

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ที่มีต่อความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ชัญชนกต์ ชีแก้ว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ รัชยกานต์ ชีแก้ว ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

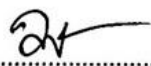

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังณะภัทรขจร)

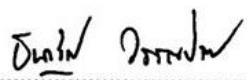

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.พรรณทิพา ดันดินัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังณะภัทรขจร)


..... กรรมการ
(ดร.พรรณทิพา ดันดินัย)


..... กรรมการ
(ดร.ธนะวัฒน์ วรรณประภา)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุญา ชีระวนิชตระกูล)

วันที่...16...เดือน...มิถุนายน...พ.ศ. 2563

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังคะภักทรขจร อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ ดร.พรณทิพา ตันตินัย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และดร.ธนะวัฒน์ วรรณประภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเมตตากรุณาในการให้คำแนะนำและคำชี้แนะทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.กิตติศักดิ์ ใจอ่อน ดร.นพพร ชรรมรงค์รัตน์ คุณครูวรรดี แพรกทอง คุณครูจิระนันท์ ศักดิ์ศรีวัฒนา และคุณครูวิตรี วิฑูรย์พันธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบรวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการ โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา ตลอดจนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุชน ชีแก้ว คุณแม่ละมัย ชีแก้ว และครอบครัวทุกคน ที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแด่เวทีแม่บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้

ธัญกานต์ ชีแก้ว

58910165: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR/ เทคนิคคู่คิด/ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์/ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

รณยกานต์ ชีแก่้ว: ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 (THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT USING THE STAR STRATEGY AND THINK - PAIR - SHARE TECHNIQUE ON MATHEMATICAL PROBLEMS SOLVING AND COMMUNICATION ABILITIES OF PRATHOMSUKSA II STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร, กศ.ด., พรรณทิพา ตันดินัย, ค.ด. 229 หน้า, ปี พ.ศ. 2563.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา จำนวน 31 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย คือ 1) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด จำนวน 6 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .79 3) แบบสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบที แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

58910165: MAJOR: MATHEMATICS TEACHING; M.Ed.

)MATHEMATICS TEACHING(

KEYWORDS: METACOGNITION IN PROBLEM SOLVING/ MATHEMATICAL

PROBLEM SOLVING ABILITY/ MATHEMATICS ACHIEVEMENT

THUNYAKARN CHEEKAEW: THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT
USING THE STAR STRATEGY AND THINK - PAIR - SHARE TECHNIQUE ON
MATHEMATICAL PROBLEMS SOLVING AND COMMUNICATION ABILITIES OF
PRATHOMSUKSA II STUDENTS .ADVISORY COMMITTEE: VETCHARIT
ANGGANAPATTARAKAJORN, Ed.D., PANTIPA TANTINAI, Ph.D. 229 P. 2020.

The purposes of this research were to compare the student' s Mathematical problem solving ability and to compare Mathematical communication ability of students after learning through the Star strategy and think - pair - share technique with the set criterion of 70 percent. The subjects of this study were 31 students in Prathomsuksa 2/2 in the second semester of the 2018 academic year at Bansuan Udom Wittaya school. They were randomly selected by using cluster random sampling. The instruments were; 6 lesson plans, Mathematical problem solving, and writing communication ability test with the reliability of .79 and Mathematical communication evaluation form. The data were analyzed by mean, standard deviation and *t* - test for one sample. The findings were as follows:

1. The Mathematical problem solving ability of students after learning through the Star strategy and think - pair - share technique was significantly higher than the set criterion of 70 percent at the .05 level.

2. The mathematical communication ability of students after learning through the Star strategy and think - pair - share technique was significantly higher than the set criterion of 70 percent at the .05 level.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานการวิจัย.....	7
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.....	14
การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR.....	17
เทคนิคคู่คิด.....	24
การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด.....	29
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	32
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	49
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	66
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	71
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	71
การกำหนดแบบแผนการวิจัย.....	71

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	72
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	83
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล.....	87
4 ผลการวิจัย.....	91
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	91
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	91
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	122
สรุปผลการวิจัย.....	122
อภิปรายผลการวิจัย.....	123
ข้อเสนอแนะ.....	127
บรรณานุกรม.....	129
ภาคผนวก.....	137
ภาคผนวก ก.....	138
ภาคผนวก ข.....	147
ภาคผนวก ค.....	198
ภาคผนวก ง.....	216
ภาคผนวก จ.....	225
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	229

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	มาตรฐาน ค 1.2..... 16
2	มาตรฐาน ค 6.1..... 17
3	ตัวอย่างใบงานสำหรับใช้ในการสอนแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR..... 22
4	การสังเคราะห์องค์ประกอบของเทคนิคคู่คิด..... 27
5	เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ขั้นตอนกลวิธี STAR..... 48
6	เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนรูปค..... 62
7	เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนแบบรวมของแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด..... 64
8	เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน..... 65
9	แบบแผนการวิจัยแบบ One - Shot Case Study..... 72
10	ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนคาบ..... 73
11	ตารางวิเคราะห์ข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์..... 79
12	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 83
13	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด..... 85
14	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน..... 86
15	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70..... 92
16	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70..... 93
17	จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของด้านการศึกษาโจทย์ปัญหาจำแนกตามระดับคะแนน..... 94

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
18 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	98
19 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของด้านการแปลงข้อมูล ในโจทย์ปัญหาจำแนกตามระดับคะแนน.....	99
20 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	102
21 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของด้านการหาคำตอบ จำแนกตามระดับคะแนน.....	102
22 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการทบทวนคำตอบ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	108
23 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการทบทวนคำตอบ จำแนกตามระดับคะแนน.....	109
24 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	113
25 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	114
26 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	116
27 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.....	199
28 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2.....	200
29 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3.....	201

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
30 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4.....	202
31 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5.....	203
32 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6.....	204
33 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด.....	205
34 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	206
35 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	207
36 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด.....	208
37 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด.....	210
38 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับ เทคนิคคู่คิด.....	212
39 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับ เทคนิคคู่คิด.....	214

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 12
2	การสังเคราะห์กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด..... 31
3	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา..... 95
4	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา..... 96
5	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา..... 97
6	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนน 2 คะแนน ในด้านการแปลงข้อมูล ในโจทย์ปัญหา..... 99
7	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนน 1 คะแนน ในด้านการแปลงข้อมูล ในโจทย์ปัญหา..... 100
8	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนน 1 คะแนน ในด้านการแปลงข้อมูล ในโจทย์ปัญหา..... 100
9	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนน 0 คะแนน ในด้านการแปลงข้อมูล ในโจทย์ปัญหา..... 101
10	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 3 คะแนนในด้านการหาคำตอบ..... 103
11	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในด้านการหาคำตอบ..... 104
12	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในด้านการหาคำตอบ..... 105
13	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในด้านการหาคำตอบ..... 106
14	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ในด้านการหาคำตอบ..... 107
15	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในด้านการทบทวนคำตอบ..... 110
16	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในด้านการทบทวนคำตอบ..... 111
17	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ในด้านการหาคำตอบ..... 112
18	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน 3 คะแนน..... 117
19	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน 2 คะแนน..... 118
20	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน 2 คะแนน..... 119

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน 1 คะแนน.....	120
22	ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน 0 คะแนน.....	121
23	ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample.....	217
24	ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการศึกษา โจทย์ปัญหา โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample.....	218
25	ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการแปลง โจทย์ปัญหา โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample.....	219
26	ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample.....	220
27	ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการทบทวน คำตอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample.....	221
28	ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample.....	222
29	ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูด โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample.....	223
30	ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample.....	224

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมไทยในปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ความเจริญก้าวหน้าในทางวิทยาการของโลกในปัจจุบัน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประเทศชาติ ซึ่งในการพัฒนาประเทศนั้น จะต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง ต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ อีกทั้งวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ได้ฝึกกระบวนการคิด ทำให้มนุษย์ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือ สถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ ฝึกแก้ปัญหา ช่วยเพิ่ม ศักยภาพของแต่ละบุคคลให้เป็นคนที่มีสมบูรณ์ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อีกทั้งทำให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการ, 2551, หน้า 56) ซึ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระบุว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ 6 สาระ โดยกำหนดให้ทักษะ และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสาระที่ 6 ซึ่งแนวการจัดการศึกษาดังกล่าวได้ให้ความสำคัญ กับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ (สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2555, หน้า 4)

จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ดังกล่าว จะเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญ ต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก แต่ด้วยวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องมีทักษะทางการคำนวณ มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนและทักษะ โครงสร้างที่มีเหตุผล สื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ และมีลักษณะนามธรรม จึงยากต่อการทำความเข้าใจ ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ (สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2543, หน้า 91) อีกทั้งพบว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา มีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถอธิบายหรือเขียนแสดง สิ่งที่คิดออกมา (สสวท., 2551, หน้า 73) นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่น เห็นภาพรวม หรือเข้าใจประเด็นสำคัญ ๆ ของสิ่งที่ต้องการนำเสนอได้หรือไม่สามารถสื่อ ความหมายเรื่องบางเรื่องให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกันได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 56 - 57) และ จากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีผลการทดสอบ

ทางการศึกษาในรายวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ จะเห็นได้จากรายงานผลการทดสอบความสามารถพื้นฐานของผู้เรียนระดับชาติ (National Test: NT) โดยการสอบประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐาน จัดโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จัดโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ซึ่งถือว่าเป็นการทดสอบเพื่อใช้ประเมินคุณภาพของการเรียนการสอน และจัดสอบในระดับชั้น ป.3 โดยการสอบ NT นี้ จะมีข้อสอบที่ใช้มาตรฐานเดียวกันกับการทดสอบนานาชาติ (PISA) ซึ่งเน้นการทดสอบใน 3 ด้าน ได้แก่ การอ่านออกเขียนได้ (Literacy) การคิดคำนวณ (Numeracy) และด้านเหตุผล (Reasoning abilities) โดยในด้านการคิดคำนวณเป็นการประเมินที่ตรวจสอบการใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หรือทักษะการคิดคำนวณ เพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางปฏิบัติ หรือหาคำตอบจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งครอบคลุมการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ลักษณะข้อสอบของ NT มีทั้งแบบเลือกตอบและเขียนตอบ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เขียนสื่อสารความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่า การทดสอบในระดับชั้น ป.3 โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา ปีการศึกษา 2560 และ 2561 ด้านการคิดคำนวณ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ ร้อยละ 47.61 และ 49.82 ตามลำดับ โดยจะเห็นว่าต่ำกว่าร้อยละ 50

นอกจากนี้ จากการสัมภาษณ์ผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา ปีการศึกษา 2560 และปีการศึกษา 2561 ได้ข้อสรุปว่า การเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านมาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้ปัญหาได้ตามแบบที่ครูสอนในห้องเรียนเท่านั้น แต่เมื่อพบปัญหาที่แตกต่างจากในห้องเรียน นักเรียนจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และยังมีนักเรียนที่มีปัญหาเกี่ยวกับการสื่อสารและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนไม่สามารถสื่อสารหรือนำเสนอความรู้ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้หรือเข้าใจได้ และมีนักเรียนที่เขียนสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนเรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถแปลงโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ได้ อีกทั้งในบทเรียน เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคนนักเรียนต้องใช้ความรู้ หลักการ และเทคนิควิธีต่าง ๆ เมื่อนักเรียนเจอ โจทย์ปัญหาซึ่งเป็นประโยคที่อยู่ในรูปนามธรรม นักเรียนส่วนใหญ่จึงไม่สามารถนำเทคนิคต่าง ๆ มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาและแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา หรือเขียนสื่อสารเพื่อนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบได้ (จิระนันท์ ศักดิ์ศรีวัฒนา และธีรภรณ์ สุวรรณโชติ, สัมภาษณ์, 8 ตุลาคม 2561)

จากปัญหาดังกล่าวจะเห็นว่านักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา

ไม่ตอบสนองต่อความแตกต่างของนักเรียนในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะในด้านทักษะ ความสามารถ ความเข้าใจในการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่เมื่อต้องแก้ปัญหาใน โจทย์ที่ซับซ้อน ต้องใช้ ความคิด ความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องต่าง ๆ มากขึ้น ก็จะประสบกับปัญหาทันที (ทรายทอง พวกสันเทียะ, 2554, หน้า 52) อีกทั้งยังมีนักเรียนที่อ่าน โจทย์ปัญหาแล้วไม่ทราบว่า จะหาคำตอบของปัญหานั้นอย่างไร สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า การแก้โจทย์ปัญหานั้นเป็นการนำ ความรู้และประสบการณ์ที่นักเรียนแต่ละคนเรียนมาไปใช้วิเคราะห์หาคำตอบ (สุวรรณ กาญจนมยุร, 2545 หน้า 50) นอกจากนี้การแสดงออกซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องอาศัยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็น ความสามารถอย่างหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ และกระบวนการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และมีประสิทธิภาพ (สสวท., 2551, หน้า 70) รวมทั้งความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนได้สร้างแนวคิด และสามารถนำไปปฏิบัติได้ โดยนักเรียนต้องคิด และสื่อสารสิ่งที่ตนคิดด้วยการพูด การเขียน หรือการอธิบาย (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000, p. 60) แต่จาก สื่อความหมายในวิชาคณิตศาสตร์ต้องใช้สัญลักษณ์ซึ่งมีลักษณะที่เป็นนามธรรม การสื่อสาร จึงยากต่อการเรียนรู้ (ยุพิน พิพิธกุล, 2539, หน้า 3 - 8) และการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในปัจจุบันยังไม่ได้เน้นเรื่องการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มากนัก นักเรียนจึงยังมีความสามารถ ในด้านนี้ไม่ดีพอ ซึ่งเห็นได้จากการที่นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นได้เห็น ภาพรวมหรือเข้าใจประเด็นสำคัญของสิ่งที่จะนำเสนอได้ (อัมพร ม้าคอง, 2553, หน้า 56 - 57) อีกทั้งการสอนของครูที่ส่วนใหญ่ยังเป็นผู้บรรยายให้ความรู้มากกว่าการส่งเสริมการเรียนรู้ โดยไม่ได้เน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในขณะที่ดำเนินการเรียนการสอน และนักเรียนไม่ได้ เรียนรู้โดยการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2556, หน้า 13 - 14) ดังนั้น ผู้สอนนอกจากจะส่งเสริมนักเรียนในด้านความรู้เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ แล้วครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์อีกด้วย (สสวท., 2551, หน้า 1)

ในการสอนเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหานั้น ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมต่อการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพไว้หลายท่าน ได้แก่ สุวรรณ กาญจนมยุร (2545, หน้า 50) การเรียนการสอนเรื่องการแก้โจทย์ปัญหา กล่าวคือ การเรียนรู้การแก้ ได้เสนอเกี่ยวกับ โจทย์ปัญหาเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมองของบุคคล บางคนเรียนรู้จากสื่อที่เป็นรูปธรรม แต่บางคนอาจจะเรียนรู้ได้ในลักษณะนามธรรม ทั้งนี้เพราะว่า วิธีการเรียนรู้ของแต่ละคน มีกระบวนการและพลังความสามารถของสมองมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน อีกทั้ง บรูเนอร์ (Bruner)

