



การศึกษาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สุภัทสร ทองสัตย์

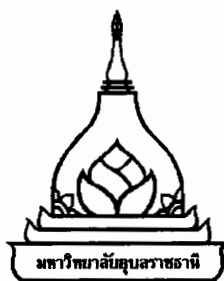
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



A STUDY OF USING THE STAR STRATEGY IN MATHEMATICS
PROBLEM SOLVING ON ABILITIES OF MATHEMATICS SOLVING AND
REASONING

SUPAKSORN TONGSAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN MATHEMATICS EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2015
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การศึกษาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัย นางสาวสุภัทธร ทองสัตย์

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล

ประธานกรรมการ

ดร.บรรทม สุระพร

กรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.บรรทม สุระพร)

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2558

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากความเมตตากรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ดร.บรรทม สุระพร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และมีคุณค่าช่วยให้งานวิจัยสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งให้ความกรุณาอบรมสั่งสอนให้ความรู้ทั้งทางด้านวิชาการ และคุณธรรมแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาการศึกษา ดูแลเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ และผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาเสียสละเวลาตรวจสอบเครื่องมือใช้ในการวิจัย ให้คำแนะนำ แก้ไข ปรับปรุงจนเป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ประจำปีการศึกษา 2558 ที่ได้ให้ความช่วยเหลือร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือในการทำวิจัยอย่างดียิ่ง รวมทั้งขอขอบพระคุณ สสวท.ที่สนับสนุนทุนการศึกษา และทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ท้ายที่สุดเหนือสิ่งใด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่คอยห่วงใยช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการศึกษา นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้


สุกษร ทองสัตย์
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัย : สุภัทธร ทองสตัย

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : คณิตศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร.บรรทม สุระพร

คำสำคัญ : การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR, ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์, ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่พัฒนาจากแนวการสอนของแมคคินี และแกตตัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร จำนวน 2 ห้อง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และจับสลากแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง จำนวน 27 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 27 คน ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 20 คาบ คาบละ 50 นาที เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า

(1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

(2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

(3) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ABSTRACT

TITLE : A STUDY OF USING THE STAR STRATEGY IN MATHEMATICS PROBLEM
 SOLVING ON ABILITIES OF MATHEMATICS SOLVING AND REASONING
 AUTHOR : SUPAKSORN TONGSAT
 DEGREE : MASTER OF SCIENCE
 MAJOR : MATHEMATICS EDUCATION
 ADVISOR : BUNTHOM SURAPORN, Ph.D.
 KEYWORDS : STAR STRATEGY, MATHEMATICS PROBLEM SOLVING ABILITY,
 REASONING ABILITY

This research is quasi-experimental study using the STAR strategy in teaching for mathematics problem solving. The teaching and learning process was developed based on approach of Maccini and Gagnon. The purposes of this study were to study mathematics problem solving and reasoning abilities of students being taught by using the STAR strategy, compare mathematics problem solving and reasoning abilities of students between groups being taught by using the STAR strategy and by traditional method. The subjects of this study were grade 8 students 2 class of Srinagarindra the Princess Mother School Kamphaengphet in first semester 2015 by using cluster random sampling. There were 2 class divided into two groups, one experimental group with 27 students and one control group with 27 students. The experiment lasted for 20 fifty minute periods. Data collection instruments included lesson plan, the mathematics problem solving and reasoning abilities test.

The findings were as follows:

(1) The mathematics problem solving and reasoning abilities of grade 8 students being taught by using the STAR strategy after learning were higher than before learning at 0.05 level of significance.

(2) The mathematics problem solving abilities of grade 8 students being taught by using the STAR strategy were higher than those of students being taught traditional method at 0.05 level of significance.

(3) The mathematics reasoning abilities of grade 8 students being taught by using the STAR strategy were higher than those of students being taught traditional method at 0.05 level of significance.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
สารบัญแผนภูมิ	ท
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	5
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
1.6 สมมติฐานของการวิจัย	8
1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์	10
2.2 การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR	18
2.3 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	30
2.4 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	42
2.5 วิธีการสอนแบบปกติ	50
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	51
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การออกแบบการวิจัย	55
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	56
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	57
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	66

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	67
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	68
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	72
4.2 ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	78
4.3 ผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	85
4.4 ผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	94
บทที่ 5 สมมติฐานการวิจัย สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สมมติฐานการวิจัย	102
5.2 สรุปผลการวิจัย	103
5.3 อภิปรายผลการวิจัย	104
5.4 ข้อเสนอแนะ	109
เอกสารอ้างอิง	110
ภาคผนวก	
ก หนังสือราชการ และรายนามผู้เชี่ยวชาญ	119
ข การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	128
ค แผนการจัดการเรียนรู้	137
ง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	154
จ ข้อมูลเชิงปริมาณ	175
ฉ ผลงานนักเรียน	188
ประวัติผู้วิจัย	194

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	หน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3	16
2.2	พฤติกรรมของครูในขั้นตอนการสอนในชั้นเรียน	27
2.3	ตัวอย่างใบงานสำหรับใช้ในการสอนแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR	28
3.1	แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ	58
3.2	เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	59
3.3	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	61
3.4	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	65
4.1	คะแนนรายบุคคลจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม	72
4.2	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (x) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test independent) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม	75
4.3	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (x) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test independent) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม	77
4.4	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (x) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test independent) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	78
4.5	คะแนนรายบุคคลจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม	79
4.6	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (x) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test independent) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม	82
4.7	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (x) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test independent) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม	84
4.8	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (x) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test independent) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ข.1	ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Items Objectives Congruence หรือ IOC) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	129
ข.2	คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	130
ข.3	ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	132
ข.4	ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Items Objectives Congruence หรือ IOC) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	133
ข.5	คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	134
ข.6	ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	136
จ.1	คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	176
จ.2	คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	177
จ.3	คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	178
จ.4	คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	180

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
จ.5	คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	182
จ.6	คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	183
จ.7	คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	184
จ.8	คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	186

สารบัญ

[illegible]

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ก.1	หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย	120
ก.2	แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย	121
ก.3	หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย	122
ก.4	แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย	123
ก.5	หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย	124
ก.6	แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย	125
ก.7	หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์	126
ฉ.1	ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำใบงานของนักเรียนกลุ่มทดลอง	189
ฉ.2	ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำใบงานของนักเรียนกลุ่มทดลอง	190
ฉ.3	ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำใบงานของนักเรียนกลุ่มทดลอง	191
ฉ.4	ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำใบงานของนักเรียนกลุ่มทดลอง	192
ฉ.5	ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำใบงานของนักเรียนกลุ่มทดลอง	193

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
4.1 คะแนนก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	74
4.2 คะแนนก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	74
4.3 คะแนนหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	75
4.4 คะแนนหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	76
4.5 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	76
4.6 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	77
4.7 คะแนนก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	81
4.8 คะแนนก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	81
4.9 คะแนนหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	82
4.10 คะแนนหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	83
4.11 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	83
4.12 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	84

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเผชิญกับกระแสการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญทั้งภายนอกและภายในประเทศที่ปรับเปลี่ยนเร็วและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เป็นทั้งโอกาสและความเสี่ยงต่อการพัฒนาประเทศจำเป็นต้องนำภูมิคุ้มกันที่มีอยู่พร้อมทั้งเร่งสร้างภูมิคุ้มกันในประเทศให้เข้มแข็งขึ้นมาใช้ในการเตรียมความพร้อมให้แก่คนสังคม และระบบเศรษฐกิจของประเทศให้สามารถปรับตัวรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2555) แต่จากสภาพปัญหาจากการจัดและพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ในระยะที่ผ่านมาพบว่ามีปัญหาที่จำเป็นต้องปรับปรุงและพัฒนา อาทิ ด้านคุณภาพการศึกษา โดยเฉพาะระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ด้านขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศที่ยังอยู่ในระดับต่ำ โดยเป้าหมายสำคัญ คือ มุ่งให้คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ เป็นคนดี มีความสุข มีภูมิคุ้มกัน รู้เท่าทันในเวทีโลก มีเป้าหมายหลักข้อแรก คือ ผู้เรียนได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพมาตรฐาน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีตัวชี้วัดคือร้อยละของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาหลักระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจากการทดสอบระดับชาติเพิ่มขึ้น (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ซึ่งเป็นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การประเมินผลครั้งที่ 5 พ.ศ. 2555 รายวิชาคณิตศาสตร์ มีผลการประเมินเฉลี่ยเท่ากับ 494 คะแนน พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 427 คะแนนอยู่ในตำแหน่งที่ 50 จาก 65 ประเทศสมาชิก และห่างไกลจากประเทศเอเชียอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคะแนนสูง และจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2554-2556 พบว่า นักเรียนทั้งหมดมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 32.08, 26.95 และ 25.45 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (2557) นั่นคือ การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยมีแนวโน้มต่ำลง และอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับต่ำ นอกจากนั้นผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2554-2556 พบว่า มีคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 29.48, 25.80 และ 23.96 ตามลำดับ

(องค์การมหาชน, 2555) แสดงให้เห็นถึงผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในระดับชาติของนักเรียนโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 เช่นเดียวกัน จากข้อมูลส่งผลให้มองเห็นถึงการที่จะต้องเร่งปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้สำเร็จนั้นมีเป้าหมายที่สำคัญอยู่ 2 ประการคือ ทำให้นักเรียนรู้จักคิดและมีความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้โดยเครื่องมือที่จะทำให้นักเรียนเกิดคุณลักษณะตามเป้าหมายทั้งสองประการนั้นได้คือ การฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาในชั้นเรียน ซึ่งประสบการณ์จากการฝึกความสามารถในชั้นเรียนนี้จะเป็นรากฐานที่สำคัญอันจะนำไปสู่การพัฒนาวิธีการคิดและเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาต่อไป (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2537: 3) เพราะฉะนั้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงเป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การสอนให้นักเรียนรู้จักการแก้ปัญหาจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลมีขั้นตอนมีระเบียบแบบแผนและรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง (สิริพร ทิพย์คง, 2544: 4) เนื่องจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการอย่างหนึ่ง ดังนั้นครูควรปลูกฝังให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาแม้ว่าจะมีนักเรียนบางส่วนที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเองได้แต่มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ไม่รู้ว่าควรจะเริ่มต้นแก้ปัญหานั้นอย่างไรและจะดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไรต่อไป ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนไม่มีความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2551: 4) ซึ่งการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถและความชำนาญในการใช้กระบวนการต่างๆ ทางสมองประสบการณ์การเข้าใจปัญหาตลอดจนความพยายามในการคิดค้นหาคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบ โดยการนำความรู้ทักษะรวมถึงวิธีการต่างๆ ในการหาคำตอบ เมื่อกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนและจะต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นอกจากความสามารถในการแก้ปัญหาแล้ว การให้เหตุผลก็ถือว่าเป็นเป้าหมายที่สำคัญอีกประการหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การแก้ปัญหามสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์หรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้หากปราศจากการให้เหตุผล (Alice and Shirel, 1999: 114) และการให้เหตุผลยังเป็นพื้นฐานของการเรียนและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เราไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้โดยปราศจากการให้เหตุผล การแสดงเหตุผลที่ดีจะมีคุณค่ามากกว่าการที่ผู้หาคำตอบที่ถูกต้อง (สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics: NCTM, 2000: 6-81) เนื่องจากการให้เหตุผลเป็นทักษะกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลคิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็น

เครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้เพื่อพัฒนาตนเองของการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต ดังนั้นการคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากที่ยืนยันว่าการสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผลดีกว่าการสอนแบบจำจืด การสอนคณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลจะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สามารถจดจำได้ดีและยาวนานกว่าเดิม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550: 38) ดังนั้นการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลจะมีลักษณะของการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นของตนเอง (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2545: 198-199)

การจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อน ต้องวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของโจทย์ เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการหาคำตอบนั้น นักเรียนไม่สามารถทำได้ ดังจะเห็นได้จากผลการวิจัยของเจษฎ์สุตา จันทรเอี่ยม (2542: 62-64) เรื่องการศึกษาความสามารถและกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 7 พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในเกณฑ์ขั้นต่ำร้อยละ 50 สอดคล้องกับที่ สุวรร กาญจนมยุร (2545: 50) ได้เสนอเกี่ยวกับการเรียนการสอน เรื่องการแก้โจทย์ปัญหา กล่าวคือ นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาแล้วไม่ทราบว่าจะหาคำตอบของปัญหานั้นอย่างไร สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า การแก้โจทย์ปัญหานั้นเป็นการนำความรู้ และประสบการณ์ที่นักเรียนแต่ละคนเรียนมาไปใช้วิเคราะห์หาคำตอบของโจทย์ปัญหา องค์ประกอบเกี่ยวกับการฝึกการแก้โจทย์ปัญหา การเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมองของบุคคล นักเรียนแต่ละคนมีกระบวนการเรียนรู้และสร้างความรู้ ความเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการได้แตกต่างกัน บางคนเรียนรู้ได้ดี ถ้าเรียนรู้จากสื่อที่เป็นรูปธรรม บางคนเรียนรู้ได้ในลักษณะนามธรรม บางคนเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะว่าวิธีการเรียนรู้ของแต่ละคนมีกระบวนการ และพลังความสามารถของสมองมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน การฝึกการแก้โจทย์ปัญหานับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2547: 16) ได้เสนอแนะว่า การสอนคณิตศาสตร์ให้ได้ผล สามารถช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้วิธีหนึ่งคือ การสอนให้ผู้เรียนได้เรียน และรู้จักใช้กลวิธีหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหา เมื่อพบโจทย์หรือปัญหาที่ต้องแก้ไข หรือต้องการหาคำตอบ อันจะเป็นแนวทางให้สามารถพัฒนากลวิธีเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาจริงๆ ในชีวิตได้ตามความสมควรต่อไป

การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นการแก้โจทย์ปัญหา (First letter mnemonic strategy) เป็นกลวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาได้ดังที่เมอเชอ และมิลเลอร์ (Mercer and Miller, 1992: 19-35) ได้กล่าวว่าการสอนนักเรียนด้วยกลวิธีการ

จำขั้นตอนด้วยตัวอักษรตัวแรก ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ระลึกถึงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา และช่วยในทักษะการคำนวณหาคำตอบ แมคซินี ได้พัฒนาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์ strategy steps: STAR เป็นกลวิธีการใช้ตัวอักษรตัวแรกกลวิธีหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนสามารถจำขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโดยจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (Maccini, 2000 cited in Maccini and Gagnon, 2006) กลวิธีนี้แนะนำให้นักเรียนแก้ปัญหตามขั้นตอน 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงโจทย์

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา และ

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์ STAR นำมาซึ่งการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญห หาสเหตุของปัญหา องค์ประกอบของปัญหา การวิเคราะห์ปัญหาโดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่ การเลือกตัดสินใจ เลือกวิธีการแก้ปัญหที่ดีที่สุด

ดังนั้นการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์ STAR เป็นกลวิธีสอนอีกแบบหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนสามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหในการหาคำตอบได้อย่างดียิ่ง ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และส่งผลต่อความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน สิ่งที่สนับสนุนแนวคิดนี้คือ งานวิจัยแมคซินี และฮูส (Maccini and Hughes, 2000: 10-21) ได้ศึกษาผลของการใช้กลยุทธ์ STAR ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ขั้นต้นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางการเรียนที่มีต่อความสามารถของการแสดงความหมายและการหาคำตอบของการแก้ปัญหการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม ผลปรากฏว่า ทักษะการแก้ปัญหของนักเรียนสูงขึ้น ในแต่ละลำดับการสอนนักเรียนใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาดังนี้ 1) ศึกษาทำความเข้าใจโจทย์ 2) แปลงข้อมูลจากโจทย์ภาษาไปสู่สมการ 3) ระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง 4) วาดรูปภาพแสดงความหมายของโจทย์ปัญหาได้ 5) เขียนสมการได้อย่างถูกต้อง และ 6) ตอบคำถามของโจทย์ปัญหาได้ นอกจากนั้นยังส่งผลกับการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ใกล้เคียงกับของเดิมอีกด้วย และหลังจากทดลองแล้ว 10 สัปดาห์ ได้ทำการวัดความคงทนในการเรียน ปรากฏว่านักเรียนยังสามารถแสดงความหมายของโจทย์และหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

ในปีเดียวกันแมคซินี และราวดีโอ (Maccini; and Ruhl, 2000: 465-489) ได้ศึกษาผลการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมสื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริงและสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมหรือที่เรียกโดยใช้อักษร CSA ตามลำดับ และกลวิธี STAR ในการแก้ปัญหการลบจำนวนเต็มสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความบกพร่องทางการเรียนมีอุปสรรคในการให้เหตุผลขั้นสูง และทักษะการแก้ปัญหามีต่อความสามารถในการแสดงความหมาย และการหาคำตอบของปัญหการลบจำนวนเต็ม ผลปรากฏว่า หลังการสอนช่วยให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหที่เกี่ยวข้องกับจำนวน

เต็มดีขึ้น และหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ทำการทดสอบความคงทนของความสามารถในการหาคำตอบของปัญหา พบว่า นักเรียนยังคงหาคำตอบของปัญหาได้อย่างถูกต้อง และ 1 สัปดาห์ ต่อมาทำการทดลองความคงทนของความสามารถในการแสดงความหมายของปัญหา ซึ่งนักเรียนยังคงแสดงความหมายของปัญหาได้อย่างถูกต้องเช่นกัน

จากที่กล่าวมาพบว่าการใช้กลวิธี STAR และการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) ช่วยให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนสูงขึ้น การเรียนรู้ที่ได้จากการฝึกปฏิบัติตามกระบวนการช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคิด วิเคราะห์ จัดลำดับแก้ปัญหา และสามารถนำวิธีการไปปรับใช้ในชีวิตจริงได้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1.1 เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR

2.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

2.1.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์กำแพงเพชร อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 116 คน และมีการจัดห้องเรียนที่คละนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 54 คน ซึ่งทั้ง 2 ห้องได้ทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนพบว่าไม่แตกต่างกัน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากนั้นจับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 27 คน เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 จำนวน 27 คน เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ

1.4.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย เป็นเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.4.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เวลา 20 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 3 คาบ รวม 7 สัปดาห์

1.4.4 ตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัย ได้แก่

1.4.4.1 ตัวแปรต้น คือการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และการสอนแบบปกติ

1.4.4.2 ตัวแปรตาม คือความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR หมายถึง การสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีกำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้นของการแก้ปัญหา ซึ่งพัฒนาจากแนวคิดของ Gagnon และ Maccini โดยมีลำดับขั้นของการแก้ปัญหาดังนี้

1.5.1.1 ขั้นที่ 1 การศึกษาโจทย์ปัญหา (Search the word problem: S) แยกแยะประเด็นของปัญหา ดำเนินการดังนี้

- 1) อ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วน
- 2) ถามคำถามต่อตนเองว่า “รู้เท็จจริงอะไรบ้างจากโจทย์ปัญหา” “โจทย์ต้องการให้หาอะไร”
- 3) เขียนข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์

1.5.1.2 ขั้นที่ 2 การแปลงโจทย์ (Translate the problem: T) การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา ดำเนินการดังนี้

- 1) เลือกตัวแปร
- 2) ระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
- 3) แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในแบบรูปภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์ โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้

3.1) สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application: C) ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง

3.2) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete application: S) วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย

3.3) สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application: A) หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต

1.5.1.3 ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (Answer the problem: A) ดำเนินการหาคำตอบที่ถูกต้องตามขั้นที่ 2

1.5.1.4 ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (Review the solution: R) ดำเนินการดังนี้

- 1) อ่านโจทย์ปัญหาซ้ำอีกครั้ง
- 2) ถามคำถามต่อตนเองว่า “คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด ในปัญหาหรือไม่”

3) ตรวจสอบคำตอบ

1.5.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา เลือกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และใช้ทักษะในการคิดคำนวณหาคำตอบ ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การได้มาของคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ โดยอาศัยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถนี้วัดจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.5.3 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวคิดหรือการอ้างหลักฐานในการหาคำตอบด้วยข้อเท็จจริง ข้อความ หลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ที่สมเหตุสมผล สามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องและแสดงขั้นตอนการให้เหตุผลได้อย่างชัดเจน ความสามารถนี้วัดได้จากคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นแบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.5.4 การสอนแบบปกติ หมายถึง การสอนตามคู่มือครุคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย

1.5.4.1 ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน คือขั้นเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน ทบทวนความรู้เดิม

1.5.4.2 ขั้นที่ 2 ขั้นสอน คือขั้นที่ครูดำเนินการสอน โดยใช้การบรรยาย สนทนาซักถาม ทำแบบฝึกหัด

1.5.4.3 ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป คือขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา

1.6 สมมติฐานของการวิจัย

1.6.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

1.6.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

1.6.3 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

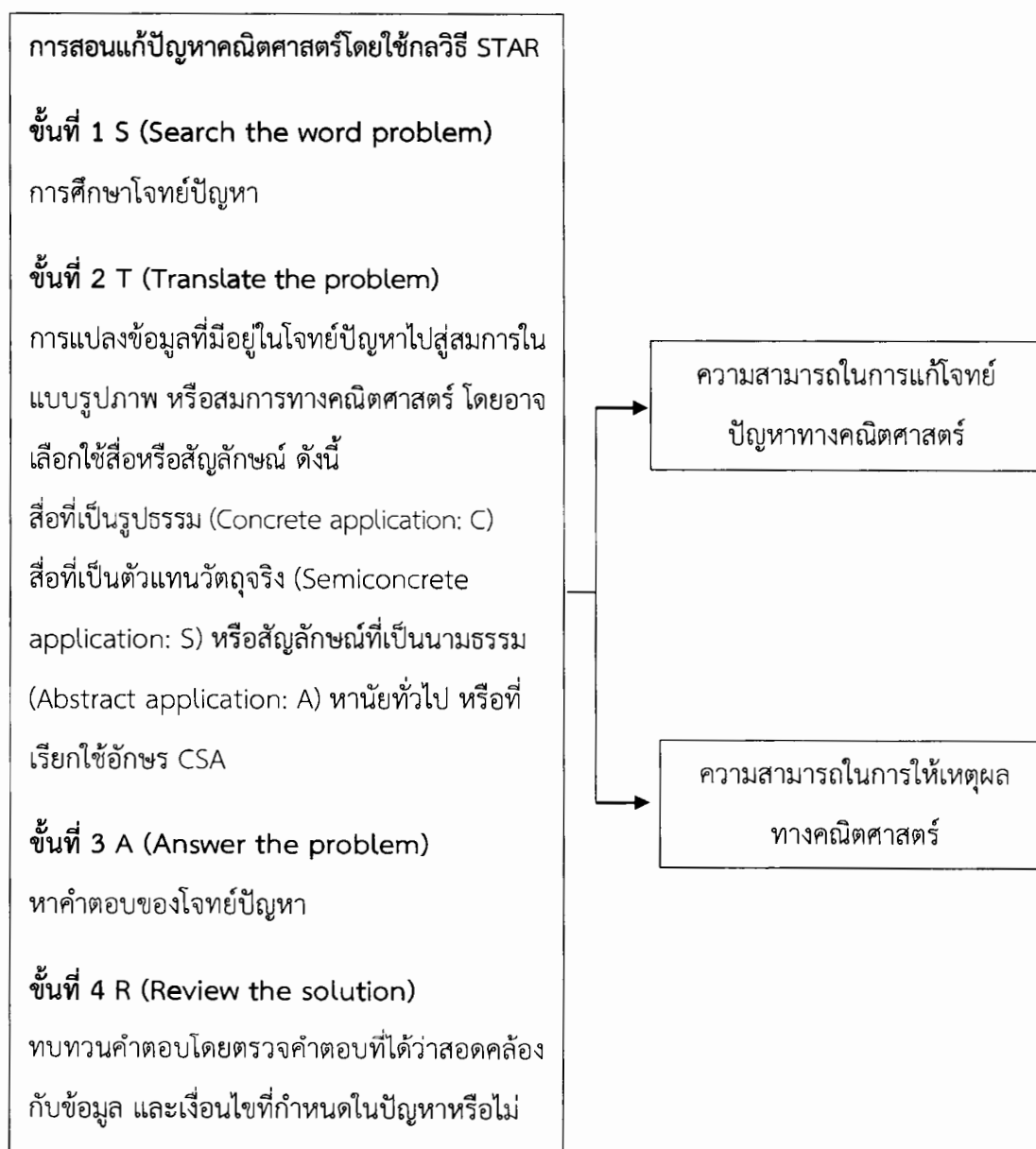
จากการศึกษาแนวคิดของ Maccini และ Gagnon โดยมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบกลวิธี STAR มี 4 ขั้นตอน คือ

1.7.1 ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

1.7.2 ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในรูปแบบรูปภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์ โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้ สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application: C) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete application: S) หรือสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application: A) หาน้อยทั่วไป หรือที่เรียกใช้อักษร CSA

1.7.3 ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

1.7.4 ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ โดยตรวจคำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR
- 2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 2.5 วิธีการสอนแบบปกติ
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 46–54) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ วิสัยทัศน์การเรียนรู้ คุณภาพผู้เรียน สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางไว้ดังนี้

2.1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิด สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

2.1.2 วิสัยทัศน์การเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้ คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทาง คณิตศาสตร์ที่พอเพียง สามารถนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปใช้ในการ ศึกษาต่อ รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐาน

การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์และต้องการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้นให้ถือเป็นหน้าที่ของสถานศึกษาที่จะต้องจัดโปรแกรมการเรียนการสอนให้แก่ นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมตามความถนัดและความสนใจรวมถึงมีความรู้ที่ทัดเทียมกับนานาชาติอารยประเทศ

2.1.3 คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

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

2.1.3.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของ ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่างๆ เกี่ยวกับความ ยาวพื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสมพร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ใน ชีวิตจริงได้

2.1.3.3 สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียน และสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวยและทรงกลมได้

2.1.3.4 มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูป สามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้ เหตุผลและแก้ปัญหาได้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่อง การเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และ นำไปใช้ได้

2.1.3.5 สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการ แก้ปัญหาได้

2.1.3.6 สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปลูกกลม หรือรูปแบบอื่นที่ เหมาะสมได้

2.1.3.7 เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของ ข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูล ขวสารทางสถิติ

2.1.3.8 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ ได้

2.1.3.9 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.1.4 หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.1.4.1 สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

1) สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

1.1) มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

1.2) มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวน และความสัมพันธ์ระหว่าง การดำเนินการต่างๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

1.3) มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

1.4) มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

2) สาระที่ 2 การวัด

2.1) มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

2.2) มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

3) สาระที่ 3 เรขาคณิต

3.1) มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

3.2) มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิรนัยภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

4) สาระที่ 4 พีชคณิต

4.1) มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

4.2) มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

5) สารที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

5.1) มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.2) มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

5.3) มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

6) สารที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

6.1) มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.1.4.2 ตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังนี้

1) ค. 1.1 ม.2/1 เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำในรูปเศษส่วน

2) ค. 1.1 ม.2/2 จำแนกจำนวนจริงที่กำหนดให้และยกตัวอย่างจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ

3) ค. 1.1 ม.2/3 อธิบายและระบุรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง

4) ค. 1.1 ม.2/4 ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้โจทย์ปัญหา

5) ค. 1.2 ม.2/1 หารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็มโดยการแยกตัวประกอบและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

6) ค. 1.2 ม.2/2 อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการหารากที่สองและรากที่สามของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม บอกความสัมพันธ์ของการยกกำลังกับการหารากของจำนวนจริง

7) ค. 1.3 ม.2/1 หาค่าประมาณของรากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริงและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

8) ค. 1.4 ม.2/1 บอกความเกี่ยวข้องของจำนวนจริง จำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะ

9) ค. 2.1 ม.2/1 เปรียบเทียบหน่วยความยาว หน่วยพื้นที่ในระบบเดียวกัน และต่างระบบและเลือกใช้หน่วยการวัดได้อย่างเหมาะสม

- 10) ค. 2.1 ม.2/2 คาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร และน้ำหนักได้อย่างใกล้เคียง และอธิบายวิธีการที่ใช้ในการคาดคะเน
- 11) ค. 2.1 ม.2/3 ใช้การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม
- 12) ค. 2.2 ม.2/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ
- 13) ค. 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา
- 14) ค. 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติของเส้นขนานในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา
- 15) ค. 3.2 ม.2/2 ในทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา
- 16) ค. 3.2 ม.2/3 เข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และนำไปใช้
- 17) ค. 3.2 ม.2/4 บอกภาพที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุนรูปต้นแบบและอธิบายวิธีการที่จะได้ภาพที่ปรากฏเมื่อกำหนดรูปต้นแบบและภาพนั้นให้
- 18) ค. 4.2 ม.2/1 แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ
- 19) ค. 4.2 ม.2/2 หาพิกัดของจุดและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตที่เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนานการสะท้อน การหมุนบนระนาบในระบบพิกัดฉาก
- 20) ค. 5.1 ม.2/1 อ่านและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปรวงกลม
- 21) ค. 5.2 ม.2/1 อธิบายได้ว่าเหตุการณ์ที่กำหนดให้เหตุการณ์ใดเกิดขึ้นแน่นอน เหตุการณ์ใดไม่เกิดขึ้นแน่นอนและเหตุการณ์ใดมีโอกาสเกิดขึ้นได้มากกว่ากัน
- 22) ค. 6.1 ม.2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
- 23) ค. 6.1 ม.2/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม
- 24) ค. 6.1 ม.2/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
- 25) ค. 6.1 ม.2/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
- 26) ค. 6.1 ม.2/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ
- 27) ค. 6.1 ม.2/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.1.4.3 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
รหัสวิชา ค 22101	ภาคเรียนที่ 1	จำนวน 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน
จำนวน 1.5 หน่วยกิต		เวลาเรียน 3 ชั่วโมง/สัปดาห์

ศึกษาความรู้พื้นฐานเบื้องต้น ฝึกทักษะการคิดคำนวณ การให้เหตุผลและฝึกการแก้ปัญหาในเรื่องอัตราส่วนและร้อยละ อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน สัดส่วน ร้อยละ การวัด ความเป็นมาของการวัด การวัดความยาว การวัดพื้นที่ การวัดปริมาตรและน้ำหนัก การวัดเวลา การใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ในการแก้ปัญหา แผนภูมิรูปวงกลม การอ่านแผนภูมิรูปวงกลม การเขียนแผนภูมิรูปวงกลม การแปลงทางเรขาคณิต การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน ความเท่ากันทุกประการ ความเท่ากันทุกประการของรูปเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบด้าน-มุม-ด้าน รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบมุม-ด้าน-มุม รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบด้าน-ด้าน-ด้าน การนำไปใช้

โดยใช้กระบวนการอธิบาย คาดคะเน เปรียบเทียบ การคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์

เพื่อให้เห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน
ตัวชี้วัด ค 1.1 ม.2/4

ค 2.1 ม.2/1 ค 2.1 ม.2/2 ค 2.1 ม.2/3

ค 2.2 ม.2/1

ค 3.2 ม.2/1 ค 3.2 ม.2/3 ค 3.2 ม.2/4

ค 4.2 ม.2/2

ค.5.1 ม.2/1

ค 6.1 ม.2/1 ค 6.1 ม.2/2 ค 6.1 ม.2/3 ค 6.1 ม.2/4 ค 6.1 ม.2/5,

ค 6.1 ม.2/6

รวม 16 ตัวชี้วัด



ตารางที่ 2.1 หน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
1.	อัตราส่วนและ ร้อยละ	ค 1.1 ม.2/4 ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้ โจทย์ปัญหา ค 6.1 ม.2/1-ม.2/6	เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ช่วย ทำให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรื่อง การได้กำไร การขาดทุน การ คิดอัตราดอกเบี้ย	18
2.	การวัด	ค 2.1 ม.2/1 เปรียบเทียบหน่วยความยาว หน่วยพื้นที่ ในระบบเดียวกัน และต่างระบบ และเลือกใช้ หน่วย การวัดได้อย่าง เหมาะสม ค 2.1 ม.2/2 คาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตรและน้ำหนักได้ อย่างใกล้เคียง และอธิบาย วิธีการที่ใช้ในการคาดคะเน ค 2.1 ม.2/3 ใช้การคาดคะเนเกี่ยวกับการ วัดในสถานการณ์ ต่างๆได้ อย่างเหมาะสม ค 2.2 ม.2/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาว และ	นักเรียนสามารถเลือกหน่วยใน การวัดที่เหมาะสม และสามารถ นำไปใช้ในการคาดคะเนความยาว ของสิ่งต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้	9

ตารางที่ 2.1 หน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
		พื้นที่แก้ปัญหในสถานการณ์ ต่างๆ ค 6.1 ม.2/1-ม.2/6		
3.	แผนภูมิ รูปวงกลม	ค 5.1 ม.2/1 อ่านและนำเสนอข้อมูลโดยใช้ แผนภูมิรูปวงกลม ค 6.1 ม.2/1-ม.2/6	เข้าใจและรู้ข้อมูลในรูปแบบ ของแผนภูมิรูปวงกลม และ นักเรียนสามารถ นำเสนอ ข้อมูลต่างๆ ในแผนภูมิรูป วงกลม	6
4.	การแปลงทาง เรขาคณิต	ค 4.2 ม.2/2 หาพิกัดของจุด และอธิบาย ลักษณะของรูปเรขาคณิตที่ เกิดขึ้นจากการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุนบน ระนาบในระบบพิกัดฉาก ค 3.2 ม.2/3 เข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทาง เรขาคณิตในเรื่อง การเลื่อน ขนาน การสะท้อน และการ หมุน และนำไปใช้ ค 3.2 ม.2/4 บอกภาพที่เกิดขึ้นจากการ เลื่อนขนาน การสะท้อนและ การหมุนรูปต้นแบบ และ อธิบายวิธีการที่จะได้ภาพที่ ปรากฏเมื่อกำหนดรูปต้นแบบ และภาพนั้นให้ ค 6.1 ม.2/1-ม.2/6	สามารถมองภาพ การหมุน ของรูปต่างๆ ในรูปแบบต่างๆ ที่เป็นขั้นตอนและทำให้รู้ว่า ภาพที่เห็นนั้นเป็นภาพของ อะไร และมีขั้นตอนอย่างไร	12

ตารางที่ 2.1 หน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
5.	ความเท่ากัน ทุกประการ	ค 3.2 ม.2/1 ใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากัน ทุกประการของรูปสามเหลี่ยม และสมบัติของเส้นขนานใน การให้เหตุผลและแก้ปัญหา ค 6.1 ม.2/1-ม.2/6	นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไป เปรียบเทียบความเท่ากันทุก ประการของรูปสามเหลี่ยม โดย ใช้คุณสมบัติการเท่ากัน แบบ ด-ม-ด, ม-ด-ม, ด-ด-ด	15
รวมตลอดภาค				60

สรุปได้ว่า หลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความมุ่งหมายที่จะพัฒนาให้ผู้เรียน มีความรู้ ความสามารถ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปใช้ในการศึกษาต่อ รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ทั้งด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ ช่วยพัฒนากระบวนการคิดและพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้ดีขึ้น และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

2.2 การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR

2.2.1 ความเป็นมาของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR

Oas, Schumaker and Deshler (2006) ได้เสนอแนะเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาว่า กลวิธีการใช้ตัวอักษรตัวแรกช่วยในการจำ ออกแบบมาเพื่อช่วยจำแนกข้อมูลที่สำคัญต่อการเรียน จำแนกรายละเอียด และจดจำรายละเอียดแต่ละชั้น โดยใช้เครื่องช่วยจำคือตัวอักษรตัวแรกของแต่ละชั้น

การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR Strategy Steps: STAR เป็นกลวิธีการสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีในการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น (Letter Mnemonic Strategy) ของการแก้ปัญหา Maccini and Gagnon (2006; อ้างอิงจาก Maccini, 1998) ได้พัฒนาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ขึ้น เพื่อชี้แนะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนสามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอนย่อยครบทั้งกระบวนการในการแสดง ความหมายและหาคำตอบของปัญหา เพื่อเป็นพื้นฐานสู่การเป็นนักแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

Nagel, Schumaker and Deshler (1986) ได้กล่าวว่า

กลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับชั้น (First Letter Mnemonic Strategy) คือ การออกแบบเพื่อช่วยพฤติกรรมของนักเรียนดีขึ้นในสถานการณ์ทดสอบ บทบาทของกลวิธีการจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับชั้น ได้แก่

- (1) นักเรียนสามารถลงข้อความเอกลักษณ์ของข้อมูลในหนังสือของเขานั้นคือใจความสำคัญ
- (2) นักเรียนสามารถตั้งหัวข้อที่เหมาะสมหรือแบ่งประเภทสำหรับแต่ละข้อความของข้อมูล
- (3) นักเรียนสามารถเลือกกลไกที่ช่วยในการจดจำสำหรับแต่ละข้อความของเรื่อง
- (4) นักเรียนสามารถจดจำแต่ละข้อความ

