเห็นว่า $7^2 + 10^2 \neq 25^2$

โดยบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

สรุปได้ว่า ชั้นวางของนี้ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ดังนั้น สลิลไม่สามารถนำชั้นวางของวางเข้ามุมห้องที่เป็นมุมฉากได้พอดี

ขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

- อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง (✓)
- ถามตนเองว่า คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในโจทย์ปัญหาหรือไม่ (✓)
- ตรวจคำตอบ

เนื่องจาก $AC = 7,$ $BC = 10$ และ $AB = 15$ นิ้ว

จะได้ว่า $AC^2 = 49$ $BC^2 = 100$ และ $AB^2 = 225$ นิ้ว

จะเห็นว่า $7^2 + 10^2 \neq 25^2$ ซึ่งสอดคล้องกับบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

นั่นคือ ชั้นวางของนี้ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ดังนั้น สลิลไม่สามารถนำชั้นวางของวางเข้ามุมห้องที่เป็นมุมฉากได้พอดี

ภาคผนวก ค

- ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR
- ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ค-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\bar{X}$	SD	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
3. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
ขั้นที่ 1 ขั้นนำ	4	5	4	5	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างความรู้ใหม่	4	4	4	5	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้	3	5	4	5	5	4.40	0.89	เหมาะสมมาก
8. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เฉลี่ย					4.82	0.28	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ค-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\bar{X}$	*SD*	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
3. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
ขั้นที่ 1 ขั้นนำ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างความรู้ใหม่	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
8. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เฉลี่ย					4.98	0.04	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ค-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\bar{X}$	*SD*	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
3. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
ขั้นที่ 1 ขั้นนำ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นที่ 2 ขั้นแลกเปลี่ยนเพื่อสร้างความรู้ใหม่	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นที่ 3 ขั้นนำความรู้ไปใช้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินความรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
8. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
	เฉลี่ย					4.93	0.15	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ค-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับกลวิธี STAR

แผนการจัดการเรียนรู้	$\bar{X}$	***SD***	**การแปลผล**
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	4.82	0.28	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4.98	0.04	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4.93	0.15	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.91	0.47	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ค-5 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					*IOC*	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ค-5 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					*IOC*	ผลการ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		วิเคราะห์
25	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
30	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
32	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
34	+1	0	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
35	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
38	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
40	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ ค-6 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					*IOC*	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ค-7 ค่าความยากง่าย (*p*) และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการพิจารณา
1	.81	.375	ไม่นำไปใช้
2	.63	.50	นำไปใช้
3	.44	.63	นำไปใช้
4	.38	.50	ไม่นำไปใช้
5	.31	.38	ไม่นำไปใช้
6	.56	.38	นำไปใช้
7	.38	.50	ไม่นำไปใช้
8	.56	.63	นำไปใช้
9	.56	.63	นำไปใช้
10	.75	.50	ไม่นำไปใช้
11	.56	.38	ไม่นำไปใช้
12	.50	.50	นำไปใช้
13	.63	.75	นำไปใช้
14	.56	.63	ไม่นำไปใช้
15	.56	.63	นำไปใช้
16	.25	.5	ไม่นำไปใช้
17	.38	.50	นำไปใช้
18	.44	.38	ไม่นำไปใช้
19	.44	.38	นำไปใช้
20	.13	.25	ไม่นำไปใช้
21	.31	.38	ไม่นำไปใช้
22	.56	.63	นำไปใช้
23	.56	.63	ไม่นำไปใช้
24	.63	.75	นำไปใช้

ตารางที่ ค-7 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการพิจารณา
25	.50	.75	นำไปใช้
26	.50	.50	ไม่นำไปใช้
27	.38	.50	ไม่นำไปใช้
28	.56	.63	นำไปใช้
29	.63	.75	นำไปใช้
30	.56	.12	ไม่นำไปใช้
31	.38	.75	นำไปใช้
32	.38	.50	ไม่นำไปใช้
33	.44	.63	นำไปใช้
34	.38	.75	ไม่นำไปใช้
35	.38	.50	ไม่นำไปใช้
36	.50	.50	นำไปใช้
37	.50	.75	นำไปใช้
38	.38	.25	ไม่นำไปใช้
39	.56	.63	นำไปใช้
40	.63	.25	ไม่นำไปใช้

จากตารางที่ ค-7 ผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ จากทั้งหมด 40 ข้อ ซึ่งมีค่าค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .38 - .63 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .38 - .75 จากนั้นนำข้อสอบที่คัดเลือกมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ตารางที่ ค-8 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อที่	p	q	pq
1	.61	.39	.24
2	.45	.55	.25
3	.35	.65	.23
4	.58	.42	.24
5	.61	.39	.24
6	.42	.58	.24
7	.58	.42	.24
8	.42	.58	.24
9	.39	.61	.24
10	.35	.65	.23
11	.45	.55	.25
12	.55	.45	.25
13	.45	.55	.25
14	.52	.48	.25
15	.48	.52	.25
16	.39	.61	.24
17	.55	.45	.25
18	.45	.55	.25
19	.35	.65	.23
20	.61	.39	.24
			$\sum pq = 4.85$