ได้กล่าวถึง พัฒนาการทางปัญญาว่า ผู้เรียนจะเกิดความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดได้ หากเขาสามารถถ่ายโยงความรู้ความเข้าใจทุกสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่ภาพหรือสัญลักษณ์ได้ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2548, หน้า 214) นอกจากนี้การใช้ตัวแทน เป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียน สามารถพัฒนาความเข้าใจในความคิดรวบยอดที่ซับซ้อนหรือความคิดที่เป็นนามธรรม ได้อย่างดี (NCTM} 2000} p. 67) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR (STAR strategy steps) เป็นกลวิธี การสอนอย่างหนึ่งที่สอนแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามตัวอักษรตัวแรกของ ชื่อลำดับขั้น โดยเป็นการสอนให้นักเรียนใช้ตัวแทนที่อยู่ในรูปสื่อหรือสัญลักษณ์เพื่อนำไปสู่ การแก้ปัญหาคำตอบ ซึ่งเน้นการสอนโดยการนำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ มี 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 การศึกษาโจทย์ปัญหา (S: Search the word problem) ขั้นที่ 2 การแปลง โจทย์ (T: Translate the problem) โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ได้แก่ สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ขั้นที่ 3 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A: Answer the problem) และขั้นที่ 4 ทบทวนคำตอบ (R: Review the solution) ซึ่งขั้นตอนหลัก ของกลวิธี STAR จะประกอบด้วย ขั้นตอนย่อยเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์เพื่อ หาคำตอบได้ (Maccini, 1998, pp. 32 - 34) โดยการใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทในขั้นที่ 2 ดังกล่าวพัฒนามาจากทฤษฎีของ บรูเนอร์ อันจะนำมาซึ่งความเข้าใจและการถ่ายโยงความรู้ (Gagnon & Krezmien, 2011) สิ่งที่สนับสนุนแนวคิดนี้ คือ งานวิจัยของ Maccini and Hughes (2000, pp. 10 - 21) ได้ศึกษา ผลของการใช้กลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาที่บกพร่องทางการเรียนรู้ที่มีต่อการสื่อสารความหมายและคำตอบของการแก้ปัญห การบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม ผลปรากฏว่า ทักษะการแก้ปัญหของนักเรียนสูงขึ้น อีกทั้ง ยังส่งผลกับการแก้ปัญหในโจทย์ที่ไม่ใกล้เคียงกับของเดิมอีกด้วย และนอกจากนั้น Maccini and Ruhl (2000, pp. 465 - 489) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็น ตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) และกลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จำนวนเต็มสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เป็นนักเรียนที่ขาดทักษะในการแก้ปัญหและการหาคำตอบของปัญหาเกี่ยวข้องกับ จำนวนเต็ม ผลปรากฏว่า หลังการสอนทำให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ นักเรียนมีทักษะ การแก้ปัญหที่เกี่ยวข้องกับจำนวนเต็มดีขึ้น

แต่เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR แสดงให้เห็นชัดเจนว่าเป็นขั้นตอน ของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนอาจไม่มีโอกาสได้ร่วมคิดร่วมทำ ร่วมกันแก้ปัญหา ที่กำลังเรียนอยู่มากนัก และในการแก้ปัญหที่ปฏิบัติอยู่เป็นเพียงการทำโจทย์แบบฝึกหัดซึ่งทำเป็น รายบุคคล นักเรียนแทบจะไม่มีปฏิสัมพันธ์หรือสื่อสารกันในขณะที่การเรียนการสอนดำเนินอยู่

อีกทั้งการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR นั้นนักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาและอภิปรายผลได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นครูควรสอนจึงต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝนวิธีการทำงานร่วมกัน จะช่วยให้นักเรียนเป็นผู้มีมนุษยสัมพันธ์ มีทักษะในการแก้ปัญหา และการสื่อสาร สื่อความหมาย จากการอภิปราย ชักถาม แลกเปลี่ยน และให้ความร่วมมือซึ่งกันและกัน (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, หน้า 118) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยเทคนิคคู่คิด (Think - Pair - Share) เป็นเทคนิคที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร การจัดการเรียนรู้โดยเทคนิคคู่คิดนี้เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นคู่ ๆ โดยนักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน นักเรียนสามารถให้คำแนะนำ ปรีกษาหรือ แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ และร่วมมือกันทำกิจกรรมตามกระบวนการเรียนจนค้นพบข้อสรุป ข้อความรู้หรือคำตอบร่วมกัน ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ประการ ได้แก่ 1) คิด (Think) ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหา แล้วหาคำตอบเป็นรายบุคคล 2) จับคู่ (Pair) ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนเพื่ออธิบายเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบของตนเองให้เพื่อนฟัง แล้วสรุปแนวทางการแก้ปัญหาพร้อมคำตอบที่ถูกต้อง 3) แบ่งปันคำตอบ (Share) นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน แล้วสรุปแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบร่วมกัน (Instructional Strategy Lessons for Educators Secondary Education (ISLES - S), 2014, pp. 2 - 9) ซึ่งเทคนิคคู่คิดนี้เป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์จากการทำกิจกรรมร่วมกัน ทำให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยน อธิบายความคิดหรือความรู้ที่เชื่อมโยงมาใช้ในการแก้ปัญหาให้เพื่อนฟัง ทำให้นักเรียนมีความแม่นยำในเรื่องที่เรียนมากขึ้นและกล้าที่จะสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ออกมาได้อย่างมั่นใจในการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนและบรรลุเป้าหมายร่วมกัน (กรมวิชาการ, 2545 ก, หน้า 210) อีกทั้งข้อดีของการเรียนเป็นคู่ ทำให้นักเรียนทุกคนต้องทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบจริงจัง มีความสนใจในเรื่องที่เรียนตลอดเวลา นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนอย่างเข้มข้น เนื่องจากจะต้องเตรียมตัวและศึกษาเรื่องที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดี เพื่อที่จะสามารถบรรยาย อธิบาย และถาม - ตอบคำถามต่อเพื่อนเป็นคู่ได้ ซึ่งวิธีการนี้ทำให้นักเรียนมีทักษะการสื่อสารที่ดีขึ้น (บุญชม ศรีสะอาด, 2537, หน้า 120) ซึ่งสิ่งที่สนับสนุนแนวคิดนี้ คือ งานวิจัยของ Dales (2007) ที่ได้ศึกษา ผลของการใช้เทคนิคคู่คิดที่มีต่อฤทธิ์ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีนักเรียน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคคู่คิด และกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคคู่คิด ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ได้รับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคคู่คิดมีผลสัมฤทธิ์มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้

เทคนิคคู่คิด จากผลการศึกษาให้ข้อเสนอแนะได้ว่า เทคนิคคู่คิดถือเป็นเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุบรรณ ตั้งศรีเสรี (2556, หน้า 107) ที่ได้ศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิคคู่คิดที่มีต่อความสามารถในสื่อสารและความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิคคู่คิดมาสอดแทรกการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดมีขั้นตอนดังนี้ ขั้น S ครูทบทวนความรู้เดิมและนำเสนอปัญหา โดยให้นักเรียนคิด (Think) เกี่ยวกับปัญหาเป็นรายบุคคลและเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์เพื่อนำไปสู่การสร้างประโยคสัญลักษณ์ ดังนี้ สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application: C) หรือสื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semi concrete application: S) หรือสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application: A) จากนั้นนักเรียนจับคู่คิด (Pair) กับเพื่อนเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองคิด ขั้น A นักเรียนคิด (Think) หาคำตอบ และหารือเกี่ยวกับคำตอบกับคู่ของตนเอง (Pair) ขั้น R นักเรียนและคู่ของนักเรียนร่วมกันทบทวนคำตอบที่ได้ (Pair) ว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่ จากนั้นแลกเปลี่ยนความรู้ แบ่งปันคำตอบกับนักเรียนคู่อื่น ๆ ในชั้นเรียน (Share) และนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน โดยมีครูผู้ช่วยสรุป

จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ประโยชน์ที่ได้รับในการวิจัย

ผลจากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ทำให้ได้รับประโยชน์ ดังนี้

1. ครูได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2. นักเรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา จังหวัดชลบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งโรงเรียนจัดนักเรียนแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา จังหวัดชลบุรี จำนวน 1 ห้อง ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลาในการดำเนินการทดลอง 14 คาบ คาบละ 50 นาที โดยดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 12 คาบ และทำการทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียน 2 คาบ โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลอง
สอนด้วยตนเอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ประกอบด้วย

- | | |
|----------------------------------|-------------|
| 1. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน | จำนวน 2 คาบ |
| 2. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน | จำนวน 2 คาบ |
| 3. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการทอนเงิน | จำนวน 2 คาบ |
| 4. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว | จำนวน 2 คาบ |
| 5. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการชั่ง | จำนวน 2 คาบ |
| 6. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการตวง | จำนวน 2 คาบ |

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR หมายถึง กระบวนการสอนแก้โจทย์ปัญหา
อย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามชื่อตัวอักษรตัวแรกของแต่ละขั้น โดยเป็นการสอนให้นักเรียน
ใช้ตัวแทนที่อยู่ในรูปสื่อหรือสัญลักษณ์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและหาคำตอบ ซึ่งเน้นการสอน
โดยการนำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ โดยมีลำดับขั้นของการแก้โจทย์ปัญหาเป็น
ดังนี้

ขั้นที่ 1 ครูทบทวนความรู้เดิมก่อนเข้าสู่บทเรียน

ขั้นที่ 2 S (Search the word problem) ศึกษาโจทย์ปัญหา ดำเนินการดังนี้

1. อ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดรอบคอบ
2. ถามคำถามกับตัวเองว่า “รู้อะไรบ้าง ต้องการหาอะไร”
3. เขียนข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์

ขั้นที่ 3 T (Translate the problem) แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา ดำเนินการดังนี้

1. กำหนดตัวแปร
2. ระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
3. แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการ โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้
 - 3.1 สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application: C) ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง
 - 3.2 สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete application: S) วาดรูปภาพ แผนภาพ

หรือเขียนตารางแสดงความหมาย

3.3 สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application: A) หานัยทั่วไปนำเสนอให้

ขั้นที่ 4 A (Answer the problem) หาคำตอบ ดำเนินการดังนี้

1. หาคำตอบที่ตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 5 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ ดำเนินการดังนี้

1. อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง
2. ถามตัวเองว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับโจทย์หรือไม่
3. ตรวจสอบคำตอบ

2. การเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิด (Think pair share) หมายถึง การเรียนแบบร่วมมือ

ที่สร้างการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียน 2 คน ที่จับคู่กัน ซึ่งนักเรียนแต่ละคู่มีปฏิสัมพันธ์ โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับคู่ของตนเองร่วมกัน ในชั้นเรียน โดยมีองค์ประกอบ คือ 1) คิด (Think) ครูใช้คำถามกระตุ้น ให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาแล้วหาคำตอบเป็นรายบุคคล 2) จับคู่ (Pair) ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน เพื่ออธิบายเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบของตนเองให้เพื่อนฟัง แล้วสรุปแนวทางการแก้ปัญหาพร้อมคำตอบที่ถูกต้อง 3) แบ่งปันคำตอบ (Share) นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน แล้วสรุปแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบร่วมกัน

อธิบายเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบของตนเองให้เพื่อนฟัง แล้วสรุปแนวทางการแก้ปัญหาพร้อมคำตอบที่ถูกต้อง

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้

โดยการนำเสนอปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนได้คิดแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธี STAR แล้วจับคู่กัน 2 คน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน แล้วนำความคิดของแต่ละคู่มาแบ่งปันกันในชั้นเรียน ซึ่งเน้นการสอนโดยการนำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้น S (Search) ครูทบทวนความรู้เดิมจากการใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนเคยเรียนผ่านมาแล้ว จากนั้นครูนำเสนอปัญหาโดยการตั้งคำถามแล้วให้นักเรียนคิด (Think) เป็นรายบุคคล และนักเรียนศึกษาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหา โดยครูจะเป็นผู้ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน โจทย์กำหนดอะไรบ้าง และโจทย์ต้องการหาอะไร เป็นต้น เช่น

ขั้น T (Translate) นักเรียนแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาโดยการคิด (Think) ผ่านการใช้คำถามของครู โดยให้นักเรียนพิจารณาจากข้อมูลที่มีเป็นรายบุคคล จากนั้นนักเรียนวางแผนการแก้ปัญหา และเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์เพื่อนำไปสู่การสร้างประโยคสัญลักษณ์ ดังนี้

1. สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application: C) ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง
2. สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semi concrete application: S) วาดรูปภาพ แผนภาพ

หรือเขียนตารางแสดงความหมาย

3. สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application: A) หานัยทั่วไปนำเสนอให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ขั้น A (Answer) ครูให้นักเรียนแต่ละคนคิด (Think) หาคำตอบ โดยครูใช้คำถามกระตุ้น จากนั้นครูให้นักเรียนจับคู่คิด (Pair) กับเพื่อนเพื่อแลกเปลี่ยนแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบกับคู่ของตนเอง

ขั้น R (Review) นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันทบทวนคำตอบที่ได้ (Pair) ว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ แล้วสุ่มนักเรียนมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาพร้อมทั้งคำตอบกับนักเรียนคู่อื่น ๆ ในชั้นเรียน (Share) และร่วมกันสรุปบทเรียน จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคน (Think) นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ และประสบการณ์ที่มีอยู่ มาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบ เมื่อกำหนดปัญหาหรือข้อความเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มาให้ โดยใช้ขั้นตอนกลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ ซึ่งวัดได้จาก 4 ด้าน ดังนี้

4.1 การศึกษาโจทย์ปัญหา เป็นความสามารถในการแปลความหมายโจทย์ บอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์ต้องการทราบอะไร

4.2 การแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา เป็นความสามารถในการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์

4.3 การหาคำตอบ เป็นการดำเนินการแก้ปัญหาจนกระทั่งได้คำตอบของโจทย์ปัญหา

4.4 การทบทวนคำตอบ เป็นการตรวจคำตอบของการแก้ปัญหา และสรุปคำตอบ

ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 6 ข้อ

5. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดเรื่องราวต่าง ๆ โดยมีการใช้ภาษา สัญลักษณ์ และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ เพื่อสะท้อนและอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้