Maccini and Gagnon (2006) กล่าวว่า กลวิธี STAR ประกอบด้วยลักษณะสำคัญดังนี้

- (1) เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยให้นักเรียนจำกลวิธีที่ใช้ ซึ่งสร้างรูปแบบถ้อยคำจากตัวอักษรตัวแรกของลำดับชั้น
- (2) ขั้นตอนของกลวิธีใช้ถ้อยคำที่คุ้นเคยง่าย สั้นกะทัดรัด ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้
- (3) ขั้นตอนของกลวิธีเรียงลำดับอย่างเหมาะสม เช่น นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วนก่อนลงมือแก้ปัญหา และนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ได้ เช่น แก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างประสบความสำเร็จ
- (4) ขั้นตอนของกลวิธีกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความสามารถด้านความรู้ เช่น ใช้การวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา
- (5) ขั้นตอนของกลวิธีใช้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถควบคุมตนเองใช้ความสามารถแก้ปัญหาได้ เช่น ตรวจสอบคำตอบแล้วหรือไม่

จากการทำการวิจัยของ (Maccini and Hughes, 2000: 10-21; Maccini and Ruhl, 2000: 465-489) ซึ่งได้ทดลองโดยใช้กลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาพบว่า การจำขั้นตอนแก้ปัญหาโดยใช้ตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับชั้นช่วยให้นักเรียนระลึกลำดับขั้นตอน ได้จากคำศัพท์ที่รู้จัก คั่นเคย และช่วยให้สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็มได้

ขั้นตอนหลักของกลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) การศึกษาโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

Maccini, P and Gagnon, J. (2006) อธิบายว่า ขั้นตอนหลักของกลวิธี STAR จะประกอบด้วยขั้นตอนย่อยเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์เพื่อหาคำตอบได้ รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

(1) ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) ศึกษาโจทย์ปัญหา แยกแยะประเด็นของปัญหา ดำเนินการดังนี้

(1.1) อ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียด

(1.2) ถามคำถามต่อตัวเองว่า “รู้ข้อเท็จจริงอะไรบ้างจากโจทย์ปัญหา” และ “โจทย์ต้องการให้หาอะไร”

(1.3) เขียนข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์

(2) ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาดำเนินการดังนี้

(2.1) เลือกตัวแปร

(2.2) ระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

(2.3) แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในแบบรูปหรือสมการทางคณิตศาสตร์ โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้

(2.3.1) สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application : C) ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง

(2.3.2) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete application : S) วาดรูปภาพ แผนภาพหรือเขียนตารางแสดงความหมาย

(2.3.3) สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application: A) หานัยทั่วไปนำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต

(3) ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา ดำเนินการหาคำตอบที่ถูกต้องตามขั้นที่ 2

(4) ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ ดำเนินการดังนี้

(4.1) ทบทวนโจทย์ปัญหาอีกครั้ง

(4.2) ถามตัวเอง “คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่”

(4.3) ตรวจสอบคำตอบ

ครูสามารถใช้ใบงานที่ประกอบด้วยขั้นตอนและขั้นตอนย่อยของกลวิธี STAR เพื่อให้นักเรียนสามารถควบคุมตนเองให้แก้ปัญหาได้ทุกขั้นตอน และช่วยจำขั้นตอนในการแก้ปัญหา

Maccini, P and Gagnon, J. (2006) กล่าวว่า กลวิธีการสอนให้มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลนั้นต้องช่วยนักเรียนได้เรียนรู้ข้อมูลต่างๆไป และเรียนรู้ข้อมูลที่ต้องจำกัดเวลา นักเรียนมีความคงทนในการเรียนและเรียนรู้ได้ดีขึ้นอยู่กับตัวแปรของการสอน เช่น การทบทวน การใช้ครูเป็นตัวอย่าง การชี้แนะแบบฝึกหัด การทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง ให้ผลย้อนกลับและทบทวนเป็นระยะๆ ก็จะช่วยทำให้การใช้กลวิธีในการสอนประสบความสำเร็จ การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้ สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือใช้ CSA แทนสื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทดังกล่าว สำหรับสื่อที่เป็นรูปธรรม เป็นการใช้วัตถุ 3 มิติ ที่นักเรียนสามารถจับต้องได้ในการแสดงความหมายของโจทย์ปัญหา หากคำตอบได้ สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง เป็นการแสดงความหมายโจทย์ปัญหา โดยการวาดภาพ เขียนแผนภาพ เขียนตาราง หรือยุทธวิธีต่างๆ ในการหาคำตอบ และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม เป็นการแสดงความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ทางจำนวนหรือนัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต การใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทดังกล่าวช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรียนรู้อย่างมีความหมายมากขึ้น

จากความเป็นมาของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ข้างต้นสรุปได้ว่าแมคซินีได้พัฒนาการสอนนี้ขึ้น ซึ่งเป็นกลวิธีการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจำตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น เพื่อชี้แนะนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนให้สามารถระลึกลำดับขั้นตอนและวิเคราะห์โจทย์เพื่อหาคำตอบได้

2.2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลวิธี STAR

การสอนแก้ปัญหโดยใช้กลวิธี STAR ทั้ง 4 ขั้น สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.2.1 ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา (Search the word problem) สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นการพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง

2.2.2.2 ขั้นที่ 2 แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (Translate the problem) สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาขั้นที่ 2 การวางแผน (Devising a plan) เป็นขั้นตอนสำคัญที่ต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหด้วยวิธีการใด จะแก้ปัญหายังไง ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆในปัญหาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ แล้วกำหนดแนวทางในการแก้ปัญห

2.2.2.3 ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (Answer the problem) สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นที่

ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือจนกระทั่งหาคำตอบได้

2.2.2.4 ขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (Review the solution) สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาขั้นที่ 4 การตรวจย้อนกลับ (Looking back) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งมีวิธีการแก้ปัญหาอื่นอีกหรือไม่

สำหรับการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริงและสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR นั้น Gagnon, J. C. and Krezmien, M (2001) กล่าวว่า การใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทดังกล่าวพัฒนามาจากทฤษฎีการสอนของ Bruner ที่เน้นการสอนให้โอกาสผู้เรียนเรียนรู้โครงสร้างของความรู้ อันจะนำมาซึ่งความเข้าใจและการถ่ายโยงการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยนำเสนอรายละเอียดทฤษฎีการสอนของ Bruner อันเป็นพื้นฐานในการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ดังต่อไปนี้

หลักของทฤษฎีการสอนของ Bruner

Jerome Bruner เป็นนักจิตวิทยาที่สนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวปัญญานิยม ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยเชื่อว่า “เด็กทุกระดับขั้นของการพัฒนาสามารถเรียนเนื้อหาวิชาใดก็ได้ ถ้าจัดการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถของเด็ก” ความสนใจของ Bruner อยู่ที่การช่วยให้ครูพัฒนาการเรียนรู้และการคิดของผู้เรียน ในการทำความเข้าใจ ทฤษฎีของ Bruner จำเป็นต้องเข้าใจสาระต่อไปนี้

(1) หลักของขั้นการเรียนรู้ (Modes of learning)

Bruner มองเห็นว่าพัฒนาการของความรู้ความเข้าใจของคนเรามีสามขั้นตอนซึ่งแต่ละขั้นตอนจะเรียนรู้ด้วยวิธีการที่ต่างกัน และขั้นต่ำกว่าจะเป็นฐานของขั้นที่สูงกว่า Bruner จึงเสนอว่าการที่จะเรียนรู้ในขั้นต่อไปได้นั้นควรจะเรียนในขั้นที่ผ่านมาให้แน่นแฟ้นเสียก่อน ขั้นการเรียนรู้ทั้งสามประกอบด้วย

(1.1) ขั้นการกระทำ (Enactive stage) การเรียนรู้ด้วยการกระทำวิธีการเรียนรู้จะผ่านทางการแสดงออก การเลียนแบบ หรือการลงมือทำกับวัตถุ มีประสบการณ์โดยตรงจากการจับต้อง สำรวจสิ่งแวดล้อม เด็กๆ ส่วนใหญ่จะเรียนรู้โดยผ่านฐานนี้ หรือผู้ใหญ่ก็จะใช้ฐานนี้เรียนรู้งานที่ต้องใช้ทักษะทางกายที่ซับซ้อน ในการสอนเด็กผู้สอนควรจะใช้วิธีการสาธิตเท่าๆ กับการใช้อุปกรณ์ต่างๆ การสวมบทบาท การใช้ตัวแบบ และการให้พฤติกรรมตัวอย่าง

(1.2) ขั้นจินตนาการ (Iconic stage) การเรียนรู้โดยใช้รูปภาพหรือวาดภาพในใจ เนื่องจากเด็กต้องเรียนความคิดรวบยอด กฎ และหลักการ ซึ่งไม่อาจแสดงให้เห็นได้ง่ายๆ ดังนั้นผู้สอนจึงต้องจัดหาภาพ แผนภูมิหรือตาราง ซึ่งเชื่อมโยงกับสิ่งที่ต้องเรียนรู้มาให้ผู้เรียนปกติแล้วการเรียนรู้

ตามขั้นนี้จะใช้เวลาน้อยกว่าขั้นการกระทำ มีสิ่งที่ประเด็นปัญหาในการสอนตามขั้นนี้คือ เรื่องของการใช้โสตทัศนูปกรณ์เป็นเครื่องช่วยสอน Bruner เสนอให้ใช้ภาพนิ่ง โทรทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว หรืออื่นๆ ที่คล้ายกันในการสอน เนื่องจากช่วยให้เด็กเกิดประสบการณ์ แต่ขณะเดียวกันก็มีข้อควรระวัง คือ หากเลือกแบบที่ไม่สอดคล้องกับสิ่งที่จะเรียนรู้ นอกจากจะไม่ช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจได้แล้วยังเป็นการสิ้นเปลืองมากอีกด้วย

(1.3) ขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic stage) การเรียนรู้โดยใช้สัญลักษณ์ เป็นขั้นที่เด็กสามารถจะเข้าใจการเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมต่างๆ ได้ เป็นขั้นสูงสุดของการพัฒนาทางด้านความรู้ความเข้าใจ เด็กสามารถคิดหาเหตุผล และในที่สุดจะเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้

(2) หลักการพื้นฐานทฤษฎีการสอนของ Bruner

Bruner ได้ให้หลักการพื้นฐานของตัวแปรที่สำคัญของการสอนและการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

(2.1) บุคคลแต่ละบุคคลมีวัฒนธรรมของตน เพราะตั้งแต่แรกเกิดทุกคนได้รับการถ่ายทอดวัฒนธรรมจากผู้ใหญ่ที่อยู่รอบๆ เช่น บิดามารดา เป็นต้น

(2.2) ความรู้ ครูควรจะใช้เครื่องมือ (ทักษะ) แก่นักเรียนที่จะใช้ปัญหาหรือหาคำตอบได้ การศึกษาควรจะเน้นความสำคัญของวิชาทุกวิชา

(2.3) กระบวนการที่จะได้ซึ่งความรู้ บรูเนอร์บ่งว่าการเรียนรู้เพื่อได้มาซึ่งความรู้ประกอบด้วยกระบวนการ 3 อย่าง คือ

(2.3.1) การเรียนรู้ เกิดจากกระบวนการเปรียบเทียบความรู้ที่ได้มาหรือรับจากข้อมูลข่าวสารหรือสารสนเทศใหม่ๆ กับสิ่งที่มีอยู่แล้ว และปรับปรุงให้ดีขึ้น

(2.3.2) การเรียนรู้ เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลง (Transform) ข้อมูลข่าวสารที่ได้รับมาให้เข้ากับที่มีอยู่

(2.3.3) กระบวนการประเมินความสำคัญของความรู้ที่ได้รับใหม่ ว่าเหมาะสมกับงานที่ทำอยู่หรือไม่ การประเมินต้องอาศัยการวินิจฉัยที่ถูกต้อง

(3) หลักของการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery learning)

การเรียนรู้แบบค้นพบ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีฐานอยู่บนสิ่งที่เป็นรูปธรรมและการแสดงพฤติกรรมภายนอก เช่น การทดลอง การกระทำกับวัตถุ การใช้สื่ออุปกรณ์ต่างๆ ในการเรียนรู้ เป็นต้น Bruner ให้ความเห็นว่าผู้เรียนจะเรียนได้ดีที่สุดโดยอาศัยการเรียนรู้แบบค้นพบ นั่นคือเมื่อเกิดการเข้าใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างทันทีทันใด ดังนั้นครูจึงควรกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นพบโครงสร้างของสิ่งที่กำลังเรียนรู้โดยให้ความสนใจไปยังแนวคิดหรือความสัมพันธ์ระหว่างกันและกัน ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีหากสามารถยึดกุมแนวคิดแทนที่จะท่องจำรายละเอียดของสิ่งที่เรียน เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้แบบค้นพบครูอาจกระตุ้นผู้เรียนให้ใช้การเดาอย่างฉลาด หมายถึง การเดานั้นต้องมีฐานอยู่บน

ข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือครูอาจใช้เทคนิคการค้นพบแบบแนะแนว คือ สร้างบรรยากาศซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบและค้นหาความสัมพันธ์

(4) หลักการสอน

(4.1) หลักการของการจูงใจ (Motivation) การเรียนรู้จะขึ้นอยู่กับความพร้อมและแนวโน้มที่ผู้เรียนมีทำที่ต่อการเรียนรู้ Bruner ให้ความเห็นว่าธรรมชาติของเด็กมีความอยากรู้อยากเห็นอยู่แล้ว ผู้สอนควรใช้ธรรมชาตินี้ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน การสอนที่มีประสิทธิภาพจะเกิดได้ก็ต่อเมื่อครูมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับนักเรียน ครูจะต้องเป็นต้นแบบ (Model) ที่ติดตั้งทัศนคติของครูที่มีต่อการสอน การเรียนรู้ และมีความเชื่อว่าผู้เรียนมีแรงจูงใจภายใน (Self-Motivation) และมีความอยากรู้อยากเห็นอยากค้นพบสิ่งที่อยู่รอบๆ ตนด้วยตนเอง ฉะนั้นครูมีหน้าที่สำคัญที่จะจัดสิ่งแวดล้อมในห้องเรียน เพื่อให้เด็กนักเรียนมีโอกาสที่จะสำรวจค้นพบ และควรหาโอกาสสนับสนุนให้นักเรียนมีความมั่นใจในตนเอง Bruner กล่าวว่าความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนก็มีอิทธิพลต่อแรงจูงใจและความเต็มใจที่จะเรียนรู้ของนักเรียน

(4.2) หลักของโครงสร้าง (Structure) หลักการนี้เน้นว่าการเรียนรู้สามารถเพิ่มพูนได้โดยการเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมกับระดับสติปัญญา และระดับความเข้าใจของเด็ก หลักการนี้ชี้ให้เห็นว่า ครูควรต้องย้ำให้เห็นความสัมพันธ์ที่มีความหมายระหว่างสิ่งที่เด็กจะต้องเรียนกับสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว การจัดโครงสร้างของบทเรียน จะต้องให้เหมาะสมกับวัยเด็กและธรรมชาติของบทเรียนแต่ละหน่วย ครูควรแนะแนวให้นักเรียนเห็นหรือค้นคว้าความสัมพันธ์ของสิ่งที่นักเรียนต้องการจะเรียนรู้ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญ นอกจากนี้ครูควรจะสำรวจความรู้พื้นฐานที่นักเรียนจำเป็นต้องมี เพื่อค้นพบความรู้ใหม่ ถ้าปรากฏว่านักเรียนขาดความรู้พื้นฐานที่ควรจะมี ครูควรแนะนำให้นักเรียนเรียนรู้ความรู้พื้นฐานก่อนที่จะเริ่มหน่วยเรียนใหม่

(4.3) หลักของการเรียงลำดับ (Sequence) หลักการนี้เน้นว่า ลำดับของเนื้อหาที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อการเรียนรู้ว่าจะเกิดได้ง่ายหรือยากแค่ไหน ในการเรียงลำดับนี้จะจัดลำดับระหว่างหน่วยย่อยและหน่วยใหญ่ของสิ่งที่ต้องเรียนรู้ภายในเนื้อหาหนึ่งๆ ของวิชาเดียวกันโดยเรียงลำดับจากง่ายไปยาก ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่ต้องการ การจัดลำดับความยากง่ายของบทเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ Bruner เสนอแนะให้ครูคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งมีลำดับขั้นขึ้นกับสิ่งแวดล้อมวัฒนธรรมของนักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้อาจจะทำให้ช้าหรือเร็วได้

(4.4) หลักของการเสริมแรงด้วยตนเอง (Self-reinforcement) Bruner ถือว่าแรงเสริมด้วยตนเองมีความหมายต่อผู้เรียนมากกว่าแรงเสริมภายนอก ครูควรจะให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนว่าทำถูกหรือผิด เพื่อว่าผู้เรียนจะได้ทราบถึงผลการทำงานของตนเองแต่ไม่ควรจะเน้นการทำถูกเท่านั้น เพราะการทำผิดก็เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ การนำทฤษฎีการสอนของ Bruner ไปประยุกต์ใช้

ทฤษฎีนี้ให้แนวคิดที่คนเราจะเรียนรู้ได้ดี หากสิ่งที่เรียนนั้นมีความหมายและถูกจัดให้มีโครงสร้างที่เหมาะสม ผู้สอนจึงอาจช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้นโดย

- (1) ผู้สอนควรใช้คำถามหลายๆ ประเภทในการทดสอบ และในการทบทวนความรู้ที่เรียนไปแล้ว เพื่อจะได้ทดสอบการเรียนรู้โดยอาศัยความจำลง
- (2) ก่อนหน้าที่จะสอนบทเรียนใหม่จำเป็นที่ผู้สอนต้องทราบถึงสิ่งที่ผู้เรียนมีติดตัวมาก่อน เพราะผู้เรียนจะเชื่อมโยงทั้งสองสิ่งเข้าด้วยกัน
- (3) ให้งานผู้เรียนโดยที่งานนั้น ต้องให้ผู้เรียนได้เรียบเรียงลำดับความคิดและข้อมูลข่าวสารในการทำ เช่น การเขียนเค้าโครงเรียงความ การตอบคำถามที่มีลักษณะของการบรรยาย โดยผู้สอนจะตรวจสอบลำดับการจัดเรียงความคิดและข้อมูลอธิบายหรือแก้ไขให้ผู้เรียนเข้าใจชัดเจน
- (4) สำหรับการเรียนรู้ที่ค่อนข้างซับซ้อนเป็นนามธรรม และผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน ผู้สอนควรใช้การเรียบเรียงแบบก้าวหน้าเข้าช่วยซึ่งเป็นการจัดระบบสิ่งที่จะเรียนไว้ล่วงหน้า และเรียงตามมโนทัศน์ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจ
- (5) เตรียมแผนการเรียนการสอนตลอดหน่วยหรือรายวิชาเพื่อสะดวกในการเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องสอนในช่วงต่างๆ เข้าด้วยกัน
- (6) ให้ผู้เรียนได้แสดงการเรียนรู้ของตนเองออกมาด้วยภาษาถ้อยคำ และภาษาท่าทาง
- (7) กระตุ้นผู้เรียนให้รู้จักจัดจำแนกประเภทสิ่งที่เรียนให้อยู่ในกลุ่ม ทั้งสิ่งที่คล้ายและต่างกัน

อัมพร ม้าคะนอง (2547: 9-10) กล่าวว่า แนวคิดของ Bruner ที่นับว่ามีประโยชน์มากต่อการศึกษาคณิตศาสตร์คือ แนวคิดที่กล่าวว่ามนุษย์สามารถคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์เฉพาะใดๆ ได้ใน 3 ขั้น คือ ขั้นการกระทำ (Enactive mode) ขั้นจินตนาการ (Iconic mode) และขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic mode) ซึ่งแนวคิดนี้ถูกแปลความหมายและนำไปใช้อย่างกว้างขวางในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นการกระทำ กิจกรรมคณิตศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับการให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการสัมผัสกับสื่อและวัตถุจริง ส่วนในขั้นจินตนาการ ครูอาจใช้สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง เช่น รูปภาพแผนภาพ ที่นักเรียนสามารถมองเห็นด้วยตา สำหรับในขั้นสัญลักษณ์ เป็นระดับที่นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมแทนสิ่งที่ป็นวัตถุจริง จะเห็นว่าแนวคิดของการเรียนรู้ 3 ระดับนั้นเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมแต่ต้องให้เด็กเข้าใจความหมายและที่มาของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างของการสอนในทางคณิตศาสตร์ เช่น ต้องการให้นักเรียนทราบว่า $6 \div 3 = 2$ ในขั้นแรก อาจใช้ทอฟฟี่ 6 เม็ด จัดเป็น 3 กอง กองละ 2 เม็ด ซึ่งเป็นขั้น Enactive จากนั้น ให้นักเรียนเขียนหรือวาดเป็นภาพของทอฟฟี่ 3 กอง กองละ 2 เม็ด ซึ่งเป็นขั้น Iconic และในขั้นสุดท้ายคือ Symbolic นักเรียนควรต้องเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ว่า $6 \div 3 = 2$ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจสัญลักษณ์ว่าหมายถึง การแบ่งของ

6 ชั้น ออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กันจะได้ส่วนละ 2 ชั้น อย่างไรก็ตาม Bruner เห็นว่า ความพร้อมที่จะเรียนขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งสอดคล้องกับงานของเพียเจต์ที่กล่าวว่า สิ่งสำคัญที่สุดของการสอนมโนทัศน์พื้นฐาน คือการช่วยเหลือให้เด็กสามารถพัฒนาจากการคิดเชิงรูปธรรมไปสู่การคิดที่ต้องใช้ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์มากขึ้น Bruner จึงเสนอแนะว่าความพร้อมขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของวิธีการเรียนรู้ทั้ง 3 ชั้นมากกว่าการรอคอยให้เด็กพัฒนาความสามารถที่จะเรียนได้เอง

นุตริยา จิตตารมย์ (2548: 36) ได้กล่าวว่า ในการวิจัยใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ในขั้นที่ 2 การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในแบบรูปภาพ หรือสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง แสดงความหมายของโจทย์สอดคล้องกับขั้นกระทำของขั้นการเรียนรู้ทฤษฎีของ Bruner การใช้สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมายสอดคล้องกับขั้นจินตนาการของขั้นการเรียนรู้ทฤษฎีของ Bruner และการใช้สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิตสอดคล้องกับขั้นสัญลักษณ์ของขั้นการเรียนรู้ทฤษฎีของ Bruner

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลวิธี STAR ช่างต้นสรุปได้ว่า การสอนแก้ปัญห โดยใช้กลวิธี STAR สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน ซึ่งถูกจัดว่าเป็นต้นแบบในการสอนแก้ปัญห และมีผู้นำวิธีการมาใช้อย่างแพร่หลาย ในขั้นที่ 2 การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในการเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทพัฒนามาจากทฤษฎีการสอนของบรูเบอร์ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่มุ่งหมายในการพัฒนาความคิด มิใช่สอนเพื่อท่องจำ แต่สอนให้นักเรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผล

2.2.3 ขั้นตอนการแก้ปัญหโดยใช้กลวิธี STAR

Maccini, P. and Gagnon, J. (2006) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการสอนแก้ปัญหโดยใช้กลวิธี STAR มีดังนี้

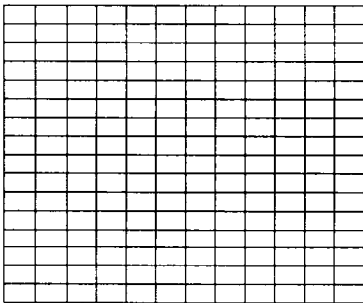
- (1) ก่อนเริ่มบทเรียน ครูควรทดสอบก่อนเรียนเพื่อดูความรู้และทักษะพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนของนักเรียน
- (2) ครูอธิบายกลวิธี STAR ที่นำมาใช้ในการสอนและขั้นตอนแต่ละขั้นตอนของกลวิธีนี้ เพื่อช่วยนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
- (3) นักเรียนควรจำขั้นตอนของกลวิธี STAR เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้และสามารถใช้ได้อย่างถูกต้อง

การสอนแก้ปัญหโดยใช้กลวิธี STAR ครูจะเป็นตัวแบบที่ดีในการใช้กลวิธีแก้ปัญหาบบทบาทของครูในการสอนแก้ปัญห ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 พฤติกรรมของครูในขั้นตอนการสอนในชั้นเรียน

ขั้นตอน	พฤติกรรมของครู
ขั้นที่ 1 ขั้นนำ	ครูให้คำแนะนำสิ่งที่เป็นภาพรวมทั่วไปโดยการเชื่อมโยงเนื้อหาใหม่กับทักษะที่เรียนผ่านมาแล้ว ให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญของเนื้อหาที่จะเรียน โดยอาจเชื่อมโยงกับบทบาทในชีวิตจริง
ขั้นที่ 2 ให้ครูเป็นแบบอย่างในการใช้กลวิธี	เริ่มต้นปัญหาโดยครูใช้การคิดออกเสียงเพื่อเป็นตัวแบบสำหรับนักเรียน เช่น อ่านโจทย์ปัญหาออกเสียงแล้วตรวจสอบทำเครื่องหมายตามลำดับขั้นในใบงานตามกลวิธี STAR ดังนี้ S: ศึกษาโจทย์ปัญหา แยกแยะประเด็นของปัญหาโดยให้นักเรียนอ่านโจทย์อย่างละเอียดรอบคอบและให้นักเรียนเขียนลงในใบงานว่า“นักเรียนทราบอะไรจากโจทย์บ้าง” และ“โจทย์ต้องการให้หาอะไร” T: แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่รูปภาพ ตารางหรือสมการทางคณิตศาสตร์ A: หาคำตอบของโจทย์ปัญหา R: ทบทวนคำตอบว่าสมเหตุสมผลหรือไม่
ขั้นที่ 3 ให้แบบฝึกหัดที่มีการแนะนำ	ครูให้แบบฝึกหัดที่เป็นใบงานมีโจทย์ที่หลากหลายมากขึ้นและมีการแนะนำตามขั้นตอนแล้วให้ออกาสนักเรียนได้ฝึกกลวิธีด้วยตัวเอง โดยลดบทบาทครูจนกระทั่งนักเรียนสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง
ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดอย่างอิสระ	ครูให้แบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องหาคำตอบด้วยตัวเองโดยไม่มีคำแนะนำ ครูให้นักเรียนคิดด้วยตัวเอง
ขั้นที่ 5 ตรวจสอบและเสริมแรงทางบวกกับนักเรียน	นักเรียน เช่น เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการคำนวณ เป็นต้น ให้ผลย้อนกลับคำตอบที่ผิดพลาด อาจจะสอนใหม่ถ้าจำเป็น แล้วให้แบบฝึกหัดที่คล้ายคลึงกับให้ผลย้อนกลับทางบวก โดยดูการปฏิบัติงานของปัญหาเดิมและสังเกตการปฏิบัติงานของนักเรียนสุดท้ายให้ผลย้อนกลับทางบวก
ขั้นที่ 6 ประยุกต์ปัญหาใช้กับชีวิตจริง	ให้คำถามที่กระตุ้นนักเรียนในรูปแบบต่างๆ เช่น สถานการณ์แก้ปัญหาในชีวิตจริง ทบทวนบ่อยๆ เพื่อให้เกิดความคงทน

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างใบงานสำหรับการสอนแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR

Matt กำลังจะซื้อพรมไปติดพื้นทั้งหมดของห้องนอนเขา พื้นห้องนอนของเขามีขนาด 12 ฟุต และ 16 ฟุต ถ้าเขามีเงิน 40 บาท เขามีเงินพอที่จะซื้อพรมในราคา 2 บาท ต่อตารางวาได้หรือไม่ (3 ฟุต=1 วา)	
คำถามในแต่ละขั้นตอน	ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย (✓)ลงในช่องว่างเมื่อนักเรียนปฏิบัติงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ✓ ✓
S: ศึกษาโจทย์ปัญหา - อ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วน - ถามคำถามกับตนเองว่า“รู้อะไรบ้าง” “ต้องการหาอะไร” - เขียนข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์	พื้นห้องนอน Matt มีขนาด 12×16 ฟุต, มีเงินอยู่ 40 บาท, พรมมีราคา 2 บาท ต่อตารางวา, อันดับแรกเราต้องรู้ว่าพื้นห้องนอนมีพื้นที่เท่าไร
T: แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในแบบรูปภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์	พื้นที่ของห้องนอน Matt คือ $12 \times 16 = 192$ ตารางฟุต 
A: หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
R: ทบทวนคำตอบ - อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง - ถามตัวเองว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับโจทย์หรือไม่ - ตรวจสอบคำตอบ	เรารู้ว่า 3 ฟุต = 1 วา และ 9 ตารางฟุต = 1 ตารางวาดังนั้น เราจะหาพื้นที่ของพื้นห้องนอน Matt จากหน่วยตารางฟุตเป็นตารางวา จะได้ $192 \div 9 \approx 21.3$ ตารางวา พรม 2 บาท ต่อตารางวาดังนั้น เราจะต้องจ่ายไป $2 \times 21.3 = 42.60$ บาท มีเงินไม่พอที่จะซื้อได้ เราสามารถตรวจคำตอบโดยที่เราทราบว่า Matt ยังขาดเงินอีก 2.60 บาท ถึงจะทำให้เขาซื้อพรมมาติดในห้องนอนเขาได้

Maccini and Gagnon (2006; อ้างอิงจาก Miller, 1996) ให้ข้อควรพิจารณาเมื่อใช้กลวิธีการสอนในชั้นเรียน ดังนี้

(1) เรียนรู้บุคลิกลักษณะของนักเรียนแต่ละคนทั้งพฤติกรรมและพื้นฐานด้านความรู้การสอนโดยใช้กลวิธีควรตระหนักถึงบุคลิกลักษณะของนักเรียนแต่ละคน เช่น บางคนอาจจะชอบเขียนเส้นเน้นข้อความในขณะที่อ่านโจทย์ปัญหาออกเสียง ขณะที่บางคนอาจจะชอบอ่านโจทย์ปัญหาในใจหรืออ่านเบาๆ ครูต้องทราบว่าพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคนที่แตกต่างกันเป็นอย่างไร แต่สิ่งสำคัญคือ ครูต้องกระตุ้นนักเรียนให้ทำโจทย์ปัญหาให้ประสบความสำเร็จเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนและทำโจทย์ครั้งต่อไป

(2) กระตุ้นการใช้กลวิธีเป็นรายบุคคล ควรกระตุ้นให้นักเรียนกล้าที่จะใช้กลวิธีในการหาคำตอบ ทำตามขั้นตอนเพื่อให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา

(3) ประยุกต์การใช้งานต่างๆ ไป เช่น ให้โจทย์ที่มีโครงสร้างเหมือนเดิม แต่มีเรื่องราวแตกต่างออกไป หรือให้โจทย์ที่มีความซับซ้อนไปจากโจทย์ที่แก้ในชั้นการสอน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนและสามารถประยุกต์ใช้กลวิธีในโจทย์ต่างๆ ไปได้

นุศรียา จิตตารมย์ (2548: 39-40) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้

(1) ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) เป็นขั้นตอนการศึกษาโจทย์ปัญหาในขั้นนี้ ผู้เรียนจะต้องอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วน แล้วถามคำถามต่อตนเองว่า “รู้ข้อเท็จจริงอะไรบ้างจากโจทย์ปัญหา” “โจทย์ต้องการให้หาอะไร” ผู้สอนสามารถใช้วิธีการคิดออกเสียงในขณะที่แนะนำโจทย์แก่นักเรียน จากนั้นค่อยๆ ลดบทบาทตัวเองเพื่อให้นักเรียนตอบข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์ด้วยตนเอง

(2) ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) การแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ไปสู่สมการในรูปแบบภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์ โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้

(2.1) สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application: C) ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง

(2.2) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete application: S) วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย

(2.3) สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application: A) หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต

ทั้งนี้จะใช้ครบทั้ง 3 ประเภทหรือไม่ก็ได้ แต่ต้องสามารถเขียนสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application) ได้ โดยในขั้นนี้ใช้ CSA แทนสื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทดังกล่าว ซึ่งผู้เรียนต้องเลือกตัวแปร และระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้องสอดคล้องกับ

โจทย์ปัญหา ผู้สอนควรให้โอกาสนักเรียนในการฝึกกลวิธีใหม่ลดบทบาทตัวเองจนกระทั่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ

(3) ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) เป็นขั้นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนหาคำตอบที่เหมาะสม และถูกต้องของโจทย์ปัญหา

(4) ขั้นที่ 4 R (Review the solution) เป็นขั้นทบทวนคำตอบ ผู้เรียนอ่านโจทย์ปัญหาซ้ำอีกครั้ง แล้วถามคำถามต่อตนเองว่า “คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่” จากนั้นตรวจสอบคำตอบ ในขั้นนี้ผู้สอนควรให้ผลย้อนกลับทางบวก โดยดูการปฏิบัติงานของผู้เรียน เช่น เปอร์เซนต์ความถูกต้องในการคำนวณ การนำเสนอผลการคำนวณ เป็นต้น และให้ผลย้อนกลับคำตอบที่ผิดพลาด ถ้านักเรียนหาคำตอบผิดพลาดมากอาจจะสอนใหม่ แล้วให้แบบฝึกหัดที่คล้ายคลึงกับปัญหาเดิม และสังเกตการปฏิบัติงานของนักเรียน

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 S ศึกษาโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 T แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 4 R ทบทวนคำตอบ

2.3 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2.3.1 ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

Adams, Ellis and Beeson (1977) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ โจทย์ภาษา (word problem) หรือ โจทย์เรื่องราว (story problem) หรือโจทย์เชิงสนทนา (Verbal problem) จะบรรยายลักษณะด้วยข้อความ หรือข้อความกับตัวเลข

Cruikshank and Sheffield (1992: 37) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาที่อาจเป็นคำถามหรือสถานการณ์ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ แต่บางปัญหาอาจไม่เกี่ยวข้องกับจำนวน สามารถหาคำตอบได้โดยใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์

ยุพิน พิพิธกุล (2542) ได้กล่าวถึงโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาที่มีลักษณะให้ค้นหาความจริงหรือข้อสรุป โดยอาศัยเหตุผล มาใช้ในการหาคำตอบ โดยอาศัยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหามาแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 16) กล่าวถึงความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าเป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบซึ่งบุคคลต้องใช้สาระความรู้ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มากำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบ บุคคลผู้หาคำตอบไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์นั้นมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้และประสบการณ์หลายอย่างมาประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้ สถานการณ์หรือคำถามข้อใดเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา บางสถานการณ์อาจเป็นปัญหาสำหรับบางคน แต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับอีกบุคคลอื่น

จากความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ สามารถสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง โจทย์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา คณิตศาสตร์ลักษณะเป็นข้อความหรือข้อความกับตัวเลขแทนสถานการณ์ต่างๆ ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การได้มาของคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ โดยอาศัยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหามาแก้ปัญหา

2.3.2 ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2539: 121) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หมายถึง เป็นความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ และคำตอบโดยใช้ทักษะการคิดคำนวณ และการตรวจคำตอบ

เพลินพิศ เสือชานา (2541: 11) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา และเลือกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการคิดคำนวณหาคำตอบ

จากความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา เลือกกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และใช้ทักษะในการคิดคำนวณหาคำตอบ

2.3.3 ประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

มีผู้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

Polya (1957) ได้กล่าวถึงประเภทของโจทย์ปัญหาโดยได้แบ่งตามจุดประสงค์ของปัญหา เป็น 2 ประเภท คือ

(1) ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์ เพื่อให้ค้นหาคำตอบ โดยอาจจะอยู่ในรูปปริมาณ วิธีการ หรือเหตุผลก็ได้ ซึ่งลักษณะของปัญหาจะมีส่วนสำคัญอยู่ 3 ส่วนด้วยกัน คือสิ่งที่ต้องการหา สิ่งที่กำหนดมาให้และเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหา กับข้อมูลที่กำหนดมาให้ 3 ส่วนนี้ จะช่วยให้ผู้แก้ปัญหา มีความเข้าใจ และสามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

(2) ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์ เพื่อให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้ นั้นเป็นจริงหรือเท็จ ลักษณะสำคัญของปัญหาสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ สิ่งที่กำหนดให้ หรือสมมติฐานและสิ่งที่ต้องการพิสูจน์หรือข้อสรุป

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544; อ้างอิงจาก Reys et al., มปป.) แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ได้ 2 ประเภท พิจารณาจากผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา ดังนี้

(1) ปัญหาที่คุ้นเคย (Routine Problem) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการ

แก้ปัญา

(2) ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non routine Problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนในการแก้ปัญา ผู้แก้ปัญาต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญา

Hatfield, Edwards and Bitter (1993: 17-20) แบ่งปัญาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

(1) ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended) เป็นปัญาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นได้หลายคำตอบ ลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

(2) ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญาที่จะได้คำตอบในขั้นสุดท้ายของการแก้ปัญา เป็นปัญาที่มีวิธีแก้ได้หลากหลายวิธี

(3) ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided discovery) เป็นปัญาที่มีลักษณะรวมของปัญา มีคำชี้แนะ (Clues) และคำชี้แจงในการแก้ปัญา ซึ่งนักเรียนอาจไม่ต้องค้นหาหรือไม่ต้องกังวลในการหาคำตอบ

Baroody (1993: 260-261) แบ่งปัญาออกเป็น 2 ประเภท สรุปได้ดังนี้

(1) ปัญหาธรรมดา เป็นปัญาที่ผู้แก้ปัญาค้นเคยในวิธีการ ในโครงสร้างของปัญาอาจเคยพบด้วยตนเองมาก่อน และการหาคำตอบที่จะมุ่งเน้นการฝึกทักษะใดทักษะหนึ่ง