จากตารางที่ ค-8 สามารถหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum pq}{S_i^{\,2}}\right)$$

$$= \frac{31}{31-1}\left(1 - \frac{4.85}{23.28}\right)$$

$$= 1.03 \times 0.79$$

$$= .81$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เท่ากับ .81

ตารางที่ ค-9 ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อที่	ค่าความยาก (P_E)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ผลการพิจารณา
1	.13	.13	ไม่นำไปใช้
2	.56	.30	นำไปใช้
3	.49	.19	ไม่นำไปใช้
4	.65	.46	นำไปใช้
5	.56	.08	ไม่นำไปใช้
6	.65	.35	นำไปใช้
7	.54	.29	นำไปใช้
8	.46	.25	ไม่นำไปใช้
9	.28	.35	ไม่นำไปใช้
10	.51	.48	นำไปใช้

จากตารางที่ ค-9 ผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ จากทั้งหมด 10 ข้อ ซึ่งมีค่าค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ .51 - .65 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .29 - .48 จากนั้นนำข้อสอบที่คัดเลือกมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้ดังนี้

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\sum {S_i}^2}{{S_i}^2}\right)$$

$$= \frac{5}{5-1}\left(1 - \frac{11.28}{32.06}\right)$$

$$= 1.25 \times 0.65$$

$$= .81$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ .81

ตารางที่ ค-10 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
1	20
2	20
3	15
4	14
5	17
6	18
7	12
8	16
9	16
10	17
11	16
12	15
13	15
14	17
15	17
16	14
17	12
18	17
19	17
20	18
21	13
22	16
23	13
24	19
25	20
26	20

ตารางที่ ค-10 (ต่อ)

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
27	13
28	16
29	17
30	12
31	12
32	11
33	10
34	16
35	12
36	16
37	17
38	15
39	18
40	15
41	20
คะแนนรวม	644
คะแนนเฉลี่ย	15.71 (คิดเป็นร้อยละ 78.55 ของคะแนนเต็ม)

ตารางที่ ค-11 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	**คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)**
1	36
2	40
3	36
4	37
5	27
6	35
7	38
8	34
9	37
10	39
11	40
12	31
13	39
14	39
15	32
16	36
17	30
18	34
19	35
20	30
21	39
22	28
23	39
24	34
25	37
26	32

ตารางที่ ค-11 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)
27	34
28	36
29	33
30	34
31	33
32	36
33	33
34	25
35	35
36	38
37	33
38	26
39	34
40	31
41	39
คะแนนรวม	1414
คะแนนเฉลี่ย	34.39 (คิดเป็นร้อยละ 86.22 ของคะแนนเต็ม)

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t*-test for one-sample ดังภาพที่ ง-1

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	41	15.71	2.676	.418

One-Sample Test

Test Value = 14

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	4.085	40	.000	1.707	.86	2.55

ภาพที่ ง-1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t*-test for one-sample

2. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t*-test for one-sample ดังภาพที่ ง-2

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	41	34.49	3.828	.598

One-Sample Test

Test Value = 28

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	10.851	40	.000	6.488	5.28	7.70

ภาพที่ ง-2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t*-test for one-sample

3. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านศึกษาโจทย์ปัญหาจากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t*-test for one-sample ดังภาพที่ ง-3

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ศึกษาโจทย์ปัญหา	41	9.85	.358	.056

One-Sample Test

Test Value = 7

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ศึกษาโจทย์ปัญหา	51.063	40	.000	2.854	2.74	2.97

ภาพที่ ง-3 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านศึกษาโจทย์ปัญหา โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t*-test for one-sample

4. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาจากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t*-test for one-sample ดังภาพที่ ง-4

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา	41	8.85	1.085	.170

One-Sample Test

Test Value = 7

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา	10.936	40	.000	1.854	1.51	2.20

ภาพที่ ง-4 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t*-test for one-sample

5. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านหาคำตอบของโจทย์ปัญหาจากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t*-test for one-sample ดังภาพที่ ง-5

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	41	8.32	1.524	.238

One-Sample Test

Test Value = 7

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	5.534	40	.000	1.317	.84	1.80

ภาพที่ ง-5 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t*-test for one-sample

6. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านทบทวนคำตอบจากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t*-test for one-sample ดังภาพที่ ง-6

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ทบทวนคำตอบ	41	7.46	1.583	.247

One-Sample Test

Test Value = 7

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ทบทวนคำตอบ	1.875	40	.068	.463	-.04	.96

ภาพที่ ง-6 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้านทบทวนคำตอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t*-test for one-sample

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวภัทรพร คล้ายสมบูรณ์	
วัน เดือน ปี เกิด	26 มิถุนายน 2540	
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลบ้านบึง	
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	193 ถนนชลบุรี - บ้านบึง ตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2565	การศึกษามหาบัณฑิต (การสอนคณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา
	พ.ศ. 2562	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับสอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์