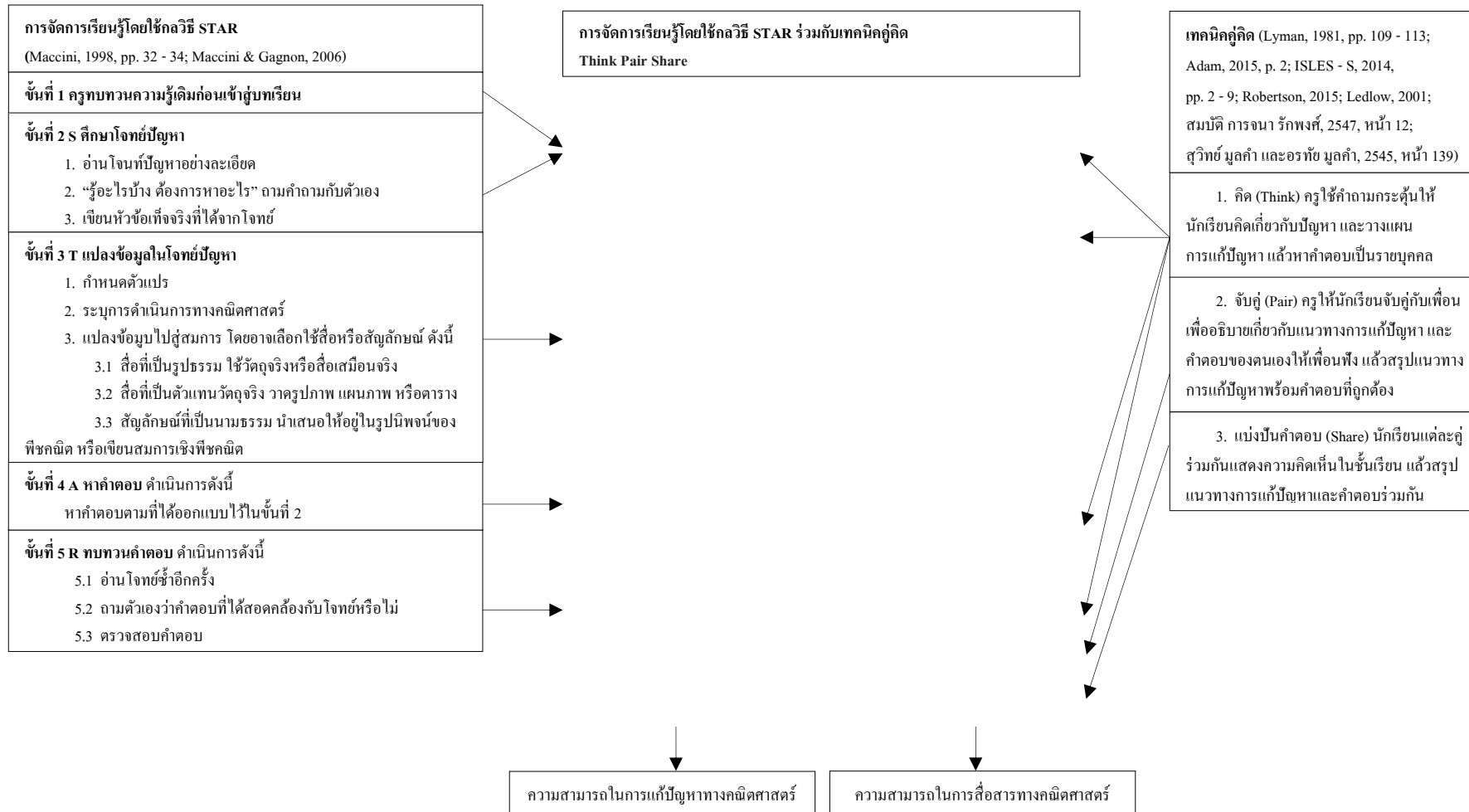
5.1 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอแนวคิดผ่านการพูด อธิบายแนวทางการคิดของนักเรียน ซึ่งวัดได้จากแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ที่มีเกณฑ์การให้คะแนน ความสามารถด้านการพูดเป็นแบบรูบริก (Rubric assessment) โดยผู้วิจัยจะสังเกตในขณะที่นักเรียนจับคู่คิด (Pair) กับเพื่อนและในขณะที่นักเรียนแบ่งปันคำตอบในชั้นเรียน (Share)

5.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หมายถึง ความสามารถในการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ดดยเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางวิชาคณิตศาสตร์ โดยเป็นเกณฑ์เป้าหมายของโรงเรียน บ้านสวนอุดมวิทยา วิเคราะห์ได้จากคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนและแบบสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป ของคะแนนรวม

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดจากทฤษฎีการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ของ Maccini (1998, pp. 32 - 34) ร่วมกับ Maccini and Gagnon (2066) และสังเคราะห์กิจกรรมการเรียนแบบคู่คิด ของ Lyman (1981, pp. 109 - 113; Adam (2015, p. 2); ISLES - S (2014, pp. 2 - 9); Robertson (2015), Ledlow (2001); สมบัติ การจนารักพงศ์ (2547, หน้า 12); สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545, หน้า 139) โดยในการวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดนี้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้จัดขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังปรากฏในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดมีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
 - 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR
 - 2.1 ความเป็นมาและความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR
 - 2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR
 - 2.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR
 - 2.4 ข้อควรพิจารณาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR
3. เทคนิคคู่คิด
 - 3.1 ความหมายของเทคนิคคู่คิด
 - 3.2 องค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิด
 - 3.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิด
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด
5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.3 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.4 ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.5 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.7 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของการสื่อสาร
 - 6.2 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 6.3 ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 6.4 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 6.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 6.6 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยในประเทศ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1. คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

- 1.1 อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับไม่เกิน ๑๐๐,๐๐๐ และ ๐ มีความรู้ลึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- 1.2 มีความรู้ลึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับเศษส่วนที่ไม่เกิน ๑ มีทักษะการบวก การลบ เศษส่วนที่ตัวส่วนเท่ากัน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- 1.3 คาดคะเนและวัดความยาว น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เลือกใช้เครื่องมือ และหน่วยที่เหมาะสม บอกเวลา บอกจำนวนเงิน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- 1.4 จำแนกและบอกลักษณะของรูปหลายเหลี่ยม วงกลม วงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก และกรวย เขียนรูปหลายเหลี่ยม วงกลม และวงรีโดยใช้แบบของรูป ระบुरुูปเรขาคณิตที่มีแกนสมมาตรและจำนวนแกนสมมาตร และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- 1.5 อ่านและเขียนแผนภูมิรูปภาพ ตารางทางเดียวและนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1 - 6) ได้กำหนดสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนต้องรู้ และปฏิบัติได้ หลังจากผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ และกำหนดสาระการเรียนรู้หลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ประกอบด้วย 6 กลุ่มสาระ ได้แก่

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้อการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่กล่าวมา ผู้วิจัยพบว่า สาระที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ซึ่งมาตรฐานการเรียนรู้ ได้แก่ มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมาตรฐานการเรียนรู้ ได้แก่ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 7 - 42) ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน โดยมีตัวชี้วัดดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 1 มาตรฐาน ค 1.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.2	2. วิเคราะห์และหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และโจทย์ปัญหาหระคนของจำนวนนับ ไม่เกินหนึ่งพันและศูนย์พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	<ul style="list-style-type: none"> • โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร • โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน • การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตารางที่ 2 มาตรฐาน ค 6.1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1 - 3	1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา	-
	2. ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	-
	3. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน	-

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR

1. ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR (STAR Strategy steps) เป็นกลวิธีการสอน แก้ไขปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามชื่อตัวอักษรตัวแรกของแต่ละขั้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับจำนวน และตัวเลข โดยที่ S (Search the word problem) คือการศึกษาโจทย์ปัญหา T (Translate the problem) คือการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา A (Answer the problem) คือการหาคำตอบ และ R (Review the solution) คือ การทบทวนคำตอบ ซึ่งในขั้น T (Translate the problem) การแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา เป็นการสอนให้นักเรียนแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการ โดยใช้ตัวแทนที่อยู่ในรูปสื่อหรือสัญลักษณ์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและหาคำตอบ (Maccini, 1998, p. 32 - 35)

Maccini (1998, pp. 32 - 34) ได้ทำการศึกษาและพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาก็เกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาและแนะแนวทางให้นักเรียนที่มี

ความบกพร่องทางการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหาและลำดับขั้นตอนย่อยครบทั้งกระบวนการในการแสดงความหมายและหาคำตอบของปัญหา เพื่อเป็นพื้นฐานสู่การเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี ซึ่งกลวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลนั้นต้องช่วยนักเรียนได้เรียนรู้ข้อมูลทั่ว ๆ ไป และเรียนรู้ข้อมูลที่ต้องจำกัดเวลา ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR อาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้ 1) สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือใช้ตัวอักษร CSA แทนสื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทดังกล่าว สำหรับสื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) เป็นการใช้อวัตถุ 3 มิติที่สามารถจับต้องได้ในการแสดงความหมายของโจทย์ปัญหา หาคำตอบได้ 2) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) เป็นการแสดงความหมายโจทย์ปัญหา โดยการวาดภาพ เขียนแผนภาพ เขียนตาราง 3) สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) เป็นการแสดงความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ทางจำนวน หานัยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต การใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทดังกล่าวช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรียนรู้อย่างมีความหมายมากขึ้น ซึ่งผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าความสามารถของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ มีทักษะการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและตัวเลขดีขึ้นอย่างมาก

Gagnon and Krezmien (2011) กล่าวว่าขั้นที่ 2 ของกลวิธี STAR คือการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา (Translate the problem) ประกอบด้วย การใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete application) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application) นั้น พัฒนามาจากทฤษฎีการสอนของบรูเนอร์ (Bruner) ที่เน้นการสอนโดยให้ผู้เรียนเรียนรู้โครงสร้างของความรู้ ซึ่งเป็นการสอนโดยการนำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ อันจะนำมาซึ่งความเข้าใจและการถ่ายโยงการเรียนรู้ โดยที่การใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application) สอดคล้องกับขั้นการกระทำ (Enactive mode) การใช้สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete application) สอดคล้องกับขั้นจินตนาการ (Iconic mode) และการใช้สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application) สอดคล้องกับขั้นสัญลักษณ์ (Symbolic mode) ของบรูเนอร์

จากการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR เป็นกระบวนการสอนแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามชื่อตัวอักษรตัวแรกของแต่ละขั้น โดยเป็นการสอนให้นักเรียนใช้ตัวแทนที่อยู่ในรูปสื่อหรือสัญลักษณ์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและหาคำตอบ ซึ่งในขั้นที่ 2 ของกลวิธี STAR พัฒนามาจากทฤษฎีการสอนของบรูเนอร์ (Bruner) ที่เน้นการสอนโดยให้ผู้เรียนเรียนรู้โครงสร้างของความรู้ คือการสอนโดยการนำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ อันจะนำมาซึ่งความเข้าใจและการถ่ายโยงการเรียนรู้

2. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR

Maccini (1998, pp. 32 - 34) กล่าวว่า ขั้นตอนหลักของกลวิธี STAR จะประกอบด้วย ขั้นตอนย่อยเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์เพื่อหาคำตอบได้ รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) ศึกษาโจทย์ปัญหา ดำเนินการดังนี้

1. อ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดรอบคอบ
2. ถามคำถามกับตัวเองว่า "รู้อะไรบ้าง และต้องการหาอะไร"
3. เขียนข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา ดำเนินการดังนี้

1. กำหนดตัวแปร
2. ระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
3. แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการในแบบรูปภาพหรือสมการทางคณิตศาสตร์ โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้

หรือเขียนตารางแสดงความหมาย

3.1 สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application: C) ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง

3.2 สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete application: S) วาดรูปภาพ แผนภาพ

หรือเขียนตารางแสดงความหมาย

3.3 สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application: A) หานัยทั่วไปนำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) การหาคำตอบ ดำเนินการดังนี้

1. หาคำตอบที่ตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ ดำเนินการดังนี้

1. อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง
2. ถามตัวเองว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับโจทย์หรือไม่
3. ตรวจสอบคำตอบ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR อาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ดังนี้ สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือใช้ตัวอักษร CSA แทนสื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทดังกล่าว สำหรับสื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) เป็นการใช่วัตถุ 3 มิติที่สามารถจับต้องได้ในการแสดงความหมายของโจทย์ปัญหา หาคำตอบได้ สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) เป็นการแสดงความหมายโจทย์ปัญหา โดยการวาดภาพ เขียนแผนภาพ เขียนตาราง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract)

เป็นการแสดงความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ทางจำนวน หาน้อยทั่วไป นำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต การใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทดังกล่าวช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรียนรู้ที่มีความหมายมากขึ้น

Maccini and Gagnon (2006) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้

1. ก่อนที่จะเข้าสู่บทเรียน ครูควรมีการทดสอบก่อนเรียน เพื่อดูทักษะพื้นฐาน และสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์
 2. ครูแนะนำและอธิบายขั้นตอนของกลวิธี STAR ที่ใช้ในการสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา รวมทั้งเหตุผลที่ใช้กลยุทธ์นี้ในการเรียนการสอนให้นักเรียน
 3. ครูให้นักเรียนจำขั้นตอนของกลยุทธ์ เพื่อสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
- ขั้นตอนหลักของกลวิธี STAR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้
- ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) ศึกษาโจทย์ปัญหา
 - ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา
 - ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา
 - ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ครูทบทวนความรู้เดิมก่อนเข้าสู่บทเรียน
- ขั้นที่ 2 S (Search the word problem) ศึกษาโจทย์ปัญหา โดยดำเนินการดังนี้

อ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียด แล้วถามคำถามกับตัวเองว่า "รู้อะไรบ้าง ต้องการหาอะไร" จากนั้นเขียนข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์
- ขั้นที่ 3 T (Translate the problem) แปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา ดำเนินการดังนี้
 1. กำหนดตัวแปร
 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) หานัยทั่วไปนำเสนอ
ให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต

ขั้นที่ 4 A (Answer the problem) การหาคำตอบ ดำเนินการดังนี้

1. หาคำตอบที่ตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ ดำเนินการดังนี้

1. อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง
2. ถามตัวเองว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับโจทย์หรือไม่
3. ตรวจสอบคำตอบ

3. ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR

Maccini and Gagnon (2006) กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของกลวิธี STAR มีดังนี้

1. กลวิธี STAR เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยให้นักเรียนจำกลวิธีที่สร้างรูปแบบถ้อยคำ จากตัวอักษรตัวแรกของลำดับขั้น

2. ในแต่ละขั้นตอนของกลวิธี STAR มีการใช้ถ้อยคำที่คุ้นเคย ง่าย สั้นกะทัดรัด ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ เช่น อ่านปัญหาอย่างละเอียด เป็นต้น

3. กลวิธี STAR มีขั้นตอนที่เรียงลำดับอย่างเหมาะสม เช่น นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดถี่ถ้วนก่อนลงมือแก้ปัญหา และนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ได้

4. ขั้นตอนของกลวิธี STAR จะกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความสามารถด้านความรู้ เช่น ใช้การวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา เป็นต้น

5. ขั้นตอนของกลวิธี STAR จะกระตุ้นให้นักเรียนสามารถควบคุมตนเอง ใช้ความสามารถแก้ปัญหาได้ เช่น ตรวจสอบคำตอบแล้วหรือไม่ เป็นต้น

ครูสามารถใช้รูปแบบการตรวจสอบตัวเองหรือใบงานที่มีโครงสร้างของขั้นตอนย่อยของกลวิธี STAR และให้นักเรียนทำสัญลักษณ์ (✓) เมื่อทำแต่ละขั้นจนสำเร็จแล้ว หรือมีการเขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง เพื่อให้นักเรียนสามารถตรวจสอบตนเองให้แก้ปัญหาได้ทุกขั้นตอน และช่วยจำขั้นตอนในการแก้ปัญหาคำด้วย ซึ่งตัวอย่างใบงานสำหรับใช้ในการสอนแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างใบงานสำหรับใช้ในการสอนแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธี STAR

คำถามในแต่ละขั้นตอน	กาเครื่องหมาย (✓) หลังจากเสร็จสิ้นงาน ในแต่ละขั้นตอนหรือเขียนรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับ การแก้ปัญหาในช่องว่าง
<p>S: ศึกษาโจทย์ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ่านโจทย์ปัญหาอย่างละเอียด - ถามคำถามกับตัวเองว่า “รู้อะไรบ้าง ต้องการหาอะไร” - เขียนข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์ 	
<p>T: แปลงข้อมูลที่มีอยู่ใน โจทย์ปัญหา</p> <p>ไปสู่สมการในแบบรูปภาพหรือ</p> <p>สมการทางคณิตศาสตร์</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
<p>A: หาคำตอบของ โจทย์ปัญหา</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
<p>R: ทบทวนคำตอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง - ถามตัวเองว่าคำตอบ ที่ได้สอดคล้องกับ โจทย์หรือไม่ - ตรวจสอบคำตอบ 	

Lenz et al. (1996 cited in Maccini & Gagnon, 2006) กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของ กลวิธี STAR ว่า เป็นกลวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพเป็นอย่างมาก ซึ่งจะช่วยนักเรียน ในการหาคำตอบและสรุปคำตอบ อีกทั้งช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ในระยะเวลาที่จำกัด

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กลวิธี STAR มีลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธี STAR ดังนี้

1. เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้จดจำกลวิธีจากตัวอักษรตัวแรกของลำดับขั้น
2. ในแต่ละขั้นตอนมีการใช้ถ้อยคำที่คุ้นเคย ง่าย กะทัดรัด
3. มีขั้นตอนที่เรียงลำดับอย่างเหมาะสม
4. กระตุ้นให้นักเรียนใช้ความสามารถด้านความรู้
5. กระตุ้นให้นักเรียนสามารถควบคุมตนเองใช้ความสามารถแก้ปัญหาได้
6. ช่วยนักเรียนในการหาคำตอบและสรุปคำตอบ และช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้

ในระยะเวลาที่จำกัด

ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการตรวจสอบตัวเองหรือใบงานที่มีโครงสร้างของ ขั้นตอนย่อยของกลวิธี STAR ซึ่งปรับปรุงจากรูปแบบตัวอย่างใบงานของ Maccini and Gagnon โดยผู้วิจัยนำไปประยุกต์ใช้ในใบกิจกรรมหรือใบงานของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โดยกลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน

4. ข้อควรพิจารณาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR

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

1. การเรียนรู้บุคลิกลักษณะของนักเรียนทั้งในด้านพื้นฐานด้านความรู้และพฤติกรรม การสอนโดยใช้กลวิธีควรตระหนักถึงบุคลิกลักษณะของนักเรียนแต่ละคน เช่น บางคนอาจจะชอบ จิตเส้นเน้นข้อความในขณะที่อ่าน โจทย์ปัญหาออกเสียง ขณะที่บางคนอาจจะชอบอ่าน โจทย์ปัญหา ในใจหรืออ่านเงียบ ๆ กระตุ้นนักเรียนให้ทำโจทย์ปัญหาให้ประสบความสำเร็จเพื่อสร้างแรงจูงใจ ในการเรียน

2. กระตุ้นการใช้กลวิธีเป็นรายบุคคล ควรกระตุ้นให้นักเรียนกล้าที่จะใช้กลวิธี ในการหาคำตอบ ทำตามขั้นตอนเพื่อให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา

3. ประยุกต์การใช้งานทั่วไป เช่น ให้โจทย์ที่มีโครงสร้างเหมือนเดิมแต่มีเรื่องราว แตกต่างออกไป หรือให้โจทย์ที่มีความซับซ้อนไปจากโจทย์ที่แก้ในชั้นการสอน เพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนและสามารถประยุกต์ใช้กลวิธีในโจทย์ทั่ว ๆ ไปได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปเกี่ยวกับข้อควรพิจารณาในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธี STAR ในชั้นเรียนมีดังนี้

1. ครูควรเรียนรู้บุคลิกลักษณะของนักเรียนทั้งในด้านพื้นฐานด้านความรู้ และพฤติกรรมการสอนโดยใช้กลวิธีควรตระหนักถึงบุคลิกลักษณะของนักเรียนแต่ละคน

2. ครูควรมีกระตุ้นการใช้กลวิธีเป็นรายบุคคล
3. ครูควรมีการประยุกต์การใช้งานทั่วไป

เทคนิคคู่คิด

1. ความหมายของเทคนิคคู่คิด

เทคนิคคู่คิด (Think pair share) เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยการจับคู่กับเพื่อนในการคิดและมีการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งสถาบันทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของเทคนิคคู่คิดไว้ ดังนี้

ISLES - S (2104, pp. 2 - 9) ระบุว่า เทคนิคคู่คิดเป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีการทำงานเป็นทีม แล้วนำไปสู่เป้าหมายร่วมกัน ซึ่งแต่ละคนจะมีส่วนร่วมในความคิด แล้วร่วมกันสังเคราะห์ความคิดเหล่านั้น

Kagan Spencer (1998, p. 11) ได้กล่าวถึง เทคนิคคู่คิด ว่าเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคน คิดและตอบคำถามที่ครูเตรียมไว้ จากนั้นนำคำตอบที่ได้ไปอภิปรายร่วมกับเพื่อนที่จับคู่ แล้วจึงนำเสนอความคิดหรือคำตอบของตนเองกับเพื่อนต่อชั้นเรียน หรือกลุ่มอื่น ๆ เพื่ออภิปราย หาข้อสรุปร่วมกันจากนักเรียนทั้งชั้น

Adam (2015, p. 2) กล่าวถึง เทคนิคคู่คิด เป็นเทคนิคที่ง่าย ๆ แต่มีรูปแบบที่มีประสิทธิภาพ เทคนิคการเรียนรู้นี้เป็นเทคนิคที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกันกับเพื่อน โดยจะช่วยกันสร้างการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งเป็นเทคนิคที่ช่วยแก้ไขความความไม่เข้าใจของนักเรียนในเวลาที่เหมาะสม กรมวิชาการ (2545 ก, หน้า 210) ระบุว่า เทคนิคคู่คิดเป็นเทคนิคหนึ่งของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ศึกษาเรื่องหรือหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งตามลำพัง หลังจากนั้นจึงจับคู่อภิปรายในสิ่งที่แต่ละคนได้ศึกษามาแล้วนั้นเมื่อได้รับฟังความคิดเห็นกัน ได้ทบทวนกันแล้วก็จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับคู่ของตนร่วมกันในชั้นด้วย

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 138) กล่าวถึง เทคนิคคู่คิดว่าเป็นรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม เป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาพฤติกรรมทางสังคม ควบคู่กับความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545, หน้า 32) กล่าวถึง เทคนิคคู่คิดว่าเป็นเทคนิคของการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยที่เริ่มต้นจากการที่ครูตั้งประเด็นสั้นๆ หรือโจทย์คำถามให้ผู้เรียนหาคำตอบ จากนั้นให้ผู้เรียนจับคู่กับเพื่อน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ผลัดกันเล่าความคิดหรือคำตอบของตนเองให้คู่ฟัง จนได้ข้อสรุปที่เห็นพ้องกันแล้วให้แต่ละคู่ไปเล่าคู่อื่น ๆ

จากข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เทคนิคคู่คิดเป็นการเรียนแบบร่วมมือที่สร้างการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียน 2 คน ที่จับคู่กัน ซึ่งนักเรียนแต่ละคู่มีปฏิสัมพันธ์โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับคู่ของตนเองร่วมกันในชั้นเรียน

2. องค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิด

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิด เป็นกลวิธีการเรียนแบบร่วมมือในลักษณะการอภิปรายกลุ่มย่อย ซึ่งสถาบันทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิดไว้ ดังนี้

Lyman (1981, pp.109 - 113) ซึ่งเป็นผู้พัฒนาเทคนิคคู่คิด กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิดมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. นักเรียนฟังคำถามจากครู โดยครูเป็นผู้ถามคำถามกับนักเรียน
2. นักเรียนจะคิดเกี่ยวกับคำตอบที่เหมาะสม และเขียนเพื่อจดบันทึกคำตอบ
3. นักเรียนจับคู่เพื่อแบ่งปันคำตอบและความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
4. นักเรียนแต่ละคู่แบ่งปันคำตอบที่ได้กับทั้งชั้นเรียนในช่วงการอภิปรายผล และสรุปผล

Adam (2015, p. 2) กล่าวว่า องค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิดมีดังนี้

1. Think ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนคิดหาคำตอบภายในระยะเวลาที่กำหนด (1 - 3 นาที)
2. Pair ให้นักเรียนหาคู่และแบ่งปันและเปรียบเทียบคำตอบของตัวเองกับคู่ของตนเองเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง (1 - 3 นาที)
3. Share ครูสุ่มเลือกคู่เรียนหรือให้พวกเขาอาสาที่จะแชร์คำตอบเหตุผลสำหรับข้อสรุปของพวกเขา ซึ่งในการแบ่งปันคำตอบนี้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาและล้างความสับสนให้แก่กันนักเรียน

ISLES - S (2014, pp. 2 - 9) กล่าวถึง องค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิดว่ามีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ข้อ คือ

1. การคิด (Think) ครูกำหนดเวลาให้นักเรียนในการคิดให้ได้คำตอบที่เหมาะสม และนักเรียนจดบันทึกคำตอบของตัวเอง
2. การจับคู่ (Pair) หลังจากใช้เวลาคิดให้นักเรียนจับคู่เพื่อแบ่งปันคำตอบและความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และร่วมกันสรุปคำตอบของทั้งคู่ ในขณะที่นักเรียนกำลังทำงานร่วมกันครูจะตรวจสอบการสนทนาของนักเรียนอย่างกระตือรือร้น
3. การแบ่งปันคำตอบของนักเรียน (Share) นักเรียนสามารถนำมาแบ่งปันภายในกลุ่มเดียวกัน หรือทั้งชั้นเรียนในช่วงการอภิปรายเพื่อติดตามผล เทคนิคนี้ให้โอกาสแก่นักเรียนทุกคนที่จะแสดงออกถึงตนเอง รวมถึงสะท้อนให้เห็นถึงคำตอบของตนเอง

Robertson (2015) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิดดังนี้

1. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน
2. ให้นักเรียนคิด (Think) เกี่ยวกับคำถามด้วยตัวเองรวมทั้งภาษาที่จะใช้

ในการอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบ

3. ให้นักเรียนแบ่งปันความคิดของตัวเองให้คู่ฟัง (Pair) ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสตรวจสอบคำตอบของตัวเองกับนักเรียนคนอื่น นักเรียนจะได้ยินคำตอบอื่น ๆ ถ้านักเรียนเกิดความสับสนหรือไม่เข้าใจ นักเรียนสามารถขอให้เพื่อนช่วยอธิบายให้ฟังได้ และแต่ละคู่ร่วมกันสรุปความเข้าใจที่เหมาะสม

4. แบ่งปันความคิดกับทั้งชั้นเรียน (Share) ซึ่งในการสนทนา ครูจะได้รับความคิดเห็นเกี่ยวกับความคิดของนักเรียน และครูสามารถประเมินอย่างไม่เป็นทางการได้

Ledlow (2001) ได้กล่าวเกี่ยวกับ องค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิด ดังนี้

1. คิดเกี่ยวกับคำตอบเป็นรายบุคคล (Think)
2. จับคู่กับเพื่อนและหารือเกี่ยวกับคำตอบ (Pair)
3. แบ่งปันคำตอบของตัวเองหรือคำตอบของกลุ่มตนเอง (Share)

สมบัติ การงานรักพงส์ (2547) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิด ดังนี้

1. ครูตั้งคำถาม
2. นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบในเวลาที่กำหนด (Think) โดยครูอาจบอกใบ้ให้บางอย่าง
3. นักเรียนคิดหาคำตอบเป็นคู่ (Pair)
4. ครูสุ่มนักเรียนให้อธิบายความคิดของกลุ่มตนให้ชั้นฟัง (Share)

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 139) กล่าวถึง องค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิด ดังนี้

1. ผู้สอนมอบประเด็นปัญหาให้คิด (Think)
2. ผู้เรียนจับคู่กันคิดหาคำตอบ (Pair)
3. แต่ละคู่ นำคำตอบที่คิดได้มาอภิปรายในชั้นเรียน (Share)
4. ตัวแทนนำเสนอความคิดต่อชั้นเรียน เพื่อนสรุปชั้นเรียน

จากที่สถาบันทางการศึกษาและนักการศึกษาได้กำหนดองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิดไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของเทคนิคคู่คิด ได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การสังเคราะห์องค์ประกอบของเทคนิคคูคิด

สถาบันทางการศึกษา/ นักการศึกษา	Lyman (1981)	Adam (2015)	ISLES-S (2014)	Robertson (2015)	Ledlow (2001)	สมบัติ (2547)	สุวิทย์และ อรรถัย (2545)
องค์ประกอบ							
Think							
- ครูใช้คำถามกระตุ้น	✓	✓		✓		✓	✓
- นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- นักเรียนหาคำตอบเป็นรายบุคคล	✓		✓			✓	
Pair							
- นักเรียนจับคู่กับเพื่อน	✓	✓	✓		✓		✓
- นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบ ของตนเองให้เพื่อนฟัง	✓	✓	✓	✓	✓		
- นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันสรุปแนวทางการแก้ ปัญหาพร้อมคำตอบ			✓	✓			
Share							
- นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
- นักเรียนร่วมกันสรุปแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบร่วมกัน ในชั้นเรียน	✓						✓

จากข้างต้นสามารถสรุปองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิดได้ ดังนี้

1. คิด (Think) ครูใช้คำถามกระตุ้น ให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาแล้วหาคำตอบเป็นรายบุคคล
2. จับคู่ (Pair) ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนเพื่ออธิบายเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบของตนเองให้เพื่อนฟัง แล้วสรุปแนวทางการแก้ปัญหาพร้อมคำตอบที่ถูกต้อง
3. แบ่งปันคำตอบ (Share) นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียนแล้วสรุปแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบร่วมกัน

3. ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคคู่คิด

ISLES - S (2104, pp. 2 - 9) ระบุถึงประโยชน์ของเทคนิค ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมความร่วมมือ ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากผู้อื่น ในสภาพแวดล้อมที่ไม่ใช่การแข่งขัน มีการทำงานร่วมกันส่งผลไปสู่เป้าหมายร่วมกันและในการฝึกความอดทน
2. เพิ่มความเชื่อมั่นในตนเอง นักเรียนอาจจะลังเลที่จะตอบคำถามของหรือพูดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง การเรียนโดยเทคนิคคู่คิดจะให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในความคิดเมื่อได้รับการยืนยันหรือชี้แจงโดยการได้หารือกับเพื่อน
3. นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดอย่างลึกซึ้ง เมื่อนักเรียนได้มีเวลาคิดอย่างเป็นอิสระเกี่ยวกับแนวคิดที่กำลังเรียนรู้ และเมื่อนักเรียนได้แบ่งปันความคิดกันเป็นคู่และเป็นชั้นเรียนจะช่วยสร้างความเข้าใจของและขยายความคิดของนักเรียน
4. ช่วยกำจัดความเข้าใจผิดของนักเรียน เมื่อนักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้กัน ช่วยแก้ไขปัญหาการตีความผิด และการสับสนก่อนที่จะเริ่มต้นการปฏิบัติ

สมบัติ การจนารักพงศ์ (2547, หน้า 12) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของเทคนิคคู่คิด ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและทักษะการสื่อสารให้คู่ของตนเข้าใจ
2. ฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น
3. ช่วยทำให้นักเรียนแต่ละคู่มีความสนิทสนมกันมากขึ้น
4. ช่วยทำให้นักเรียนเป็นคู่หูในการช่วยกันเรียนต่อไป

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2541, หน้า 32) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของเทคนิคคู่คิด ดังนี้

1. ผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถจำความรู้ได้นาน และเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง
2. ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ ทั้งในเนื้อหาสาระความรู้เดียวกันและต่างกัน ตลอดจนนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ได้รู้จักและเข้าใจในตนเองดีขึ้น ในด้านของการทราบข้อดีและข้อบกพร่อง

ของตนเอง เพื่อเป็นแนวทางการแก้ไขปรับปรุง

4. ผู้เรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น
5. ฝึกทักษะการเป็นผู้พูดและผู้ฟังที่ดี
6. ฝึกการเป็นผู้มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น ไม่ยึดมั่นถือมั่น

กรมวิชาการ (2545 ก, หน้า 210) ระบุถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคคู่คิด ว่าวิธีการนี้มีประโยชน์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความเข้าใจในแนวคิดที่เป็นของตนเอง

จากข้างต้น สรุปได้ว่า ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคคู่คิด มีดังนี้

1. ผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์จากการเรียนรู้ ฝึกทักษะการคิดด้วยตนเอง ทำให้สามารถจำความรู้ได้นาน และเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง
2. เพิ่มความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าแสดงออก และฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น
3. ฝึกการ ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น
4. ฝึกทักษะการเป็นผู้พูดและผู้ฟังที่ดี