(2) ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญาที่ผู้แก้ปัญาจะต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญา วิธีการหาคำตอบอาจจะมีได้หลายวิธีการ คำตอบก็อาจจะมากกว่าหนึ่งคำตอบ

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2541: 258-259) ได้แบ่งประเภทของปัญาคณิตศาสตร์เป็น 6 ประเภทคือ

(1) แบบฝึกหัดสำหรับการคิดคำนวณ เป็นแบบฝึกหัดสำหรับการคิดคำนวณที่ต้องอาศัยความรวดเร็วและแม่นยำในการหาคำตอบ เช่น $5+7$, $89 - 35$, 29×17 , 32% ของ 100 เป็นต้น

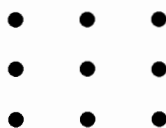
(2) โจทย์ปัญาอย่างง่ายหรือโจทย์ปัญาชั้นเดียว เป็นโจทย์ปัญาที่ใช้กันทั่วๆ ไปในหนังสือคณิตศาสตร์ เช่น มีแอปเปิ้ลอยู่ 410 ผล ขายไป $\frac{1}{4}$ ของจำนวนแอปเปิ้ลทั้งหมด จงหาว่าขายสั้ไปจำนวนกี่ผล หรือปลาทุ 20 เ่งๆ ละ 30 ตัว รวมเป็นปลาทุกี่ตัว

(3) โจทย์ปัญาเชิงซ้อนหรือโจทย์ปัญาหลายๆ ชั้น เช่น ไข่เป็ด 40 ถาดๆ ละ 30 ฟอง นำมาจัดใส่ถุๆ ละ 10 ฟอง จะได้กี่ถุ

(4) ปัญหาประยุกต์ เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการฝึกหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาในชีวิตจริง เช่น ถ้านักเรียนจะจัดงานเลี้ยงสังสรรค์ในห้องเรียนของเรา จะต้องเตรียมเครื่องดื่มปริมาณเท่าใดจึงจะเพียงพอ

(5) ปัญหาเชิงกระบวนการ เป็นปัญหาที่ฝึกให้ผู้เรียนคิดค้นหรือสร้างวิธีการคิดที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้เร็วขึ้น เช่น การบวกจำนวน 1 ถึง 100 หรือการนับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสในกระดานหมากรุก

(6) ปัญหาเชิงปริศนา เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปริศนาต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เสมอไป เช่น ให้ลากเส้น 4 เส้น ผ่านจุดทุกจุดโดยไม่ต้องยกปากกาหรือดินสอ ดังตัวอย่าง



สมเดช บุญประจักษ์ (2550: 71) แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ตามลักษณะของปัญหา สรุปได้ดังนี้

(1) ปัญหาที่ใช้ฝึกทักษะ เป็นปัญหาที่คล้ายในบทเรียนปกติ ไม่ซับซ้อน เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณ ฝึกขั้นตอนวิธี มุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจมโนคติทางคณิตศาสตร์ และเกิดทักษะที่ต้องการ ปัญหาอาจอยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์หรือข้อความ

(2) ปัญหาที่ใช้พัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนกว่าปกติ หรือมีหลายขั้นตอน ผู้แก้ปัญหาอาจไม่เคยพบมาก่อน ในการแก้ปัญหาต้องใช้ความรู้ ทักษะ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องมีการคิดวางแผนและอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์ โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้ความรู้ วิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ในการหาคำตอบ

จากประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาแต่ละประเภทมีลักษณะแตกต่างกัน จะแบ่งได้ที่ประเภทนั้นขึ้นอยู่กับเกณฑ์ในการจำแนก เช่น แบ่งตามจุดประสงค์ของโจทย์ปัญหา สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ โจทย์ปัญหาให้ค้นหา และโจทย์ปัญหาให้พิสูจน์ หรือแบ่งตามลักษณะของโครงสร้าง สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ ปัญหาคุ้นเคย และไม่คุ้นเคย หรือแบ่งตามลักษณะของปัญหา แบ่งได้ 3 ประเภท คือ ปัญหาปลายเปิด ปัญหาให้ค้นพบ และปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ เป็นต้น ซึ่งในแต่ละโจทย์ปัญหานั้นผู้แก้ปัญหาก็ต้องพิจารณาลักษณะของปัญหาให้ชัดเจน เพื่อที่จะประมวลความรู้และประสบการณ์มาหาคำตอบได้เหมาะสมกับลักษณะของโจทย์ปัญหานั้น

2.3.4 ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่ผู้แก้ปัญหานำความรู้ ความเข้าใจและประสบการณ์มาประยุกต์หาวิธีการเพื่อหาคำตอบ โดยมีนักการศึกษาเสนอแนะขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

Polya (1957) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับ และนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายที่เรียกกันว่า กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอนของโพลยา ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นขั้นที่พิจารณาถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ และข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการหาคำตอบ จะทำให้แก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน

(2) ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Devising a plan) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต้องพิจารณาข้อมูลต่างๆ ที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วใช้ความรู้ประกอบกับประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ในการวางแผน เพื่อให้ได้วิธีการในการหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์

(3) ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นที่ลงมือกระทำตามแผนที่วางไว้ จนได้คำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์

(4) ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ (Looking back) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์พิจารณาขั้นตอนต่างๆ ที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าครบถ้วน ถูกต้องทุกขั้นตอนหรือไม่ และคำตอบที่ได้มาถูกต้องหรือไม่

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 53) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองไปที่ตัวปัญหา พิจารณาว่าปัญหาคณิตศาสตร์ต้องการอะไร ปัญหาคณิตศาสตร์กำหนดอะไรบ้าง มีสาระความรู้ใดเกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์จะอยู่ในแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาใช้วิธีต่างๆ ช่วย เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ การเขียนสาระของปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยถ้อยคำของตนเอง

(2) ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีใดจะแก้ได้อย่างไร ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาคณิตศาสตร์ที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หรือไม่ ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์พิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหาคณิตศาสตร์มาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

(3) ขั้นตอนการดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการใหม่

(4) ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่ พิจารณาปรับปรุงแก้ไข ปัญหาได้กะทัดรัด ชัดเจนเหมาะสมดีกว่าเดิม ขั้นนี้ครอบคลุมไปถึงการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์ จากวิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านมา

Bell (1978: 312) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) นำเสนอปัญหาในรูปทั่วไป
- (2) เสนอปัญหาในรูปที่สามารถดำเนินการได้
- (3) ตั้งสมมติฐานและเลือกวิธีดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา
- (4) ตรวจสอบสมมติฐานและดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ หรือชุดของคำตอบที่เป็นไปได้

(5) วิเคราะห์และประเมินคำตอบ รวมถึงวิธีซึ่งนำไปสู่การค้นพบยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

Krulik and Rudnick (1993: 35-57) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่ามีลำดับขั้นตอนแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนต่อไปนี้

(1) ขั้นที่ 1 ขั้นการอ่านและการคิด (Read and Think) เป็นขั้นที่นักเรียนได้อ่านข้อปัญหาตีความจากภาษา สร้างความสัมพันธ์ และนึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน วิเคราะห์ปัญหา ซึ่งปัญหาจะประกอบด้วยข้อเท็จจริงและคำถามอยู่รวมกันอาจทำให้เกิดการไขว่ไขว่ได้ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องแยกแยะข้อเท็จจริงและคำถาม มองเห็นภาพของเหตุการณ์ บอกรายละเอียดและมองเห็นวิธีการ และกล่าวถึงปัญหาในภาษาของตนเองได้

(2) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและวางแผน (Explore and Plan) ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา รวบรวมข้อมูล พิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับความรู้เดิม เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ แล้ววางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยนำเอาข้อมูลที่มีอยู่มาสร้างเป็นแผนภาพหรือรูปแบบต่างๆ เช่น แผนผัง ตาราง กราฟ หรือวาดภาพประกอบ

(3) ขั้นที่ 3 ขั้นการเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Select a strategy) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหามองเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด แต่ละบุคคลจะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไป และในการแก้ปัญหาหนึ่ง ปัญหาอาจจะมีการนำเอาหลายๆ วิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหานั้นก็ได้ ซึ่งวิธีการแก้ปัญหานั้นได้แก่ การค้นหาแบบรูป (Pattern Recognition) การทำย้อนกลับ (Working Backward) การคาดเดาและตรวจสอบ (Guess and Test) การแสดงบทบาทสมมติหรือการทดลอง (Simulation or Experimentation) การสรุป รวบรวม หรือการขยายความ (Reduction/Expansion) การแจกแจงอย่างเป็นระบบ (Organized Listing/Exhaustive Listing) การให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ (Logical Deduction) และการจำแนก แบ่งแยก

(4) ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ (Find an Answer) เมื่อเข้าใจปัญหาและเลือกวิธีในการแก้ปัญหาได้แล้ว นักเรียนควรจะประมาณคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นนี้นักเรียนควรลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง วิธีการทางคณิตศาสตร์ก็ประกอบไปด้วยพื้นฐานทักษะการคำนวณ เกี่ยวกับจำนวนเต็ม ทศนิยมและเศษส่วน สมบัติเมทริกซ์ และพีชคณิตเบื้องต้น ซึ่งจะต้องอาศัยการประมาณค่า ซึ่งผู้คำนวณต้องใช้ให้เหมาะสม

(5) ขั้นที่ 5 การมองย้อนและขยายผล (Reflect and Extend) ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ใช่ผลที่ต้องการก็ต้องย้อนกลับไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อหาวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องใหม่ และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นต่อไป ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย การตรวจสอบคำตอบ การค้นพบทางเลือกที่นำไปสู่ผลลัพธ์ การมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและถาม การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม

จากขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสามารถสรุปได้ดังนี้

(1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา โดยพิจารณาสิ่งที่ต้องการข้อมูลที่กำหนดให้ รวมทั้งเงื่อนไขเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดให้

(2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหด้วยวิธีการใด และแก้ปัญหาย่างไร โดยเชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับความรู้เดิม แล้ววางแผนแก้ปัญหา

(3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ ขั้นนี้เป็นดำเนินการตามวิธีที่เลือกเพื่อแก้ปัญหา จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้

(4) ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาคำตอบที่ได้สมเหตุสมผล และถูกต้องหรือไม่

2.3.5 กลยุทธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กลยุทธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา มีนักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านได้ศึกษาและนำเสนอกลยุทธ์ที่นำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้หลากหลาย

Sheffield and Cruikshank (2000) ได้เสนอกลวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 5 ประการ คือ

- (1) เดาและตรวจสอบ (guess and check)
- (2) ค้นหาแบบรูป (look for a pattern)
- (3) เขียนรายละเอียดของโจทย์ (make a systematic list)
- (4) สร้างและใช้การวาดรูปหรือโมเดล (make and use a drawing or model)
- (5) กำจัดสิ่งที่เป็นไปได้ (eliminate possibilities)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้กล่าวถึง ยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

(1) ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบเป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ ที่ปัญหากำหนดให้ ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องนำมาใช้เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหา แล้วตรวจสอบความถูกต้อง ถ้าไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการเดาครั้งแรกๆ ใช้เป็นข้อมูลในการสร้างกรอบในการเดาครั้งต่อไปที่มีความชัดเจนขึ้นและเข้าถึงคำตอบของปัญหาได้เร็วขึ้น การเดาต้องเดาอย่างมีเหตุผล มีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่เดาเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

(2) ยุทธวิธีประมาณคำตอบ

ในปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณ เมื่อกำหนดแนวทางและวิธีการคิดคำนวณได้แล้วในการหาคำตอบอาจใช้การประมาณค่าจำนวนต่างๆ ให้มีค่าใกล้เคียงจำนวนเต็มหน่วย จำนวนเต็มสิบ จำนวนเต็มร้อย หรือจำนวนเต็มอื่นๆ แล้วแต่กรณี แล้วประมาณคำตอบจากการคิดคำนวณอย่างคร่าวๆ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ค่อนข้างรวดเร็วกว่าการคิดคำนวณตรงๆ บันทึกคำตอบที่ได้จากการประมาณนี้ไว้ คำตอบที่ได้จากการประมาณจะช่วยให้มองเห็นภาพของคำตอบที่ต้องการและสามารถนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากการคำนวณตามปกติ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบ และในปัญหาบางปัญหา ผลจากการประมาณคำตอบสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการหาคำตอบที่ต้องการได้

(3) ยุทธวิธีเขียนภาพหรือแผนภาพ

ศักยภาพในการแก้ปัญหานักเรียนมีข้อจำกัดจนกระทั่งเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เด็กเล็กค่อนข้างจะมีความยากลำบากในการใช้สัญลักษณ์เพื่อแก้ปัญหาทางเลือกที่ดีทางหนึ่งที่เป็นรูปธรรมกว่า คือการใช้ภาพและแผนภาพสำหรับเด็กเล็กสามารถใช้ภาษาที่แทนด้วยรูปภาพในการบันทึกข้อสนเทศเกี่ยวกับการแก้ปัญหา เมื่อเด็กมีวุฒิภาวะขึ้น สิ่งที่แทนด้วยรูปภาพและแผนภาพจะเปลี่ยนไปเป็นตัวเลขและนิพจน์อย่างอื่นทางคณิตศาสตร์การเขียนภาพหรือแผนภาพช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งสามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากเขียนภาพหรือแผนภาพนั้น

(4) ยุทธวิธีสร้างตัวแบบ

ตัวแบบพบอยู่มากมายในคณิตศาสตร์ ตัวแบบมีประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหาที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย นักเรียนควรจะได้รับการกระตุ้นให้ใช้ตัวแบบที่เหมาะสมในการทำความเข้าใจและกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา เราสามารถใช้สิ่งต่างๆ ในการสร้างตัวแบบของสถานการณ์ปัญหา

(5) ยุทธวิธีลงมือปฏิบัติ

การลงมือทำเป็นยุทธวิธีแก้ปัญหาประเภทหนึ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ โดยปกติอาจทำคร่ำๆ ก่อน ไม่เน้นความละเอียดและประณีต เพื่อให้เป็นภาพรวมของงานที่ทำ เป็นยุทธวิธีที่ดีที่ทำให้ให้นักเรียนได้คิดผ่านการกระทำและทำให้มองเห็นภาพของสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรม เข้าใจง่าย

(6) ยุทธวิธีแจกแจงรายการหรือการสร้างตาราง

การแจกแจงรายการเป็นการนำเสนอสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ได้แก่ ข้อมูลที่กำหนดกรณีต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่กำหนด โดยนำเสนอให้เป็นระบบ มีระเบียบ ครบถ้วนเป็นหมวดหมู่ ป้องกันการเสนอซ้ำซ้อน อาจนำเสนอในรูปตาราง เพื่อให้การพิจารณาใช้ประโยชน์จากข้อมูลทำได้สมบูรณ์ การแจกแจงรายการอาจนำเสนออย่างครบถ้วนทุกประเด็น เมื่อมีกรณีต่างๆ ที่จะนำเสนอมีจำนวนจำกัดหรืออาจนำเสนอเพียงบางรายการที่จำเป็นและเพียงพอต่อการหาคำตอบของปัญหาก็ได้

(7) ยุทธวิธีสร้างตาราง

เป็นการจัดกระทำกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้เป็นระบบมีระเบียบ โดยนำมาเขียนลงในตารางช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งนำไปสู่การหาคำตอบที่ต้องการ การใช้ยุทธวิธีสร้างตารางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีประเด็นที่ควรพิจารณา ดังนี้

(7.1) สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีต่างๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด

(7.2) สร้างตารางเพื่อแสดงกรณีที่เป็นไปได้บางกรณี

(7.3) สร้างตารางเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด (หรือมากกว่า)

(7.4) สร้างตารางเพื่อค้นหานัยทั่วไปของความสัมพันธ์

(8) ยุทธวิธีค้นหาแบบรูป

แบบรูปเป็นสิ่งที่ปรากฏอยู่ในธรรมชาติและเป็นเรื่องที่มนุษย์สร้างขึ้น แบบรูปเป็นสาระสำคัญที่เด่นชัดในคณิตศาสตร์ การค้นหาและการใช้แบบรูปสามารถประยุกต์ได้อย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เด็กเล็กๆ สามารถค้นหาและพรรณนาแบบรูปได้จากการร้อยลูกปัด การเล่นเกมไม้บล็อก ในระดับประถมศึกษาเด็กสามารถค้นหาและอธิบายแบบรูปของจำนวน เช่น 2, 4, 6, 8,...; 30, 27, 24, 21,... นักเรียนที่มีวุฒิภาวะสูงกว่าจะทำกิจกรรมเกี่ยวกับแบบรูปที่เป็นนามธรรมและมีความซับซ้อนได้ดีกว่า

(9) ยุทธวิธีเปลี่ยนมุมมอง

การเปลี่ยนมุมมองดูเหมือนจะเป็นแนวทางการคิดมากกว่าที่จะเป็นยุทธวิธี ยุทธวิธีนี้บางทีเรียก“หยุดคิดก่อน” (breaking out) เพราะว่าผู้แก้ปัญหามองปัญหาให้รอบด้าน หาวิธี หามุมมองของปัญหาใหม่ ซึ่งอาจแปลกแยกไปจากวิธีปกติธรรมดา

(10) ยุทธวิธีนึกถึงปัญหาที่คล้ายกัน

เมื่อเผชิญกับปัญหาสิ่งหนึ่งที่ผู้แก้ปัญหาควรกระทำคือ การพิจารณาว่าปัญหานี้ คล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่ ถ้าเป็นปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อน หรือมีบางส่วน ของปัญหาคลายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อน ผู้แก้ปัญหาต้องคิดทบทวนถึงวิธีการหรือยุทธวิธีที่เคยใช้ แล้วพิจารณาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

(11) ยุทธวิธีทำปัญหาให้ง่ายหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย

ปัญหาบางปัญหามองเหมือนเป็นปัญหาใหม่ อาจเป็นด้วยขนาดของจำนวนหรือความ ซับซ้อนของปัญหา การทำปัญหาให้ง่ายลงจะช่วยให้สามารถกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาและนำ แนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหที่กำหนดได้ วิธีการหนึ่งในการทำปัญหาให้ง่าย คือการแบ่งปัญหออกเป็น ส่วนๆ หรือเริ่มต้นด้วยปัญหาที่มีระดับความซับซ้อนน้อยลง การทำปัญหาให้ง่ายสามารถนำมาใช้เพื่อให้ สามารถค้นหาแบบรูปของคำตอบได้

(12) ยุทธวิธีใช้ตัวแปร

การแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้กระทำโดยสมมติตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า และสร้าง ความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆตามเงื่อนไขที่ปัญหากำหนดกับตัวแปรที่สมมติขึ้นแล้วพิจารณาหาคำตอบ ของปัญหาจากความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น ปัญหาบางปัญหาสามารถสร้างความสัมพันธ์ในรูปสมการที่ สอดคล้องกับปัญหาได้ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ทำโดยแก้สมการ แล้วพิจารณาความเป็นไปได้จาก คำตอบของสมการนั้น

(13) ยุทธวิธีให้เหตุผล

การให้เหตุผลในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ข้อมูลต่างๆ ที่กำหนดใน ปัญหาผนวกกับข้อความรู้ที่ทราบมาก่อนเป็นเหตุบังคับไปสู่ผลซึ่งเป็นคำตอบของปัญหา และมักใช้ ร่วมกับยุทธวิธีอื่นๆ

(14) ยุทธวิธีทำย้อนกลับ

ยุทธวิธีทำย้อนกลับเป็นยุทธวิธีเฉพาะซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาบางปัญหา โดยเริ่มต้นจากสิ่งที่ปัญหากำหนดให้แล้วหาความเชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่ปัญหาต้องการ ทำได้ค่อนข้างยาก แต่ว่าการเริ่มต้นพิจารณาจากสิ่งที่ปัญหาต้องการแล้วหาความเชื่อมโยงย้อนกลับไปสู่สิ่งที่ปัญหา กำหนดให้ทำได้ง่ายกว่า เป็นยุทธวิธีที่มีคุณค่าสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้ เป็นวิธีการที่ชาญฉลาดใน การช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผล เป็นยุทธวิธีที่ใช้การคิดวิเคราะห์จากผลไปหาเหตุ

กรมวิชาการ ศูนย์พัฒนาหลักสูตร, (2537: 7) ได้เสนอเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

(1) เทคนิคการอ่านโจทย์ปัญหา จะต้องอ่านแบ่งวรรคตอนถูกต้อง อ่านซ้ำเพื่อจับ ใจความ สำคัญของโจทย์ว่ากล่าวถึงเรื่องอะไร อย่างไร

(2) เทคนิคการใช้คำถาม จะต้องฝึกให้เป็นคนถามเก่ง ถามถึงประเด็นสำคัญว่าข้อความของโจทย์ปัญหาทั้งหมดนั้นมีกี่ตอน ตอนใดเป็นสิ่งที่กำหนดให้และตอนใดเป็นสิ่งที่โจทย์ถาม หรือโจทย์ต้องการทราบ

(3) เทคนิคการวาดภาพประกอบโจทย์ปัญหา เพื่อให้ข้อความในโจทย์ปัญหาชัดเจนและมีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น นักเรียนหลายคนจะเข้าใจข้อความของโจทย์ปัญหาเมื่อมีภาพหรือแผนภาพประกอบ

(4) เทคนิคการแต่งโจทย์ โดยเริ่มจากโจทย์ปัญหาที่ไม่ซับซ้อนและใช้ตัวเลขค่าน้อยๆ ก่อน แล้วค่อยแต่งโจทย์ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อนขึ้น ใช้ตัวเลขที่มีค่ามากขึ้น เพื่อให้นักเรียนตีความ แปลความและสรุป ตลอดจนวิเคราะห์ข้อความในโจทย์ได้ว่าจะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีการใด หากนักเรียนสามารถคิดวิธีแก้โจทย์ปัญหาจากง่ายไปยากได้ จะทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นว่าแก้โจทย์ปัญหานั้นเป็น

(5) เทคนิคการแปลความและสรุปความเป็นประโยคสัญลักษณ์ ครูควรฝึกให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ข้อความที่เป็นสิ่งที่กำหนดให้ กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร จะมีเส้นทางในการหาคำตอบหรือแก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยวิธีใด โดยครูผู้สอนต้อง “ไม่บอกให้รู้ แต่หนูคิดวิธีได้เอง”

(6) เทคนิคการเขียนแสดงวิธีทำ ครูควรฝึกให้นักเรียนเขียนข้อความแสดงวิธีทำในแต่ละข้ออย่างสั้นๆ แต่ต้องชัดเจนและรัดกุม สื่อความหมายได้ดีตามเจตนาของโจทย์ปัญหานั้นและหาวิธีทำหลายๆ วิธีเท่าที่จะสามารถคิดได้ เพื่อให้นักเรียนได้เทคนิคการเขียนหลายๆ รูปแบบ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2533: 21-71) ได้เสนอกลยุทธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาดังนี้

(1) กลยุทธ์เดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ ที่ปัญหากำหนด แล้วคาดเดาคำตอบของปัญหา หลังจากนั้นตรวจสอบความถูกต้อง ถ้าไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่ โดยอาศัยพื้นฐานของเหตุผล จากการคาดเดาครั้งแรก

(2) กลยุทธ์การวาดภาพ เป็นการแสดงสถานการณ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ออกมาเป็นภาพ เพื่อช่วยให้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจปัญหาแจ่มชัดขึ้น ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ผู้แก้ปัญหาคำความเข้าใจกับปัญหาได้ง่ายขึ้น และความสามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาก็รวดเร็วขึ้น

(3) กลยุทธ์สร้างตาราง เป็นการแจกแจงกรณีต่างๆ ที่เป็นไปได้ของสถานการณ์ที่ปัญหากำหนดโดยนำมาเขียนในรูปตาราง เป็นการจัดระบบของข้อมูลทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลชัดเจน ซึ่งนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหา

(4) กลยุทธ์ใช้ตัวแปร เป็นการใช้ตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า ซึ่งจะเป็นโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจำนวนหรือปริมาณ โดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีตัวแปรปรากฏอยู่ แล้วศึกษาหาคำตอบของปัญหาจากความสัมพันธ์นั้น

(5) กลยุทธ์คนหารูปแบบ เป็นการศึกษาข้อมูลที่มีอยู่แล้ววิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้น แล้วคาดเดาหาคำตอบซึ่งอาจเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ และสรุปเป็นรูปแบบหรือกฎเกณฑ์ของข้อมูลเหล่านั้น ทำให้ได้คำตอบที่โจทย์ต้องการ

(6) กลยุทธ์แบ่งเป็นกรณี เป็นการแบ่งปัญหาเป็นกรณีมากกว่า 1 กรณี ทำให้แต่ละกรณีมีความชัดเจนมากขึ้น เมื่อหาคำตอบของทุกกรณีได้แล้วนำมาพิจารณาหาคำตอบของทุกกรณีร่วมกันจะได้ภาพรวมซึ่งเป็นคำตอบของปัญหา

(7) กลยุทธ์การใช้เหตุผล เป็นการใช้ข้อมูลที่เป็นปัญหากำหนดให้เป็นเหตุบังคับให้เกิดผล ซึ่งต้องผสานกับความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ ที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ

(8) กลยุทธ์สร้างปัญหาขึ้นใหม่ เป็นการสร้างปัญหาที่มีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาเดิม แต่มีความยุ่งยากน้อยกว่า ตลอดจนแบ่งปัญหาเดิมออกเป็นปัญหาย่อยๆ ที่สัมพันธ์กับปัญหาเดิมจะทำให้ผู้แก้ปัญหามองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาค้นหา

(9) กลยุทธ์สร้างแบบจำลอง เป็นการทำให้ปัญหามีความชัดเจนมากขึ้น เป็นการนำเสนอที่เป็นรูปธรรมมาแสดงสถานการณ์ของปัญหา และรวมไปถึงการใช้สื่อในการแก้ปัญหาค้นหา

(10) กลยุทธ์ทำย้อนกลับ ปัญหาบางชนิดสามารถแก้ได้ง่ายกว่าถ้าเริ่มต้นแก้ปัญหาค้นหาโดยพิจารณาจากผลลัพธ์สุดท้ายแล้วมองกลับมาสู่ตัวปัญหาอย่างมีขั้นตอน กลยุทธ์มองย้อนกลับใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์โดยพิจารณาจากผลย้อนกลับไปหาเหตุ ซึ่งจะต้องหาเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการกับสิ่งที่กำหนด

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กลยุทธ์ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นมีหลากหลาย เช่น เทคนิคการอ่านโจทย์ปัญหา เขียนรายละเอียดของโจทย์ เทคนิคการแปลความและสรุปความเป็นประโยคสัญลักษณ์ เทคนิคการวาดภาพประกอบโจทย์ปัญหา ยุทธวิธีใช้ตัวแปร เทคนิคการเขียนแสดงวิธีทำ เป็นต้น ผู้แก้ปัญหาค้นหาจำเป็นต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับปัญหานั้นๆ ปัญหาบางปัญหาสามารถเลือกใช้กลยุทธ์ได้หลายวิธี ดังนั้นผู้แก้ปัญหาค้นหาต้องเรียนรู้ให้มีความเข้าใจกลยุทธ์ต่างๆ อย่างลึกซึ้ง เพื่อที่จะสามารถเลือกกลยุทธ์ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาค้นหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการแสดงความสามารถในการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นจากการศึกษาเอกสารการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษา ผู้วิจัยจึงสรุปได้รายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

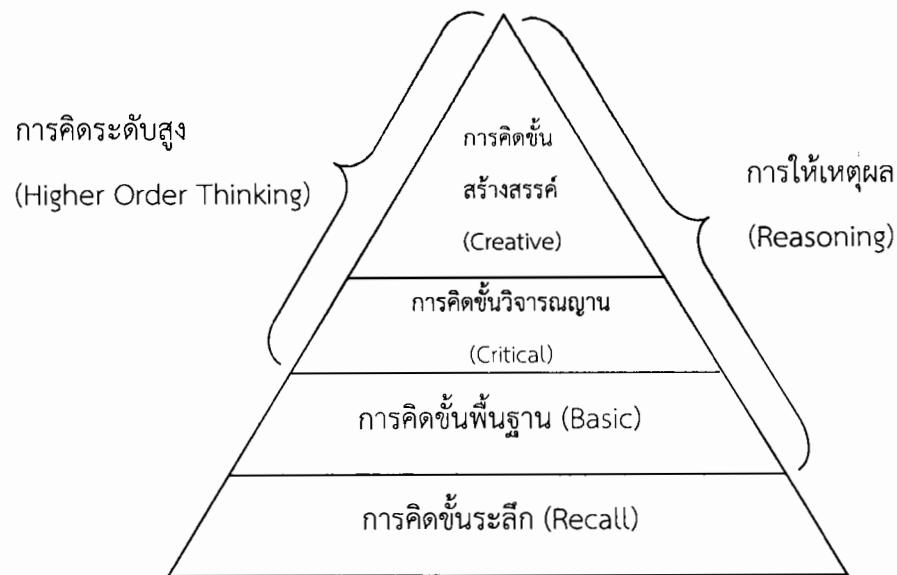
2.4.1 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

O'Daffer (1990: 378) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างข้ออ้างอิงทั่วไป การวิเคราะห์และการหาข้อสรุปที่ถูกต้อง สมเหตุสมผลเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการที่สิ่งต่างๆ เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน

Krulik and Rudnick (1993: 3) อธิบายว่า การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิด หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด ซึ่งนักเรียนต้องสร้างข้อคาดการณ์ หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผล อธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปนั้น ข้อสรุปดังกล่าวเป็นการนำมารวมกันจนกลายมาเป็นความรู้ใหม่ได้ โดยได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ชั้น คือ การคิดขั้นระลึก (Recall) เป็นทักษะการคิดที่เป็นธรรมชาติ เกือบอัตโนมัติเป็นความสามารถในการระลึกข้อเท็จจริง การคิดขั้นพื้นฐาน (Basic) เป็นความเข้าใจ ความคิดรวบยอดเป็นประโยชน์นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน การคิดขั้นวิจารณ์ญาณ (Critical) เป็นความคิดที่ใช้ในการตรวจสอบเชื่อมโยงและประเมินลักษณะทั้งหมดของการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การจำ การเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล เพื่อหาคำตอบที่มีเหตุผลได้ การคิดขั้นสร้างสรรค์ (Creative) เป็นความคิดที่ซับซ้อนความคิดระดับนี้เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่คิดหรือจินตนาการขึ้นเอง

โดยได้จัดให้การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดที่อยู่เหนือจากระดับขั้นระลึกได้ ดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ลำดับขั้นการคิดตามแนวคิดของครูลิกและรูดนิค

Krulik and Rudnick อธิบายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนแต่ละขั้นตอนแสดงในภาพมิได้แยกจากกันทีเดียว จะเห็นว่าการให้เหตุผล เป็นส่วนที่รวมขั้นตอนตั้งแต่การคิดขั้นพื้นฐาน การคิดขั้นวิจารณ์ และการคิดขั้นสร้างสรรค์ สำหรับการคิดในระดับสูง (Higher order Thinking) เป็นความคิดที่อยู่ในขั้นวิจารณ์และการคิดสร้างสรรค์

Alice and Shirel (1999: 114) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์หรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้หากปราศจากการให้เหตุผล กล่าวได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

กิตติศักดิ์ แก่งทอง (2547: 19) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหรือตรึงตรองหาเหตุผล เพื่อพิจารณาแนวทางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยองค์ประกอบพื้นฐานต่างๆ เช่น การสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถแสดงออกให้รับรู้โดยใช้ภาษา จะเป็นการพูดหรือการเขียนก็ได้ จากข้อความหรือข้อความที่กำหนดให้ในทางคณิตศาสตร์

จิตติมา ขอบเอียด (2551: 26) กล่าวว่า การให้เหตุผล หมายถึง การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันข้อสรุปของเราว่าเป็นจริง หรือเป็นการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด กฎเกณฑ์หรือความจริงนั้นๆ พร้อมทั้งสามารถที่ยืนยันหรือคัดค้านข้อความคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 46) ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และใช้เหตุผลในการหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่กำหนด โดยเหตุผลที่ใช้อาจแสดงถึงแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการข้อความคาดการณ์ หรือ ข้อเสนอแนะของข้อสรุปที่ได้ในสถานการณ์นั้นๆ

จากการศึกษาความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการอธิบายแนวคิดหรือการอ้างหลักฐาน ในการหาคำตอบด้วยข้อเท็จจริง ข้อความ หลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ที่สมเหตุสมผล สามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง และแสดงขั้นตอนการให้เหตุผลได้อย่างชัดเจน

2.4.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลนั้นเป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เราไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์โดยปราศจากการให้เหตุผล การแสดงเหตุผลที่ดีมีคุณค่ามากกว่าการที่ผู้เรียนหาคำตอบได้ถูกต้อง (The National Council of Teachers of Mathematics, 1989: 6,29,81) ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น เพราะการให้เหตุผลช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนา นอกเหนือไปจากการจดจำ ข้อเท็จจริง กฎ และการดำเนินการ การเน้นการให้เหตุผลช่วยให้ผู้เรียน เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่สามารถให้เหตุผลได้อย่างเป็นระบบและมีความหมาย และทักษะการให้เหตุผลในคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ไปใช้ในสาขาอื่นๆ ได้ (Baroody, 1993: 2-60) ดังนั้นในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้นั้น ต้องพัฒนาให้เขาสามารถคิดอย่างมีเหตุผล และใช้เหตุผลในการคิด พิจารณาตัดสินใจได้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teacher of Mathematics, 2000: 29) ได้กำหนดให้ การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์เป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และกล่าวว่าการให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ นั้นจะเป็นแนวทางในการพัฒนาให้เกิดการแสดงออกถึงความเข้าใจอันลึกซึ้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ได้อย่างกว้างขวางและได้กล่าวถึงวิชาคณิตศาสตร์กับการให้เหตุผลว่าจุดเน้นของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับดังนี้

(1) ระดับอนุบาล-เกรด 4 เน้นการให้เหตุผลที่ให้นักเรียน

(1.1) หาผลสรุปทางคณิตศาสตร์

(1.2) ใช้ความรู้ สมบัติ ความสัมพันธ์และรูปแบบต่างๆ ในการอธิบายแนวคิด

(1.3) ให้เหตุผลเกี่ยวกับคำตอบและกระบวนการในการหาคำตอบ

(1.4) ใช้รูปแบบและความสัมพันธ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

- (1.5) เชื่อว่าคณิตศาสตร์มีความสมเหตุสมผล
- (2) เกรด 5-8 เน้นการให้เหตุผลที่ให้นักเรียน
 - (2.1) มีความเข้าใจและการใช้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย
 - (2.2) ความสามารถทำความเข้าใจและประยุกต์ใช้กระบวนการให้เหตุผลเชิงมิติ

สัมพันธ์

- (2.3) สร้างและตรวจสอบข้อคาดเดาและข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
- (2.4) ให้เหตุผลในความคิดของตนเอง
- (2.5) เห็นความสำคัญของการให้เหตุผลว่าเป็นส่วนสำคัญของคณิตศาสตร์
- (3) เกรด 9-12 สนับสนุนให้นักเรียนได้ขยายทักษะการให้เหตุผล โดยมุ่งให้นักเรียน

สามารถ

- (3.1) สร้างและตรวจสอบข้อคาดเดา
- (3.2) ยกตัวอย่างคัดค้านได้
- (3.3) แสดงการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล
- (3.4) ตัดสินข้อโต้แย้งด้วยเหตุและผล
- (3.5) อ้างเหตุผลได้อย่างง่ายดาย

นอกจากนี้ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 56) ยังได้เสนอมาตรฐาน 10 มาตรฐาน เพื่อเป็นมาตรฐานหลักสูตรและใช้เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรม การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนซึ่งมาตรฐาน 10 มาตรฐานนั้น ประกอบด้วยมาตรฐานที่เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Content Standards) อยู่ใน 5 มาตรฐาน และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Process Standards) อยู่ใน 5 มาตรฐานหลังดังนี้

- (1) จำนวนและการดำเนินการ (Number and Operation)
- (2) พีชคณิต (Algebra)
- (3) เรขาคณิต (Geometry)
- (4) การวัด (Measurement)
- (5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (Data Analysis and Probability)
- (6) การแก้ปัญหา (Problem Solving)
- (7) การให้เหตุผลและการพิสูจน์ (Reasoning and Proof)
- (8) การสื่อสาร (Communication)
- (9) การเชื่อมโยง (Connection)
- (10) การแสดง/การนำเสนอ (Representation)

สมวงศ์ แปลงประสพโชค (2544: คำนำ) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นเรื่องจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต ความเชื่อ การยอมรับ การโต้แย้ง ตลอดจนการตัดสินใจ ต้องอาศัยเหตุผลประกอบ หากเหตุผลดี ถูกหลักการจะทำให้การตัดสินใจไม่ผิดพลาด นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานของการศึกษาหาความรู้ในศาสตร์อีกหลายสาขา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ รัฐศาสตร์ เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 45) กล่าวว่า การคิดอย่างมีเหตุผลถือเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ เพราะเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากที่ยืนยันว่า การสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจอย่างมีเหตุผลดีกว่าการสอนแบบให้จดจำ การสอนคณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผล จะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม

สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551: 54-56) กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ได้กำหนดความสำคัญให้การให้เหตุผลเป็นความสามารถหนึ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน โดยกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งในสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีตัวชี้วัดด้านการให้เหตุผลในทุกระดับชั้น (ป.1-ม.6) กำหนดไว้ว่า นักเรียนต้องสามารถให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

จากความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ได้กำหนดว่าเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน หากนักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลประกอบแนวคิด การตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสมแล้ว นักเรียนจะมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำเนื้อหาได้เป็นอย่างดีและยาวนาน ตลอดจนสามารถนำไปใช้พัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ทั้งการทำงานและการดำรงชีวิต และยังเป็นพื้นฐานของการศึกษาหาความรู้ในศาสตร์อีกหลายสาขาด้วย

2.4.3 รูปแบบของการให้เหตุผล

Baroody (1993: 59) ได้จำแนกชนิดของการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับชั้นเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

(1) การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ (Intuitive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่คนเรามีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะตัดสินใจ จึงตัดสินใจบนข้อมูลที่เห็นและตามความรู้สึก การให้เหตุผลแบบสหัชญาณจึงเป็นเหตุผลที่ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ปรากฏหรือข้อสันนิษฐาน ซึ่งทั้งสิ่งปรากฏและข้อสันนิษฐานนี้อาจถูกหรือผิดก็ได้

(2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้การสังเกตเป็นพื้นฐานเพื่อค้นหารูปแบบหรือสร้างข้อความคาดการณ์หรือสรุปเป็นกรณีทั่วไป มีผู้ให้ความหมายของการให้

เหตุผลแบบอุปนัยในลักษณะที่คล้ายๆ กันคือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ช่วยให้คนเราสร้างหรือสรุปกฎจากประสบการณ์ เกิดจากการนำเสนอข้อมูลของสมาชิกบางส่วนมาสร้างเป็นนัยทั่วไปเกี่ยวกับสมาชิกตัวอื่นหรือสมาชิกทั้งหมดของเซต เป็นกระบวนการตั้งสมมติฐานที่เป็นกฎทั่วไปซึ่งแทนลักษณะร่วมกันของกลุ่มของวัตถุสิ่งของหรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะ การให้เหตุผลอุปนัยจึงเป็นการหาสมบัติร่วมกัน หาแบบรูป กฎ และข้อสรุปจากตัวอย่างที่ต่างกัน

(3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการสรุปอย่างสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของข้อตกลงหรือกฎ ซึ่งยอมรับว่าเป็นจริงแล้วหรือที่เรียกว่าเหตุ สามารถกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลเชิงนิรนัยมีลักษณะตรงข้ามกับการให้เหตุผลแบบอุปนัย เพราะการให้เหตุผลแบบอุปนัยมีจุดเริ่มจากกรณีเฉพาะไปสู่ข้อสรุปที่เป็นกรณีทั่วไป ในขณะที่การให้เหตุผลแบบนิรนัยมีทิศทางตรงกันข้ามคือ จะใช้ความรู้กรณีทั่วไปแก้ปัญหากรณีเฉพาะเชื่อถือได้มากที่สุด เนื่องจากเป็นการให้เหตุผลที่สร้างบนพื้นฐานทางตรรกศาสตร์

ฉวีวรรณ เสวตมัลย์ และคณะ (2545: 69-70) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลว่า การให้เหตุผลมี 2 ประเภทคือ

(1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลโดยกำหนดให้หรือยอมรับเหตุผล เป็นจริง นั่นคือ เหตุผลที่ตั้งขึ้นบังคับให้เกิดผลลัพธ์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งจะสมเหตุสมผลหรือไม่ การสมเหตุสมผลจะต้องตรวจสอบความสมเหตุสมผลนั้น

(2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการใช้ประสบการณ์ย่อยๆ หลายๆ ตัวอย่างหรือการคาดคะเนในการสรุปผล นั่นคือเหตุที่จะตั้งขึ้น เป็นการเก็บข้อมูลในแต่ละครั้งที่เกิดขึ้นแล้วสรุป ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่สอดคล้องกับเหตุการณ์ เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้อาจเป็นจริงหรือไม่เป็นจริงก็ได้

กิตติศักดิ์ แก้งทอง (2547: 20) ได้กล่าวไว้ว่า มนุษย์รู้จักการใช้การให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนความเชื่อ หรือเพื่อหาความจริง หรือข้อสรุปในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มาแต่ครั้งโบราณ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่สำคัญอยู่ 2 วิธีได้แก่

(1) การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลโดยยึดความจริง จากส่วนย่อยที่พบเห็นไปสู่ความจริงที่เป็นส่วนรวม เช่น เราพบว่า ทุกเช้าพระอาทิตย์จะขึ้นทางทิศตะวันออกและตอนเย็นจะตกในทิศตะวันตก จึงให้ข้อสรุปว่า พระอาทิตย์ขึ้นทางทิศตะวันออก และตกทางทิศตะวันตก

(2) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการกำหนดความรู้พื้นฐานซึ่งอาจเป็นความเชื่อ ข้อตกลง หรือบทนิยาม ซึ่งเป็นสิ่งที่รู้มาก่อนและยอมรับว่าเป็นจริง เพื่อหาเหตุผลนำไปสู่ข้อสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 46-47) ได้ระบุว่า โดยทั่วไปมนุษย์ มักจะใช้ความรู้ที่มีมาแต่กำเนิดหรือสามัญสำนึก ซึ่งมนุษย์แต่ละคนอาจมีอยู่น้อยแตกต่างกัน มาช่วยแก้ปัญหา เช่น เมื่อน้ำตาลทรายกำลังจะขึ้นราคา น้ำตาลทรายมักจะขาดตลาด ชาวบ้าน

และแม้ค้ำมักจะสมน้ำตาทรายในราคาเดิมก่อนขึ้นราคา หรือในวันที่ฝนตกตอนเช้า คนในเมืองใหญ่มักจะออกบ้านเร็วกว่าปกติ เพราะคิดว่าการจราจรน่าจะติดขัดมากกว่าวันที่ฝนไม่ตกตอนเช้า เป็นต้น

ในทางคณิตศาสตร์เรียกว่าการให้เหตุผลที่มาจากการใช้ความรู้ที่มีมาแต่กำเนิด หรือสามัญสำนึก ดังกล่าวข้างต้นว่า การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ มนุษย์จะมีการให้เหตุผลแบบสหัชญาณมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่ตนมีอยู่

ในทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีทฤษฎีและความรู้จำนวนไม่น้อยที่มีจุดเริ่มต้นการให้เหตุผลแบบสหัชญาณ เช่น การแก้ปัญหของเด็กชายคาร์ล ฟรีดริช เกาส์ เกี่ยวกับการหาผลบวกของจำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง 100 โดยใช้การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ เด็กชายเกาส์ สามารถหาคำตอบของปัญหาได้ภายใน 2-3 นาที ซึ่งแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวของเกาส์ ส่งผลให้มีการนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในการหาผลบวกของจำนวนเต็มบวกที่เรียงต่อกันอย่างเป็นระบบ

นอกจากการให้เหตุผลแบบสหัชญาณแล้ว ในทางวิชาการ นักการศึกษาได้จำแนกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

(1) การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ใช้การสังเกตหรือการทดลองหลายครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแบบรูปที่จะนำไปสู่ข้อสรุปซึ่งเชื่อว่าน่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริง มีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริงและยังไม่พบข้อขัดแย้ง เรียกข้อสรุปนั้นว่า ข้อความคาดการณ์

(2) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการที่ยกเอาสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็น

จริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วใช้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ อ้างสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงนั้นเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

(2.1) เหตุหรือสมมติฐาน ซึ่งหมายถึง สิ่งที่เป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ ได้แก่ คำนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีที่พิสูจน์แล้ว กฎ หรือสมบัติต่างๆ

(2.2) ผลหรือผลสรุปซึ่งหมายถึงข้อสรุปที่ได้จากเหตุหรือสมมติฐาน โดยทั่วไปเหตุหรือสมมติฐานของการให้เหตุผลแบบนิรนัย มักจะประกอบด้วย เหตุกรณีทั่วไป และเหตุกรณีเฉพาะ ก่อให้เกิดผลหรือผลสรุป ถ้าเหตุทำให้เกิดผลหรือผลสรุป เราเรียกว่าเป็นการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล ในทางตรงกันข้าม ถ้าเหตุไม่ทำให้เกิดผลหรือผลสรุปเสมอ เราเรียกว่าเป็นการให้เหตุผลที่ไม่สมเหตุสมผล

จากประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้แบ่งรูปแบบการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

- 1) การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ เป็นความสามารถในการอธิบายแนวคิดในการหาข้อสรุปต่างๆ ด้วยความรู้เดิมที่ได้มาจากการสะสมประสบการณ์ โดยอาศัยการตัดสินใจจากข้อมูลที่เห็นและตาม

ความรู้สึก 2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นความสามารถในการอธิบายแนวคิดในการหาข้อสรุปต่างๆ ด้วยการให้การสังเกตเป็นพื้นฐาน ในการค้นหาแบบรูป และ 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นความสามารถในการอธิบายแนวคิดในการหาข้อสรุปต่างๆ ในกรณีเฉพาะที่สมเหตุสมผล ด้วยข้อตกลงหรือกฎที่ยอมรับแล้วว่าเป็นจริง

2.4.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด ใช้เหตุผลเพื่อแสวงหาความรู้และค้นหาคำตอบต่างๆ ด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนเป็นผู้ที่มีหน้าที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมต่างๆ ให้เป็นไปในทิศทางที่ส่งเสริมและเอื้อให้นักเรียนเกิดทักษะดังกล่าว

สิรินทรา มินทะขัติ (2556; อ้างอิงจาก Garofalo and Mtetwa, มปป.) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า ครูต้องจัดบรรยากาศที่ทำให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง บรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว หากแต่ต้องเป็นบรรยากาศที่สนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ โดยอาจแสดงเหตุผลด้วยวาจา ด้วยการเขียนที่ใช้ภาษาง่ายๆ หรือใช้อุปกรณ์แสดงให้เห็นจริง

Malloy (1999: 13) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลในระดับมัธยมศึกษา โดยเสนอให้ผู้สอนใช้แนวทางการสืบสวน ในการส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับบริบทของปัญหา และเชื่อมโยงปัญหากับเนื้อหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 195-196) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะกระบวนการด้านการให้เหตุผลว่า การให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้น สามารถสอดแทรกในการเรียนเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ ได้ โดยเสนอหลักไว้เป็นข้อๆ ดังนี้

(1) ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้

(2) ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง

(3) ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่าเหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร

อัมพร ม้าคะนอง (2553: 50) เสนอแนะว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ ครูควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์ และบริบทอื่นๆ รวมทั้งควรพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง เช่น “ทำไม”

“เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนไป จะเกิดอะไรขึ้น รู้ได้อย่างไร” โดยครูควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผลไม่เฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น ซึ่งการให้นักเรียนได้อธิบาย ชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญอีกคือนักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจความถูกต้องของสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง มากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้

จากการพัฒนาความสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ครูควรจัดบรรยากาศ จัดกิจกรรมการเรียนการสอน และคำถามที่ส่งเสริมและฝึกให้เหตุผลของนักเรียน ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ ครูควรสรุปและเสนอแนะเหตุผลของผู้เรียน

2.5 วิธีการสอนแบบปกติ

วิธีการสอนแบบปกติ หมายถึง การสอนที่เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามคู่มือครู ซึ่งมีผู้กล่าวไว้ดังนี้

สุรชาติพย์ แป้นทองคำ (2545: 12) กล่าวถึงวิธีการสอนแบบปกติของกรมวิชาการว่าประกอบด้วยขั้นเตรียมการ คือขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ทบทวนความรู้เดิม แจ้างจุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นสอนเป็นการนำเสนอเนื้อหา โดยใช้การอธิบายสนทนาซักถาม อภิปราย ทำแบบฝึกหัด ขั้นสรุปบทเรียนครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา และขั้นวัดผล ประเมินผลโดยสังเกตพฤติกรรม การตรวจแบบฝึกหัด

อภิญา สิมสมบัติ (2545: 43) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนตามแนวคู่มือครูของกรมวิชาการไว้ดังนี้ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนครูใช้คำถามหรือกิจกรรมต่างๆ เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนและดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้อยู่ที่การสอนและพร้อมที่จะเริ่มเรียน ขั้นกิจกรรมการเรียนการสอนครูดำเนินการสอนเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ในการสอนนั้นอาจใช้กิจกรรมต่างๆ เช่น การอภิปราย การร้องเพลง เกม เพื่อช่วยให้การสอนน่าสนใจและสร้างความสนใจของนักเรียนมากยิ่งขึ้น ขั้นสรุปบทเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมามากยิ่งขึ้น ขั้นวัดและประเมินผล เป็นขั้นตอนการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบเพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด

จากวิธีการสอนแบบปกติที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การสอนแบบปกติ คือการสอนตามคู่มือครู ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน คือขั้นเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน ทบทวนความรู้เดิม ขั้นที่ 2 ขั้นสอน คือขั้นที่ครูดำเนินการสอน โดยใช้การบรรยาย สนทนาซักถาม ทำแบบฝึกหัด ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป คือขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

นุตริยา จิตตารมย์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 86 คน ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR จำนวน 45 คน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนปกติ จำนวน 41 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และมีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สินินิตย์ การปลูก (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคงทนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ โดยใช้การสอนแบบกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ โดยใช้การสอนแบบกลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้การสอนแบบกลวิธี STAR หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง ประยุกต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้การสอนแบบกลวิธี STAR สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ โดยใช้การสอนแบบกลวิธี STAR มีความคงทนในการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ปาจริย เยาดำ (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว” โดยการใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวีสต์รัตนวิมุข จังหวัดตรัง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทั้งสี่ด้าน คือ ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา ด้านการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และด้านการทบทวนคำตอบอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า

ก่อนการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยกับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่า มีความเหมาะสม

ประจวบ แสงสีบับ (2556: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้ กลวิธี STAR เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และการแปรผัน ที่มีต่อความสามารถในการ แก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 46 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถ ในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้กลวิธี STAR เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผัน สูงกว่าก่อนได้รับการ จัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และการแปรผัน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ0.01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ76.35 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิง เส้นตัวแปรเดียวกับการแปรผันสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วย กลวิธี STAR เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผันผ่านเกณฑ์ร้อยละ60 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ78.25

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Maccini and Hughes (2000: 10-21) ได้ศึกษาผลของการใช้กลวิธี STAR และการใช้ สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม หรือที่เรียกโดยใช้อักษร CSA ตามลำดับ สำหรับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ขั้นต้นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความ บกพร่องทางการเรียนที่มีต่อความสามารถของการแสดงความหมายและการหาคำตอบของการ แก้ปัญหาการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการ เรียนรู้จำนวน 6 คน จากนักเรียนจำนวน 170 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง กับจำนวนเต็มของนักเรียนสูงขึ้น ในแต่ละลำดับการสอนนักเรียนใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาดังนี้ 1) ศึกษา ทำความเข้าใจโจทย์ 2) แปลงข้อมูลจากโจทย์ภาษาไปสู่สมการ 3) ระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างถูกต้อง 4) วาดรูปภาพแสดงความหมายของโจทย์ปัญหาได้ 5) เขียนสมการได้อย่างถูกต้อง และ 6) ตอบคำถามของโจทย์ปัญหาได้ นอกจากนั้นนักเรียนยังสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ใกล้เคียง กับของเดิมอีกด้วย และหลังจากทดลองแล้ว 10 สัปดาห์ ได้ทำการวัดความคงทนในการเรียน ปรากฏ ว่านักเรียนยังสามารถแสดงความหมายของโจทย์และหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

Maccini and Ruhl (2000: 465-489) ได้ศึกษาผลการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมสื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริงและสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมหรือที่เรียกโดยใช้อักษร CSA ตามลำดับ และกลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาการลบจำนวนเต็มสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความบกพร่องทางการเรียนมีอุปสรรคในการให้เหตุผลขั้นสูง และทักษะการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแสดงความหมาย และการหาคำตอบของปัญหาการลบจำนวนเต็ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 คน ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้ง 3 คน มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ทำการทดสอบความคงทนของความสามารถในการหาคำตอบของปัญหา พบว่า นักเรียนยังคงหาคำตอบของปัญหาได้อย่างถูกต้อง และ 1 สัปดาห์ต่อมาทำการทดสอบความคงทนของความสามารถในการแสดงความหมายของปัญหา ซึ่งนักเรียนยังคงแสดงความหมายของปัญหาได้อย่างถูกต้องเช่นกัน

Butler et al. (2003: 99) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบโน้ตส์เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความบกพร่องทางการเรียนโดยใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมสื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริงและสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมหรือที่เรียกโดยใช้อักษร CRA ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความบกพร่องทางการเรียนอายุระหว่าง 11-15 ปี จำนวน 50 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ CSA จำนวน 26 คน และกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ RA จำนวน 24 คน กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนเนื้อหาเรื่อง เศษส่วน ทั้งหมด 10 บท โดยทั้งสองกลุ่มมีการจัดการเรียนการสอนแตกต่างกันในเนื้อหาบทที่ 1-3 กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ CSA ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริงในการเรียนการสอน ส่วนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ RA ใช้การวาดรูปภาพในการแสดงความหมาย ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มทำคะแนนหลังทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ CRA มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ RA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Konold (2005: 2949-A) ได้ศึกษาการแก้สมการพีชคณิตและแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม หรือที่เรียกโดยใช้อักษร CRA ตามลำดับ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ปกติ และที่ที่มีความบกพร่องทางการเรียน จำนวน 169 คน อายุ 11-19 ปี ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่ที่มีความบกพร่องทางการเรียน จำนวน 61 คน และนักเรียนปกติ 108 คน การทดลองแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ CRA และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ นักเรียนทั้งสองกลุ่มเรียนเนื้อหาพีชคณิตทั้งหมด 11 บท โดยแบบฝึกหัดที่ใช้เหมือนกันทั้งสองกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า เมื่อเปรียบเทียบ

คะแนนโดยใช้การทดลองก่อนเรียน หลังเรียน และทดสอบความคงทนในการเรียนนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาพีชคณิตหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง การใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ CRA และการสอนแบบปกติช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ งานวิจัยยังพบว่า ทั้งเด็กปกติและเด็กพิเศษสามารถเรียนรู้การแก้ปัญหาพีชคณิตได้ ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ว่า การใช้ CSA และกลวิธี STAR ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น และนักเรียนสามารถแสดงความหมายและหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 3-10 สัปดาห์ การใช้ CSA และกลวิธี STAR ช่วยให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนยังคงสามารถแสดงความหมายของโจทย์และหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศสรุปได้ว่า การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ช่วยส่งผลให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียน มีการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทั้งสี่ด้าน คือ ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา ด้านการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และด้านการทบทวนคำตอบอยู่ในเกณฑ์ที่ดี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เรื่องการศึกษาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยเสนอวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

- 3.1 การออกแบบการวิจัย
- 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Study) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยแบบแผนการทดลองมีลักษณะดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง	ทดสอบก่อนการทดลอง	การทดลอง	ทดสอบหลังการทดลอง
E	T_1	X	T_2
C	T_1	$\sim X$	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

X แทน การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR

~X แทน การสอนแบบปกติ

T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน

T₂ แทน การทดสอบหลังเรียน

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร ตำบลเทพนคร อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 116 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดผู้เรียนของแต่ละห้องแบบละความสามารถ

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 54 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผู้วิจัยมีขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนี้

3.2.2.1 สุ่มนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 4 ห้องเรียน ได้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 27 คน และห้องมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 จำนวน 27 คน

3.2.2.2 จับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า นักเรียนห้องมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนห้องมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 จำนวน 27 คน เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งดำเนินการสอนดังนี้

1) กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR

2) กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

3.2.2.3 ทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้ง 2 คน

3.2.2.4 นำค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากการทำทดสอบของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไปทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test independent) พบว่านักเรียนทั้ง 2 ห้อง มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัด

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.2.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทดลอง 20 คาบ (คาบละ 50 นาที) โดยทดลองสอน 16 คาบ ทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ครั้ง ประกอบด้วย ครั้งที่ 1 ทดสอบก่อนเรียนระยะเวลา 2 คาบ และครั้งที่ 2 ทดสอบหลังเรียนระยะเวลา 2 คาบ

3.2.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ใช้กับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอนแบบปกติใช้กับกลุ่มควบคุม (ตัวอย่างแผนการสอนแสดงในภาคผนวก ค) ในสาระการเรียนรู้เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 16 แผน ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ รายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มัธยมศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3.3.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามกลวิธี STAR

3.3.3 วิเคราะห์ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ

3.3.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ (แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป) สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

3.3.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบพิจารณาความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 16 คาบ ครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	เวลาที่ใช้(คาบ)
1	อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน	1
2	อัตราส่วนของจำนวนหลายจำนวน	1
3	สัดส่วน	1
4-5	สัดส่วน (โจทย์ปัญหา)	2
6-7	ร้อยละ	2
8-9	การคำนวณเกี่ยวกับร้อยละ	2
10-11	การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ	2
12-13	การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ (ซื้อขาย)	2
14-15	การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ (ดอกเบี้ย)	2
16	การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ (ภาษี)	1

3.3.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (รายชื่อแสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความเหมาะสม ความสอดคล้องความเป็นไปได้ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนการสอน (IOC-Index) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็นดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าองค์ประกอบของแผนกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสอดคล้อง

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าองค์ประกอบของแผนกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสอดคล้อง

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าองค์ประกอบของแผนกิจกรรมการเรียนรู้ไม่มีความเหมาะสมและสอดคล้อง

แล้วนำคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า (IOC) เป็นรายองค์ประกอบของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

3.3.7 แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะต่างๆ

3.3.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอนแบบปกติ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามคู่มือครุคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนระบุรายละเอียดเหมือนกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ทุกประการยกเว้นในขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสามารถเปรียบเทียบการสอนทั้งสองแบบตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ชั้นนำ ทบทวนความรู้เดิม และเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ ชั้นสอน ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) เป็นขั้นของการศึกษาโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้ให้นักเรียนจะต้องอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วน แล้วถามคำถามต่อตนเองว่า โจทย์ปัญหากำหนดอะไรมาให้บ้าง และโจทย์ต้องการให้หาอะไร ผู้สอนสามารถใช้วิธีการคิดออกเสียง ในขณะแนะนำโจทย์แก่นักเรียน จากนั้นค่อยๆ ลดบทบาทตัวเอง เพื่อให้นักเรียนตอบข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์ด้วยตนเอง ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) เป็นขั้นของการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในแบบรูปภาพ หรือสมการทางคณิตศาสตร์โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้ - สื่อที่เป็นรูปธรรม ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง	ชั้นนำ ทบทวนความรู้เดิม และเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ ชั้นสอน ดำเนินการสอนตามแนวคู่มือครุคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังนี้ 1. ผู้สอนนำเสนอโจทย์ปัญหาแล้วใช้การอธิบาย ถาม ตอบ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหา และสามารถคิดวิธีการในการหาคำตอบ 2. ให้นักเรียนหาคำตอบของโจทย์ปัญหาด้วยตนเอง 3. ผู้สอนให้นักเรียนออกมาแนะนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบที่ได้ และช่วยกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง 4. ผู้สอนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเสริมเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
(ต่อ)

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
- สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง วาด รูปภาพ แผนภาพหรือเขียนตารางแสดงความหมาย - สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม หานัยทั่วไป นำเสนอ ให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิง พีชคณิต ทั้งนี้จะใช้ครบทั้ง 3 ชั้นหรือไม่ก็ได้ แต่ต้อง สามารถเขียนสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมได้ ซึ่งนักเรียนต้องเลือกตัวแปร และระบุการ ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้องสอดคล้องกับ โจทย์ปัญหา ผู้สอนควรให้โอกาสนักเรียนฝึกกลวิธี ใหม่ลดบทบาทตัวเองจนกระทั่งผู้เรียนสามารถ ปฏิบัติงานได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) เป็นขั้นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้ นักเรียนหาคำตอบที่เหมาะสมและถูกต้องของโจทย์ ปัญหา ขั้นที่ 4 R (Review the solution) เป็นขั้นทบทวนคำตอบ นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหา ซ้ำอีกครั้ง แล้วถามตนเองว่า คำตอบที่ได้ว่าสอดคล้อง กับเงื่อนไขของโจทย์หรือไม่ จากนั้นตรวจสอบคำตอบ ในขั้นนี้ผู้สอนควรให้ผลย้อนกลับ ทางบวก โดยดูการปฏิบัติงานของนักเรียน และให้ผล ย้อนกลับคำตอบที่ผิดพลาด เพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง ขั้นสรุป สรุปเนื้อหาสาระที่ได้จากการเรียน	ขั้นสรุป สรุปเนื้อหาสาระที่ได้จากการเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (แสดงในภาคผนวก ง.2) และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (แสดงในภาคผนวก ง.4) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบ รายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยมีจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนนรวมเป็น 20 คะแนน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

(1) ศึกษาเอกสารหลักสูตร คู่มือครู และคู่มือการวัดผลประเมินผลที่เกี่ยวกับการประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ และเทคนิควิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

(2) ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ

(3) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ (แสดงในภาคผนวก ง.1) โดยสร้างให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม แล้วนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไข

(4) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากเกณฑ์การให้คะแนนของ ชาร์ล และคณะ (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544: 311; อ้างอิงจาก Charles et al, 1987: 29) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 143) ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ ความหมาย	การแสดงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง - ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่เหมาะสม แสดงถึงการเลือกความรู้ในหน่วยการเรียนรู้มาใช้ได้อย่างเหมาะสม - แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน ได้คำตอบครบถ้วนและสมบูรณ์

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

คะแนน/ ความหมาย	การแสดงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3 ดี	- เข้าใจปัญหาบางส่วนได้ถูกต้อง - เลือกความรู้มาใช้และดำเนินการตามวิธีการแก้ปัญหานั้นที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องแต่เข้าใจบางส่วนของผู้ปัญหาผิดไป หรือ - เลือกความรู้มาใช้และวิธีการแก้ปัญหานั้นได้เหมาะสม หากคำตอบถูกต้อง แต่ดำเนินการตามวิธีแก้ปัญหานั้นไม่สมบูรณ์ หรือ - เลือกความรู้มาใช้และวิธีการแก้ปัญหานั้นได้เหมาะสมและแสดงจำนวนที่เป็นคำตอบของปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้แสดงเป็นคำตอบของปัญหา
2 พอใช้	- เลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสมแต่ใช้วิธีการแก้ปัญหานั้นไม่เหมาะสมและได้คำตอบไม่ถูกต้องแต่มีสิ่งแสดงถึงการมีความเข้าใจปัญหา หรือ - เลือกความรู้มาใช้และวิธีการแก้ปัญหานั้นได้เหมาะสม แต่ไม่ได้ดำเนินการจนกระทั่งได้คำตอบ หรือ - เลือกความรู้มาใช้และวิธีการแก้ปัญหานั้นได้เหมาะสมแต่ดำเนินการไม่ถูกต้องและนำไปสู่การหาคำตอบผิดพลาด หรือหาคำตอบไม่ได้ หรือ - ได้คำตอบของปัญหาย่อยๆ ที่แบ่งจากปัญหาที่กำหนดแต่ดำเนินการต่อไปไม่ได้ หรือได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหานั้น
1 ยังต้อง ปรับปรุง	- เข้าใจปัญหาได้น้อยมาก - เลือกความรู้มาใช้และแสดงวิธีการหาคำตอบและมีสิ่งบ่งบอกความเข้าใจปัญหาบางประการ และมีแนวทางที่จะไม่นำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือ - เลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสมแต่พยายามแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีการแก้ปัญหานั้นที่ไม่เหมาะสม เพียงแนวทางที่ไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้และไม่คิดหาวิธีการแก้ปัญหานั้นอื่น หรือ - มีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามที่หาเป้าหมายย่อยๆ ของปัญหาแต่ไม่ได้ดำเนินการต่อ
0 ไม่มีความ พยายาม	- ไม่เข้าใจปัญหา - ไม่แสดงการแก้ปัญหานั้น หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับปัญหาคัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา

(5) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์ในการให้คะแนนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องตามข้อเสนอแนะ

(6) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเหมาะสมของสถานการณ์และภาษาที่ใช้ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา

แล้วนำคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคำนวณหาค่า IOC เป็นรายข้อ (แสดงในภาคผนวก ข.1)

(7) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์กำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร ที่เรียนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละมาแล้ว จำนวน 36 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย เพื่อนำข้อมูลมาใช้วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความยากง่าย (P_E) ของแบบทดสอบ

(8) นำผลการทดลองใช้มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (แสดงในภาคผนวก ข.2) จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยคำนวณจากสูตรของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 218) ซึ่งมีเกณฑ์ว่าค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วนำมาวิเคราะห์เป็นรายข้อโดยพิจารณาจากดัชนีค่าความยากง่าย (P_E) และดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) (แสดงในภาคผนวก ข.3) พร้อมกับคัดเลือก โดยใช้วิธีของ วิทนี และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 199-200) จากนั้นคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.20 ขึ้นไป จำนวน 5 ข้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบได้ดังนี้

ค่าความเที่ยง 0.66

ค่าความยากง่าย 0.40-0.64

ค่าอำนาจจำแนก 0.56-0.78

(9) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่สมบูรณ์ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ใช้สำหรับทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบ แบบอัตนัยมีจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนนรวมเป็น 20 คะแนน มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

(1) ศึกษาเอกสารหลักสูตร คู่มือครู และคู่มือการวัดผลประเมินผลที่เกี่ยวกับการประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ และเทคนิควิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

(2) วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ

(3) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ (แสดงในภาคผนวก ง.3) โดยสร้างให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม แล้วนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไข

(4) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของกรมวิชาการ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546: 121) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 143) ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ ความหมาย	การแสดงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการอย่างถูกต้อง - มีการอ้างอิงที่ถูกต้องและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ อย่างสมเหตุสมผล
3 ดี	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการได้อย่างถูกต้อง - มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วนและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2 พอใช้	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการไม่ครบ - มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วนและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่อาจไม่สมเหตุสมผลบางกรณี
1 ยังต้องปรับปรุง	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและต้องการไม่ครบ - มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่ไม่สมเหตุสมผล และไม่ระบุการอ้างอิง
0 ไม่มีความพยายาม	- ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

(5) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์ในการให้คะแนนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องตามข้อเสนอแนะ

(6) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเหมาะสมของสถานการณ์และภาษาที่ใช้ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา

แล้วนำคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคำนวณหาค่า IOC เป็นรายชื่อ (แสดงในภาคผนวก ข.4)

(7) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร ที่เรียนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละมาแล้ว จำนวน 36 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย เพื่อนำข้อมูลมาใช้วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความยากง่าย (P_E) ของแบบทดสอบ

(8) นำผลการทดลองใช้มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (แสดงในภาคผนวก ข.5) จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยคำนวณจากสูตรของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 218) ซึ่งมีเกณฑ์ว่าค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วนำมาวิเคราะห์เป็นรายชื่อโดยพิจารณาจากดัชนีค่าความยากง่าย (P_E) และดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) (แสดงในภาคผนวก ข.6) พร้อมกับคัดเลือก โดยใช้วิธีของ วิทนี และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 199-200) จากนั้นคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.20 ขึ้นไป จำนวน 5 ข้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบได้ดังนี้

ค่าความเที่ยง 0.764

ค่าความยากง่าย 0.36-0.53

ค่าอำนาจจำแนก 0.33-0.83

(9) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่สมบูรณ์ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ขั้นตอนเตรียมก่อนการเก็บรวบรวม ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

3.4.1.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่าง

3.4.1.2 ปฐมนิเทศนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง

3.4.1.3 กำหนดปฏิทินการทดลอง โดยการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

3.4.2 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

3.4.2.1 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นไปทำการทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดลองครั้งนี้เป็นคะแนนก่อนเรียน (คะแนนก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัด

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองแสดงในภาคผนวก จ.1 และกลุ่มควบคุมแสดงในภาคผนวก จ.2 ส่วนคะแนนก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองแสดงในภาคผนวก จ.5 และกลุ่มควบคุมแสดงในภาคผนวก จ.6

3.4.2.2 ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล แบบบันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.4.2.3 สังเกตกระบวนการเรียนการสอน โดยสังเกตและบันทึกพฤติกรรมการณ์เรียนของนักเรียนทุกระยะตลอดการทดลอง

3.4.2.4 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องการจัดการเรียนรู้ในแผนการสอนต่อไป

3.4.3 ชั้นประเมิน

3.4.3.1 หลังจากสิ้นสุดการเรียนรู้ ทำการทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ เป็นคะแนนหลังเรียน (คะแนนหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองแสดงในภาคผนวก จ.3 และกลุ่มควบคุมแสดงในภาคผนวก จ.4 ส่วนคะแนนหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองแสดงในภาคผนวก จ.7 และกลุ่มควบคุมแสดงในภาคผนวก จ.8)

3.4.3.2 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.5.1 ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนการทดลองกับคะแนนสอบหลังการทดลองจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

3.5.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR กับกลุ่มที่ได้รับการ

สอนแบบปกติ โดยใช้คะแนนสอบหลังการทดลองจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ด้วยการทดสอบที (t- test independent)

3.5.3 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ โดยใช้คะแนนสอบหลังการทดลองจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ด้วยการทดสอบที (t- test independent)

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1.1 หาดัชนีความยากง่ายของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยตัดคะแนนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยเทคนิค 25 เปอร์เซนต์ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วแทนค่า โดยใช้วิธีของ วิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 199-200)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3.1)$$

เมื่อ P_E	แทน	ดัชนีค่าความง่าย
S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

3.6.1.2 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เพื่อวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบแบบอัตนัย โดยการคำนวณจากสูตรของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 201)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3.2)$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

3.6.1.3 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยการคำนวณจากสูตรของโรวินELLIและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 249)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N} \quad (3.3)$$

เมื่อ	IOC	แทน	ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ
	$\sum_{i=1}^N R_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.1.4 หาค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2556: 171; อ้างอิงจาก Ebel and Frisbie, 1986: 71)

$$r_{xy} = \frac{N \sum_{i=1}^N X_i Y_i - \sum_{i=1}^N X_i \sum_{i=1}^N Y_i}{\sqrt{\left[N \sum_{i=1}^N X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N X_i \right)^2 \right] \left[N \sum_{i=1}^N Y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N Y_i \right)^2 \right]}} \quad (3.4)$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum_{i=1}^N X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X

$\sum_{i=1}^N Y_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y
$\sum_{i=1}^N X_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum_{i=1}^N Y_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum_{i=1}^N X_i Y_i$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
N	แทน	จำนวนคนหรือสิ่งที่ศึกษา

3.6.1.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยคำนวณจากสูตรของ ครอนบาค (Cronbach) (ลิ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 218)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n s_i^2}{s_t^2} \right\} \quad (3.5)$$

เมื่อ α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$\sum_{i=1}^n s_i^2$	แทน	ผลรวมความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ
s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3.6.2 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

3.6.2.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550: 33)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.6)$$

เมื่อ $\sum_{i=1}^n x_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนคนที่ 1 ถึงคนที่ n
n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.6.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550: 60)

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n(n-1)}} \quad (3.7)$$

เมื่อ SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum_{i=1}^n x_i^2$ แทน ผลรวมของข้อมูลแต่ด้วยยกกำลังสอง

$\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.6.2.3 ตัวสถิติทดสอบที (t-test independent) ใช้ทดสอบสมมติฐาน โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2554: 136-139)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left[\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right] \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (3.8)$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ t แทน ค่าวิกฤติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution

$\bar{X}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

s_1^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

s_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การศึกษาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.1.1 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แสดงผลดังตารางที่ 4.1.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนรายบุคคลจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

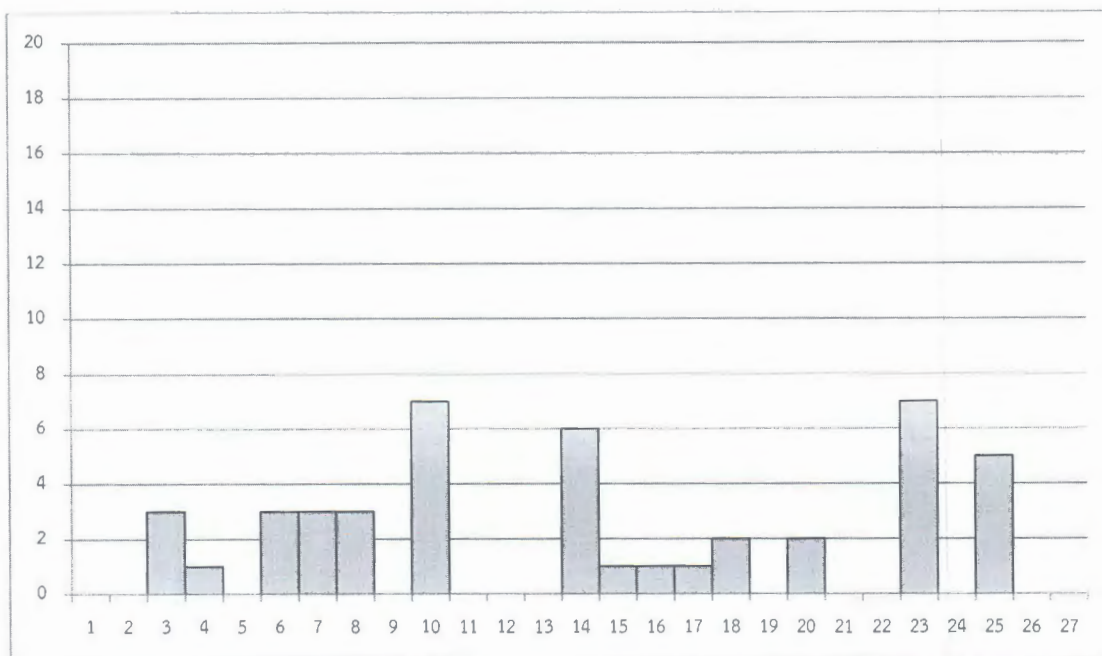
ลำดับ	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1	0	0	10	0
2	0	4	17	2
3	3	0	8	0
4	1	0	11	0
5	0	0	7	0
6	3	0	15	0
7	3	5	8	7
8	3	1	12	1
9	0	0	0	0
10	7	0	12	0
11	0	0	3	0