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด การจัดการเรียนรู้ โดยการนำเสนอปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธี STAR แล้ว จับคู่กัน 2 คน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน แล้วนำความคิดของแต่ละคู่มาแบ่งปันกันในชั้นเรียน โดยที่เน้นการสอนโดยการนำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านช่องทางการพูดและการเขียน โดยผู้วิจัยได้สรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ ดังต่อไปนี้

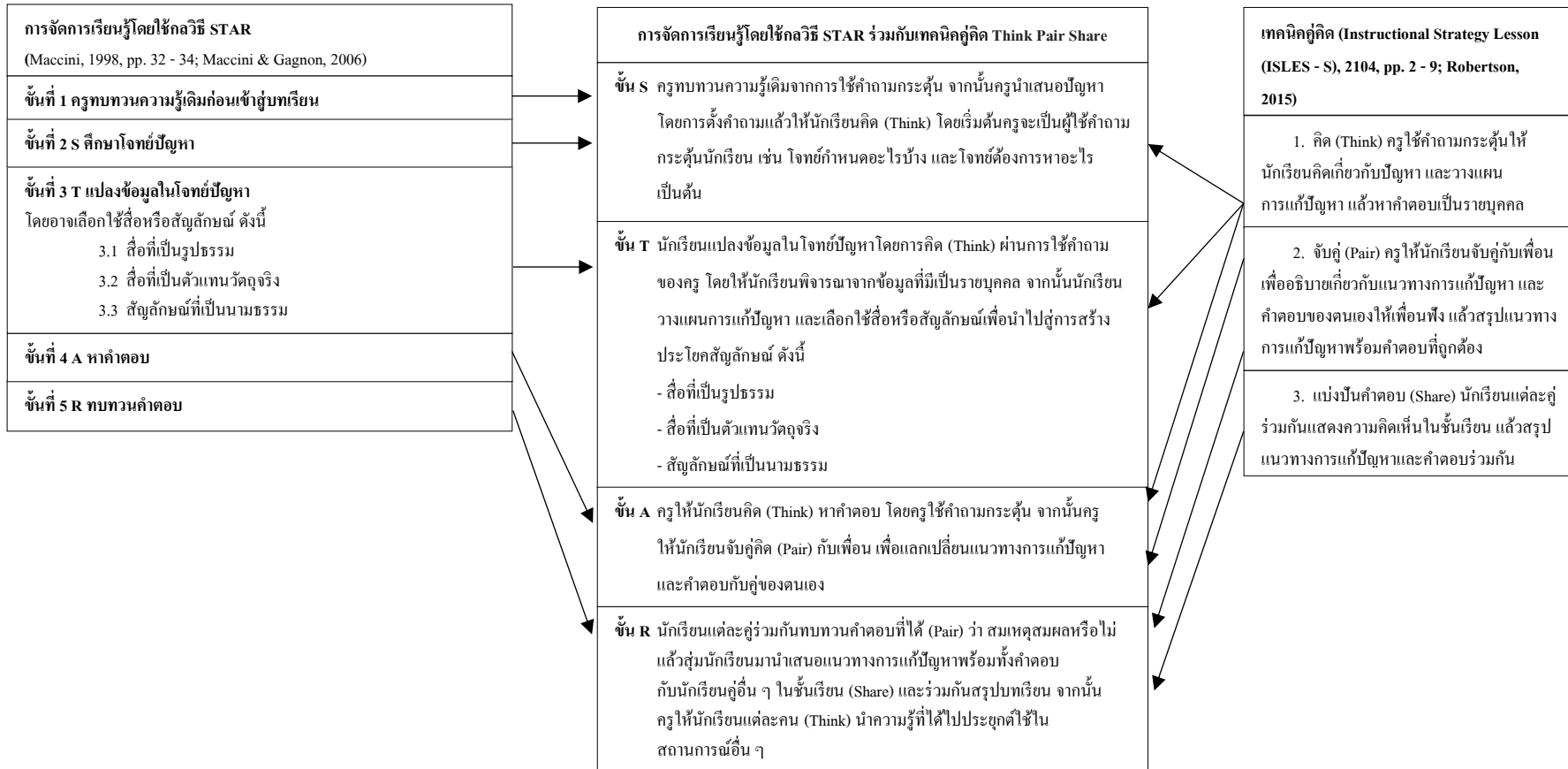
1. การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR หมายถึง กระบวนการสอนแก้โจทย์ปัญหา อย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามชื่อตัวอักษรตัวแรกของแต่ละขั้น โดยเป็นการสอนให้นักเรียน ใช้ตัวแทนที่อยู่ในรูปสื่อหรือสัญลักษณ์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและหาคำตอบ ซึ่งเน้นการสอน โดยการนำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ โดยผู้วิจัยสังเคราะห์จากขั้นตอนของ Maccini ร่วมกับ Maccini and Gagnon ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ครูทบทวนความรู้เดิมก่อนเข้าสู่บทเรียน

ขั้นที่ 2 S (Search the word problem) ศึกษาโจทย์ปัญหา โดยดำเนินการดังนี้
อ่าน โจทย์ปัญหาอย่างละเอียด แล้วถามคำถามกับตัวเองว่า ”รู้อะไรบ้าง ต้องการหาอะไร”
จากนั้นเขียนข้อเท็จจริงที่ได้จากโจทย์

ขั้นที่ 3 T (Translate the problem) แปลงข้อมูลใน โจทย์ปัญหา ดำเนินการดังนี้

1. กำหนดตัวแปร
 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) หานัยทั่วไปนำเสนอให้อยู่ในรูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต
- ขั้นที่ 4 A (Answer the problem) การหาคำตอบ ดำเนินการดังนี้
1. หาคำตอบที่ตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นที่ 3
- ขั้นที่ 5 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ ดำเนินการดังนี้
1. อ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง
 2. ถามตัวเองว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับโจทย์หรือไม่
 3. ตรวจสอบคำตอบ
2. การเรียนโดยใช้เทคนิคคู่คิด (Think Pair Share) หมายถึง การเรียนแบบร่วมมือที่สร้างการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียน 2 คน ที่จับคู่กัน ซึ่งนักเรียนแต่ละคู่มีปฏิสัมพันธ์โดยการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับคู่ของตนเองร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้
- 2.1 คิด (Think) ครูใช้คำถามกระตุ้น ให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาแล้วหาคำตอบเป็นรายบุคคล
 - 2.2 จับคู่ (Pair) ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนเพื่ออธิบายเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบของตนเองให้เพื่อนฟัง แล้วสรุปแนวทางการแก้ปัญหาพร้อมคำตอบที่ถูกต้อง
 - 2.3 แบ่งปันคำตอบ (Share) นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียนแล้วสรุปแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบร่วมกัน
- จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ดังนี้



ภาพที่ 2 การสังเคราะห์กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด

จากภาพที่ 2 จะได้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ดังนี้

ขั้น S (Search) ครูทบทวนความรู้เดิมจากการใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวข้องกับเรื่อง ที่นักเรียนเคยเรียนผ่านมาแล้ว จากนั้นครูนำเสนอปัญหาโดยการตั้งคำถามแล้วให้นักเรียนคิด (Think) เป็นรายบุคคล และนักเรียนศึกษาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหา โดยเริ่มต้นครูจะเป็นผู้ใช้คำถาม กระตุ้นนักเรียน เช่น นักเรียนรู้อะไรบ้าง และต้องการหาอะไร เป็นต้น

ขั้น T (Translate) นักเรียนแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาโดยการใช้การคิด (Think) ผ่านการใช้ คำถามของครู โดยให้นักเรียนพิจารณาจากข้อมูลที่มีเป็นรายบุคคล จากนั้นนักเรียนวางแผน การแก้ปัญหา และเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์เพื่อนำไปสู่การสร้างสมการ ดังนี้

- สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application: C) ใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง
- สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semi concrete application: S) วาดรูปภาพ แผนภาพ

หรือเขียนตารางแสดงความหมาย

- สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application: A) หานัยทั่วไปนำเสนอให้อยู่ใน รูปนิพจน์ของพีชคณิต หรือเขียนสมการเชิงพีชคณิต

ขั้น A (Answer) ครูให้นักเรียนแต่ละคนคิด (Think) หาคำตอบ โดยครูใช้คำถามกระตุ้น จากนั้นครูให้นักเรียนจับคู่คิด (Pair) กับเพื่อนเพื่อแลกเปลี่ยนแนวทางการแก้ปัญหาและคำตอบ กับคู่ของตนเอง

ขั้น R (Review) นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันทบทวนคำตอบที่ได้ (Pair) ว่าสมเหตุสมผล หรือไม่ แล้วสุ่มนักเรียนมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาพร้อมทั้งคำตอบกับนักเรียนคู่อื่น ๆ ในชั้นเรียน (Share) และร่วมกันสรุปบทเรียน จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

องค์กรทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของปัญหา ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Cruikshank and Sheffield (1992, p. 37) ได้กล่าวไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไม่ได้หมายความว่าเกี่ยวข้องกับจำนวนเท่านั้น บางปัญหาเป็นปัญหาที่เกี่ยวกับสมบัติ ทางกายภาพหรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดยไม่เกี่ยวข้องกับจำนวนก็ได้

Krulik and Rudnick (1993, p. 6) ได้กล่าวถึง ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า สถานการณ์ที่เป็นประโยค และคำตอบจะต้องเกี่ยวกับปริมาณในปัญหานั้น ๆ ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ระบุวิธีการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน แต่ผู้แก้ปัญหาจะต้องค้นคว้าหาวิธีการเพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้น ๆ ที่ต้องการ

สสวท. (2555, หน้า 7) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 57) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือ คำถามที่ต้องการคำตอบ ปัญหาของนักเรียนคนหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาของนักเรียนอีกคนหนึ่ง

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, หน้า 62) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบอาจจะอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือคำอธิบาย ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้ และอุปกรณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้ โดยที่สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกบุคคลหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีต อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

จากที่นักการศึกษาและนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน โดยที่ผู้แก้ปัญหายังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที และปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้หมายความว่า จะเกี่ยวข้องกับจำนวนเท่านั้น

2. ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีองค์กรการศึกษาศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Polya (1985, pp. 4 - 5) ได้อธิบายไว้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิถีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อให้ได้ข้อลงเอยหรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

Krulik and Reys (1980, pp. 3-4) ได้กล่าวถึง การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมาย (Problem solving as a goal) จะพบคำถามว่าทำไมต้องสอนคณิตศาสตร์ อะไรเป็นเป้าหมายในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ นักการศึกษา นักคณิตศาสตร์ และบุคคลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เข้าใจว่า การแก้ปัญหาเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ เมื่อการแก้ปัญหานั้นถูกนำมาพิจารณาว่าเป็นเป้าหมายอันหนึ่ง การแก้ปัญหาก็เป็นอิสระจากเป็นปัญหาเฉพาะ (Specific problem) กระบวนการและวิธีการตลอดจนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ แต่การพิจารณาที่สำคัญ คือ จะต้องคำนึงว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร ซึ่งเป็นเหตุผลแรกสำหรับศึกษาคณิตศาสตร์ ข้อพิจารณานี้มีอิทธิพลต่อหลักสูตรทั้งหมด และมีความสำคัญต่อการนำไปใช้ในการฝึกปฏิบัติในห้องเรียน

2. การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ (Problem solving as a process) การตีความในลักษณะนี้จะเห็นได้ชัดเจนเมื่อนักเรียนตอบปัญหา ตลอดจนกระบวนการ หรือขั้นตอนที่กระทำเพื่อจะได้คำตอบ สิ่งสำคัญที่ควรนำมาพิจารณา ก็คือ วิธีการ กระบวนการ และกลวิธีที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในกระบวนการแก้ปัญหา และเป็นจุดสำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐาน (Problem solving as a basic skill) การตีความในลักษณะนี้ จะพิจารณาเฉพาะในเนื้อหาที่เป็นโจทย์ปัญหา คำนึงถึงรูปแบบของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา การพิจารณาถึงการแก้ปัญหานั้น เป็นทักษะพื้นฐาน จึงช่วยในการจัดการเรียนการสอนของครู ซึ่งประกอบด้วย การสอนทักษะ (Skill) มโนคติ (Concept) และการแก้ปัญหา (Problem solving) ในทุกครั้งของการสอน

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2554, หน้า 14) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหานั้นจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา/กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหานั้นๆ

ปรีชา เนาว่าเย็นผล (2537, หน้า 62) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งผู้แก้ปัญหานั้นต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิม ประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

สสวท. (2555, หน้า 7) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา/ ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ สถานการณ์ที่จะนำมาเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ควรเป็นสถานการณ์ที่กระตุ้นและดึงดูดความสนใจของนักเรียนตลอดจนเป็นสถานการณ์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขึ้นต่อกระบวนการแก้ปัญหาและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายไปใช้ในการแก้ปัญหา

จากที่องค์กรการศึกษาศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือการหาวิถีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นกระบวนการ หรือขั้นตอนที่กระทำเพื่อจะได้คำตอบ โดยประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์

3. ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีองค์กรทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Gagne (1970, pp. 186 - 187) กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual skills) หมายถึง ความสามารถในการนำกฎ สูตร ความคิดรวบยอด และหรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมทักษะ/ทางปัญญาจะเป็นความรู้ที่ผู้เรียนเคยเรียนมาก่อน

2. ลักษณะของปัญหา(Problem schemata) หมายถึง ข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการกับสิ่งที่กำหนดให้ได้ข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ คำศัพท์ และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ

3. การวางแผนหาคำตอบ (Planning strategies) หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะทางปัญญาและลักษณะของปัญหาในการวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนหาคำตอบเป็นกลวิธีการคิด (Cognitive strategies) อย่างหนึ่ง

4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating the answer) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบย้อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาลดลดกระบวนการ

Suydam (1990, p. 36) กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการเข้าใจในความคิดรวบยอดและข้อความทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแยกแยะความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างกัน ความสามารถในการเลือกใช้ข้อมูลและวิธีการที่ถูกต้อง ความสามารถในการแยกแยะข้อมูลที่ที่ไม่เกี่ยวข้องความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลและประมาณค่า ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์และตีความหมายของข้อเท็จจริงเชิงปริมาณ

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 58) ได้กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ๆ ความสามารถในการอ่าน คือ ต่าง อ่านแล้วเข้าใจ สามารถแปลความ ตีความ และขยายความได้ ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาลดลงจนความสามารถในการคิดคำนวณ

กองวิจัยทางการศึกษา (2542, หน้า 7 - 10) ได้กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า กระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความสามารถในการเข้าใจโจทย์ ความสามารถในการหาวิธีการได้ถูกต้อง ความสามารถในการคิดคำนวณ และความสามารถในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

สุวรรณ กาญจนมยุร (2544, หน้า 3 - 4) ได้กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความสามารถทางด้านภาษา ได้แก่

1.1 ทักษะการอ่าน หมายถึง อ่านได้คล่อง ชัดเจน รู้จักแบ่งวรรคตอนได้ถูกต้อง ไม่ว่าจะอ่านในใจหรืออ่านออกเสียง

1.2 ทักษะในการเก็บใจความ หมายถึง เมื่ออ่านข้อความของโจทย์ปัญหาแล้วสามารถแบ่งข้อความของโจทย์ได้ว่าตอนใดเป็นข้อความของสิ่งที่กำหนดให้และข้อความตอนใดเป็นสิ่งที่โจทย์ถามหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

1.3 รู้จักเลือกใช้ความหมายของคำถูกต้องตามเจตนาของโจทย์ปัญหา ฉะนั้น นักเรียนต้องได้รับการอธิบายความหมายของคำต่าง ๆ ให้เข้าใจอย่างชัดเจนและทบทวนความหมายของคำที่เรียนไปแล้วเสมอ