ตารางที่ 4.1 คะแนนรายบุคคลจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม (ต่อ)

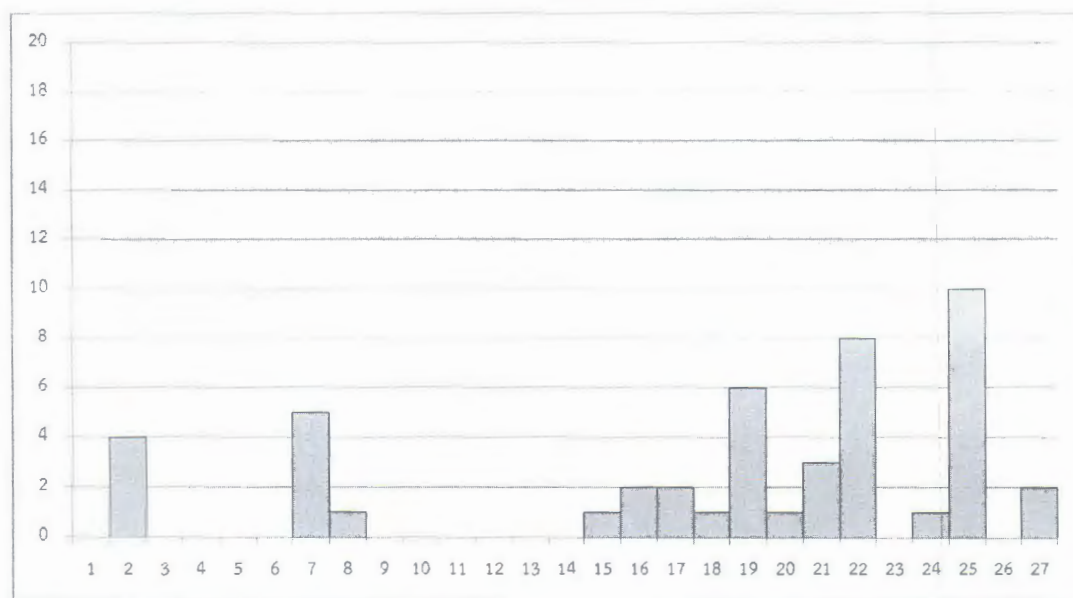
ลำดับ	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
12	0	0	2	0
13	0	0	13	0
14	6	0	17	0
15	1	1	18	1
16	1	2	12	2
17	1	2	16	3
18	2	1	14	3
19	0	6	8	8
20	2	1	10	3
21	0	3	12	7
22	0	8	14	10
23	7	0	14	4
24	0	1	11	2
25	5	10	10	4
26	0	0	8	0
27	0	2	7	3
$\bar{x}$	1.67	1.74	10.70	2.22
SD	2.253	2.669	4.522	2.847

จากตารางที่ 4.1 คะแนนก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 1.67 และ 1.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.253 และ 2.669 ตามลำดับ คะแนนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 10.70 และ 2.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.522 และ 2.847 ตามลำดับ

4.1.2 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ดังแผนภูมิที่ 4.1 และ 4.2



แผนภูมิที่ 4.1 คะแนนก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง



แผนภูมิที่ 4.2 คะแนนก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

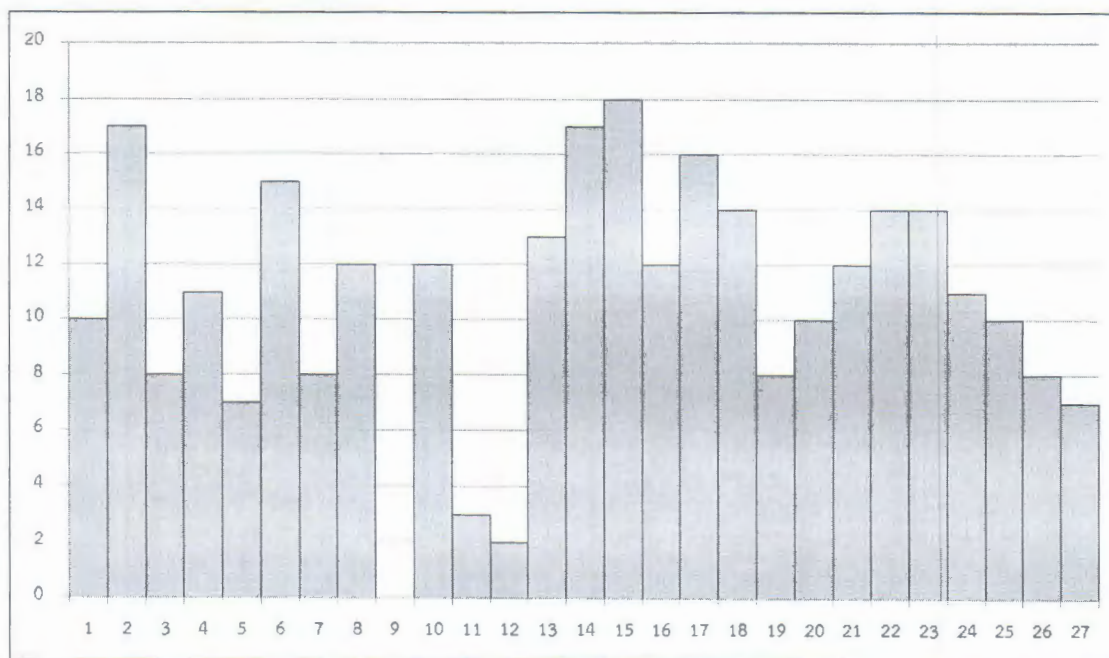
4.1.3 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม แสดงผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test independent) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

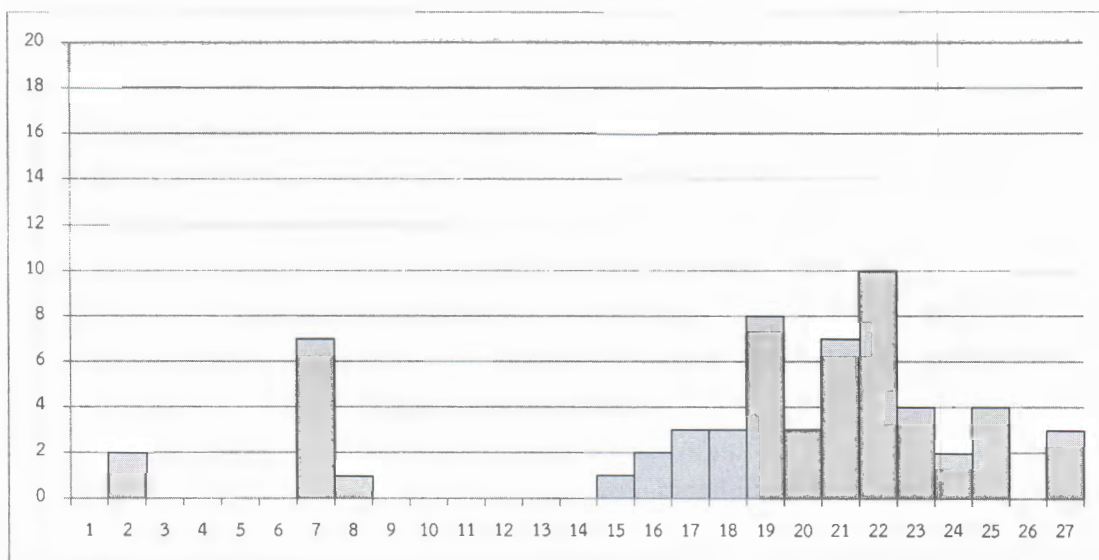
กลุ่ม	จำนวน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	p
ทดลอง	27	1.67	2.253	.110	.913
ควบคุม	27	1.74	2.669		

จากตารางที่ 4.2 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

4.1.4 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ดังแผนภูมิที่ 4.3 และ 4.4

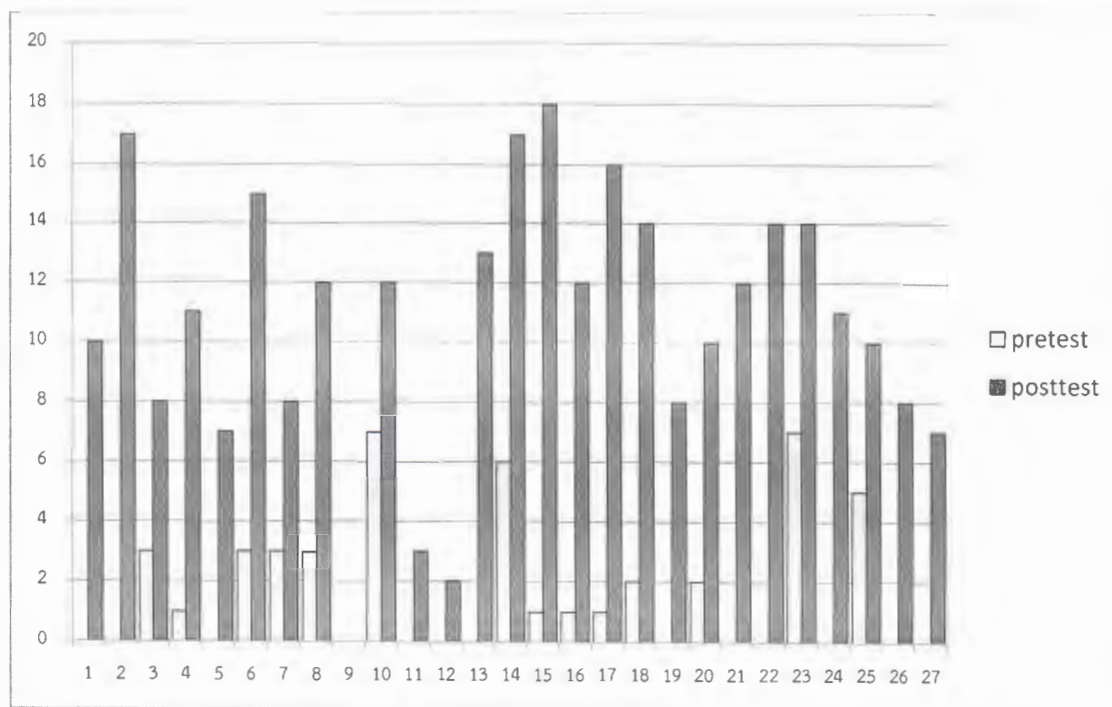


แผนภูมิที่ 4.3 คะแนนหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

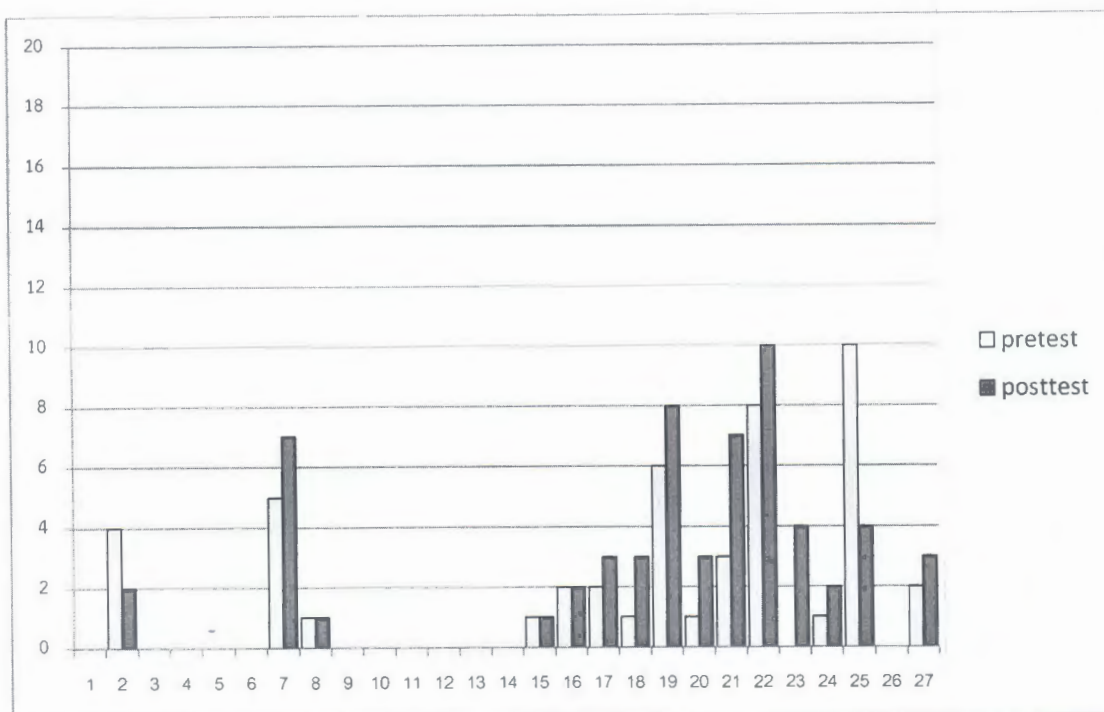


แผนภูมิที่ 4.4 คะแนนหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

4.1.5 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ดังแผนภูมิที่ 4.5 และ 4.6



แผนภูมิที่ 4.5 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง



แผนภูมิที่ 4.6 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

4.1.6 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแสดงผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test dependent) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

กลุ่ม	ทดสอบ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	p
ทดลอง	ก่อนเรียน	27	1.67	2.253	9.295	.000*
	หลังเรียน	27	10.70	4.522		
ควบคุม	ก่อนเรียน	27	1.74	2.669	.641	.524
	หลังเรียน	27	2.22	2.847		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

4.1.7 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ แสดงผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test independent) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กลุ่ม	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	t	p
ทดลอง	27	10.70	4.522	8.248	.000*
ควบคุม	27	2.22	2.847		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.4 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 10.70 และ 2.22 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.522 และ 2.847 ตามลำดับ จากการทดสอบที พบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.2 ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4.2.1 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แสดงผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คะแนนรายบุคคลจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

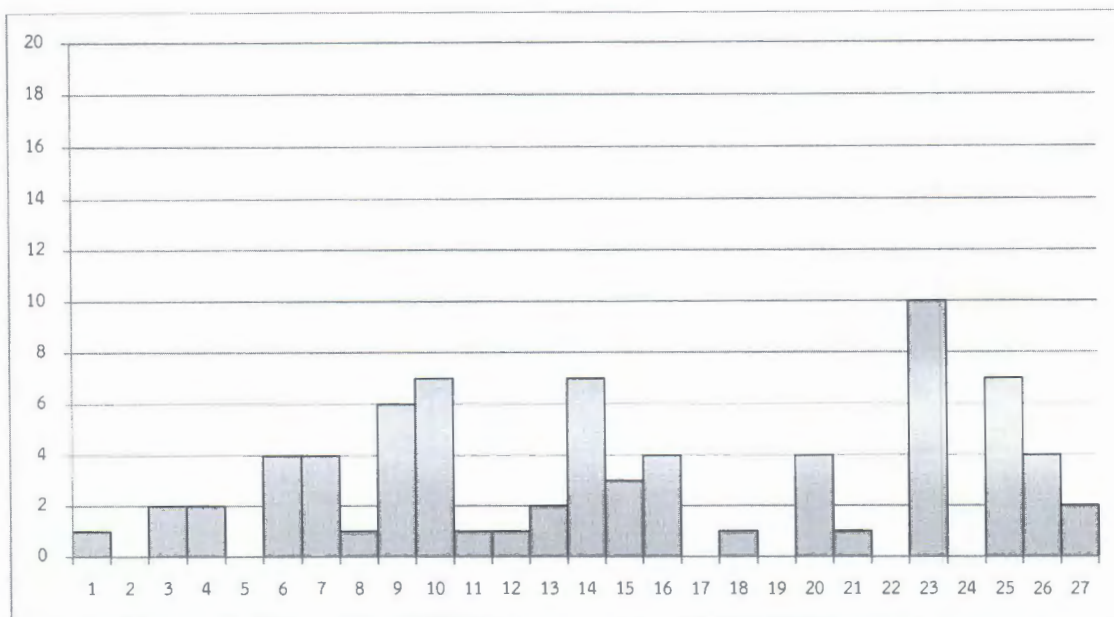
ลำดับ	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1	1	0	9	0
2	0	4	3	9
3	2	0	8	6
4	2	1	4	1
5	0	3	4	0
6	4	1	5	0
7	4	7	9	12
8	1	1	9	0
9	6	2	5	0
10	7	1	11	0
11	1	1	7	1
12	1	2	2	4
13	2	2	5	1
14	7	1	10	1
15	3	2	13	6
16	4	6	10	3
17	0	3	10	5
18	1	2	7	8
19	0	4	7	9
20	4	0	10	4
21	1	0	7	6
22	0	4	4	10
23	10	1	10	4

ตารางที่ 4.5 คะแนนรายบุคคลจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม (ต่อ)

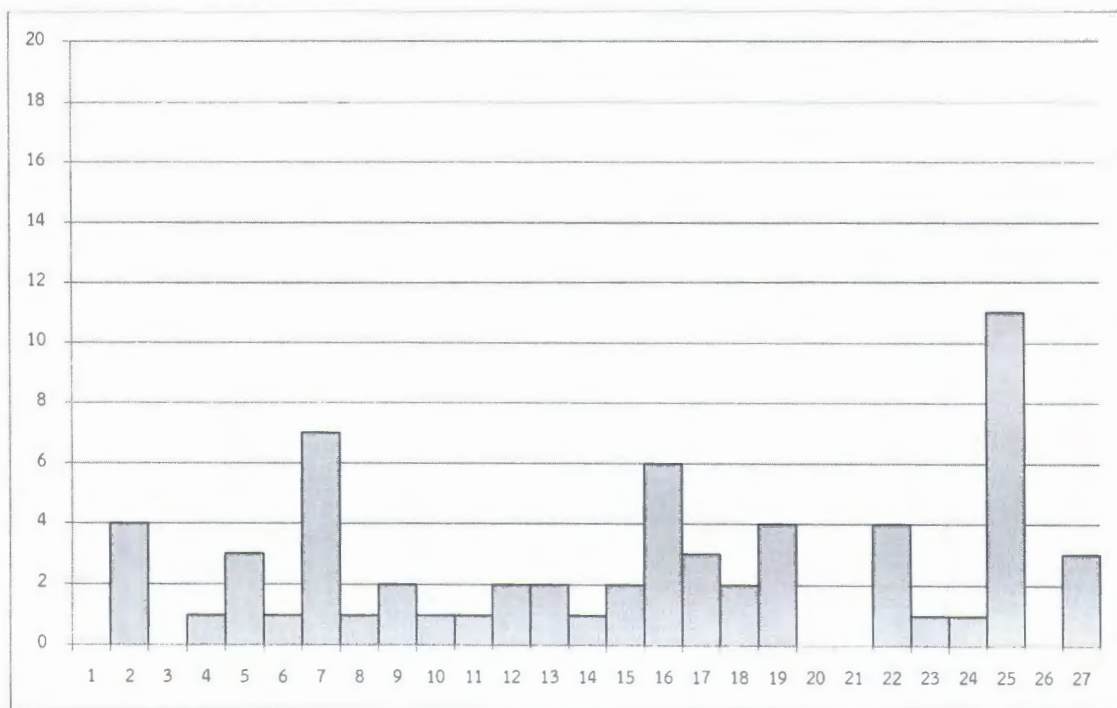
ลำดับ	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
24	0	1	2	4
25	7	11	8	14
26	4	0	8	3
27	2	3	5	2
$\bar{x}$	2.74	2.33	7.11	4.19
SD	2.712	2.496	2.913	4.000

จากตารางที่ 4.5 คะแนนก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.74 และ 2.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.712 และ 2.496 ตามลำดับ คะแนนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 7.11 และ 4.19 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.913 และ 4.000 ตามลำดับ

4.2.2 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ดังแผนภูมิที่ 4.7 และ 4.8



แผนภูมิที่ 4.7 คะแนนก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง



แผนภูมิที่ 4.8 คะแนนก่อนเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

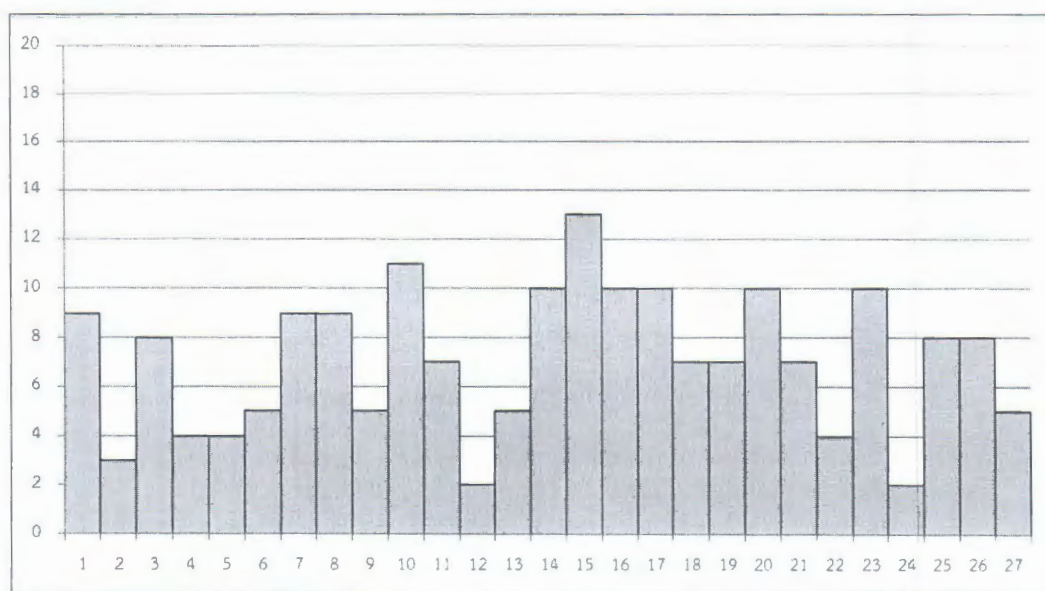
4.2.3 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแสดงผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test independent) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

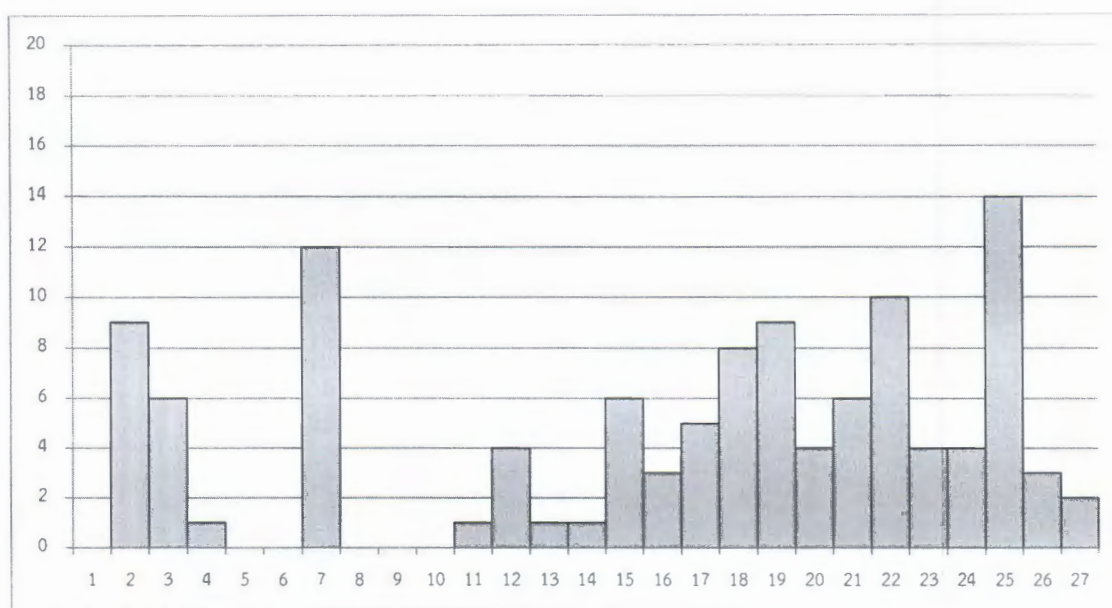
กลุ่ม	จำนวน (จำนวน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	t	p
ทดลอง	27	2.74	2.712	.574	.568
ควบคุม	27	2.33	2.496		

จากตารางที่ 4.6 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

4.2.4 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ดังแผนภูมิที่ 4.9 และ 4.10

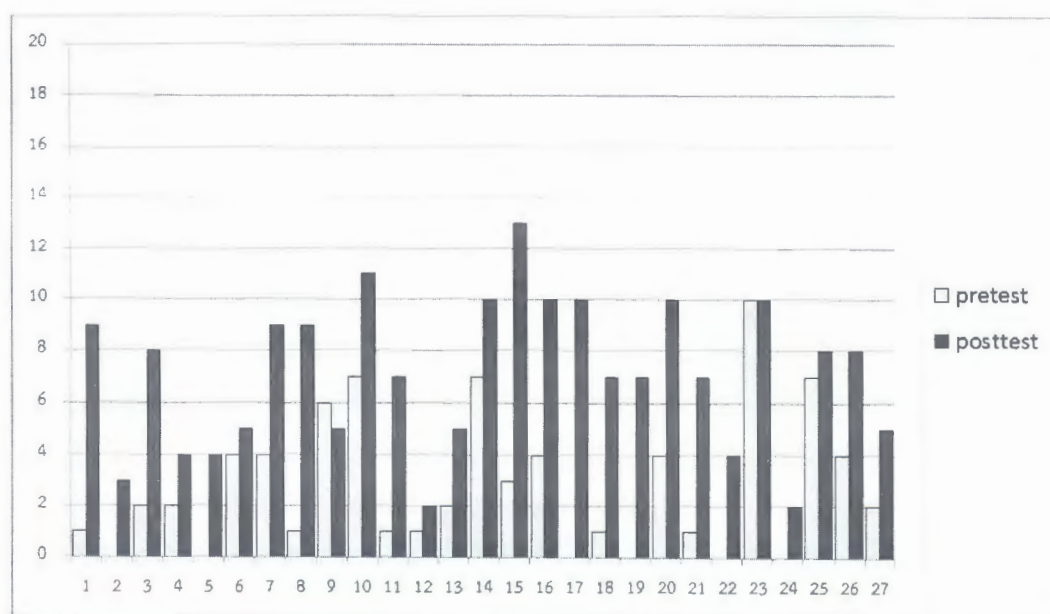


แผนภูมิที่ 4.9 คะแนนหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

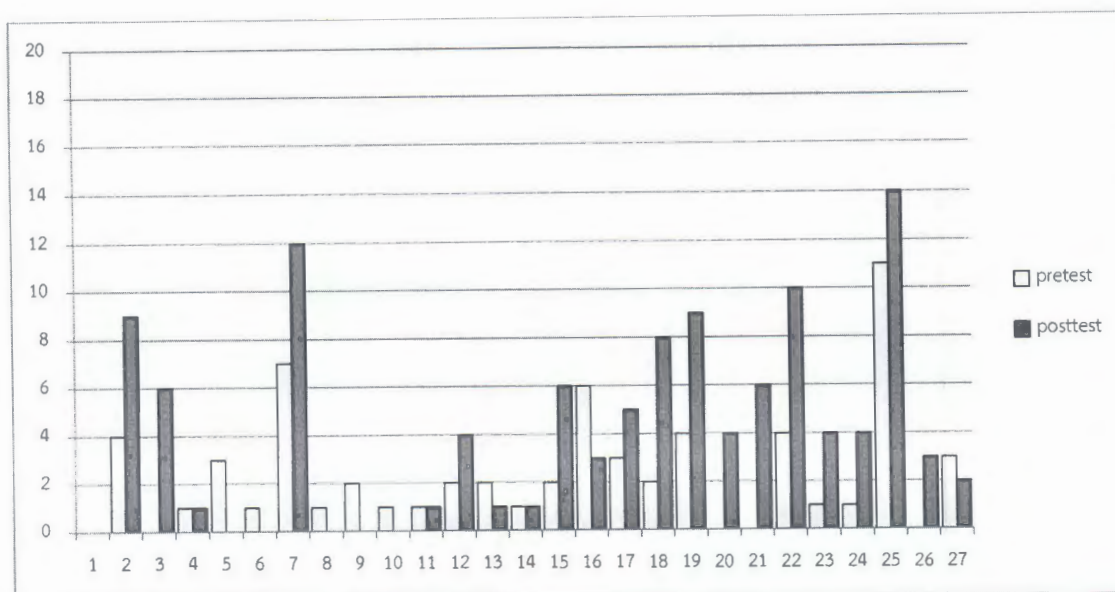


แผนภูมิที่ 4.10 คะแนนหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

4.2.5 แผนภูมิแท่งแสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ดังแผนภูมิที่ 4.11 และ 4.12



แผนภูมิที่ 4.11 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง



แผนภูมิที่ 4.12 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

4.2.6 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแสดงผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test dependent) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

กลุ่ม	ทดสอบ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	t	p
ทดลอง	ก่อนเรียน	27	2.74	2.712	5.706	.000*
	หลังเรียน	27	7.11	2.913		
ควบคุม	ก่อนเรียน	27	2.33	2.496	2.041	.047*
	หลังเรียน	27	4.19	4.000		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.7 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นเดียวกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

4.2.7 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ แสดงผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test independent) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

กลุ่ม	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	t	p
ทดลอง	27	7.11	2.913	3.072	.003*
ควบคุม	27	4.19	4.000		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.8 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 7.11 และ 4.19 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.913 และ 4.000 ตามลำดับ จากการทดสอบที พบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.3 ผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4.3.1 ผลงานการเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเข้าใจปัญหาได้น้อย ไม่มีความพยายามในการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ก่อนเรียน ไม่แสดงการแก้ปัญหา บางคนพยายามแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ไม่เหมาะสม ดังแสดง
ในภาพที่ 4.1-4.3

ข้อสอบข้อที่ 2 คุณแม่แบ่งเงิน 3,600 บาท ให้ลูกสามคนเป็นอัตราส่วนดังนี้ พี่คนโตได้รับต่อน้องคนกลาง
ได้รับเป็น 3 : 4 และน้องคนกลางได้รับต่อน้องคนเล็กได้รับเป็น 8 : 10 จงหาว่าลูกทั้งสามได้รับเงินคนละ
เท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ.....

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

สรุปคำตอบ

ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ข้อสอบข้อที่ 3 บริษัทแห่งหนึ่งคำนวณรายได้สุทธิประจำปี พบว่ามีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 50% ถ้าปีที่
แล้วมีรายได้ 20,000 บาท ปีนี้มีรายได้สุทธิเท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ บริษัทได้กำไรเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 50% ถ้าปีที่แล้วมีรายได้
20,000 บาท

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ ปีนี้บริษัทได้กำไรเท่าไร

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

$20,000 \times 50 = 1,000,000$

สรุปคำตอบ

ปีนี้บริษัทได้กำไร 1,000,000 บาท

ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ข้อสอบข้อที่ 5 คาหวินฝากเงินไว้กับธนาคาร 10,000 บาท ธนาคารคิดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 ต่อปี เมื่อฝากครบ 1 ปี คาหวินจะได้รับดอกเบี้ยเท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ คาหวินฝากเงินไว้กับธนาคาร 10,000 บาท ธนาคารคิดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 ต่อปี ฝากครบ 1 ปี

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ คาหวินจะได้รับดอกเบี้ยเท่าไร

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

สรุปคำตอบ

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

จากการวิเคราะห์ก็มึนักเรียนบางคนในกลุ่มควบคุมดำเนินการแก้ปัญหานั้นนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ดำเนินการไม่สมบูรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.4

ข้อสอบข้อที่ 3 บริษัทแห่งหนึ่งคำนวณรายได้สุทธิประจำปี พบว่ามีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 50% ถ้าปีที่แล้วมีรายได้ 20,000 บาท ปีนี้มีรายได้สุทธิเท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ บริษัทแห่งหนึ่งได้ 10,000 บาท

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ ปีนี้มีรายได้สุทธิเท่าไร

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

วิธีทำ $50 \times 20,000 = 10,000 + 20,000 = 30,000$ บาท

สรุปคำตอบ

ปีนี้มีรายได้สุทธิ 30,000 บาท

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

4.3.2 ผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

นักเรียนในกลุ่มทดลองหลังจากได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 5 ข้อ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบของนักเรียนแต่ละคนมาวิเคราะห์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เลือกความรู้มาใช้และวิธีการแก้ปัญหาก็ได้เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้องและนำไปสู่การหาคำตอบผิดพลาด หรือหาคำตอบไม่ได้ ดังแสดงในภาพที่ 4.5 และ 4.6

ข้อสอบข้อที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิงเป็น 4 : 5 ถ้าโรงเรียนนี้มีนักเรียนหญิง 2,500 คน จำนวนนักเรียนทั้งหมดมีกี่คน

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ นักเรียนชาย 40 จำนวนนักเรียนหญิง 50 จำนวน 4 : 5 ถ้าโรงเรียนนี้มีนักเรียนหญิง 2,500 คน

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดมีกี่คน

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

นักเรียนชาย	4	x		x = 200
นักเรียนหญิง	5	2,500		20 + 2,500
	5x	4 x 2,500		= 2500
	x	4	2,500	
		5		

สรุปคำตอบ

2

ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ข้อสอบข้อที่ 3 บริษัทแห่งหนึ่งคำนวณรายได้สุทธิประจำปี พบว่ามีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 5% ถ้าปีที่แล้วมีรายได้ 25,480 บาท ปีนี้มีรายได้สุทธิเท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ... รายได้สุทธิเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 5% ปีที่แล้ว 25,480 บาท

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ... ปีนี้มีรายได้สุทธิเท่าไร

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

ปีที่แล้ว	25,480
เพิ่ม 5%	1,274
รวม	26,754

สรุปคำตอบ

ปีนี้มีรายได้สุทธิ 26,754 บาท

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากการวิเคราะห์มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่เลือกความรู้มาใช้ และดำเนินการตามวิธีการแก้ปัญหาก็จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่เข้าใจบางส่วนของปัญหาผิดไป ดังแสดงในภาพที่ 4.7

ข้อสอบข้อที่ 3 บริษัทแห่งหนึ่งคำนวณรายได้สุทธิประจำปี พบว่ามีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 5% ถ้าปีที่แล้วมีรายได้ 25,480 บาท ปีนี้มีรายได้สุทธิเท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ... รายได้สุทธิเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 5% ปีที่แล้ว 25,480 บาท

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ... ปีนี้มีรายได้สุทธิเท่าไร

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

ปีที่แล้ว 25,480 บาท

เพิ่ม 5%

25,480 x 5% = 1,274

25,480 + 1,274 = 26,754

สรุปคำตอบ

ปีนี้มีรายได้สุทธิ 26,754 บาท

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

มีนักเรียนที่เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่เหมาะสม ได้คำตอบ ครบถ้วนและสมบูรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.8

ข้อสอบข้อที่ 3 บริษัทแห่งหนึ่งคำนวณรายได้สุทธิประจำปี พบว่ามีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 5% ถ้าปี
ที่แล้วมีรายได้ 25,480 บาท ปีนี้มีรายได้สุทธิเท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ เมื่อปีที่แล้วมีรายได้สุทธิ 25,480 บาท เพิ่มขึ้น 5% ปีนี้จะมีรายได้สุทธิเท่าไร

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ ปีนี้จะมีรายได้สุทธิเท่าไร

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

$$\frac{100}{100} \times \frac{5}{25,480} = \frac{x}{x}$$

$$100 \times 25,480 = 5 \times 25,480$$

$$x = 25,480 \times 5$$

$$x = 127,400$$

สรุปคำตอบ 127,400

ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มควบคุมหลังได้รับการสอนแบบปกติ ไม่แสดงการแก้ปัญหา คัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดความเข้าใจปัญหา ดังแสดงในภาพที่ 4.9 และ 4.10

ข้อสอบข้อที่ 2 คุณแม่แบ่งเงิน 4,800 บาท ให้ลูกสามคนเป็นอัตราส่วนดังนี้ พี่คนโตได้รับต่อน้องคนกลางได้รับเป็น 3 : 4 และน้องคนกลางได้รับต่อน้องคนเล็กได้รับเป็น 8 : 10 จงหาว่าลูกทั้งสามได้รับเงินคนละเท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ คุณแม่แบ่งเงิน 4,800 บาท ให้ลูกสามคนเป็นอัตราส่วนดังนี้ พี่คนโตได้รับต่อน้องคนกลางได้รับเป็น 3 : 4 และน้องคนกลางได้รับต่อน้องคนเล็กได้รับเป็น 8 : 10

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ จงหาว่าลูกทั้งสามได้รับเงินคนละเท่าไร

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

สรุปคำตอบ

ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

ข้อสอบข้อที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิงเป็น 4 : 5 ถ้าโรงเรียนนี้มีนักเรียนหญิง 2,500 คน จำนวนนักเรียนทั้งหมดมีกี่คน

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิงเป็น 4 : 5 ถ้าโรงเรียนนี้มีนักเรียนหญิง 2,500 คน

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดมีกี่คน

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

นักเรียนชายต่อนักเรียนหญิง	4 : 5 คน
นักเรียนหญิง	2,500 คน
จำนวนนักเรียนทั้งหมด	

สรุปคำตอบ

ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

จากการวิเคราะห์หมีนักเรียนบางส่วนที่เข้าใจปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่เหมาะสมได้คำตอบที่ถูกต้อง ดังแสดงในภาพที่ 4.11

ข้อสอบข้อที่ 5 ดาวันฝากเงินไว้กับธนาคาร 50,000 บาท ธนาคารคิดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 3 ต่อปี เมื่อฝากครบ 1 ปี ดาวันจะได้รับดอกเบี้ยเท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ดาวันฝากเงินไว้กับธนาคาร 50,000 บาท ธนาคารคิดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 3 ต่อปี

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ ฝากครบ 1 ปี ดาวันจะได้รับดอกเบี้ยเท่าไร

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

วิธีทำ	ดาวันฝากเงินไว้กับธนาคาร	50,000	บาท
ธนาคารคิดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ	3	ต่อปี	
ฝากครบ 1 ปี ดาวันจะได้รับดอกเบี้ย	$3 \times 50,000$	1,500	บาท

สรุปคำตอบ

ดาวันฝากเงินไว้กับธนาคาร 1,500 บาท

ภาพที่ 4.11 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

4.3.3 ผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 4.12 และ 4.13

ข้อสอบข้อที่ 4 สินค้าชนิดหนึ่งซื้อมาราคา 200 บาท ต้องการขายเอากำไร 20% ดังนั้นจะต้องตั้งราคาสินค้า
เท่าใด

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ... สินค้าชนิดหนึ่งซื้อมาราคา 200 บาท ต้องการขายเอากำไร 20%

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ... จำลองว่าเราขายสินค้าได้

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

สรุปคำตอบ

ภาพที่ 4.12 ผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ก่อนเรียนของ ด.ญ.ก (นามสมมติ) นักเรียนกลุ่มทดลอง

ข้อสอบข้อที่ 4 สินค้าชนิดหนึ่งซื้อมาราคา 250 บาท ต้องการขายเอากำไร 20% ดังนั้นจะต้องตั้งราคาสินค้า
เท่าใด

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ... สินค้าชนิดหนึ่งซื้อมาราคา 250 บาท ต้องการขายเอากำไร 20%

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ... จำลองว่าเราขายสินค้าได้

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

100 250

100X = 250 × 20

X = 250 × 20 = X = 50

สรุปคำตอบ

ดังนั้น จำลองว่าเราขายสินค้าได้ 300 บาท

ภาพที่ 4.13 ผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์หลังเรียนของ ด.ญ.ก (นามสมมติ) นักเรียนกลุ่มทดลอง

ข้อสอบข้อที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิงเป็น 4 : 5 ถ้าโรงเรียนนี้มีนักเรียนหญิง 2,500 คน จำนวนนักเรียนทั้งหมดมีกี่คน

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิงเป็น 4 : 5 นักเรียนหญิง 2,500 คน

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดมีกี่คน

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

จำนวนนักเรียนชาย	4 : 5	คน
นักเรียนหญิง	2,500	คน
ผลคูณไขว้	$4 \times 2,500 = 10,000$	คน
	$= 10,000$	

สรุปคำตอบ

จำนวนนักเรียนทั้งหมดมี 10,000 คน

ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

จากภาพที่ 4.14 เป็นตัวอย่างผลงานของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ในส่วนแรกนักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ว่า โจทย์กำหนด และต้องการทราบอะไร ในส่วนของการหาคำตอบนั้นนักเรียนเลือกใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วน มีการกำหนดตัวแปร และสร้างเป็นสมการ รวมทั้งแก้สมการได้ถูก ส่งผลให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบคำตอบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีกระบวนการ และขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจน และภาพที่ 4.15 เป็นตัวอย่างผลงานของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ ในส่วนแรกของการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ว่า โจทย์กำหนด และต้องการทราบอะไร ในส่วนของการหาคำตอบนั้นนักเรียนเลือกใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วน แต่อธิบายไม่ชัดเจน พร้อมคำนวณผิด ส่งผลให้คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง

4.4 ผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4.4.1 ผลงานการเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

นักเรียนส่วนใหญ่ทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ ไม่พยายามหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ บางคนพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่ไม่สมเหตุผลในการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ดังแสดงในภาพที่ 4.16-4.18

ข้อสอบข้อที่ 4. สุดท้ายได้รับโบนัสประจำปีจำนวนเงิน 20,000 บาท สุดท้ายต้องการออมเงินส่วนนี้ไว้ใช้ในอนาคต
จำเป็น โดยเลือกฝากเงินกับธนาคารที่มีบริการให้เลือกสองธนาคาร ดังนี้
ธนาคารที่ 1 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 ต่อปี และหักภาษีดอกเบี้ยร้อยละ 10
ธนาคารที่ 2 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8 ต่อปี
ให้นักเรียนเปรียบเทียบดอกเบี้ยที่ได้รับจากธนาคารทั้งสอง และนักเรียนคิดว่าสุดท้ายแล้วควรเลือกฝากเงิน
กับธนาคารใด อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพที่ 4.16 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง
คณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ข้อสอบข้อที่ 2. อิงอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีร้านขายเครื่องปรับอากาศอยู่สองร้าน รายละเอียด
ดังนี้

ร้านที่ 1 ในการคิดราคาขายสินค้าร้านนี้ ราคาที่คิดไว้จะเป็นราคาที่ได้จากราคาสินค้าที่ตั้งไว้รวมกับ
ภาษีมูลค่าเพิ่มที่คิดจาก 10 % ของราคาสินค้าที่ตั้งไว้ โดยตั้งราคาเครื่องปรับอากาศเกรด A ไว้ 10,000 บาท
ร้านที่ 2 คิดราคาเครื่องปรับอากาศไว้ 13,000 บาท แต่ลดราคา 5 % จากราคาที่คิดไว้
อิงอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศเกรด A จำนวน 1 เครื่อง ในราคาที่ถูกต้องต้องซื้อจากร้านไหน
และต้องจ่ายเงินเท่าไร

ขอ ขิงว่า หือ ๕๐ เครื่องปรับอากาศ A จำนวน ๕ เครื่อง ในราคาที่ถูกกว่า
ก ๕ หือ ๕๐ จาก รัน ก ๕ ล หือ ๕๐ เงิน ๑๐๐๐๐ บาท

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพที่ 4.17 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง
คณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ข้อสอบข้อที่ 4 สุดใจได้รับโบนัสประจำปีจำนวนเงิน 20,000 บาท สุดใจต้องการออมเงินส่วนนี้ไว้ใช้ในยามจำเป็น โดยเลือกฝากเงินกับธนาคารมีบริการให้เลือกสองธนาคาร ดังนี้

ธนาคารที่ 1 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 ต่อปี และหักภาษีดอกเบี้ยร้อยละ 10

ธนาคารที่ 2 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8 ต่อปี

ให้นักเรียนเปรียบเทียบดอกเบี้ยที่ได้รับจากธนาคารทั้งสอง และนักเรียนคิดว่าสุดใจควรเลือกฝากเงินกับธนาคารใด อย่างไร

แก้ที่ คิดว่าได้เงินโบนัสไว้จำนวนเงิน 20000 บาท

ธนาคารที่ 1 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 ต่อปี หักภาษีดอกเบี้ยร้อยละ 10

ธนาคารที่ 2 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8 ต่อปี

ดังนั้น สุดใจฝากเงินทั้งฉบับในธนาคารที่ 2 เลือกฝากธนาคารที่ 2 เพราะ อัตราดอกเบี้ยสูงกว่าธนาคารที่ 1

ภาพที่ 4.18 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

มีนักเรียนบางส่วน บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล ดังแสดงในภาพที่ 4.19

ข้อสอบข้อที่ 3 สุพจน์สอบได้คะแนนร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม คะแนนเต็ม 30 วิชัยสอบได้ 18 คะแนน ถ้าคะแนนเต็มเท่ากัน อยากทราบว่าผลสอบของทั้งสองคนเป็นอย่างไร ใครได้คะแนนสอบมากกว่า

สุพจน์ สอบได้คะแนนร้อยละ 50 จากคะแนนเต็ม 30

วิชัย สอบได้ 18 คะแนน

$$\frac{(50 \times 30)}{100} = \frac{1500}{100}$$

$$= 15$$

สุพจน์ สอบได้ 15 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30

สุพจน์ ได้คะแนนน้อยกว่า วิชัย 18 คะแนน 15 < 18

ภาพที่ 4.19 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

4.4.2 ผลงานการเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
หลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มทดลองหลังได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี
STAR มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่อาจไม่สมเหตุสมผลบางกรณี ดังแสดงใน
ภาพที่ 4.20

ข้อสอบข้อที่ 4 สุดใจได้รับโบนัสประจำปีจำนวนเงิน 60,000 บาท สุดใจต้องการออมเงินส่วนนี้ไว้ใช้ยาม
จำเป็น โดยเลือกฝากเงินกับธนาคารมีบริการให้เลือกสองธนาคาร ดังนี้
ธนาคารที่ 1 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 ต่อปี และหักภาษีดอกเบี้ยร้อยละ 10
ธนาคารที่ 2 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8 ต่อปี
ให้นักเรียนเปรียบเทียบดอกเบี้ยที่ได้รับจากธนาคารทั้งสอง และนักเรียนคิดว่าสุดใจควรเลือกฝากเงิน
กับธนาคารใด อย่างไร

ธนาคารที่ 1	$\frac{10}{100} = \frac{x}{60,000}$	ธนาคารที่ 2	$\frac{8}{100} = \frac{x}{60,000}$
$100x = 10 \times 60,000$		$100x = 8 \times 60,000$	
$x = \frac{10 \times 60,000}{100}$		$x = \frac{8 \times 60,000}{100}$	
$= \frac{600,000}{100}$		$= \frac{480,000}{100}$	
$= 6,000$		$= 4,800$	
ธนาคารที่ 1 ได้ดอกเบี้ย 6,000		ธนาคารที่ 2 ได้ดอกเบี้ย 4,800	
$100x = 10 \times 600$		ควรเลือกฝากเงินกับธนาคารที่ 1	
$x = \frac{10 \times 600}{100}$		เพราะรวมดอกเบี้ยได้ 6,000	
$= \frac{6,000}{100}$		มากกว่าธนาคารที่ 2 รวมดอกเบี้ย 4,800	
$= 60$			

ภาพที่ 4.20 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง
คณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

นักเรียนบางส่วนในกลุ่มทดลอง มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการ
ตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล ดังแสดงในภาพที่ 4.21

ข้อสอบข้อที่ 3 สุพจน์สอบได้คะแนนร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม คะแนนเต็ม 40 วิจัยสอบได้ 20 คะแนน ถ้า
คะแนนเต็มเท่ากัน อยากทราบว่าผลสอบของทั้งสองคนเป็นอย่างไร ใครได้คะแนนสอบมากกว่า

สุพจน์ สอบได้	$\frac{50}{100} \times 40$	50
	$= 20$	
วิจัย สอบได้ 20 คะแนน		
ทั้งคู่สอบได้เท่ากัน		

ภาพที่ 4.21 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล
ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ข้อสอบข้อที่ 2 อังอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีร้านขายเครื่องปรับอากาศอยู่สองร้าน รายละเอียดดังนี้

ร้านที่ 1 ในการคิดราคาขายสินค้าร้านนี้ ราคาที่คิดไว้จะเป็นราคาที่ได้จากราคาสินค้าที่ตั้งไว้รวมกับภาษีมูลค่าเพิ่มที่คิดจาก 10 % ของราคาสินค้าที่ตั้งไว้ โดยคิดราคาเครื่องปรับอากาศเกรด A ไว้ 10,000 บาท

ร้านที่ 2 คิดราคาเครื่องปรับอากาศไว้ 13,000 บาท แต่ลดราคา 5 % จากราคาที่ตั้งไว้

อังอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศเกรด A จำนวน 1 เครื่อง ในราคาที่ถูกต้องต้องซื้อจากร้านไหน และต้องจ่ายเงินเท่าไร

ชื่อลูกเรียนที่..... นศ.ศษ.พ.ว.วิช 11.๒๐๐

ภาพที่ 4.24 ผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของ ด.ญ.ช (นามสมมติ) นักเรียนกลุ่มทดลอง

ข้อสอบข้อที่ 2 อังอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีร้านขายเครื่องปรับอากาศอยู่สองร้าน รายละเอียดดังนี้

ร้านที่ 1 ในการคิดราคาขายสินค้าร้านนี้ ราคาที่คิดไว้จะเป็นราคาที่ได้จากราคาสินค้าที่ตั้งไว้รวมกับภาษีมูลค่าเพิ่มที่คิดจาก 7 % ของราคาสินค้าที่ตั้งไว้ โดยคิดราคาเครื่องปรับอากาศเกรด A ไว้ 20,000 บาท

ร้านที่ 2 คิดราคาเครื่องปรับอากาศไว้ 23,000 บาท แต่ลดราคา 8 % จากราคาที่ตั้งไว้

อังอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศเกรด A จำนวน 1 เครื่อง ในราคาที่ถูกต้องต้องซื้อจากร้านไหน และต้องจ่ายเงินเท่าไร

ในที่ 1 ในที่ 2

9.5% ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% 9.5% ภาษีมูลค่าเพิ่ม 8%

$7 = \frac{x}{20,000}$ $8 = \frac{x}{23,000}$

$1.07 = \frac{x}{20,000}$ $1.08 = \frac{x}{23,000}$

$x = 1.07 \times 20,000$ $x = 1.08 \times 23,000$

$x = 21,400$ $x = 24,840$

ดังนั้นร้านที่ 1 มีราคาถูกกว่าร้านที่ 2

ดังนั้นร้านที่ 1 มีราคาถูกกว่าร้านที่ 2

ภาพที่ 4.25 ผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของ ด.ญ.ช (นามสมมติ) นักเรียนกลุ่มทดลอง

4.4.4 เปรียบเทียบผลงานการเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ดังแสดงในภาพที่ 4.26 และ 4.27

ข้อสอบข้อที่ 4 สุดใจได้รับโบนัสประจำปีจำนวนเงิน 60,000 บาท สุดใจต้องการออมเงินส่วนนี้ไว้ใช้ในยามจำเป็น โดยเลือกฝากเงินกับธนาคารมีบริการให้เลือกสองธนาคาร ดังนี้

ธนาคารที่ 1 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 ต่อปี และหักภาษีดอกเบี้ยร้อยละ 10

ธนาคารที่ 2 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8 ต่อปี

ให้นักเรียนเปรียบเทียบดอกเบี้ยที่ได้รับจากธนาคารทั้งสอง และนักเรียนคิดว่าสุดใจควรเลือกฝากเงินกับธนาคารใด อย่างไร

วิธีทำ

ธนาคารที่ 1 ได้รับดอกเบี้ย 10% ของ 60,000 = 6,000

หักภาษี 10% ของ 6,000 = 600

ดอกเบี้ยสุทธิ 6,000 - 600 = 5,400 บาท

ธนาคารที่ 2 ได้รับดอกเบี้ย 8% ของ 60,000 = 4,800

ดังนั้น ธนาคารที่ 1 ได้ 5,400 บาท ธนาคารที่ 2 ได้ 4,800 บาท

เลือกฝากธนาคารที่ 1 อีกว่า ควรใช้ดอกเบี้ยในยามจำเป็น

4

ภาพที่ 4.26 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ข้อสอบข้อที่ 4 สุดใจได้รับโบนัสประจำปีจำนวนเงิน 60,000 บาท สุดใจต้องการออมเงินส่วนนี้ไว้ใช้ในยามจำเป็น โดยเลือกฝากเงินกับธนาคารมีบริการให้เลือกสองธนาคาร ดังนี้

ธนาคารที่ 1 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 ต่อปี และหักภาษีดอกเบี้ยร้อยละ 10

ธนาคารที่ 2 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8 ต่อปี

ให้นักเรียนเปรียบเทียบดอกเบี้ยที่ได้รับจากธนาคารทั้งสอง และนักเรียนคิดว่าสุดใจควรเลือกฝากเงินกับธนาคารใด อย่างไร

ธนาคารที่ 1 $60,000 \times \frac{10}{100} = 6,000$

หักภาษี $6,000 \times \frac{10}{100} = 600$

ดอกเบี้ยสุทธิ $6,000 - 600 = 5,400$

ธนาคารที่ 2 $60,000 \times \frac{8}{100} = 4,800$

ดังนั้น สุดใจควรฝากเงินที่ธนาคารที่ 1 ดอกเบี้ย 5,400 บาท

2

ภาพที่ 4.27 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

จากภาพที่ 4.26 เป็นตัวอย่างผลงานของนักเรียนที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR นักเรียนใช้ความรู้เรื่อง ร้อยละ ในการแสดงเหตุผลประกอบแนวความคิดการตัดสินใจ มี

กระบวนการเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน และสรุปคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล ส่วนภาพที่ 4.27 เป็นตัวอย่างผลงานของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ นักเรียนใช้ความรู้เรื่อง ร้อยละ พยายามแสดงเหตุผลประกอบแนวความคิดการตัดสินใจ แต่กระบวนการไม่เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน สรุปคำตอบไม่สมเหตุสมผล

บทที่ 5

สมมติฐานการวิจัย สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การศึกษาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

(1) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR

(2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

(3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

5.1 สมมติฐานการวิจัย

5.1.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

5.1.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

5.1.3 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 116 คน สุ่มนักเรียนมา 2 ห้อง ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 จากนั้นทำการจับสลาก เพื่อกำหนดกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 27 คน เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 จำนวน 27 คน เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ

การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนก่อนเรียน และทดสอบความแตกต่างของคะแนนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยการทดสอบค่าที (t-test independent) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ส่วนกลุ่มควบคุมใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติใช้เวลาสอนสัปดาห์ละ 3 คาบ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ รวม 16 คาบ เมื่อดำเนินการทดลองสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อ ทดสอบหลังเรียนนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยแต่ละฉบับใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปผลการวิจัย โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุมด้วยการทดสอบที (t-test independent)

5.2 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สรุปผลการวิจัยดังนี้

5.2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.2.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.3 อภิปรายผลการวิจัย

5.3.1 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยกลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนเท่ากับ 1.67 และ 10.70 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.253 และ 4.522 ตามลำดับ จากการทดสอบที่ พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในการที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้เพราะการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีกระบวนการและขั้นตอนในการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญห นักเรียนจดจำขั้นตอน และสามารถควบคุมตนเองใช้กระบวนการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอนย่อยครบทั้งกระบวนการ จากการฝึกแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นระบบ ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ตนมีอยู่ไปใช้วิเคราะห์หาคำตอบของโจทย์ปัญหานั้นได้ ซึ่งนักเรียนได้ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ตัดสินใจเลือกวิธีการในการหาคำตอบ แล้วสามารถแก้โจทย์ปัญหาถูกต้องตามวิธีการที่เลือกไว้ เมื่อนักเรียนแก้โจทย์ปัญหาสำเร็จแล้วนักเรียนได้พิจารณาตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ ประเมินความเหมาะสมถูกต้องของวิธีการที่ใช้ ทำให้คำตอบที่ได้มีความถูกต้องแน่นอน การที่นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาย่อยเช่นนี้ย่อมเป็นประจักษ์ผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาดีขึ้น ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของนุตริยา จิตตารมย์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้รับจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับประจบ แสงสีบบ (2556: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญห และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 46 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

แต่จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า มีนักเรียน 1 คน ได้คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน พบว่านักเรียนไม่มีความ

พยายามในการทำแบบทดสอบ และไม่ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา อาจเนื่องมาจากความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไม่ดี สังเกตได้จากผลการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ผ่านมาค่อนข้างต่ำ

5.3.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยกลวิธี STAR มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ โดยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 2.74 และ 7.11 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.712 และ 2.913 ตามลำดับจากการทดสอบที่ พบว่า คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้เพราะการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน เริ่มตั้งแต่ นักเรียนสามารถจำแนกข้อมูลที่สำคัญในการวิเคราะห์โจทย์ สามารถตัดสินใจกำจัดส่วนเกินและหาส่วนที่ขาดสำหรับแก้โจทย์ปัญหาได้ นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม ทำให้สามารถเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น ถือได้ว่าเป็นการเรียนรู้จากการอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนอย่างอิสระ ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีแก้ปัญหามาจากความต้องการของผู้เรียนในเรื่องนั้นๆ นักเรียนได้ใช้เหตุผลและแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาแก้ปัญห โดยประยุกต์ใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมเข้ากับสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ มีแนวทางในการแก้ปัญหามากมาย โดยนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ประกอบ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการแก้ปัญหและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น และนักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ได้ดี มีเหตุผลในการตรวจสอบกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์

5.3.3 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ ซึ่งผลการวิจัยเป็นเช่นนี้เพราะการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ทั้ง 4 ขั้น มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนดังนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) เป็นขั้นของการศึกษาโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วน แล้วถามคำถามต่อตนเองว่า “รู้ข้อเท็จจริงอะไรบ้างจากโจทย์ปัญหา” “โจทย์ต้องการให้หาอะไร” ผู้เรียนสามารถจำแนกข้อมูลที่สำคัญต่อการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ถ้อยคำของตนเอง สามารถตัดสินใจกำจัดส่วนเกินและหาส่วนที่ขาดสำหรับแก้ปัญหได้

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) เป็นขั้นของการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในแบบรูปภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนเลือกใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง (Concrete) วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย (Semiconcrete) หรือหารูปแบบทั่วไป เขียนสมการเชิงพีชคณิต (Abstract) หรือที่เรียกโดยใช้อักษร CSA ตามลำดับ สอดคล้องกับขั้นการเรียนรู้ของทฤษฎีบริเนอร์ คือ ขั้นการกระทำ (Enactive mode) ขั้นจินตนาการ (Iconic mode) และขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic mode) ตามลำดับ (Gagnon and Krezmien, 2001) การจัดกิจกรรมให้นักเรียนเรียนรู้จากอุปกรณ์ที่เป็นจริง ของจำลองหรือรูปภาพตามความเหมาะสมกับวัย ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกหรือรสนอยากรู้อยากเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้เรียนต้องเลือกตัวแปร และระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้องสอดคล้องกับโจทย์ปัญหา ขั้นนี้ผู้เรียนได้คิดวิธีการหาคำตอบของตัวเอง และผู้เรียนได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม ทำให้สามารถเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) เป็นขั้นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนหาคำตอบที่เหมาะสมและถูกต้องของโจทย์ปัญหา ใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ เช่น ใช้การแก้สมการ เป็นต้น

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) เป็นขั้นทบทวนคำตอบ ผู้เรียนอ่านโจทย์ปัญหาซ้ำอีกครั้ง แล้วถามคำถามต่อตนเองว่า “คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่” จากนั้นตรวจสอบคำตอบ ผู้สอนให้ผลย้อนกลับทางบวก โดยดูการปฏิบัติงานของนักเรียน เช่น เปอร์เซนต์ความถูกต้องในการคำนวณ การนำเสนอผลการคำนวณ เป็นต้น และให้ผลย้อนกลับคำตอบที่ผิดพลาด ถ้านักเรียนหาคำตอบผิดพลาดมากอาจจะสอนใหม่ แล้วให้แบบฝึกหัดที่คล้ายคลึงกับปัญหาเดิมและสังเกตการปฏิบัติงานของนักเรียน

เมื่อนักเรียนได้ใช้กลวิธี STAR ครบทั้ง 4 ขั้น พบว่า ขั้นที่ 1 ศึกษาโจทย์ปัญหา นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา สามารถตีความและแปลความจากข้อมูลทั้งหมดของโจทย์ บอกได้ว่าโจทย์บอกอะไร และโจทย์ถามอะไร นอกจากนี้ยังลำดับขั้นตอนวิเคราะห์ว่าต้องหาสิ่งใดก่อน เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่โจทย์ต้องการ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนแต่ละคนมีเทคนิคในการทำความเข้าใจโจทย์ตามความถนัดของตนเอง เช่น ใช้วิธีการขีดเส้นใต้ข้อความที่สำคัญ บางคนใช้วิธีการอ่านออกเสียงแล้วเขียนจำแนกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ หลังจากนั้นนักเรียนวิเคราะห์โจทย์แล้วขั้นที่ 2 แปลงโจทย์ปัญหา ผู้วิจัยพบว่าในช่วงแรกที่ทดลองนักเรียนส่วนใหญ่จะเริ่มจากการกำหนดสิ่งที่ไม่ทราบค่าแทนด้วยตัวแปร ซึ่งเมื่อนักเรียนหาความสัมพันธ์ของโจทย์ไม่ได้ทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ได้ แต่หลังจากทำการทดลองได้ให้นักเรียนใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง วาดรูปภาพ แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในโจทย์ ทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ได้และมีวิธีการในการหาคำตอบที่หลากหลายขึ้น แล้วค่อยเชื่อมโยงไปสู่การใช้สมการในการหาคำตอบในขั้นที่ 3 นักเรียนหาคำตอบ

ของโจทย์ปัญหา สำหรับชั้นนี้นักเรียนมีพื้นฐานในการแก้สมการที่ดีเนื่องจากผู้วิจัยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์แบบ CSA ซึ่งนักเรียนเกิดความเข้าใจสามารถแก้สมการได้ นำไปสู่การหาคำตอบของปัญหาได้ถูกต้องและขั้นสุดท้าย ทบทวนคำตอบ ในชั้นนี้นักเรียนได้ทบทวนคำตอบของตัวเอง และแลกเปลี่ยนวิธีการหาคำตอบโดยการอภิปรายกับเพื่อนๆ เพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดสำหรับการแก้โจทย์ปัญหาข้อนั้นๆ ผู้วิจัยได้ให้ปัญหาใหม่บนพื้นฐานปัญหาเดิม เพื่อให้นักเรียนได้ขยายไปถึงปัญหาในสถานการณ์อื่นๆ ได้ นักเรียนจึงเกิดทักษะในการแก้ปัญห

การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ทั้ง 4 ขั้น เพื่อให้นักเรียนสามารถนำแนวทางการแก้ปัญหามาประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง และผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Maccini and Hughes, 2000: 10-21) ได้ศึกษาผลของการใช้กลวิธี STAR และการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) สำหรับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ขั้นต้นของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาพบว่า ทักษะการแก้ปัญหามีเกี่ยวข้องกับจำนวนเต็มของนักเรียนสูงขึ้น การสอนโดยใช้กลวิธี STAR จึงทำให้นักเรียนได้ฝึกกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาดังนี้ 1) ศึกษาทำความเข้าใจโจทย์ 2) แปลงข้อมูลจากโจทย์ภาษาไปสู่สมการ 3) ระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง 4) วาดรูปภาพแสดงความหมายของโจทย์ปัญหาได้ 5) เขียนสมการได้อย่างถูกต้อง และ 6) ตอบคำถามของโจทย์ปัญหาได้ นอกจากนี้ นักเรียนยังสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ใกล้เคียงกับของเดิมอีกด้วย และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของแมคซินีและราวดีโอ (Maccini and Ruhl, 2000: 465-489) ได้ศึกษาผลการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมหรือที่เรียกโดยใช้อักษร CSA ตามลำดับ และกลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา พบว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง จากงานวิจัยในครั้งนี้ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ยกมาคือนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

5.3.4 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้เพราะการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนดังนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) ผู้เรียนสามารถจำแนกข้อมูลที่สำคัญต่อการเรียนวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ถ้อยคำของตัวเอง สามารถตัดสินใจกำหนดส่วนเกินและหาส่วนที่ขาดสำหรับแก้ปัญห

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) ขั้นนี้ผู้เรียนได้คิดวิธีการหาคำตอบของตัวเอง และผู้เรียนได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมทำให้สามารถเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น ถือได้ว่าเป็นการเรียนรู้จากการอยากรู้ของผู้เรียนอย่างอิสระ ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มาจากความต้องการของผู้เรียนในเรื่องนั้นๆ และได้ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบความรู้ในการทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนได้ใช้เหตุผลและแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาแก้ปัญหา โดยประยุกต์ใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมเข้ากับสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) ในขั้นนี้นักเรียนหาคำตอบที่เหมาะสมและถูกต้องของโจทย์ปัญหา ด้วยกระบวนการและวิธีการคำนวณต่างๆ ผู้เรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ประกอบ เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) เป็นขั้นทบทวนคำตอบ โดยมีย้อนกลับจากคำตอบไปสู่สิ่งที่กำหนดว่าสมเหตุสมผลหรือไม่อย่างไร จากนั้นผู้สอนให้ผลย้อนกลับทางบวก และให้ผลย้อนกลับคำตอบที่ผิดพลาด ขั้นนี้พบว่านักเรียนสามารถสังเคราะห์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี มีเหตุผลในการตรวจสอบกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์

สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 195-196) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักการให้เหตุผลดังนี้

(1) ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์ปัญหาที่ผู้เรียนสนใจเป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผล

(2) ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการให้เหตุผลของตัวเอง

(3) ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่าเหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ขาดตกบกพร่องอย่างไร

สอดคล้องกับแนวคิดของพร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคะนอง (2547: 97) ได้กล่าวไว้ว่าการฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรทำในบริบททางคณิตศาสตร์ เช่น ในขณะที่เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ในขณะที่ทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์มากกว่าจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญหรือให้เรียนรู้การให้เหตุผลเดี่ยวๆ แยกจากสิ่งอื่นโดยอาจทำในการสอนเนื้อหาบทเรียนหรือการแก้ปัญหา หากเป็นการแก้ปัญหาผู้สอนไม่ควรคำนึงถึงคำตอบสุดท้ายที่ถูกต้องเท่านั้น แต่ควรให้ความสำคัญกับเหตุผลว่าทำไมผู้เรียนจึงได้คำตอบเหล่านั้นและคำตอบเหล่านั้นน่าจะถูกต้องหรือผิดเพราะเหตุใดการให้ผู้เรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนการทำงาน เพื่อสะท้อนความคิดของตนและที่สำคัญคือผู้เรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจถึงความถูกต้องของสิ่งต่างๆ ด้วย

ตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้ และสอดคล้อง กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545: 198-199) ได้ระบุว่า การเริ่มต้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้และเกิดทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและคอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะกว้างๆ โดยใช้คำถามกระตุ้น

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.4.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.4.1.1 การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR นั้น นักเรียนจะต้องใช้เวลาในการฝึกการแก้ปัญห โดยเฉพาะการทำแบบฝึกหัด ทำให้มีเวลาสำหรับการจัดการเรียนการสอนน้อย ดังนั้นครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างดี

5.4.1.2 การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพของนักเรียนได้ ครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องอาจนำกลวิธี STAR ไปใช้ในการสอนแก้โจทย์ปัญหา เพื่อพัฒนากระบวนการแก้ปัญหของนักเรียน

5.4.1.3 ครูผู้สอนควรนำการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ไปใช้ในการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง และเหมาะสมกับเนื้อหา เพราะนักเรียนจะประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหหรือไม่ขึ้น ขึ้นอยู่กับกลวิธีที่ใช้ในการสอน และเงื่อนไขในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้แก้ปัญหที่ดี

5.4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

5.4.2.1 ศึกษาผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ ในระดับต่างๆ

5.4.2.2 ศึกษาผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ควบคู่กับการสอนวิธีอื่นๆ ที่จะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

5.4.2.3 ศึกษาผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR โดยศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ เอกสารเสริมความรู้คณิตศาสตร์ อันดับ 2 ระดับ

ประถมศึกษา เรื่อง ขวนคิด: โจทย์ปัญหา. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว, 2537.

_____. การประเมินจากสภาพจริง. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว, 2539.

_____. ศูนย์พัฒนาหลักสูตรการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หนังสือชุดเสริมความรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาอันดับที่ 9. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว, 2541.

_____. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้า และพัสดุภัณฑ์, 2545.

_____. การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว, 2546.

_____. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2551.

_____. แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ สิบเอ็ด พ.ศ. 2555-2559. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว, 2555.

กิตติศักดิ์ แก่งทอง. การศึกษาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียน มัธยมศึกษา ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาเขตการศึกษา 11 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และภูมิหลังต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

จิตติมา ขอบเอียด. การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2551.