2. ความเข้าใจ ได้แก่

2.1 ทักษะจับใจความ กล่าวคือ อ่าน โจทย์ปัญหาหลาย ๆ ครั้ง แล้วสามารถจับใจความได้ว่าเรื่องอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง โจทย์ต้องการทราบอะไร

2.2 ทักษะการตีความ กล่าวคือ จากประโยคสัญลักษณ์ที่แปลความหมายจากโจทย์ปัญหานั้นสามารถสร้างโจทย์ปัญหาใหม่ในลักษณะเดียวกันได้

3. การคิดคำนวณ คือ ความสามารถในการบวกจำนวนได้อย่างถูกต้อง ลบจำนวนได้อย่างแม่นยำ คูณ และหารจำนวนต่าง ๆ ได้รวดเร็ว

4. การย่อความและสรุปความได้ครบถ้วนชัดเจนในขั้นแสดงวิธีทำดังนี้

4.1 ทักษะการย่อความเพื่อเขียนข้อความจากโจทย์ปัญหาในลักษณะย่อความที่รัดกุมชัดเจน ครบถ้วนตามประเด็นสำคัญ

4.2 ทักษะในการสรุปความ หมายถึง สามารถสรุปความจากสิ่งที่กำหนดให้มาเป็นความรู้ใหม่ได้ถูกต้อง

5. ฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาได้จากตัวอย่างจากการแปลความหมาย และทำแบบฝึกหัด

ปรีชา เนาว่าเย็นผล (2537, หน้า 64 - 66) ได้กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจ โจทย์ คือความสามารถในการอ่าน และทำความเข้าใจโดยสามารถแยกแยะประเด็นที่สำคัญของปัญหาออกมาให้ได้ว่าปัญหาคำหนดอะไรให้และต้องการให้หาอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นและไม่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา

2. ทักษะในการแก้ปัญหานั้น ทักษะเกิดจากการฝึกทำบ่อย ๆ คือ ความสามารถในการนำประสบการณ์เดิมเทียบเคียงพิจารณาปัญหาใหม่ สามารถนำยุทธวิธีต่างๆ มาใช้แก้ปัญห และสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณ คือการลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้วางไว้ ซึ่งในบางปัญหาต้องใช้การคิดคำนวณและในบางปัญหาจะต้องใช้กระบวนการให้เหตุผล

จากที่องค์กรทางการศึกษาและนักการศึกษาให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ไว้ในข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์และประสบการณ์ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบ เมื่อกำหนดปัญหาหรือข้อคำถามที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์มาให้ โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการศึกษาโจทย์ปัญหา เป็นความสามารถในการแปลความหมาย โจทย์ สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์ต้องการทราบอะไร

2. ความสามารถในการแปลงข้อมูลใน โจทย์ปัญหา เป็นความสามารถในการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ใน โจทย์ปัญหาไปสู่สมการ

3. ความสามารถในการหาคำตอบ เป็นการดำเนินการแก้ปัญหาวจนกระทั่งได้คำตอบของ โจทย์ปัญหา

4. ความสามารถในการทบทวนคำตอบ เป็นการตรวจคำตอบของการแก้ปัญหาว และสรุปคำตอบ

4. ความสำคัญของการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์

องค์กรทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 13 - 17) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญมากในการพัฒนาคุณภาพบุคคล เนื่องจากวิชานี้ได้ฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล การคิดสร้างสรรค์ที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการเตรียมตัวของนักเรียน เพื่อการเป็นสมาชิกที่ดีของสังคม ส่งเสริมนักเรียนในการพัฒนาตนเอง รู้จักวิธีการแก้ปัญหาและสามารถตัดสินใจในการเลือกอาชีพตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของตนเองในชีวิตประจำวัน ทุกคนใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย นอกจากนี้อาชีพต่าง ๆ ก็ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการประกอบอาชีพ ในการเรียนคณิตศาสตร์นักเรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาต่าง ๆ ตั้งแต่ปัญหาที่ง่ายและยากขึ้นตามลำดับของชั้นเรียน การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจะช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหให้กับนักเรียน

2. การเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ถ้านักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจสนุกสนาน นักเรียนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนได้และสามารถนำความรู้ที่เรียนนั้น ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นเรื่องสำคัญ ในการเรียนรู้อย่างมาก แต่ถ้านักเรียนเรียนด้วยการท่องจำ คิดคำนวณได้เฉพาะปัญหาที่มีสัญลักษณ์ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนกับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ครูผู้สอนต้องสรรหากิจกรรม วิธีสอนที่ทำให้นักเรียนเข้าใจ เรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สนใจที่จะคิดและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถใช้ความรู้คณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และศาสตร์ต่าง ๆ ช่วยส่งเสริมการคิดค้นให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ วิทยาการใหม่ ๆ ขึ้นในโลกได้

3. การนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ถ้านักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาย่างสม่ำเสมอ จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

กรมวิชาการ (2540, หน้า 1) ได้เสนอ ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ มีความสำคัญและเหมาะที่จะใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพราะ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ และเป็นเครื่องมือช่วยให้นักเรียนพัฒนาทัศนคติที่ดีต่อสถานการณ์ใหม่ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะ ความคิดรวบยอด และหลักการต่าง ๆ โดยแสดงการประยุกต์ใช้ในคณิตศาสตร์เอง และที่สัมพันธ์กับสาขาอื่น ๆ นอกจากนี้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการเตรียมการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ที่จะนำไปสู่แนวคิดใหม่ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความสำเร็จในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะทำให้เกิด

การพัฒนาคุณลักษณะของนักเรียนที่ต้องการ เช่น ความใฝ่รู้ ความอยากรู้อยากเห็นความเป็นคนช่างคิดช่างสังเกต ฯลฯ

สสวท. (2555, หน้า 78) ได้เสนอ ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้จริง ผู้สอนจึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้ฝึกฝน และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน ได้ตลอดชีวิต

เวชฤทธิ์ อังกะนัทพรขจร (2554, หน้า 15) ได้ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการเตรียมการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้และการสร้างสรรค์แก่นักเรียน ช่วยให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ และช่วยให้นักเรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะ มโนทัศน์ และหลักการต่าง ๆ รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้ได้

จากข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาตนเอง รู้จักวิธีการแก้ปัญหา ช่วยการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย ช่วยให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ นักเรียนมีนิสัยกระตือรือร้นและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน ได้ตลอดชีวิต อีกทั้งเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ให้นักเรียน

5. ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีองค์การการศึกษาศึกษาและนักวิชาการหลายท่าน ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

Polya (1985, pp. 123 - 128) ได้แบ่ง ปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problems to find) เป็นปัญหาให้ค้นหาลักษณะที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to prove) เป็นปัญหาที่ให้อธิบายอย่างสมเหตุสมผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สมมุติฐาน หรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

Reys Susdam and Linquist (1995, p.29) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา (Routine problems) เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อน ผู้แก้ปัญหา มีความคุ้นเคยในโครงสร้าง และวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาแปลกใหม่ (Nonroutine problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน ในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามust ประมวลความรู้ ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ ในการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว่าเย็นผล (2537, หน้า 53) กล่าวถึง การแบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การแบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ทำให้สามารถแบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการ คำอธิบายให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผล

2. การแบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา และความซับซ้อนของปัญหาทำให้สามารถแบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคย ในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนผู้แก้ปัญหามust ประมวล ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2533, หน้า 10 - 17) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาเกี่ยวกับสาระ ได้แก่ ปัญหาตามที่ปรากฏอยู่ในหนังสือเรียนทั่วไปนั่นเอง เป็นปัญหาที่นำความรู้เกี่ยวกับวิธีคิดคำนวณที่เรียนมาแล้วมาใช้หาคำตอบของสภาพการณ์ที่ เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน จึงอาจกล่าวได้ว่า ปัญหาชนิดนี้มุ่งขยายประสบการณ์ด้านการคิด คำนวณมากกว่าการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง เช่น ตัวอย่างปัญหาหลังบทเรียน

แต่ละเรื่อง เช่น เรื่องการคูณเศษส่วนกับจำนวนนับ นักเรียนแทบไม่ต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องแก้เลยเพราะรู้อยู่แล้วว่าจะต้องใช้วิธีการคูณเศษส่วนนักเรียนก็ใช้วิธีการนั้นทันที

2. ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการ เป็นปัญหาที่มุ่งเน้นกระบวนการในการหาคำตอบมากกว่าตัวคำตอบเอง ในการหาคำตอบบางครั้งไม่จำเป็นต้องนำการบวก ลบ คูณ หาร มาใช้ แต่ใช้กระบวนการคิดอื่น ๆ ปัญหาชนิดนี้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดี และยังส่งเสริมวิธีคิดอย่างหลากหลาย อย่างสร้างสรรค์ และสร้างความรู้สึกล้าทำทายอีกด้วย

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช (2537, หน้า 182) ได้ระบุถึง ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาสามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ประเภทให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการ คำอธิบายให้เหตุผล

2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

เมื่อพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหาสามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้าง และวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามองต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ประเภทของปัญหา สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

1. พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ได้แก่ ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการ คำอธิบายให้เหตุผล

2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหาทำให้สามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา และปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนผู้แก้ปัญหามองต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

6. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Bruner (1960) ได้ให้คำแนะนำแก่ครูว่า ในการสอนนักเรียนนั้น ครูควรจะใช้แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สนับสนุนการลงมือปฏิบัติ
2. ส่งเสริมการกระตุ้นการเรียนรู้ และการสร้างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
3. ส่งเสริมการดูแลรับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเป็นอิสระไม่พึ่งพิงผู้อื่น
4. สนับสนุนกิจกรรมที่ทำให้เกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ และกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
5. การจัดการเรียนการสอนนั้นต้องเป็นการออกแบบให้เหมาะกับนักเรียน
6. ยกตัวอย่างให้นักเรียนเข้าใจนักเรียนก็เรียนรู้จากตัวอย่างจนกระทั่งเขาสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ จนนำมาสู่การสร้างความคิด สร้างความรู้ในรูปแบบใหม่ได้

Baroody (1993, p. 56) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้ปัญหา (Teaching via problem solving) เป็นการสอนความรู้หรือพัฒนาทักษะใด ๆ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การให้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่
2. การสอนให้แก้ปัญหา (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหากับปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้
3. การสอนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา (Teaching about problem solving) เป็นการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิค และกลวิธีการแก้ปัญหา เช่น การสอนกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาวงวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2544, 2544, หน้า 80 - 81) ได้กล่าวถึง แนวทางสำหรับครูในการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่กระตุ้นความสนใจ และเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน
2. ควรทดสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ถ้ามีไม่เพียงพอต้องสอนเสริม หรือทบทวนในสิ่งที่เคยเรียนไปแล้ว
3. ควรให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหา
4. ควรให้แบบฝึกหัดที่มีข้อยาก ปานกลาง และง่าย เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้แก่นักเรียน

5. ควรทดสอบว่านักเรียนเข้าใจปัญหาในข้อนั้น ๆ หรือไม่ โดยการสอบถามว่า โจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรมาให้
6. ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบโดยการประมาณก่อนที่จะคิดคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง
7. ควรช่วยให้นักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพ หรือเขียนแผนผัง ในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้
8. ควรช่วยนักเรียนในการคิดแก้ปัญหา เช่น การถามว่าเคยแก้ปัญหาที่คล้ายกันหรือไม่ ลองแยกแยะปัญหาข้ออื่น ๆ ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ
9. ควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ รวมทั้ง สนับสนุนให้ตอบวิธีการที่คิดและทำในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ ตลอดจนให้ทบทวนวิธีการคิด แก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน
10. ควรให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อย ๆ หรือนำปัญหามาเอง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิด

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538, หน้า 66) ได้เสนอ แนวทางในการพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามวิธีการสอนของครู โดยพิจารณาตามกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา
 - 1.1 ควรพัฒนาทักษะการอ่าน โดยให้นักเรียนฝึกอ่านและทำความเข้าใจข้อความ ในปัญหาที่ครูยกมาเป็นตัวอย่างในการสอนก่อนที่จะมุ่งไปที่วิธีทำเพื่อหาคำตอบ โดยอาจมีการฝึก เป็นรายบุคคลหรือฝึกเป็นกลุ่ม อภิปรายร่วมมือกันถึงสาระสำคัญของโจทย์ปัญหา ความเป็นไปได้ ของคำตอบที่ต้องการ ความพอเพียง หรือความมากเกินไปของข้อมูลที่กำหนดให้
 - 1.2 ควรใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพหรือสร้างแบบจำลอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหา จะทำให้มีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น
 - 1.3 ควรใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันให้นักเรียนฝึกทำเพื่อความเข้าใจ เช่น การนำปัญหาที่กำหนดข้อมูลให้เกินความจำเป็นหรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอมาให้นักเรียน ฝึกวิเคราะห์ข้อมูลว่า ข้อมูลที่กำหนดให้ นั้นข้อมูลใดใช้ได้บ้าง หรือหาว่าข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอ หรือไม่

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา

2.1 ต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ใช้การกระตุ้นให้คิดด้วยตนเอง เช่น การใช้คำถามนำ โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ หยุดใช้คำถามเมื่อนักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2.2 ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมามาก ๆ คือ สามารถบอกให้คนอื่น ๆ ทราบว่าตนเองคิดอะไร การคิดออกมามาก ๆ อาจอยู่ในรูปของการบอกหรือเขียนแผนภาพ และแบบแผนแสดงลำดับขั้นตอนการคิดออกมาให้ผู้อื่นทราบ ทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.3 ควรสร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้รู้จักคิดวางแผนก่อนลงมือทำสิ่งใดเสมอ ๆ จัดหาปัญหาที่ท้าทายและน่าสนใจมาให้นักเรียนฝึกคิดบ่อย ๆ

2.4 ควรส่งเสริมให้รู้จักใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาแต่ละข้อให้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด และจะมีโอกาสได้ฝึกการวางแผนมากขึ้น

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน ควรฝึกให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และควรให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบการวางแผนก่อนที่จะลงมือทำตามแผน โดยพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้ และพิจารณาว่าวิธีการเหมาะสมถูกต้องกับการแก้ปัญหานั้น ๆ หรือไม่

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผลคำตอบ

4.1 ควรกระตุ้นให้เห็นความสำคัญของการตรวจสอบวิธีทำและคำตอบให้เคยชิน โดยครูอาจสร้างกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการตรวจสอบความถูกต้อง หาข้อบกพร่องจากการแสดงการแก้ปัญหาที่ครูยกตัวอย่างมาให้

4.2 ควรกระตุ้นให้รู้จักตีความหมายของคำตอบที่ได้ว่ามีความหมายสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่

4.3 ควรสนับสนุนให้ทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อเป็นการตรวจสอบวิธีการที่ใช้นั้นกับวิธีการอื่นที่สามารถใช้หาคำตอบในปัญหานั้นได้อีก

4.4 ควรให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อช่วยทำให้มีความเข้าใจในโครงสร้างของปัญหา ทำให้สามารถมองเห็นแนวทางการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีอื่น ๆ ได้

จากข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทักษะคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้ปัญหา เป็นการสอนความรู้หรือพัฒนาทักษะใด ๆ โดยใช้ปัญหา เป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้

2. การสอนให้แก้ปัญหา เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหากับปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างแตกต่างกัน

3. การสอนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เป็นการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิค และกลวิธีการแก้ปัญหา

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผลคำตอบ

5. เลือกปัญหาที่กระตุ้นความสนใจ และเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน

6. ควรช่วยให้นักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพหรือเขียนแผนผัง ในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาคำตอบ

7. การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทักษะทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การประเมิน (Rubric) มี 2 ชนิด คือ เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม (Holistic rubric) และเกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic rubric) ซึ่งผู้วิจัยใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทักษะทางคณิตศาสตร์แบบแยกส่วน (Analytic rubric) โดยมีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กำหนดเกณฑ์ไว้ ดังนี้

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

1. ความเข้าใจในปัญหา เป็นความสามารถในการแปลความหมายโจทย์ มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

0 หมายถึง แปลความหมายผิดโดยสิ้นเชิง

1 หมายถึง แปลความหมายผิดบางส่วน

2 หมายถึง แปลความหมายโจทย์ถูกต้อง

2. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

0 หมายถึง ไม่ลงมือทำหรือทำผิดโดยสิ้นเชิง

1 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาคือต้องเป็นบางส่วน

2 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาคือต้อง (ไม่พิจารณาการคำนวณ)

3. การตอบปัญหา เป็นการพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาร่วมกับทักษะการคำนวณ มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

- 0 หมายถึง ตอบผิดและกระบวนการแก้ปัญหาผิด
- 1 หมายถึง ตอบเพียงบางส่วน (ในกรณีที่มีหลายคำตอบ)
- 2 หมายถึง การคำนวณถูกต้อง

Reys and Lindquist (1995, p. 313) ได้กำหนดคะแนนของความสามารถในการแก้ปัญหา โดยแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาก็จะให้คะแนน ตั้งแต่ 0 - 2 คะแนน ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

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

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 113 - 114) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาคงจะมีวิธีการที่มากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง และได้เสนอเกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา
 - 2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
 - 1 คะแนน สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง
 - 0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา
 - 2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง

0 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง

0 คะแนน สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

4. การตอบ

2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์

1 คะแนน สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด

0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

พร้อมพรรณ อุคมสิน (2547, pp. 173 - 174) ได้แบ่งเกณฑ์การประเมินความสามารถ

ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจในการทำงาน

คะแนน 1 หมายถึง ไม่มีความเข้าใจทั้งหมด

คะแนน 2 หมายถึง เข้าใจบางส่วน

คะแนน 3 หมายถึง เข้าใจพอใช้

คะแนน 4 หมายถึง สรุปร่างอิงได้ ประยุกต์ใช้ได้ ขยายความคิดได้

2. คุณภาพของวิธีการทำ

คะแนน 1 หมายถึง วิธีการไม่เหมาะสม

คะแนน 2 หมายถึง มีแนวทางหรือวิธีการเหมาะสมบางส่วน

คะแนน 3 หมายถึง มีแนวทางหรือวิธีการใช้การได้ดี

คะแนน 4 หมายถึง มีแนวทางหรือวิธีการแยกแยะมีประสิทธิภาพ

3. การตัดสินใจเลือกใช้วิธีการ

คะแนน 1 หมายถึง ไม่แสดงให้เห็นหลักฐานของการตัดสินใจที่มีเหตุผล

คะแนน 2 หมายถึง ตัดสินอย่างมีเหตุผล

คะแนน 3 หมายถึง ตัดสินใจหรือปรับแก้ตามที่ตั้งใจได้อย่างมีเหตุผล

คะแนน 4 หมายถึง ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ปรับแก้แนวทางได้ถูกต้อง ชัดเจน

4. ผลลัพธ์ของการกระทำ

คะแนน 1 หมายถึง คำตอบปราศจากการขยายความ

คะแนน 2 หมายถึง คำตอบแสดงข้อสังเกต

คะแนน 3 หมายถึง คำตอบแสดงการประยุกต์ใช้

คะแนน 4 หมายถึง คำตอบแสดงทั้งการสังเคราะห์ การสรุปอ้างอิง

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ขั้นตอนกลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ ซึ่งปรับปรุงจากเกณฑ์การให้คะแนนของ Charles and Lester และ พร้อมพรรณ อุดมสิน แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ขั้นตอนกลวิธี STAR

ขั้นตอนกลวิธี STAR	คะแนนและความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
1. การศึกษาโจทย์ ปัญหา (S: Search the word problem)	2 คะแนน เมื่อเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ ให้หาคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์
	1 คะแนน เมื่อเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ ให้หาได้ถูกต้องเพียงอย่างเดียวอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือเขียนแสดง ทั้งสองอย่าง แต่ยังไม่ถูกต้องในบางส่วน
	0 คะแนน เมื่อเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ ให้หาไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการเขียนตอบ
2. การแปลงข้อมูล ในโจทย์ปัญหา (T: Translate the problem)	2 คะแนน เมื่อเขียนแสดงการแปลงข้อมูลใน โจทย์ไปสู่ประโยค สัญลักษณ์ได้ถูกต้องครบถ้วน
	1 คะแนน เมื่อเขียนแสดงการแปลงข้อมูลใน โจทย์ไปสู่ประโยค สัญลักษณ์ได้ แต่มีการเขียนเครื่องหมายหรือตัวเลข ในประโยคสัญลักษณ์ผิดในบางส่วน หรือเขียนเครื่องหมาย และตัวเลขได้ถูกต้อง แต่เขียนวงเล็บไม่ถูกต้อง
	0 คะแนน เมื่อไม่สามารถเขียนแสดงการแปลงข้อมูลใด ๆ ใน โจทย์ เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ หรือเขียนเครื่องหมาย ตัวเลข หรือวงเล็บไม่ครบถ้วนและไม่ถูกต้องทั้งหมด

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนกลวิธี STAR	คะแนนและความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
3. การหาคำตอบ (A :Answer the problem(	3 คะแนน เมื่อดำเนินการแก้ปัญหาจากประโยชน์สัญลักษณ์ จนได้คำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน
	2 คะแนน เมื่อดำเนินการแก้ปัญหาจากประโยชน์สัญลักษณ์ จนได้คำตอบ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง เนื่องจากมีการคำนวณ ผิดพลาด หรือมีการคำนวณถูกต้อง แต่เขียนตัวเลข หรือเครื่องหมายจากประโยชน์สัญลักษณ์ผิด
	1 คะแนน เมื่อดำเนินการแก้ปัญหาจากประโยชน์สัญลักษณ์ จนได้คำตอบ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง เนื่องจากดำเนินการ แก้สมการ โดยมีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ผิด
	0 คะแนน เมื่อไม่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาจากประโยชน์สัญลักษณ์ และไม่สามารถหาคำตอบได้
4. ทบทวนคำตอบ (R: Review the Solution)	1 คะแนน เมื่อเขียนแสดงการตรวจคำตอบที่ได้จากขั้นการหาคำตอบ ถูกต้อง หรือเขียนสรุปคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ ให้หาได้ถูกต้องครบถ้วนเพียงอย่างเดียวหนึ่ง
	0 คะแนน เมื่อไม่มีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบและสรุปคำตอบ หรือเขียนการตรวจคำตอบที่ได้จากขั้นการหาคำตอบ และสรุปคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ให้หาไม่ถูกต้อง

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการสื่อสาร

มีองค์กรทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการสื่อสารไว้ ดังนี้

Steven, Susan and Diana (2013, p. 7) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการของการกระทำเพื่อสื่อข้อมูล โดยจะมีผู้กระทำหรือพูดเกี่ยวกับสิ่งใดและหนึ่ง และคนอื่นจะคิดหรือกระทำ เพื่อตอบสนองการกระทำหรือคำพูดที่เขาเข้าใจจากผู้กระทำหรือพูดนั้น

Wright (1995, p. 47) ได้นิยามคำว่า การสื่อสารไว้ว่า เป็นการสร้างความเข้าใจในจิตใจของคนอื่น เพื่อส่งเสริมการกระทำต่าง ๆ ร่วมกัน

Walton and Jeffrey (1995, p. 2) อธิบายว่า การสื่อสาร เป็นกระบวนการในการสร้างความเข้าใจร่วมกันระหว่างบุคคลอย่างน้อยที่สุด 2 คน โดยผ่านการเขียน การพูด หรือการใช้ท่าทาง มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2542, หน้า 6) ระบุว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างมนุษย์ภายใต้สภาพแวดล้อมซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ตามสถานการณ์

จินตวีร์ เกษมสุข (2554, หน้า 4) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการในการสื่อความหมายโดยมีบุคคล 2 ฝ่าย ได้แก่ ผู้ส่งสารและผู้รับสาร โดยที่ผู้ส่งสารส่งข่าวสารใด ๆ ไปยังผู้รับสาร แล้วทำให้ทั้งสองฝ่ายเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและตรงกันต่อข่าวสารนั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 71) ระบุว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการถ่ายทอดข่าวสารจากผู้ส่งสาร (Source) ไปยัง ผู้รับสาร (Receiver) โดยนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสาร (Channel) ต่าง ๆ

อัมพร ม้าคะนอง (2553, หน้า 9) อธิบายว่า การสื่อสารเป็นการพูดคุยเพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้ที่อยู่ในสังคมเดียวกัน ซึ่งบางครั้งอาจใช้การอ่านหรือการเขียนร่วมด้วย เช่น การอธิบายเหตุผลที่ไม่สามารถส่งการบ้านได้ตรงเวลา การสอนเพื่อนทำการบ้าน เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการถ่ายทอดหรือแลกเปลี่ยนข่าวสาร ความคิดเห็น ประสพการณ์ เจตคติ เพื่อสื่อข้อมูลหรือภาษาของผู้ส่งสารและผู้รับสาร ทำให้ทั้งสองฝ่ายเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

2. ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มืองค์กรทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Kennedy and Tipps (1994, p. 181) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้ที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

Reys et al. (2001, p. 83) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับการรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ทั้งโดยการพูดและการเขียน เพื่อแสดงและอธิบายแนวความคิด แลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น ๆ เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทางการเขียนกราฟ การเขียนแผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้คำทั้งการพูดและการเขียน

Thurber (1976, p. 513) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการตั้งสถานการณ์ในกิจกรรมการเขียนหรือพูดในเรื่องประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนซึ่งจะมีผลต่อเมื่อผู้เรียนได้ฝึกหัดเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีพลังในการคิด การปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเองด้วยตนเอง

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 56) กล่าวถึง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการสื่อความหมายระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสารให้มีความเข้าใจตรงกัน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงเป็นการสื่อสารและสื่อความหมายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร

สสวท. (2555, หน้า 59) ได้ระบุถึง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและมีประสิทธิภาพ

ศศิธร แม่นสงวน (2556, หน้า 186) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการถ่ายทอดข่าวสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร โดยนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสาร ต่าง ๆ โดยมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน และแบบจำลอง ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มาช่วยในการสื่อความหมาย

จากการความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ แลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น ๆ และเป็นการรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ทั้งโดยการพูดและการเขียน เพื่อแสดงและอธิบายแนวความคิด โดยมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ มาช่วยในการสื่อความหมาย

3. ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มีองค์การทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

NCTM (1989, p. 214) ระบุว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของนักเรียน ในการใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงและทำความเข้าใจแนวคิด เป็นการผสมผสานความรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายความเข้าใจของตนเอง โดยนักเรียนจะเข้าใจความคิดของตนเองอย่างลึกซึ้ง เมื่อนักเรียนได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ได้พิสูจน์ความมีเหตุผลของตนเองต่อคนอื่น หรือเมื่อนักเรียนได้ตั้งโจทย์หรือคำถาม โดยระบุความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัว ของนักเรียนเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูด การเขียน การสาธิตและการแสดง ให้เห็นภาพ

2. สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมายและประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำเสนอโดยการพูด การเขียน หรือภาพต่าง ๆ

3. สามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดงแนวคิด อธิบาย ความสัมพันธ์และจำลองสถานการณ์

อัมพร ม้าคะนอง (2553, หน้า 57 - 58) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสาร นักเรียน จะมีความสามารถ ดังนี้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปธรรม รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิด ทางคณิตศาสตร์

2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาในชีวิตประจำวันกับภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ และสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์สื่อสารความคิด ทางคณิตศาสตร์

3. ใช้ทักษะการอ่านและการฟังในการแปลความหมายและประเมินแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ และสามารถเขียนด้วยความเข้าใจ

4. สร้างคำจำกัดความทางคณิตศาสตร์และอธิบายสิ่งที่ค้นพบจากการตรวจสอบ

5. สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและการเขียน วัตถุรูปธรรม รูปภาพ กราฟ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์

6. ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้อย่างชัดเจน

7. สะท้อน อภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความ คาดการณ์หรือข้อขัดแย้งที่น่าสนใจ

8. สะท้อน และอธิบายแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ ทางคณิตศาสตร์ด้วยวาจา ด้วยการเขียน

9. ถามคำถาม ขยายความที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่เคยอ่านหรือที่เคยได้ยินมาก่อน

10. เห็นคุณค่าของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และบทบาทของสัญลักษณ์เหล่านั้น ในการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์

11. ตระหนักว่าการแสดง การอภิปราย การอ่าน การเขียน และการฟังเกี่ยวกับ คณิตศาสตร์เป็นส่วนสำคัญสำหรับการเรียนรู้และการใช้คณิตศาสตร์

เวชฎุทธิ์ อังกะนะภัทรขจร (2554, หน้า 47) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ คือความสามารถในการจัดระบบและอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

ของตนให้บุคคลอื่นได้รับรู้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และสมเหตุสมผล โดยการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถอธิบายได้โดยการพูด การเขียน และการนำเสนอแนวคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นการสื่อสารที่ใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน และแบบจำลองมาช่วยในการสื่อความหมายและการนำเสนอ นอกเหนือไปจากการนำเสนอผ่านการพูดและการเขียน

สสวท. (2555, หน้า 82) ระบุว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการพูด การเขียน การใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ รูปภาพ เพื่อแสดงแนวคิดหรืออธิบาย แนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ โดยใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง มีความกระชับ ชัดเจน และเหมาะสม โดยลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมาย และนำเสนอด้วยวิธีที่เหมาะสม
2. สื่อความหมายของสิ่งที่อ่านหรือฟังได้อย่างชัดเจน
3. อธิบายความคิดหรือการทำงานของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน
4. ใช้ข้อความ ศัพท์ สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล ประกอบตามลำดับขั้นตอน

ของการนำเสนอได้เป็นระบบ ชัดเจน สมบูรณ์ และเหมาะสม

5. บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล
6. สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้เสนอความคิดเห็น

ที่เหมาะสมกับปัญหา

จากการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดเรื่องราวต่าง ๆ โดยมีการใช้ภาษา สัญลักษณ์ และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ เพื่อสะท้อนและอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ในงานวิจัยนี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูดและการเขียน โดยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน มีลักษณะ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด หมายถึงความสามารถในการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำเสนอแนวคิดผ่านทางกรพูด อธิบายแนวทางการคิดของนักเรียน

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หมายถึง ความสามารถในการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

4. ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านและองค์กรทางการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

NCTM (2000, p. 52) ระบุถึง มาตรฐานของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าโปรแกรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ใช้การสื่อสารและสื่อความหมายเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และเพื่อให้ทุกคนสามารถ

1. จัดระเบียบทางความคิดและเพิ่มพูนความสามารถความคิดทางคณิตศาสตร์ให้แข็งแกร่งมั่นคงยิ่งขึ้น

2. แสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ชัดเจน แก่เพื่อน ๆ ครู และบุคคลอื่นได้

3. ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปช่วยพิจารณาพฤติกรรมต่าง ๆ ได้

4. สามารถที่จะใช้ภาษาคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงความหมายที่ชัดเจนถูกต้องและรัดกุม

Reys et al. (2001, p. 83) กล่าวถึง ความสำคัญของการสื่อสารว่า การสื่อสารเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งโดยการพูดและการเขียน เพื่อแสดงและอธิบายแนวคิด โดยเฉพาะการสื่อสารสองทางช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายรวบรวม และขยายแนวคิด แลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น ซึ่งนักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทางการเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้คำทั้งการพูดและการเขียน