เจษฎ์สุดา จันท์เอี่ยม. การศึกษาความสามารถและกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 7. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ชูศรี วงศ์รัตน์. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 10. นนทบุรี: ไทยเนรมิตกิจอินเตอร์โปรแกรมส์, 2550.
- นุศรียา จิตตารมย์. ผลการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.
- ประจบ แสงสีบับ. ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญห และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2556.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.
- _____. “การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์”, วารสารคณิตศาสตร์. 38(434-435): 62-74, 2537.
- _____. กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2544.
- ปจรรย์ เยาดำ. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว”โดยการใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวัสด์รัตนากิมุข จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคะนอง. ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- เพลินพิศ เสือชานา. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดวิเคราะห์ปัญหา การแปลภาษาโจทย์การคิดคำนวณกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2541.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ยุพิน พิพิธกุล. “การแก้ปัญหา”, *วารสารคณิตศาสตร์*. 42(5-12): 485-487; กุมภาพันธ์-เมษายน, 2542.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น, 2543.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2555). “รายวิชาคณิตศาสตร์”, *ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET)*.
<http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx>.
 13 มิถุนายน, 2557.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2544.
- _____. *คู่มือการประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2546.
- _____. *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว, 2550.
- _____. *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว, 2551.
- สมชาย วรกิจเกษมสกุล. *การพัฒนายุทธศาสตร์การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสืบสอบและการรู้คิด เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2556.
- สมเดช บุญประจักษ์. “การแก้ปัญหา (Problem Solving)”, *วารสารคณิตศาสตร์*. 51(564): 71-73; เมษายน, 2550.
- สมวงศ์ แปลงประสพโชค. *การให้เหตุผล*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: Learn and Play Mathgroup, 2544.
- สมศักดิ์ โสภณพินิจ. “ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (กับการสอน)”, *วารสารคณิตศาสตร์ ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา*. 1(1): 14-25; สิงหาคม, 2547.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สินินิตย์ การปลูก. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคงทนในการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ โดยใช้การสอนแบบกลวิธี STAR ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 6.
วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 2552.
- สิรินทรา มินทะขัติ. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based
Learning) เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และ
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2556.
- สิริพร ทัพย์คง. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ครุสภาลาดพร้าว, 2544.
- สุรชาติพย์ แป้นทองคำ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาหลักการตลาดของนักศึกษา
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่ม
และวิธีการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต:
มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2545.
- สุวร กาญจนจนมยุร. “การแก้โจทย์ปัญหา”, วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ
เทคโนโลยี. 30(11): 50-52; มกราคม-กุมภาพันธ์, 2545.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม
แห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555-2559. กรุงเทพมหานคร: สำนักนายกรัฐมนตรี,
2555.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการ
เรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2551.
- อภิญญา สิงห์สมบัติ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สิทธิหน้าที่ของประชาชน
ตามระบอบประชาธิปไตยและศึกษาทักษะการทำงานกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 ที่สอนโดยวิธีการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ และวิธีสอนตามแนวคู่มือครู.
วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2545.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- อัมพร ม้าคะนอง. “การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์”, **ประมวลบทความ
หลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**.
กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์, 2547.
- _____. **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ**. กรุงเทพฯ:
ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.
- Adams, Sam, Ellis Leslie. and Beeson, B. F. **Teaching Mathematics with Emphasis
on the Diagnostic Approach**. New York: Harper & Row Publishers, 1977.
- Alice, F. A. and Shirel, Y. F. “Mathematics Reasoning During Small-Group Problem
Solving”, **Developing Mathematial Reasoning in Grades K-12 1999
Yearbook**. Virginia: The National Council of teachers of Mathematics,
1999.
- Baroody, Arthur J. **Problem solving reasoning and communicating K-8 helping
children think mathematically**. New York: Macmillan Publishing
Company, 1993.
- Bell, Frederick H. **Teaching and Learning Mathematics (in Secondary)**.
Iowa: Wm.C. Brown Company Publishers, 1978.
- Butler, F. M., et al. “Fraction instruction for students with mathematics disabilities:
Comparing two teaching sequences”, **Learning disabilities research &
practice**. 18(2): 99-111, 2003.
- Cruikshank, D. E. and Sheffield, L. J. **Teaching and Learning Elementary and
Middle School Mathematics**. New York: Macmillan, 1992.
- Gagnon, J. C. and Krezmien, M. (2001). **Effective instructional strategies for
correctional education programs**. [http://www.edjj.org/conf/cd
EDJJ%20Conference%20\(D\)/ Effective%20Instruction.ppt](http://www.edjj.org/conf/cdEDJJ%20Conference%20(D)/Effective%20Instruction.ppt). 9 July, 2014.
- Hatfield, Mary M., Edwards, Nancy T. and Bitter, Gary G. **Mathematics Methods for
the Elementary and Middle Schools**. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon,
1993.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Konold, K. B. **Using the concrete-representational-abstract teaching sequence to increase algebra problem solving skills.** Doctor's Thesis: University of Nevada, 2005.
- Krulik, S. and Rudnick, J.A. **Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teacher.** Boston: Allyn and Bacon, 1993.
- Maccini, P. and Gagnon, J. (2014). **Mathematics strategy instruction (SI) for middle schoolstudents with learning disabilities.**
http://www.k8accesscenter.org/training_resources/massini.asp. 2 July, 2006.
- Maccini, P. and Hughes, C. A. "Effects of a problem-solving strategy on the introductory algebra performance of secondary students with learning disabilities", **Learning disabilities research & practice.** 15(1): 10-21; June, 2000.
- Maccini, P. and K. L. Ruhl. "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; November, 2000.
- Malloy, C. "Developing Mathematical Reasoning in the Middle Grades Recognizing Diversity", In **Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12.** Virginia: National Council of Teachers of Mathematics, 1999.
- Mercer, C. D. and Mille, S. P. "Teaching students with learning problems in math to acquire, understand, and apply basic math facts", **Remedial and Special Education.** 13(3): 19-35, 1992.
- Nagel, D.R., Schumaker, J.B. and Deshler, D.D. **FIRST-Letter Mnemonic Strategy.** Lawrence KS: Edge Enterprises, 1986.
- O'Daffer, Phares G. "Activites: Inductive and Deductive Reasoning", **Mathematics Teacher.** 84(5): 378-384, 1990.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Oas, B. K., Schumaker, J. B. and Deshler, D.D. **Learning Strategies: Tools for Learning to Learn in Middle and High Schools.** Pittsburgh PA: Learning Disabilities Association of America, 2006.
- Polya, George. **How to solve it: A new Aspect of Mathematical Method.** 2nd ed. New York: Doubledary and Company Garden City, 1957.
- Sheffield, L. J. and Cruikshank, D. E. **Teaching and Learning Elementary and middle school mathematics.** 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 2000.
- The National Council of Teacher of Mathematics. **Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics.** Reston VA: Author, 1989.
- _____. **Principle and Standards for School Mathematics.** Reston Virginia: National Council of Teacher of Mathematics, 2000.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการ และรายนามผู้เชี่ยวชาญ



ที่ คร ๐๕๒๕ ๔/ ๑๘๔๓๑

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
๘๕ ถนนสดมหารค์ ตำบลเมืองศรีโค
อำเภอวารินชำราบ
จังหวัดอุบลราชธานี ๓๔๑๔๐

๒๗ กรกฎาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน อาจารย์ประมวลทรัพย์ เนียมสุ่ม

สิ่งที่ส่งมาด้วย ค่าโครงการวิทยานิพนธ์ของนางสาวสุภัทรา ทองสัดย

ตามที่ นางสาวสุภัทรา ทองสัดย นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้จัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง "การศึกษากการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์" ซึ่งมี ดร.บรรทม สุระพร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ นั้น

เนื่องจากการจัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อดังกล่าว จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัย จึงคณะกรรมการบริหารหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ได้พิจารณาหัวข้อวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว ดังนั้น คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัยของนางสาวสุภัทรา ทองสัดย ดังรายละเอียดที่ส่งมาด้วยนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

งานบริการการศึกษา สำนักงานเลขานุการ
โทรศัพท์ ๐ ๕๕๓๕ ๓๔๐๐ - ๕๓๐ ๕๕๕๕
โทรสาร ๐ ๕๕๓๕ ๓๔๒๒

ภาพที่ ก.1 หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย



แบบฉบับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว) นาย พิศัย สกุล โพธิ์แก้ว
 ตำแหน่ง ๐๘
 สังกัด กมบ. ๖๐๕
 หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๔-๖๖๖๖๖๖

ขอแจ้งความประสงค์ในการเป็นผู้ตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย ดังนี้

- ☒ สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัยได้
- ☐ ไม่สามารถผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัยได้

เนื่องจาก

ลงชื่อ _____
(นาย) _____
วันที่ _____

โปรดส่งแบบตอบรับกลับงานบริการการศึกษา สำนักงานเลขานุการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
โทรสาร ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๒๒
E-mail : priyakorn.p@ubu.ac.th

ภาพที่ ก.2 แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย



ที่ ศธ ๐๕๒๔ ศ./ว ๘๔๑๓

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
๘๕ ถนนสดลมารค์ ตำบลเมืองศรีโค
อำเภอวารินชำราบ
จังหวัดอุบลราชธานี ๓๔๑๙๐

๒๗ กรกฎาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน อาจารย์ทิพรรัตน์ ผลบุญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำขอวิทยานิพนธ์ของนางสาวสุภัทสร ทองสัคย์

ตามที่ นางสาวสุภัทสร ทองสัคย์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้จัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง "การศึกษาก่อนแก่นักศึกษาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์" ซึ่งมี ดร.บรรทม สุระพร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ นั้น

เนื่องจากในการจัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อดังกล่าว จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัย ซึ่งคณะกรรมการบริหารหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ได้พิจารณาหัวข้อวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว ดังนั้น คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัยของนางสาวสุภัทสร ทองสัคย์ ดังรายละเอียดที่ส่งมาด้วยนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

งานบริการการศึกษา สำนักงานเลขานุการ

โทรศัพท์ ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๐๐ - ๔ ต่อ ๕๕๔๔

โทรสาร ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๒๒

ภาพที่ ก.3 หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย



แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) พริศพร ใจดี สกล ผอ.บช
 ตำแหน่ง สจ. วิทยาลัยการอาชีพ
 สัญชาติ ไทย อายุ ๓๙ ปี
 หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙๖-๕๕๖๖๖๖๖

ขอแจ้งความประสงค์ในการเป็นผู้ตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย ดังนี้

☒ สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัยได้

☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัยได้

เนื่องจาก _____

ลงชื่อ พริศพร ใจดี
 (พริศพร ใจดี)
 วันที่ _____

โปรดส่งแบบตอบรับกลับงานบริการการศึกษา สำนักงานเลขานุการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

โทรสาร ๐ ๔๕๓๕ ๓๕๒๖

E-mail : priyakorn.p@ubu.ac.th

ภาพที่ ก.4 แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย



ที่ ศธ ๐๕๐๙ ๗/ว.๘๔๑๓

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
๘๕ ถนนสกลมารค์ ตำบลเมืองศรีโค
อำเภอวารินชำราบ
จังหวัดอุบลราชธานี ๓๔๑๙๐

๒๗ กรกฎาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน อาจารย์ปนัดดา ตัวนาค

สิ่งที่ส่งมาด้วย ค่าโครงการวิทยานิพนธ์ของนางสาวสุภัทรา ทองสัณฑ์

ตามที่ นางสาวสุภัทรา ทองสัณฑ์ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้จัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง “การศึกษาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์ STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์” ซึ่งมี ดร.บรรทม สุระพร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ นั้น

เนื่องจากในการจัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อดังกล่าว จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัย ซึ่งคณะกรรมการบริหารหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ได้พิจารณาหัวข้อวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาแล้วเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว ดังนั้น คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการทำวิจัยของนางสาวสุภัทรา ทองสัณฑ์ ดังรายละเอียดที่ส่งมาด้วยนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

งานบริการการศึกษา สำนักงานเลขานุการ

โทรศัพท์ ๐ ๔๕๖๔ ๓๔๐๐ - ๔ ต่อ ๔๔๔๔

โทรสาร ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๒๒

ภาพที่ ก.5 หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย



แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ท่านเรียน นางสาว นพิตรา สกล อุบลราชธานี
 ที่อยู่ บ้านเลขที่ ๑๐๐ หมู่ ๑๐ ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
 โทรศัพท์ ๐๙๖-๒๓๔๕๖๗

ขอแจ้งความประสงค์ในการเป็นผู้ตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย ดังนี้

☒ สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัยได้

☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัยได้

เนื่องจาก _____

ลงชื่อ สมชาย
 (พ.ศ. ๒๕๖๓ ๑๕ ธันวาคม ...)
 วันที่ _____

โปรดส่งแบบตอบรับกลับงานบริการการศึกษา สำนักงานเลขานุการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
 โทรศัพท์ ๐ ๔๕๓๕ ๓๕๖๖
 E-mail : priyakorn.p@ubon.ac.th

ภาพที่ ก.6 แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย



สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

คณะรัฐมนตรี

เลขที่ **e-office**

วันที่ **30.4.58**

เวลา

ที่ ศธ ๐๕๒๙.๗/๔๔๕๖

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
๔๕ ถนนสถลมารค ตำบลเมืองศรีโค
อำเภอวารินชำราบ
จังหวัดอุบลราชธานี ๓๔๑๙๐

๓๑ สิงหาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร

ด้วย นางสาวสุภัทรา ทองสิทธิ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้จัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง "การศึกษาการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลยุทธ์ STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์" ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้มีการกำหนดกลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓/๑ จำนวน ๓๖ คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒/๒ จำนวน ๒๗ คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒/๔ จำนวน ๒๗ คน ดังนั้น เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จึงขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าวเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ตามความประสงค์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน
น.ส. สุภัทรา ทองสิทธิ์
ขอความอนุเคราะห์
เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่
วิทยานิพนธ์

งานบริการการศึกษา สำนักงานเลขานุการ
โทรศัพท์ ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๐๐ - ๕๓๕๔๕๔
โทรสาร ๐ ๔๕๓๕ ๓๔๖๖

ขอแสดงความนับถือ

ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

-SC ๔๔๕, ๒๕๕๘- ๓๐.๔.๕๘

☐ รับทราบ

☐ ดำเนินการ

นายสมบัติ ดันเจริญ

๓๐.๔.๕๘

ภาพที่ ก.7 หนังสือขออนุญาตเผยแพร่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ประมวลทรัพย์ เนียมสุ่ม ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 ครูชำนาญการพิเศษ วุฒิการศึกษา ศศ.บ. คณิตศาสตร์
 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41
2. อาจารย์ทิพย์รัตน์ ผลบุญ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 ครูชำนาญการพิเศษ
 วุฒิการศึกษา ศษ.ม. การวัดและประเมินผลการศึกษา
 โรงเรียนวชิรปราการวิทยาคม
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41
3. อาจารย์ปนัดดา ด้วงนาค ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 ครูชำนาญการพิเศษ
 วุฒิการศึกษา กศ.ม. หลักสูตรและการสอน
 โรงเรียนวชิรปราการวิทยาคม
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ภาคผนวก ข

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ข.1 การหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ ข.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Items Objectives Congruence หรือ IOC) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 1.00 จึงเลือกข้อสอบทั้งหมด 10 ข้อ

ข.2 คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ ข.2 คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
คนที่ 1	4	4	4	2	4	4	4	4	4	2	36
คนที่ 2	4	4	4	2	4	4	4	4	3	0	33
คนที่ 3	4	1	4	4	4	1	4	4	2	2	30
คนที่ 4	4	2	4	3	4	1	4	4	0	3	29
คนที่ 5	4	1	4	3	4	1	4	4	1	1	27
คนที่ 6	4	4	2	3	4	1	4	3	1	1	27
คนที่ 7	4	2	4	2	4	1	4	4	0	0	25
คนที่ 8	4	3	0	3	4	1	4	4	0	0	23
คนที่ 9	2	4	3	3	4	0	1	4	2	0	23
คนที่ 10	0	0	1	2	3	4	4	4	3	2	23
คนที่ 11	3	0	2	2	1	1	4	4	2	1	20
คนที่ 12	0	0	1	4	4	1	4	4	1	0	19
คนที่ 13	0	0	3	4	2	1	4	4	0	1	19
คนที่ 14	1	2	1	1	2	1	7	4	0	0	19
คนที่ 15	4	0	2	4	4	0	4	0	0	0	18
คนที่ 16	2	2	4	1	2	1	1	4	0	0	17
คนที่ 17	4	0	2	0	2	1	4	4	0	0	17
คนที่ 18	4	0	4	0	4	1	4	0	0	0	17
คนที่ 19	0	2	2	3	3	0	1	4	1	0	16
คนที่ 20	4	0	2	1	2	0	1	3	2	0	15
คนที่ 21	2	1	3	0	0	1	4	4	0	0	15
คนที่ 22	0	0	2	2	1	0	4	4	1	0	14
คนที่ 23	0	0	1	4	4	0	1	4	0	0	14

ตารางที่ ข.2 คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
คนที่ 24	0	0	2	4	2	0	4	2	0	0	14
คนที่ 25	0	0	2	4	2	0	4	2	0	0	14
คนที่ 26	0	2	0	2	0	0	2	4	2	0	12
คนที่ 27	1	0	0	1	2	1	2	4	0	0	11
คนที่ 28	0	1	1	0	0	1	2	4	2	0	11
คนที่ 29	1	1	1	0	1	1	4	0	1	0	10
คนที่ 30	0	0	2	1	1	0	4	0	0	0	8
คนที่ 31	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0	6
คนที่ 32	3	2	0	0	0	1	0	1	0	0	7
คนที่ 33	0	0	0	1	1	2	1	0	0	1	6
คนที่ 34	1	0	0	0	0	0	2	4	0	0	7
คนที่ 35	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
คนที่ 36	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 10 ข้อ ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร จำนวน 36 คน

ข.3 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ ข.3 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P_E)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ผลการพิจารณา
1	0.56	0.78	คัดเลือกไว้
2	0.40	0.58	คัดเลือกไว้
3	0.52	0.56	คัดเลือกไว้
4	0.39	0.61	คัดออก
5	0.56	0.89	คัดออก
6	0.28	0.22	คัดออก
7	0.63	0.56	คัดเลือกไว้
8	0.61	0.72	คัดเลือกไว้
9	0.22	0.28	คัดออก
10	0.19	0.30	คัดออก

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกตามเกณฑ์ได้ 9 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.22-0.63 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.22-0.89 และคัดเลือกข้อสอบเหล่านี้จำนวน 5 ข้อ นั่นคือข้อ 1, 2, 3, 7 และ 8 ซึ่งมีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.40-0.64 เป็นข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.56-0.78 ซึ่งเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนเก่งและอ่อนได้

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับจำนวน 5 ข้อ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้เท่ากับ 0.66

ข.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้

ตารางที่ ข.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Items Objectives Congruence หรือ IOC) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	1	1.00	สอดคล้อง

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 1.00 จึงเลือกข้อสอบทั้งหมด 5 ข้อ

ข.5 คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ ข.5 คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 1	4	4	4	4	4	20
คนที่ 2	2	4	4	3	4	17
คนที่ 3	3	4	4	2	3	16
คนที่ 4	2	4	4	2	3	15
คนที่ 5	2	2	4	4	3	15
คนที่ 6	1	4	4	2	2	13
คนที่ 7	2	4	4	1	2	13
คนที่ 8	1	4	0	4	2	11
คนที่ 9	2	2	4	2	1	11
คนที่ 10	0	4	3	2	1	10
คนที่ 11	1	2	4	1	1	9
คนที่ 12	2	0	4	2	0	8
คนที่ 13	1	2	2	2	1	8
คนที่ 14	1	2	4	0	0	7
คนที่ 15	3	4	0	0	0	7
คนที่ 16	0	2	4	1	0	7
คนที่ 17	4	2	0	0	0	6
คนที่ 18	1	2	1	2	0	6
คนที่ 19	1	1	4	0	0	6
คนที่ 20	1	2	1	1	1	6
คนที่ 21	1	1	1	2	1	6
คนที่ 22	1	2	2	0	0	5
คนที่ 23	0	2	1	1	1	5

ตารางที่ ข.5 คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 24	1	1	2	0	1	5
คนที่ 25	0	1	4	0	0	5
คนที่ 26	1	2	2	0	0	5
คนที่ 27	0	2	0	2	0	4
คนที่ 28	1	1	1	0	1	4
คนที่ 29	1	0	0	2	0	3
คนที่ 30	1	1	1	0	0	3
คนที่ 31	0	1	0	0	1	2
คนที่ 32	2	0	0	0	0	2
คนที่ 33	0	2	0	0	0	2
คนที่ 34	1	1	0	0	0	2
คนที่ 35	1	0	0	0	1	2
คนที่ 36	0	0	0	0	2	2

คะแนนจากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 5 ข้อ ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิม
พระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร จำนวน 36 คน

ข.6 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ ข.6 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P_E)	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ผลการพิจารณา
1	0.36	0.33	คัดเลือกไว้
2	0.53	0.72	คัดเลือกไว้
3	0.47	0.83	คัดเลือกไว้
4	0.36	0.61	คัดเลือกไว้
5	0.40	0.53	คัดเลือกไว้

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกตามเกณฑ์ได้ 5 ข้อที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.36-0.53 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.33-0.83

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับจำนวน 5 ข้อ ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้เท่ากับ 0.764

ภาคผนวก ค
แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ ค 22101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน

รายวิชาพื้นฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1

เวลา 1 คาบ

แผนที่ 4 เรื่อง สัดส่วน (โจทย์ปัญหา)

1. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน

2. สาระการเรียนรู้

โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายทบทวนการหาค่าของตัวแปรในสัดส่วน และเชื่อมโยงไปสู่การนำความรู้ไปใช้แก้โจทย์ปัญหา

2. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับ การหาค่าตัวแปรในสัดส่วน ว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแก้โจทย์ปัญหาได้โดยใช้หลักการ ดังนี้

1) สมมติตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหา

2) สร้างสัดส่วนจากข้อมูลที่กำหนดให้ โดยให้ลำดับของสิ่งที่เปรียบเทียบกับกันในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับเดียวกัน

3) หาค่าตัวแปรจากสัดส่วนด้วยวิธีการแก้สมการ หรือใช้หลักการคูณและหลักการหาร

3. จากนั้นครูเขียนโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วนบนกระดานให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์โดยครูเป็นผู้ถามว่าโจทย์ให้อะไรบ้าง ให้หาอะไร จะมีวิธีการหาคำตอบอย่างไร แล้วช่วยกันแสดงวิธีทำบนกระดาน

ตัวอย่างที่ 1 ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ครั้งนี้ผลปรากฏว่า อัตราส่วนของคะแนนที่ ก ได้ต่อคะแนนที่ ข ได้เท่ากับ 4 : 7 ถ้า ก สอบได้ 56 คะแนน ข สอบได้กี่คะแนน

วิธีทำ ให้ ข สอบวิชาคณิตศาสตร์ครั้งนี้ได้	X	คะแนน
อัตราส่วนของคะแนนที่ ก ได้ต่อคะแนนที่ ข ได้	= 4 : 7	คะแนน
ถ้า ก สอบได้	56	คะแนน
จะได้	$\frac{4}{7} = \frac{56}{X}$	
	$4 \times X = 7 \times 56$	
	$X = \frac{7 \times 56}{4} = 98$	

ดังนั้น ข สอบวิชาคณิตศาสตร์ครั้งนี้ได้ 98 คะแนน

ตอบ 98 คะแนน

ขั้นสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
4. ครูชี้แนะขั้นตอนการแก้โจทย์โดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้ ขั้น S อ่านวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ และโจทย์ต้องการให้หาอะไร ขั้น T แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในแบบรูปภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกตัวแปรและระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้องสอดคล้องกับโจทย์ ขั้น A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา ขั้น R ทบทวนคำตอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในโจทย์หรือไม่ 5. ให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วนอีกครั้ง 6. ครูยกตัวอย่างที่ 2 ให้นักเรียนใช้กลวิธี STAR	4. ครูยกตัวอย่างที่ 2 พร้อมทั้งอธิบายให้นักเรียนฟังว่า ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นสิ่งแรกที่นักเรียนจะต้องทำคือ อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจเสียก่อน 5. ครูให้นักเรียนทุกคนอ่านโจทย์ปัญหาแล้วให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์เพื่อหาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ และให้หาอะไร ตัวอย่างที่ 2 ในเวลา 15 นาที จงรถับรถไปในระยะทาง 22 กม. ถ้าจรถับรถด้วยความเร็วสม่ำเสมอตลอด จงรถับรถด้วยความเร็วเท่าไร 6. ครูอธิบายต่อว่า เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาเข้าใจแล้วในขั้นที่ 2 จะต้องกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ให้หา หรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ให้หา

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
เขียนสมการได้ ดังนี้ $\frac{x}{60} = \frac{22}{15}$ ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) เป็นขั้นการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา นักเรียน หาคำตอบของโจทย์ปัญหาจากการใช้วิธีการในขั้น ที่ 2 ของนักเรียน เช่น ใช้การแก้สมการ โดยการ คูณไขว้ $\frac{x}{60} = \frac{22}{15}$ $x \times 15 = 22 \times 60$ $x = \frac{22 \times 60}{15} = 88$ ขั้นที่ 4 R (Review the solution) เป็นขั้นทบทวนคำตอบ โดยการตรวจสอบ คำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องกับเงื่อนไขของโจทย์ หรือไม่ <u>ตรวจสอบ</u> เนื่องจากจงอร์ใช้ความเร็วใน การขับรถ 88 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือ 88 กิโลเมตรต่อ 60 นาที ถ้าใช้ เวลา 15 นาที จะได้ระยะทาง $\frac{88 \times 15}{60} = 22$ กิโลเมตร ดังนั้น จงอร์ขับรถด้วยความเร็ว 88 กิโลเมตรต่อ ชั่วโมง 7. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลงานของตัวเองโดย การสุ่มและถามนักเรียนว่ามีใครที่มีวิธีการ แก้ปัญหาที่ต่างจากที่เพื่อนนำเสนอไปแล้ว แล้วให้ ให้นักเรียนที่มีวิธีการแก้ปัญหาต่างจากคนอื่น นำเสนอให้เพื่อนฟังโดยครูร่วมแสดงความคิดเห็น แล้วให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าสามารถแก้ปัญหา ได้กี่วิธี วิธีใดเหมาะสมมากที่สุด เพราะเหตุใด	

8. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย

9. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 4.1 เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน (1) ขณะที่นักเรียนแต่ละคนทำใบงาน ครูคอยดูแลและให้คำแนะนำ

ขั้นสรุป

10. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

4. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ม.2 เล่ม 1
2. ใบความรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน
3. ใบงานที่ 4.1 เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน (1)
5. ห้องสมุด

5. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. ใบงานที่ 4.1 เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน (1)

6. การวัดและประเมินผล

การวัดผล		การประเมินผล
วิธีการวัดผล	เครื่องมือการวัด	
1. สังเกตจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	แบบประเมินพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี
2. ตรวจใบงานที่ 4.1	ใบงานที่ 4.1	ผ่านเกณฑ์การตรวจใบงานร้อยละ 50 ขึ้นไป

ใบความรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน

การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน ในที่นี้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. S (Search the word problem) ศึกษาโจทย์ปัญหาโดยพิจารณา

- 1) สิ่งที่เกี่ยวข้องถาม
- 2) เงื่อนไขของโจทย์

2. T (Translate the problem) แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการโดยอาจเลือกใช้สื่อการเรียนรู้หรือสัญลักษณ์ช่วยในการแปลงข้อมูล ดังนี้

1) สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม (Concrete application: C)

ใช้วัตถุจริงหรือสื่อการเรียนรู้เสมือนจริง

2) สื่อการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete application: S)

วาดรูปภาพ แผนภาพ หรือเขียนตารางแสดงความหมาย

3) สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application: A)

หาคำตอบโดยนำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต

ในกรณีของการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน แปลงข้อมูลโดยการเขียนสัดส่วนแสดงอัตราส่วน โดยให้ลำดับของสิ่งที่เปรียบเทียบในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับเดียวกันดังนี้

$$\frac{\boxed{}}{\boxed{}} = \frac{\boxed{}}{\boxed{}}$$

จำนวนที่หนึ่ง (สิ่งเดียวกันที่มีหน่วยเหมือนกัน) จำนวนที่สอง (สิ่งเดียวกันที่มีหน่วยเหมือนกัน)

3. A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องสัดส่วนและการแก้สมการ

4. R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ใบงานที่ 4-1

เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน (1)

คำชี้แจง แสดงวิธีแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วนต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ในการสอบคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง อัตราส่วนของจำนวนนักเรียนที่สอบได้ต่อจำนวนนักเรียนที่สมัครสอบทั้งหมดเป็น 4 : 9 ถ้าในปีการศึกษา 2553 มีนักเรียนมาสมัคร 720 คน จะมีนักเรียนที่สอบได้กี่คน

วิธีทำ

1. ศึกษาโจทย์ปัญหา (S)

.....

.....

.....

2. แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการ (T)

.....

.....

.....

.....

3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

.....

.....

.....

.....

.....

4. ทบทวนคำตอบ (R)

.....

.....

.....

2. หลังจากออกกำลังกาย ซีพจรของวิชัยเต้น 25 ครั้ง ในเวลา 15 วินาที จงหาว่าซีพจรของวิชัยเต้นกี่ครั้งต่อนาที

วิธีทำ

1. ศึกษาโจทย์ปัญหา (S)

.....

.....

.....

2. แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการ (T)

.....

.....

.....

.....

3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

.....

.....

.....

.....

.....

4. ทบทวนคำตอบ (R)

.....

.....

.....

3. ห้องเรียนห้องหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนทั้งหมด 3 : 7 ถ้านักเรียนหญิง 24 คน จงหาว่านักเรียนห้องนี้มีทั้งหมดกี่คน

วิธีทำ

1. ศึกษาโจทย์ปัญหา (S)

.....

.....

.....

2. แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการ (T)

.....

.....

.....

.....

3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

.....

.....

.....

.....

.....

4. ทบทวนคำตอบ (R)

.....

.....

.....

4. น้ำหนักของสมหวังต่อน้ำหนักของสมหมายมีอัตราส่วนเป็น 5 : 6 และน้ำหนักของสมพรต่อน้ำหนักของสมหมายมีอัตราส่วน 3 : 4 ถ้าสมหวังมีน้ำหนัก 50 กิโลกรัม จงหาน้ำหนักของสมพร
- วิธีทำ

1. ศึกษาโจทย์ปัญหา (S)

.....

.....

.....

2. แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการ (T)

.....

.....

.....

.....

3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

.....

.....

.....

.....

.....

4. ทบทวนคำตอบ (R)

.....

.....

.....

5. การจัดหลอดไฟสีเพื่อประดับเสาต้นหนึ่งตามแนวดิ่ง ใช้จำนวนหลอดไฟสีแดงและสีน้ำเงิน ในอัตราส่วน 3 : 2 ถ้าเสาต้นนั้นมีหลอดไฟสีแดงประดับอยู่ 12 ดวง จงหาจำนวนหลอดไฟ ทั้งหมดที่ประดับอยู่

วิธีทำ

1. ศึกษาโจทย์ปัญหา (S)

.....

.....

.....

2. แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการ (T)

.....

.....

.....

.....

3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

.....

.....

.....

.....

.....

4. ทบทวนคำตอบ (R)

.....

.....

.....

ใบสำคัญที่ 4-1

เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน (1)

คำชี้แจง แสดงวิธีแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วนต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ในการสอบคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง อัตราส่วนของจำนวนนักเรียนที่สอบได้ต่อจำนวนนักเรียนที่สมัครสอบทั้งหมดเป็น 4 : 9 ถ้าในปีการศึกษา 2553 มีนักเรียนมาสมัคร 720 คน จะมีนักเรียนที่สอบได้กี่คน

2. หลังจากออกกำลังกาย ชีพจรของวิชัยเต้น 25 ครั้ง ในเวลา 15 วินาที จงหาว่าชีพจรของวิชัยเต้นกี่ครั้งต่อนาที

3. ห้องเรียนห้องหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนทั้งหมด 3 : 7 ถ้านักเรียนหญิง 24 คน จงหาว่านักเรียนห้องนี้มีทั้งหมดกี่คน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. น้ำหนักของสมหวังต่อน้ำหนักของสมหมายมีอัตราส่วนเป็น 5 : 6 และน้ำหนักของสมพรต่อน้ำหนักของสมหมายมีอัตราส่วน 3 : 4 ถ้าสมหวังมีน้ำหนัก 50 กิโลกรัม จงหาน้ำหนักของสมพร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. การจัดหลอดไฟสีเพื่อประดับเสาต้นหนึ่งตามแนวดิ่ง ใช้จำนวนหลอดไฟสีแดงและสีน้ำเงินในอัตราส่วน 3 : 2 ถ้าเสาต้นนั้นมีหลอดไฟสีแดงประดับอยู่ 12 ดวง จงหาจำนวนหลอดไฟทั้งหมดที่ประดับอยู่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลย



เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน (1)

คำชี้แจง แสดงวิธีแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วนต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ในการสอบคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง อัตราส่วนของจำนวนนักเรียนที่สอบได้ต่อจำนวนนักเรียนที่สมัครสอบทั้งหมดเป็น 4 : 9 ถ้าในปีการศึกษา 2553 มีนักเรียนมาสมัคร 720 คน จะมีนักเรียนที่สอบได้กี่คน

จากโจทย์ เขียนเป็นอัตราส่วนได้ ดังนี้

$$\frac{4}{9} = \frac{x}{720} ; \text{เมื่อ } x \text{ แทนจำนวนนักเรียนที่สอบได้}$$

เมื่อนำมาคูณไขว้ $9 \times x = 4 \times 720$

$$9 \times x = 2,880$$

$$x = 2,880 \div 9$$

$$x = 320$$

ดังนั้น มีนักเรียนที่สอบได้ 320 คน

2. หลังจากออกกำลังกาย ซี่พจรของวิชัยเต้น 25 ครั้ง ในเวลา 15 วินาที จงหาว่าซี่พจรของวิชัยเต้นกี่ครั้งต่อนาที

จากโจทย์ เขียนเป็นอัตราส่วนได้ ดังนี้

ซี่พจรของวิชัยเต้น 25 ครั้ง ในเวลา 15 วินาที $\Rightarrow 25 : 15$

ซี่พจรของวิชัยเต้น x ครั้ง ในเวลา 60 วินาที $\Rightarrow x : 60$

เมื่อนำมาคูณไขว้ $25 \times 60 = x \times 15$

$$1,500 = x \times 15$$

$$x = 1,500 \div 15$$

$$x = 100$$

ดังนั้น ซี่พจรของวิชัยเต้น 100 ครั้งต่อนาที

3. ห้องเรียนห้องหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนทั้งหมด 3 : 7 ถ้านักเรียนหญิง 24 คน จงหาว่านักเรียนห้องนี้มีทั้งหมดกี่คน

จากโจทย์ กำหนดให้ x แทนจำนวนนักเรียนทั้งหมด

จะได้จำนวนนักเรียนชายเท่ากับ $x - 24$ คน

เขียนเป็นอัตราส่วนได้ $3 : 7 = x - 24 : x$

เมื่อนำมาคูณไขว้ $3x = 7(x - 24)$

$$3x = 7x - 168$$

$$7x - 3x = 168$$

$$4x = 168$$

$$x = 168 \div 4 = 42$$

ดังนั้น นักเรียนห้องนี้มีทั้งหมด 42 คน

4. น้ำหนักของสมหวังต่อน้ำหนักของสมหมายมีอัตราส่วนเป็น 5 : 6 และน้ำหนักของสมพรต่อน้ำหนักของสมหมายมีอัตราส่วน 3 : 4 ถ้าสมหวังมีน้ำหนัก 50 กิโลกรัม จงหาน้ำหนักของสมพร

จากโจทย์ จะได้ สมหวังต่อสมหมาย $\Rightarrow 5 : 6$
สมพรต่อสมหมาย $\Rightarrow 3 : 4$ } $\longrightarrow 6 : 4$ มี : ครน. เท่ากับ 12

ดังนั้น สมหวังต่อสมพรต่อสมหมาย $\Rightarrow 10 : 9 : 12$

สมหวังต่อสมพร $\Rightarrow 10 : 9 = 50 : x$ เมื่อ x แทนน้ำหนักของสมพร

$$\text{จะได้ว่า } 10x = 9 \times 50 = 450$$

$$x = 450 \div 10 = 45$$

ดังนั้น สมพรหนัก 45 กิโลกรัม

5. การจัดหลอดไฟสีเพื่อประดับเสาต้นหนึ่งตามแนวดิ่ง ใช้จำนวนหลอดไฟสีแดงและสีน้ำเงิน ในอัตราส่วน 3 : 2 ถ้าเสาต้นนั้นมีหลอดไฟสีแดงประดับอยู่ 12 ดวง จงหาจำนวนหลอดไฟ ทั้งหมดที่ประดับอยู่

จากโจทย์ กำหนดให้ x แทนหลอดไฟทั้งหมด

จะได้ว่าหลอดไฟสีน้ำเงิน เท่ากับ $x - 12$

เขียนเป็นอัตราส่วนได้ $3 : 2 = 12 : x - 12$

เมื่อนำมาคูณไขว้ $3(x - 12) = 2 \times 12$

$$3x - 36 = 24$$

$$3x = 24 + 36$$

$$3x = 60$$

$$x = 60 \div 3$$

$$x = 20$$

ดังนั้น จำนวนหลอดไฟที่ประดับอยู่มี 20 ดวง

ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ง.1 โจทย์ปัญหาที่ใช้ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับ ทดลองกับนักเรียนนาร่อง

1. โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิงเป็น 4 : 5 ถ้าโรงเรียนนี้มีนักเรียนหญิง 1,500 คน จำนวนนักเรียนทั้งหมดมีกี่คน
2. คุณแม่แบ่งเงิน 3,600 บาท ให้ลูกสามคนเป็นอัตราส่วนดังนี้ พี่คนโตได้รับต่อน้องคนกลางได้รับเป็น 3 : 4 และน้องคนกลางได้รับต่อน้องคนเล็กได้รับเป็น 8 : 10 จงหาว่าลูกทั้งสามได้รับเงินคนละเท่าไร
3. บริษัทแห่งหนึ่งคำนวณรายได้สุทธิประจำปี พบว่ามีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 5% ถ้าปีที่แล้วมีรายได้ 25,480 บาท ปีนี้มีรายได้สุทธิเท่าไร
4. โรงงานแห่งหนึ่งมีพนักงานทั้งหมด 1,500 คน เป็นชาย 60% โรงงานจำเป็นต้องคัดเลือกพนักงานชายออก 20% และคัดเลือกพนักงานหญิงออก 30% บริษัทยังเหลือพนักงานทั้งหมดเท่าไร
5. ปราณนทีได้รับเงินเดือนเดือนละ 22,000 บาท เขาจะต้องเสียค่าใช้จ่ายต่างๆ ในแต่ละเดือนคิดเป็นร้อยละ 60 ของเงินเดือน อยากทราบว่าปราณนทีจะเหลือเงินเดือนกี่บาท
6. ขายโทรทัศน์เครื่องหนึ่งราคา 12,750 บาท ขาดทุน 15% จะต้องขายโทรทัศน์ราคาเท่าไร จึงจะได้กำไร 8%
7. สินค้าชนิดหนึ่งซื้อมาราคา 250 บาท ต้องการขายเอากำไร 20% ดังนั้นจะต้องตั้งราคาสินค้าเท่าใด
8. ดาหวันฝากเงินไว้กับธนาคาร 50,000 บาท ธนาคารคิดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 3 ต่อปี เมื่อฝากครบ 1 ปี ดาหวันจะได้รับดอกเบี้ยเท่าไร
9. อุมพรฝากเงินไว้กับธนาคารแห่งหนึ่ง 100,000 บาท อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 1.75 ต่อปี เมื่อฝากครบ 1 ปี อัตราดอกเบี้ยลดลงเหลือร้อยละ 1.25 ต่อปี ถูกหักภาษีดอกเบี้ยร้อยละ 15 เมื่อฝากครบ 2 ปี อุมพรจะมีเงินในบัญชีกี่บาท
10. นายทองก้อนเป็นผู้จัดการบริษัทแห่งหนึ่ง มีเงินได้สุทธิ 825,520 บาท เมื่อครบปีที่ต้องยื่นแบบแสดงรายการภาษีเงินได้ นายทองก้อนจะต้องชำระภาษีเงินได้กี่บาท

ตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย สร้างขึ้นเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกลวิธีในการใช้แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นโจทย์ปัญหาเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

- 1) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน จำนวน 2 ข้อ (ข้อที่ 1 - 2)
- 2) โจทย์ปัญหาร้อยละ จำนวน 8 ข้อ (ข้อที่ 3-10) ประกอบด้วย
 - โจทย์ปัญหาร้อยละ จำนวน 3 ข้อ (ข้อที่ 3-5)
 - โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับการซื้อขาย จำนวน 2 ข้อ (ข้อที่ 6-7)
 - โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับการดอกเบี้ย จำนวน 2 ข้อ (ข้อที่ 8-9)
 - โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับการหักภาษี จำนวน 1 ข้อ (ข้อที่ 10)
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้องในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนนั้นเป็นอิสระต่อกัน
3. ให้นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการคำนวณ และแสดงแนวทางที่ทำให้ได้คำตอบอย่างละเอียด และเป็นขั้นตอน โดยอาศัยแนวคิด ความรู้ หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
4. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาในการทำ 90 นาที

คะแนนที่ได้	
-------------	--

ชื่อ.....ชั้น..... เลขที่.....

ข้อสอบข้อที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิงเป็น 4 : 5 ถ้าโรงเรียนนี้มีนักเรียนหญิง 1,500 คน จำนวนนักเรียนทั้งหมดมีกี่คน

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

.....

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปคำตอบ

ข้อสอบข้อที่ 2 คุณแม่แบ่งเงิน 3,600 บาท ให้ลูกสามคนเป็นอัตราส่วนดังนี้ พี่คนโตได้รับต่อน้องคน

กลางได้รับเป็น 3 : 4 และน้องคนกลางได้รับต่อน้องคนเล็กได้รับเป็น 8 : 10 จงหาว่า

ลูกทั้งสามได้รับเงินคนละเท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

.....

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

.....

.....

สรุปคำตอบ

.....

.....

ง.2 โจทย์ปัญหาที่ใช้ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิงเป็น 4 : 5 ถ้าโรงเรียนนี้มีนักเรียนหญิง 1,500 คน จำนวนนักเรียนทั้งหมดมีกี่คน	1. โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิงเป็น 4 : 5 ถ้าโรงเรียนนี้มีนักเรียนหญิง 2,500 คน จำนวนนักเรียนทั้งหมดมีกี่คน
2. คุณแม่แบ่งเงิน 3,600 บาท ให้ลูกสามคนเป็นอัตราส่วนดังนี้ พี่คนโตได้รับต่อน้องคนกลางได้รับเป็น 3 : 4 และน้องคนกลางได้รับต่อน้องคนเล็กได้รับเป็น 8 : 10 จงหาว่าลูกทั้งสามได้รับเงินคนละเท่าไร	2. คุณแม่แบ่งเงิน 4,800 บาท ให้ลูกสามคนเป็นอัตราส่วนดังนี้ พี่คนโตได้รับต่อน้องคนกลางได้รับเป็น 3 : 4 และน้องคนกลางได้รับต่อน้องคนเล็กได้รับเป็น 8 : 10 จงหาว่าลูกทั้งสามได้รับเงินคนละเท่าไร
3. บริษัทแห่งหนึ่งคำนวณรายได้สุทธิประจำปีพบว่ามียาได้สุทธิเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 50% ถ้าปีที่แล้วมียาได้ 20,000 บาท ปีนี้มีรายได้สุทธิเท่าไร	3. บริษัทแห่งหนึ่งคำนวณรายได้สุทธิประจำปีพบว่ามียาได้สุทธิเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 5% ถ้าปีที่แล้วมียาได้ 25,480 บาท ปีนี้มีรายได้สุทธิเท่าไร
4. สินค้าชนิดหนึ่งซื้อมาราคา 200 บาท ต้องการขายเอากำไร 20% ดังนั้นจะต้องตั้งราคาสินค้าเท่าใด	4. สินค้าชนิดหนึ่งซื้อมาราคา 250 บาท ต้องการขายเอากำไร 20% ดังนั้นจะต้องตั้งราคาสินค้าเท่าใด
5. ดาหวันฝากเงินไว้กับธนาคาร 10,000 บาท ธนาคารคิดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 ต่อปี เมื่อฝากครบ 1 ปี ดาหวันจะได้รับดอกเบี้ยเท่าไร	5. ดาหวันฝากเงินไว้กับธนาคาร 50,000 บาท ธนาคารคิดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 3 ต่อปี เมื่อฝากครบ 1 ปี ดาหวันจะได้รับดอกเบี้ยเท่าไร

ตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ก่อนเรียน)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย สร้างขึ้นเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกลวิธีในการใช้แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นโจทย์ปัญหาเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ แบบทดสอบมีจำนวน 5 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้องในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนนั้นเป็นอิสระต่อกัน
3. ให้นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการคำนวณ และแสดงแนวทางที่ทำให้ได้คำตอบอย่างละเอียด และเป็นขั้นตอน โดยอาศัยแนวคิด ความรู้ หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
4. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาในการทำ 50 นาที

คะแนนที่ได้

ชื่อ.....ชั้น..... เลขที่.....

ข้อสอบข้อที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิงเป็น 4 : 5 ถ้าโรงเรียนนี้

มีนักเรียนหญิง 1,500 คน จำนวนนักเรียนทั้งหมดมีกี่คน

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

.....

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปคำตอบ

.....

ข้อสอบข้อที่ 2 คุณแม่แบ่งเงิน 3,600 บาท ให้ลูกสามคนเป็นอัตราส่วนดังนี้ พี่คนโตได้รับต่อน้องคนกลางได้รับเป็น 3 : 4 และน้องคนกลางได้รับต่อน้องคนเล็กได้รับเป็น 8 : 10 จงหาว่าลูกทั้งสามได้รับเงินคนละเท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

.....

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปคำตอบ

.....

ตัวอย่าง
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (หลังเรียน)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย สร้างขึ้นเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกลวิธีในการใช้แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นโจทย์ปัญหาเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ แบบทดสอบมีจำนวน 5 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้องในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนนั้นเป็นอิสระต่อกัน
3. ให้นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการคำนวณ และแสดงแนวทางที่ทำให้ได้คำตอบอย่างละเอียด และเป็นขั้นตอน โดยอาศัยแนวคิด ความรู้ หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
4. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาในการทำ 50 นาที

คะแนนที่ได้	
-------------	--

ชื่อ.....ชั้น..... เลขที่.....

ข้อสอบข้อที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนหญิงเป็น 4 : 5 ถ้าโรงเรียนนี้มีนักเรียนหญิง 2,500 คน จำนวนนักเรียนทั้งหมดมีกี่คน

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

สรุปคำตอบ

ข้อสอบข้อที่ 2 คุณแม่แบ่งเงิน 4,800 บาท ให้ลูกสามคนเป็นอัตราส่วนดังนี้ พี่คนโตได้รับต่อน้องคน
กลางได้รับเป็น 3 : 4 และน้องคนกลางได้รับต่อน้องคนเล็กได้รับเป็น 8 : 10 จงหาว่า
ลูกทั้งสามได้รับเงินคนละเท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ คือ

.....

.....

แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปคำตอบ

ง.3 โจทย์ปัญหาที่ใช้ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับทดลองใช้กับนักเรียน

1. ช่างทาสี 8 คน ทาสีบ้านหลังหนึ่งเสร็จภายใน 15 วัน ถ้าช่างทาสี 12 คน ทาสีบ้านหลังเดียวกันนี้เสร็จเร็วหรือช้ากว่าเดิม และใช้เวลากี่วัน
2. อิงอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีร้านขายเครื่องปรับอากาศอยู่สองร้าน รายละเอียดดังนี้
ร้านที่ 1 ในการติดราคาขายสินค้าร้านนี้ ราคาที่ติดไว้จะเป็นราคาที่ได้จากราคาสินค้าที่ตั้งไว้รวมกับภาษีมูลค่าเพิ่มที่คิดจาก 7 % ของราคาสินค้าที่ตั้งไว้ โดยตั้งราคาเครื่องปรับอากาศเกรด A ไว้ 20,000 บาท
ร้านที่ 2 ติดราคาเครื่องปรับอากาศไว้ 23,000 บาท แต่ลดราคา 8 % จากราคาที่ติดไว้
อิงอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศเกรด A จำนวน 1 เครื่อง ในราคาที่ถูกต้องซื้อจากร้านไหน และต้องจ่ายเงินเท่าไร
3. สุพจน์สอบได้คะแนนร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม คะแนนเต็ม 40 วิชัยสอบได้ 20 คะแนน ถ้าคะแนนเต็มเท่ากัน อยากทราบว่าผลสอบของทั้งสองคนเป็นอย่างไร ใครได้คะแนนสอบมากกว่า
4. สุดใจได้รับโบนัสประจำปีจำนวนเงิน 60,000 บาท สุดใจต้องการออมเงินส่วนนี้ไว้ใช้ในยามจำเป็น โดยเลือกฝากเงินกับธนาคารมีบริการให้เลือกสองธนาคาร ดังนี้
ธนาคารที่ 1 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 ต่อปี และหักภาษีดอกเบี้ยร้อยละ 10
ธนาคารที่ 2 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8 ต่อปี
ให้นักเรียนเปรียบเทียบดอกเบี้ยที่ได้รับจากธนาคารทั้งสอง และนักเรียนคิดว่าสุดใจควรเลือกฝากเงินกับธนาคารใด อย่างไร
5. นางปราณีมีเงินได้สุทธิ 425,000 บาท และถูกหักภาษี ณ ที่จ่ายเป็นเงิน 35,000 บาท อยากทราบว่าเมื่อครบปีที่ต้องการยื่นแบบแสดงรายการภาษีเงินได้ เขาต้องชำระภาษีเพิ่มเติม หรือรับเงินภาษีที่ชำระไว้คืนเท่าไร

ตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิด
อัตนัย สร้างขึ้นเพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และวิธีการคิดในการ
แก้ปัญหาให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นโจทย์ปัญหาเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

แบบทดสอบมีจำนวน 5 ข้อ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

- 1) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน จำนวน 1 ข้อ (ข้อที่1)
- 2) โจทย์ปัญหาร้อยละ จำนวน 4 ข้อ (ข้อที่2-5)
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้อง มีการอ้างอิง
ที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ อย่างสมเหตุสมผล
3. ให้นักเรียนแสดงแนวคิดประกอบการตัดสินใจ อย่างสมเหตุสมผล เขียนอธิบายขั้นตอนการ
คำนวณ และแสดงแนวทางที่ทำให้ได้คำตอบอย่างละเอียดและเป็นขั้นตอน โดยอาศัยแนวคิด
ความรู้ หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบหรือ
แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
4. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาในการทำ 50 นาที

คะแนนที่ได้	
-------------	--

ชื่อ.....ชั้น..... เลขที่.....

ข้อสอบข้อที่ 1 ช่างทาสี 8 คน ทาสีบ้านหลังหนึ่งเสร็จภายใน 15 วัน ถ้าช่างทาสี 12 คน ทาสีบ้านหลังเดียวกันนี้เสร็จเร็วหรือช้ากว่าเดิม และใช้เวลากี่วัน

[illegible]

ข้อสอบข้อที่ 2 อธิบายต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีร้านขายเครื่องปรับอากาศอยู่สองร้านรายละเอียดดังนี้

ร้านที่1 ในการติดราคาขายสินค้าร้านนี้ ราคาที่ติดไว้จะเป็นราคาที่ได้จากราคาสินค้าที่ตั้งไว้รวมกับภาษีมูลค่าเพิ่มที่คิดจาก 7 % ของราคาสินค้าที่ตั้งไว้ โดยตั้งราคาเครื่องปรับอากาศเกรด A ไว้ 20,000 บาท

ร้านที่ 2 ตีตราเครื่องปรับอากาศไว้ 23,000 บาท แต่ลดราคา 8 % จากราคาที่ติดไว้
อิงอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศเกรด A จำนวน 1 เครื่อง ในราคาที่ถูกที่สุดต้องซื้อ
จากร้านไหน และต้องจ่ายเงินเท่าไร

[illegible]

ง.4 โจทย์ปัญหาที่ใช้ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. ช่างทาสี 8 คน ทาสีบ้านหลังหนึ่งเสร็จภายใน 15 วัน ถ้าช่างทาสี 12 คน ทาสีบ้านหลังเดียวกันนี้เสร็จเร็วหรือช้ากว่าเดิม และใช้เวลากี่วัน	1. ช่างทาสี 8 คน ทาสีบ้านหลังหนึ่งเสร็จภายใน 15 วัน ถ้าช่างทาสี 12 คน ทาสีบ้านหลังเดียวกันนี้เสร็จเร็วหรือช้ากว่าเดิม และใช้เวลากี่วัน
2. อิงอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีร้านขายเครื่องปรับอากาศอยู่สองร้าน รายละเอียดดังนี้ ร้านที่ 1 ในการติดราคาขายสินค้าร้านนี้ ราคาที่ติดไว้จะเป็นราคาที่ได้จากราคาสินค้าที่ตั้งไว้รวมกับภาษีมูลค่าเพิ่มที่คิดจาก 10% ของราคาสินค้าที่ตั้งไว้ โดยตั้งราคาเครื่องปรับอากาศเกรด A ไว้ 10,000 บาท ร้านที่ 2 ติดราคาเครื่องปรับอากาศไว้ 13,000 บาท แต่ลดราคา 5% จากราคาที่ติดไว้ อิงอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศเกรด A จำนวน 1 เครื่อง ในราคาที่ถูกที่สุดต้องซื้อจากร้านไหน และต้องจ่ายเงินเท่าไร	2. อิงอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีร้านขายเครื่องปรับอากาศอยู่สองร้าน รายละเอียดดังนี้ ร้านที่ 1 ในการติดราคาขายสินค้าร้านนี้ ราคาที่ติดไว้จะเป็นราคาที่ได้จากราคาสินค้าที่ตั้งไว้รวมกับภาษีมูลค่าเพิ่มที่คิดจาก 7% ของราคาสินค้าที่ตั้งไว้ โดยตั้งราคาเครื่องปรับอากาศเกรด A ไว้ 20,000 บาท ร้านที่ 2 ติดราคาเครื่องปรับอากาศไว้ 23,000 บาท แต่ลดราคา 8% จากราคาที่ติดไว้ อิงอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศเกรด A จำนวน 1 เครื่อง ในราคาที่ถูกที่สุดต้องซื้อจากร้านไหน และต้องจ่ายเงินเท่าไร
3. สุพจน์สอบได้คะแนนร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม คะแนนเต็ม 30 วิชัยสอบได้ 18 คะแนน ถ้าคะแนนเต็มเท่ากัน อยากทราบว่าผลสอบของทั้งสองคนเป็นอย่างไร ใครได้คะแนนสอบมากกว่า	3. สุพจน์สอบได้คะแนนร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม คะแนนเต็ม 40 วิชัยสอบได้ 20 คะแนน ถ้าคะแนนเต็มเท่ากัน อยากทราบว่าผลสอบของทั้งสองคนเป็นอย่างไร ใครได้คะแนนสอบมากกว่า
4. สุดใจได้รับโบนัสประจำปีจำนวนเงิน 20,000 บาท สุดใจต้องการออมเงินส่วนนี้ไว้ใช้ในยามจำเป็น โดยเลือกฝากเงินกับธนาคารมีบริการให้เลือกสองธนาคาร ดังนี้ ธนาคารที่ 1 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 ต่อปี และหักภาษีดอกเบี้ยร้อยละ 10 ธนาคารที่ 2 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8 ต่อปี	4. สุดใจได้รับโบนัสประจำปีจำนวนเงิน 60,000 บาท สุดใจต้องการออมเงินส่วนนี้ไว้ใช้ในยามจำเป็น โดยเลือกฝากเงินกับธนาคารมีบริการให้เลือกสองธนาคาร ดังนี้ ธนาคารที่ 1 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 10 ต่อปี และหักภาษีดอกเบี้ยร้อยละ 10 ธนาคารที่ 2 อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8 ต่อปี

ตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ก่อนเรียน)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิด
อัตนัย สร้างขึ้นเพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และวิธีการคิดในการ
แก้ปัญหาให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นโจทย์ปัญหาเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
แบบทดสอบมีจำนวน 5 ข้อ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้
 - 1) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน จำนวน 1 ข้อ (ข้อที่1)
 - 2) โจทย์ปัญหาร้อยละ จำนวน 4 ข้อ (ข้อที่2-5)
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้อง มีการอ้างอิง
ที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3. ให้นักเรียนแสดงแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล เขียนอธิบายขั้นตอนการ
คำนวณ และแสดงแนวทางที่ทำให้ได้คำตอบอย่างละเอียดและเป็นขั้นตอน โดยอาศัยแนวคิด
ความรู้ หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบหรือ
แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
4. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาในการทำ 50 นาที

คะแนนที่ได้

ชื่อ.....ชั้น..... เลขที่.....

ข้อสอบข้อที่ 1 ช่างทาสี 8 คน ทาสีบ้านหลังหนึ่งเสร็จภายใน 15 วัน ถ้าช่างทาสี 12 คน ทาสีบ้านหลังเดียวกันนี้เสร็จเร็วหรือช้ากว่าเดิม และใช้เวลากี่วัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อสอบข้อที่ 2 อิงอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีร้านขายเครื่องปรับอากาศอยู่สองร้านรายละเอียดดังนี้

ร้านที่ 1 ในการติดราคาขายสินค้าร้านนี้ ราคาที่ติดไว้จะเป็นราคาที่ได้จากราคาสินค้าที่ตั้งไว้รวมกับภาษีมูลค่าเพิ่มที่คิดจาก 10% ของราคาสินค้าที่ตั้งไว้ โดยตั้งราคาเครื่องปรับอากาศเกรด A ไว้ 10,000 บาท

ร้านที่ 2 ติดราคาเครื่องปรับอากาศไว้ 13,000 บาท แต่ลดราคา 5% จากราคาที่ติดไว้

อิงอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศเกรด A จำนวน 1 เครื่อง ในราคาที่ถูกที่สุดต้องซื้อจากร้านไหน และต้องจ่ายเงินเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (หลังเรียน)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิด
อัตนัย สร้างขึ้นเพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และวิธีการคิดในการ
แก้ปัญหาให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นโจทย์ปัญหาเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
แบบทดสอบมีจำนวน 5 ข้อ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้
 - 1) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วน จำนวน 1 ข้อ (ข้อที่1)
 - 2) โจทย์ปัญหาร้อยละ จำนวน 4 ข้อ (ข้อที่2-5)
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 4 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้อง มีการอ้างอิง
ที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ อย่างสมเหตุสมผล
3. ให้นักเรียนแสดงแนวคิดประกอบการตัดสินใจ อย่างสมเหตุสมผล เขียนอธิบายขั้นตอนการ
คำนวณ และแสดงแนวทางที่ทำให้ได้คำตอบอย่างละเอียดและเป็นขั้นตอน โดยอาศัยแนวคิด
ความรู้ หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบหรือ
แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
4. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลาในการทำ 50 นาที

คะแนนที่ได้

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ข้อสอบข้อที่ 1 ช่างทาสี 8 คน ทาสีบ้านหลังหนึ่งเสร็จภายใน 15 วัน ถ้าช่างทาสี 12 คน ทาสีบ้านหลังเดียวกันนี้เสร็จเร็วหรือช้ากว่าเดิม และใช้เวลากี่วัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อสอบข้อที่ 2 อิงอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีร้านขายเครื่องปรับอากาศอยู่สองร้านรายละเอียดดังนี้

ร้านที่ 1 ในการติดราคาขายสินค้าร้านนี้ ราคาที่ติดไว้จะเป็นราคาที่ได้จากราคาสินค้าที่ตั้งไว้รวมกับภาษีมูลค่าเพิ่มที่คิดจาก 7% ของราคาสินค้าที่ตั้งไว้ โดยตั้งราคาเครื่องปรับอากาศเกรด A ไว้ 20,000 บาท

ร้านที่ 2 ติดราคาเครื่องปรับอากาศไว้ 23,000 บาท แต่ลดราคา 8% จากราคาที่ติดไว้

อิงอรต้องการซื้อเครื่องปรับอากาศเกรด A จำนวน 1 เครื่อง ในราคาที่ถูกที่สุดต้องซื้อจากร้านไหน และต้องจ่ายเงินเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ
ข้อมูลเชิงปริมาณ

จ.1 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและ
หลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ จ.1 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 1	0	0	0	0	0	0
คนที่ 2	0	0	0	0	0	0
คนที่ 3	1	1	0	0	1	3
คนที่ 4	0	0	0	0	1	1
คนที่ 5	0	0	0	0	0	0
คนที่ 6	2	1	0	0	0	3
คนที่ 7	0	0	2	1	0	3
คนที่ 8	0	1	0	0	2	3
คนที่ 9	0	0	0	0	0	0
คนที่ 10	1	0	2	2	2	7
คนที่ 11	0	0	0	0	0	0
คนที่ 12	0	0	0	0	0	0
คนที่ 13	0	0	0	0	0	0
คนที่ 14	1	1	2	2	0	6
คนที่ 15	0	1	0	0	0	1
คนที่ 16	1	0	0	0	0	1
คนที่ 17	1	0	0	0	0	1
คนที่ 18	1	0	0	0	1	2
คนที่ 19	0	0	0	0	0	0
คนที่ 20	1	1	0	0	0	2
คนที่ 21	0	0	0	0	0	0
คนที่ 22	0	0	0	0	0	0
คนที่ 23	1	0	2	2	2	7

ตารางที่ จ.1 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
(ต่อ)

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 24	0	0	0	0	0	0
คนที่ 25	0	1	2	2	0	5
คนที่ 26	0	0	0	0	0	0
คนที่ 27	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ จ.2 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 1	0	0	0	0	0	0
คนที่ 2	3	1	0	0	0	4
คนที่ 3	0	0	0	0	0	0
คนที่ 4	0	0	0	0	0	0
คนที่ 5	0	0	0	0	0	0
คนที่ 6	0	0	0	0	0	0
คนที่ 7	1	0	2	2	0	5
คนที่ 8	0	0	0	1	0	1
คนที่ 9	0	0	0	0	0	0
คนที่ 10	0	0	0	0	0	0
คนที่ 11	0	0	0	0	0	0
คนที่ 12	0	0	0	0	0	0
คนที่ 13	0	0	0	0	0	0
คนที่ 14	0	0	0	0	0	0
คนที่ 15	1	0	0	0	0	1

ตารางที่ จ.2 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
(ต่อ)

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 16	1	1	0	0	0	2
คนที่ 17	1	1	0	0	0	2
คนที่ 18	1	0	0	0	0	1
คนที่ 19	3	1	1	1	0	6
คนที่ 20	0	0	0	1	0	1
คนที่ 21	1	0	0	1	1	3
คนที่ 22	0	0	3	3	2	8
คนที่ 23	0	0	0	0	0	0
คนที่ 24	1	0	0	0	0	1
คนที่ 25	1	0	3	3	3	10
คนที่ 26	0	0	0	0	0	0
คนที่ 27	1	1	0	0	0	2

ตารางที่ จ.3 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 1	2	0	3	1	4	10
คนที่ 2	2	3	4	4	4	17
คนที่ 3	2	1	1	2	2	8
คนที่ 4	4	0	3	2	2	11
คนที่ 5	1	0	2	2	2	7
คนที่ 6	3	0	4	4	4	15
คนที่ 7	1	2	1	2	2	8

ตารางที่ จ.3 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 (ต่อ)

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 8	2	1	3	4	2	12
คนที่ 9	0	0	0	0	0	0
คนที่ 10	1	1	2	4	4	12
คนที่ 11	0	0	1	2	0	3
คนที่ 12	0	0	0	2	0	2
คนที่ 13	1	2	3	3	4	13
คนที่ 14	3	3	3	4	4	17
คนที่ 15	4	2	4	4	4	18
คนที่ 16	4	2	2	2	2	12
คนที่ 17	3	3	3	3	4	16
คนที่ 18	3	1	3	3	4	14
คนที่ 19	1	0	2	2	3	8
คนที่ 20	2	2	1	3	2	10
คนที่ 21	2	2	3	3	2	12
คนที่ 22	3	2	3	4	2	14
คนที่ 23	3	1	3	3	4	14
คนที่ 24	2	2	3	2	2	11
คนที่ 25	2	1	3	4	0	10
คนที่ 26	1	1	1	1	4	8
คนที่ 27	2	1	1	1	2	7

ตารางที่ จ.4 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 1	0	0	0	0	0	0
คนที่ 2	0	0	2	0	0	2
คนที่ 3	0	0	0	0	0	0
คนที่ 4	0	0	0	0	0	0
คนที่ 5	0	0	0	0	0	0
คนที่ 6	0	0	0	0	0	0
คนที่ 7	4	1	2	0	0	7
คนที่ 8	1	0	0	0	0	1
คนที่ 9	0	0	0	0	0	0
คนที่ 10	0	0	0	0	0	0
คนที่ 11	0	0	0	0	0	0
คนที่ 12	0	0	0	0	0	0
คนที่ 13	0	0	0	0	0	0
คนที่ 14	0	0	0	0	0	0
คนที่ 15	1	0	0	0	0	1
คนที่ 16	2	0	0	0	0	2
คนที่ 17	2	1	0	0	0	3
คนที่ 18	2	1	0	0	0	3
คนที่ 19	3	2	2	1	0	8
คนที่ 20	0	0	0	3	0	3
คนที่ 21	0	0	0	3	4	7
คนที่ 22	0	0	3	3	4	10
คนที่ 23	0	0	2	2	0	4
คนที่ 24	2	0	0	0	0	2

ตารางที่ จ.4 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 (ต่อ)

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 25	0	0	0	0	4	4
คนที่ 26	0	0	0	0	0	0
คนที่ 27	1	2	0	0	0	3

ตารางที่ จ.5 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน
ของนักเรียนกลุ่มทดลอง เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 1	0	1	0	0	0	1
คนที่ 2	0	0	0	0	0	0
คนที่ 3	2	0	0	0	0	2
คนที่ 4	0	1	1	0	0	2
คนที่ 5	0	0	0	0	0	0
คนที่ 6	2	2	0	0	0	4
คนที่ 7	0	1	3	0	0	4
คนที่ 8	0	0	0	1	0	1
คนที่ 9	2	1	2	1	0	6
คนที่ 10	1	2	3	1	0	7
คนที่ 11	0	0	0	1	0	1
คนที่ 12	1	0	0	0	0	1
คนที่ 13	2	0	0	0	0	2
คนที่ 14	2	2	3	0	0	7
คนที่ 15	3	0	0	0	0	3
คนที่ 16	0	0	3	1	0	4
คนที่ 17	0	0	0	0	0	0
คนที่ 18	0	0	0	0	1	1
คนที่ 19	0	0	0	0	0	0
คนที่ 20	3	0	0	1	0	4
คนที่ 21	1	0	0	0	0	1
คนที่ 22	0	0	0	0	0	0
คนที่ 23	1	1	4	3	1	10
คนที่ 24	0	0	0	0	0	0
คนที่ 25	1	3	3	0	0	7

ตารางที่ จ.5 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน
ของนักเรียนกลุ่มทดลอง เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 26	0	0	3	1	0	4
คนที่ 27	0	1	0	1	0	2

ตารางที่ จ.6 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 1	0	0	0	0	0	0
คนที่ 2	0	2	0	2	0	4
คนที่ 3	0	0	0	0	0	0
คนที่ 4	0	1	0	0	0	1
คนที่ 5	1	0	2	0	0	3
คนที่ 6	1	0	0	0	0	1
คนที่ 7	1	1	4	1	0	7
คนที่ 8	1	0	0	0	0	1
คนที่ 9	1	0	0	0	1	2
คนที่ 10	1	0	0	0	0	1
คนที่ 11	1	0	0	0	0	1
คนที่ 12	1	0	1	0	0	2
คนที่ 13	1	0	0	1	0	2
คนที่ 14	1	0	0	0	0	1
คนที่ 15	0	1	0	1	0	2
คนที่ 16	1	1	4	0	0	6
คนที่ 17	1	0	1	0	1	3
คนที่ 18	1	0	1	0	0	2

ตารางที่ จ.6 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 19	1	0	3	0	0	4
คนที่ 20	0	0	0	0	0	0
คนที่ 21	0	0	0	0	0	0
คนที่ 22	1	2	0	1	0	4
คนที่ 23	1	0	0	0	0	1
คนที่ 24	1	0	0	0	0	1
คนที่ 25	1	3	4	4	0	11
คนที่ 26	0	0	0	0	0	0
คนที่ 27	1	1	0	1	0	3

ตารางที่ จ.7 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 1	3	1	1	1	3	9
คนที่ 2	2	0	0	0	1	3
คนที่ 3	2	2	1	2	1	8
คนที่ 4	1	0	1	0	2	4
คนที่ 5	1	0	1	0	2	4
คนที่ 6	1	1	0	0	3	5
คนที่ 7	2	1	4	1	1	9
คนที่ 8	3	0	3	1	2	9
คนที่ 9	1	0	3	0	1	5

ตารางที่ จ.7 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 10	1	1	4	4	1	11
คนที่ 11	2	1	1	1	2	7
คนที่ 12	1	0	0	0	1	2
คนที่ 13	1	0	3	0	1	5
คนที่ 14	1	2	4	2	1	10
คนที่ 15	4	2	4	2	1	13
คนที่ 16	3	2	1	2	2	10
คนที่ 17	3	2	2	2	1	10
คนที่ 18	1	1	3	1	1	7
คนที่ 19	0	2	2	2	1	7
คนที่ 20	4	2	1	2	1	10
คนที่ 21	3	0	3	0	1	7
คนที่ 22	0	0	3	0	1	4
คนที่ 23	1	2	4	2	1	10
คนที่ 24	0	0	1	0	1	2
คนที่ 25	0	1	4	2	1	8
คนที่ 26	1	1	4	1	1	8
คนที่ 27	1	1	1	1	1	5

ตารางที่ จ.8 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 1	0	0	0	0	0	0
คนที่ 2	1	3	2	2	1	9
คนที่ 3	1	2	1	2	0	6
คนที่ 4	1	0	0	0	0	1
คนที่ 5	0	0	0	0	0	0
คนที่ 6	0	0	0	0	0	0
คนที่ 7	1	3	1	3	4	12
คนที่ 8	0	0	0	0	0	0
คนที่ 9	0	0	0	0	0	0
คนที่ 10	0	0	0	0	0	0
คนที่ 11	1	0	0	0	0	1
คนที่ 12	2	2	0	0	0	4
คนที่ 13	0	0	0	1	0	1
คนที่ 14	1	0	0	0	0	1
คนที่ 15	0	1	4	0	1	6
คนที่ 16	1	0	1	0	1	3
คนที่ 17	1	1	1	1	1	5
คนที่ 18	3	2	2	1	0	8
คนที่ 19	1	2	4	1	1	9
คนที่ 20	1	1	1	0	1	4
คนที่ 21	1	2	0	2	1	6
คนที่ 22	0	2	4	3	1	10
คนที่ 23	0	2	0	1	1	4
คนที่ 24	1	2	0	1	0	4
คนที่ 25	0	4	4	4	2	14

ตารางที่ จ.8 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	1	2	3	4	5	คะแนนรวม
คะแนนเต็ม	4	4	4	4	4	20
คนที่ 26	1	1	0	1	0	3
คนที่ 27	1	0	1	0	0	2

ภาคผนวก ฉ
ผลงานนักเรียน

ฉ.1 ตัวอย่างใบงานของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี
STAR

ใบงานที่ 4.1 เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน

นักเรียน แสดงวิธีแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสัดส่วนต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ในการสอบคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง อัตราส่วนของจำนวนนักเรียนที่สอบได้ต่อจำนวนนักเรียนที่สมัครสอบทั้งหมดเป็น 4 : 9 ถ้าในปีการศึกษา 2553 มีนักเรียนมาสมัคร 720 คน จะมีนักเรียนที่สอบได้กี่คน

วิธีทำ

1. ศึกษาโจทย์ปัญหา (S)

สิ่งที่โจทย์ต้องการ - คือ จำนวนนักเรียนที่สอบได้
 สิ่งที่มีโจทย์กำหนดให้ - คือ อัตราส่วนของจำนวนนักเรียนที่สอบได้ต่อจำนวนนักเรียนที่สมัครสอบทั้งหมดเป็น 4 : 9
 สิ่งที่เราจะต้องหาคือ - จำนวนนักเรียนที่สอบได้ ในปีการศึกษา 2553 ที่นักเรียนมาสมัคร 720 คน

2. แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการ (T)

สอบได้ 4 ส่วนได้ 4
 720 (ค.ค.)

ให้ x แทนจำนวนนักเรียนที่สอบได้
 720

ได้ $\frac{4}{9} = \frac{x}{720}$

3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

$\frac{4}{9} = \frac{x}{720}$
 $4 \times 720 = 9x$
 $x = \frac{4 \times 720}{9} = 320$

= จำนวนนักเรียนที่สอบได้ 320 คน

4. ทบทวนคำตอบ (R)

สอบได้ 320 : 720 : 40 = 4
 720 : 40 = 18

ภาพที่ ฉ.1 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำใบงานของนักเรียนกลุ่มทดลอง

2. หลังจากออกกำลังกาย ซิทของวิชัยได้ 25 ครั้ง ในเวลา 15 วินาที จงหาว่าซิทของวิชัยได้กี่ครั้งต่อนาที

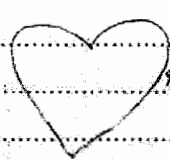
วิธีทำ

1. ศึกษาโจทย์ปัญหา (S)

สิ่งที่โจทย์ต้องการ คือ = ซิทของวิชัยต่อ 1 นาที

สิ่งที่โจทย์กำหนดไว้ = นศ. วิชัย ออกกำลังกายได้ 25 ครั้ง ในเวลา 15 วินาที

2. แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการ (T)



ใจ x จำนวนครั้ง ใน 1 นาทีของวิชัย

$$\frac{25 \text{ ครั้ง}}{15 \text{ วินาที}} = \frac{x}{60 \text{ วินาที}}$$

3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

$$\frac{25}{15} = \frac{x}{60} \quad x = \frac{25 \times 60}{15} = 100$$

$$15 \times x = 25 \times 60$$

ดังนั้น วิชัย ได้ 100 ครั้ง

4. ทบทวนคำตอบ (R)

$$\frac{25}{15} = \frac{x}{60} \quad \frac{25 \div 5}{15 \div 5} = \frac{x \div 5}{60 \div 5} \quad \frac{5}{3} = \frac{x}{12} \quad x = \frac{5 \times 12}{3} = 20 \times 5 = 100$$

ภาพที่ ๑.2 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำใบงานของนักเรียนกลุ่มทดลอง

3. ห้องเรียนห้องหนึ่งมีจำนวนนักเรียนชายต่อจำนวนนักเรียนทั้งหมด 3 : 7 ถ้านักเรียนหญิง 24 คน จงหาว่านักเรียนห้องนี้มีทั้งหมดกี่คน

วิธีทำ

1. ศึกษาโจทย์ปัญหา (S)

สิ่งที่โจทย์ต้องการ คือ. นักเรียนหรือคนที่เข้าห้องกี่คน
 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ. ห้องเรียนหรือจำนวนที่นักเรียนไปเรียนทั้งหมด 3:7.

2. แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการ (T)

ที่ข

ทั้งหมด

โจทย์ (3:7)

24

$$\frac{3}{7} = \frac{24}{x}$$

3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

$$\frac{4}{7} = \frac{24}{x}$$

$$x = \frac{4}{7} \times \frac{24}{1} = 92$$

ดังนั้นนักเรียนทั้งหมด 92 คน

4. ทบทวนคำตอบ (R)

$$\frac{3}{7} = \frac{24}{42} = \frac{24 \times 6}{42 \times 6} = \frac{24}{42}$$

ภาพที่ ๓.3 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำใบงานของนักเรียนกลุ่มทดลอง

4. น้ำหนักของสมหวังคือน้ำหนักของสมหมายมีอัตราส่วนเป็น 5 : 6 และน้ำหนักของสมหวังคือน้ำหนักของสมหมายมีอัตราส่วน 3 : 4 ถ้าสมหวังมีน้ำหนัก 50 กิโลกรัม จงหาน้ำหนักของสมพร
- วิธีทำ

1. ศึกษาโจทย์ปัญหา (S)
 โจทย์ให้ น้ำหนักสมหวัง คือน้ำหนักสมหมาย
 โจทย์ให้ น้ำหนักสมหวัง คือน้ำหนักสมพร
 น้ำหนักสมหวังคือน้ำหนักสมหมายมีอัตราส่วนเป็น 5 : 6
 น้ำหนักสมหวังคือน้ำหนักสมพรมีอัตราส่วน 3 : 4 ถ้าสมหวังมีน้ำหนัก 50 กิโลกรัม

2. แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปเป็นแผนการ (T)

สมหวัง	50	(1 : 50)	สมพร	$\frac{3}{4}$	50
สมหมาย			สมพร	$\frac{3}{4}$	X

3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

$$\frac{3}{4} = \frac{50}{X} \quad X = \frac{3}{4} \times \frac{50}{1} = 150$$

ดังนั้น น้ำหนักของสมพร คือ 150 กิโลกรัม

4. ทบทวนคำตอบ (R)

$$\frac{3}{4} = \frac{50}{150} \quad \frac{3}{4} = \frac{50}{150} \quad \frac{3}{4} = \frac{50}{150} \quad \frac{3}{4} = \frac{50}{150}$$

ภาพที่ ๔.4 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำใบงานของนักเรียนกลุ่มทดลอง

5. การจัดหลอดไฟสีเพื่อประดับเสาต้นหนึ่งตามแนวโค้ง ใช้จำนวนหลอดไฟสีแดงและสีน้ำเงิน ในอัตราส่วน 3 : 2 ถ้าเสาต้นนั้นมีหลอดไฟสีแดงประดับอยู่ 12 ดวง จงหาจำนวนหลอดไฟ ทั้งหมดที่ประดับอยู่

วิธีทำ

1. ศึกษาโจทย์ปัญหา (S)

คือ โจทย์ปัญหา คือ จำนวนหลอดไฟทั้งหมดประดับอยู่

คือ โจทย์ที่กำหนดให้ คือ หลอดไฟสีแดง 12 ดวง หลอดไฟสีน้ำเงินในอัตราส่วน 3 : 2
หลอดไฟทั้งหมดประดับอยู่ 12 ดวง

2. แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการ (T)

คือ

สีน้ำเงิน

๑๑๑๐๐

12

(3 : 2)

ให้ x แทนหลอดไฟสีน้ำเงิน

$$\frac{\text{สีแดง}}{\text{สีน้ำเงิน}} = \frac{3}{2} = \frac{12}{x}$$

3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A)

$$\frac{3}{2} = \frac{12}{x}$$

$$x = \frac{3}{\frac{3}{2}} \times \frac{12}{3} = 4$$

ดังนั้น หลอดไฟสีน้ำเงิน 4 ดวง

4. ทบทวนคำตอบ (R)

คือ

สีน้ำเงิน

๑๑๑๐๐

12

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

๑๑๑๐๐

ภาพที่ ๑.5 ตัวอย่างผลงานเขียนจากการทำใบงานของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวสุภัทธร ทองสัตย์

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2548-2551
 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
 พ.ศ. 2552 ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
 มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2552-2558
 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร
 ในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
 ตำบลเทพนคร อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร
 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41
 2559-ปัจจุบัน
 โรงเรียนดงขุยวิทยาคม
 ตำบลดงขุย อำเภอชนแดน
 จังหวัดเพชรบูรณ์
 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

ตำแหน่ง ครู

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนดงขุยวิทยาคม
 ตำบลดงขุย อำเภอชนแดน
 จังหวัดเพชรบูรณ์
 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 40