สสวท. (2555, หน้า 59) ระบุว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจน การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและยังสามารถจดจำได้นานมากขึ้นด้วย

อัมพร ม้าคอง (2553, หน้า 57) ได้กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้สื่อสารและผู้รับสาร ผู้สื่อสารจะต้องจัดระบบความคิด

และสื่อเป็นภาษาพูดหรือเขียนให้ผู้รับสารเข้าใจตรงกัน ในขณะเดียวกัน ผู้รับสารก็จะทาคความเข้าใจ และคิดตามในสิ่งที่ผู้สื่อสารพูดหรือเขียน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญในการทำให้เกิดสิ่งต่อไปนี้

1. ก่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้เรียน
2. ส่งเสริมบริบทการเรียนรู้ที่เหมาะสม เนื่องจากเป็นบริบทของการพูดจาระหว่างกัน
3. เพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้สื่อสารและผู้รับสาร
4. ช่วยให้ผู้สอนมองเห็นความเข้าใจของผู้เรียนซึ่งจะทำให้วางแผนจัดการเรียนรู้

ได้อย่างเหมาะสม

เวทฤทธิ อังกะนัททรขจร (2554, หน้า 48) กล่าวว่า การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับคณิตศาสตร์ และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจถูกต้องและลึกซึ้งในวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น รวมทั้งเป็นการทำให้ผู้สอนได้รู้ถึงความเข้าใจและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนอีกด้วย

จากการศึกษาความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทั้งโดยการพูด และการเขียนเพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายความเข้าใจในคณิตศาสตร์ของตนเองกับผู้อื่น การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น

5. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านและองค์กรทางการศึกษาได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

NCTM (2000, pp. 270 - 272) ได้กล่าวถึง แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า ครูจะต้องจัดสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้เหตุผลเป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหาปัญหาาร่วมกันรวมถึงการให้คำแนะนำจากครู การให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้เหตุผลเป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนมีการสื่อสารทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยครูจะต้องกำหนดชิ้นงานที่ประกอบด้วย

1. ความสัมพันธ์เกี่ยวกับความสำคัญของแนวคิดทางคณิตศาสตร์
2. มีแนวทางในการหาคำตอบได้หลายวิธี
3. อนุญาตให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดได้อย่างหลากหลาย
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย แสดงเหตุผล การคาดเดาในการแก้ปัญหา

Buschman (1995, pp. 324 - 329) ได้กล่าวถึง กิจกรรมที่ช่วยพัฒนาความสามารถ ในสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าควรฝึกให้นักเรียนเขียนวารสาร ฝึกแต่งโจทย์ปัญหา ให้ร่วม กิจกรรมแก้ข้อของนักคณิตศาสตร์ มีกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยในกิจกรรมการเรียนรู้ แบบร่วมมือนั้นควรให้นักเรียนมีการแก้ปัญหาาร่วมกัน ให้อธิบายกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา มีการพูดแสดงประสิทธิภาพการแก้ปัญหาของกลุ่ม มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาของสมาชิก เน้นการพูดคุยกับเพื่อนซึ่งมีความสำคัญมากโดยเฉพาะกับเด็กเล็ก เด็ก ๆ จะรู้สึกสะดวกสบายใจ ที่จะพูดคุยกับเพื่อนมากทำให้สื่อความคิดได้มีประสิทธิภาพกว่า และยังได้เสนอแนวทาง ในการพัฒนาการสื่อสารไว้ 14 แนวทาง ดังนี้

1. เสนอปัญหาและคำตอบ แล้วให้นักเรียนเขียนข้อความที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย
2. เสนอปัญหาที่แก้แบบผิด ๆ แล้วให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อผิดพลาด
3. เสนอปัญหาที่ประกอบด้วยข้อมูลและเงื่อนไขหนึ่งปัญหา ให้นักเรียนเขียนปัญหา ใหม่ที่มีข้อมูลและเงื่อนไขไม่แตกต่างจากปัญหาเดิม แล้วให้นักเรียนแก้ปัญหาทั้ง 2 ข้อ พร้อมทั้ง อธิบายความยากง่ายในการแก้ปัญหาแต่ละข้อ
4. เสนอปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาบางส่วน แล้วให้นักเรียนหาทางแก้ปัญหาต่อให้เสร็จ และให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาใหม่ พร้อมอธิบายวิธีแก้ปัญหานั้น
5. เสนอปัญหาและข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำตอบ ให้นักเรียนระบุข้อเท็จจริง เหล่านั้นและเขียนปัญหานั้นใหม่โดยตัดข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป
6. เสนอปัญหาให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เพียงคำสั้นๆ
7. หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาเสร็จแล้วให้นักเรียนเขียนปัญหาใหม่ที่มีบริบทแตกต่าง แต่ให้คงไว้ซึ่งโครงสร้างของปัญหาเดิม
8. เสนอปัญหาในชีวิตจริงที่ไม่มีตัวเลขแก่นักเรียน ให้นักเรียนประมาณคำตอบ และตัวเลขที่หายไปแล้วให้นักเรียนแก้ปัญหานั้นและบอกว่าพบคำตอบได้อย่างไร
9. เสนอกราฟหรือตารางให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนเขียนเรื่องที่น่าเสนอข้อมูลในกราฟ หรือตาราง
10. เสนอแนวโน้มนหรือตัวอย่างข้อมูลแก่นักเรียน แล้วให้นักเรียนทำนายโดยใช้ข้อมูล เหล่านั้น
11. เสนอปัญหาจริงที่พบในชั้นเรียนแก่นักเรียนจริง ๆ ร่วมกัน แล้วให้นักเรียนคิด แผนการใช้วัตถุเหล่านั้นด้วยกัน และตรวจสอบแผนการที่คิดขึ้น
12. ให้นักเรียนเขียนจดหมายที่มีปัญหาอยู่ พร้อมทั้งคำเชิญชวนให้ผู้ที่ได้รับจดหมาย แสดงวิธีแก้ปัญหา

13. เสนอปัญหาปลายเปิดให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนค้นหาข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหา

14. ให้นักเรียนเขียนนิยายหรือเล่าเรื่องใหม่โดยมีข้อมูลที่เป็นตัวเลข เพื่อใช้เป็นแหล่งสร้างโจทย์ปัญหา

กรมวิชาการ (2545 ข, หน้า 201) ระบุถึง แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ทำได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เช่น ในวิชาเรขาคณิตมีเนื้อหาที่ต้องฝึกการคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล และการพิสูจน์ ผู้เรียนต้องฝึกทักษะในการสังเกต การนำเสนอในวิชาพีชคณิต เป็นการฝึกทักษะในการสังเกต การนำเสนอรูปภาพต่าง ๆ เพื่อสื่อสาร สื่อความหมาย แล้วนำความรู้ทางเรขาคณิตไปอธิบายปรากฏการณ์ และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

อัมพร ม้าคอนง (2553, หน้า 58-59) กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อาจเริ่มต้นจากสิ่งง่าย ๆ เช่น ฝึกให้ผู้เรียนแสดงความคิดที่เกิดขึ้นแรก ๆ หรือความรู้ที่ตนเพิ่งสร้างขึ้นหรือรับมา การฝึกในลักษณะนี้ผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับภาษาทางคณิตศาสตร์และความหมายที่แตกต่างกันออกไปของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากคำบางคำเมื่อไม่อยู่บริบททางคณิตศาสตร์หรือเมื่อใช้ภาษาที่ไม่เป็นทางการ อาจมีความหมายอื่นที่แตกต่างจากความหมายในบริบทคณิตศาสตร์ หลังจากฝึกการสื่อสารอย่างไม่เป็นทางการ ลำดับต่อไปผู้สอนอาจฝึกให้ผู้เรียนสื่อสารอย่างเป็นทางการ ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้เรียกหรือแสดงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นสากล ผู้เรียนอาจต้องพยายามและใช้เวลามากขึ้นในการแสดงความเข้าใจหรือสื่อสารอย่างเป็นทางการกับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารในลักษณะใด หากผู้สอนต้องการฝึกทักษะการสื่อสารให้กับผู้เรียน ผู้สอนควรลดเวลาหรือปริมาณการพูดในห้องเรียนของตนให้น้อยลง ผู้เรียนจะได้สื่อสารกันมากขึ้น อันจะทำให้ผู้เรียนคุ้นเคย และสามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารให้ดีขึ้นได้

สสวท. (2555, หน้า 63 - 74) ระบุว่า ในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ นักเรียนจะต้องอาศัย สัญลักษณ์ ตัวแปร ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลอง มาช่วยในการนำเสนอแนวคิดหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความกะทัดรัด ชัดเจน และง่ายต่อการทำความเข้าใจ ทั้งนี้เพื่อให้ครู นักเรียน หรือผู้เกี่ยวข้อง สามารถรับรู้แนวคิดหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น นอกจากการเรียนการสอนตามปกติที่ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ที่ครูสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่

1. การสืบสวนสอบสวน เป็นกระบวนการการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอที่ต้องการให้นักเรียนสร้างข้อความ สืบหาคำอธิบาย สร้างความรู้ใหม่ อภิปรายสิ่งที่ค้นพบ และสะท้อนความรู้ใหม่ เพื่อให้การสืบสวนสอบสวนมีประสิทธิภาพ ครูควรเลือกสถานการณ์ที่เอื้อต่อการสืบสวนสอบสวน มีกรอบของข้อความและจุดเน้นของข้อความที่ชัดเจน และมีระดับความยากง่ายของข้อความที่เหมาะสม

2. การเขียนอนุทิน (Journal writing) เป็นการบันทึกอย่างไม่เป็นทางการของนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่ออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ คิดหรืออธิบายการดำเนินกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ หรือเพื่อสะท้อนความรู้สึก ความคิดเห็น ความสนใจของนักเรียนที่มีต่อแนวคิด หรือการดำเนินกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ครูควรให้นักเรียนเขียนอนุทินจากหัวข้อที่ง่ายไปสู่หัวข้อที่ยาก โดยอาจให้เขียนอนุทินเพื่อสะท้อนความรู้สึกและความคิดเห็นที่มีต่อแนวคิด หรือการดำเนินกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ก่อน หลังจากนั้นให้นักเรียนเขียนอนุทินเพื่ออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียน และสุดท้ายให้นักเรียนเขียนอนุทินเพื่ออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง

3. การเขียนรายงาน เป็นการบันทึกอย่างเป็นทางการของนักเรียนหรือ กลุ่มนักเรียน เพื่อนำเสนอแนวคิด ความคิดเห็น หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น การให้เหตุผล ในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล การเขียนรายงานที่ดีจะต้องมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหาของแนวคิด ความคิดเห็น หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และรูปแบบของการเขียนที่ถูกต้องและชัดเจน

4. การเขียนโปสเตอร์ เป็นการเขียนเพื่อนำเสนอแนวคิด ความความคิดเห็น หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การเขียนโปสเตอร์ที่ดีจะต้องมีจุดมุ่งหมายเดียว ให้ความหมายชัดเจน ไม่ทำให้ผู้ดูสงสัย มีสีสันสวยงาม สะดุดตา ชัดเจน มีจุดเด่นที่หัวเรื่อง และมีขนาดใหญ่พอที่จะมองเห็นได้ง่าย สามารถเข้าใจได้ง่าย

เวทฤทธิ อังกะภักทรขจร (2554, หน้า 48-49) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่พัฒนาได้ซึ่งปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการสื่อสาร คือ ผู้สอนโดยครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ดังนี้

1. ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการอ่าน การพูด การเขียน และการนำเสนอแนวคิด
2. ผู้สอนต้องจัดบรรยากาศหรือสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย การแสดงเหตุผลร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหาปัญหาาร่วมกัน รวมถึงการให้

คำแนะนำจากผู้สอน ผู้สอนควรลดปริมาณเวลาหรือปริมาณการพูดของตนเองให้น้อยลง เพื่อให้ผู้เรียนสื่อสารกันมากขึ้น

3. ผู้สอนควรถามบ่อย ๆ และใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามปลายเปิด เนื่องจากจะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลาย และสามารถนำแนวคิดนั้นมาสื่อสารและแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น

4. ผู้สอนควรใช้เนื้อหาหรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต

5. ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและตอบคำถามต่าง ๆ เช่น “เกิดอะไรขึ้นเกี่ยวกับสถานการณ์นั้น ๆ” “ทำไมคิดว่าสิ่งเหล่านั้นถูกต้อง” “คิดอย่างไรเกี่ยวกับ...” ซึ่งล้วนเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดการคิดและมีการสื่อสารออกมา

จากแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากนักการศึกษาหลายท่านและองค์กรทางการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ควรเริ่มต้นด้วยการที่ผู้สอนจัดบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการสื่อสาร และการทำกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้สื่อสารโดยการอธิบายแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นได้รับฟัง มีการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน จะทำให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน และการให้ผู้เรียนสื่อสารโดยการเขียนก็เป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากผู้เรียนจะต้องมีการจัดระบบความคิดและเรียบเรียงสิ่งที่จะสื่อสาร จึงต้องมีการทบทวน ไตร่ตรอง ให้แน่ใจว่าความหมายของสิ่งที่กำลังอธิบายนั้นชัดเจนและตรงตามที่ตนเองต้องการบอกให้ผู้อื่นทราบ

6. การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านและองค์กรทางการศึกษาได้กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (1989, pp. 214 - 217) ได้ระบุว่า การประเมินความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอผู้เรียนควรมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. สามารถบรรยายความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน และการสาธิตให้เห็นภาพได้

2. สามารถเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่พบเห็น จากสิ่งที่นำเสนอในรูปแบบการเขียน หรือจากสิ่งที่มีการนำเสนอในรูปแบบปากเปล่าได้

3. สามารถใช้ภาษา เครื่องหมาย และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการนำเสนอความคิด ที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

Kennedy and Tipps (1994, pp. 14 - 45) แบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of mathematics)
 - 1.1 ไม่ใช่หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
 - 1.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
 - 1.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
 - 1.4 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical representations)
 - 2.1 ไม่ใช่แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
 - 2.4 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ ชัดเจน
3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of presentation)
 - 3.1 การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)
 - 3.2 การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
 - 3.3 การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
 - 3.4 การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบถ้วน)

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 179) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ จะต้องประกอบด้วยความสามารถ ดังต่อไปนี้

1. การสื่อสาร คือการอธิบายโดยการพูด เขียน หรือแสดงให้เห็น
2. การสื่อความหมาย คือ การทำความเข้าใจ ดีความ แปลความ หรือวิเคราะห์ความหมาย ของสิ่งที่ตนพบ

3. การนำเสนอ เป็นการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูล หรือความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้ตรงกัน

ซึ่งการประเมินการสื่อสารในห้องเรียนนั้นมักจะเน้นที่การให้นักเรียนอธิบายวิธีการ โดยการใช้การพูดและการเขียน

สสวท. (2555, หน้า 18 - 19) ได้กล่าวถึง การประเมินความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม

2. ใช้ข้อความศัพท์ สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล
3. บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล
4. สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้
5. เสนอความคิดที่เหมาะสมกับกับปัญหา

จากที่นักการศึกษาหลายท่านและองค์กรทางการศึกษาได้ระบุถึงการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินได้จาก การอธิบายจากการพูดของนักเรียน โดยการสังเกตและสอบถามขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม และจากการเขียน หรือแสดงให้เห็นของนักเรียนจากการตรวจผลงานในกระบวนการแก้ปัญหา โดยพิจารณาว่านักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร การทำความเข้าใจ ดีความ แปลความ หรือวิเคราะห์ความหมายของสิ่งที่ตนพบ

อีกทั้งยังมีเกณฑ์การประเมินมีอยู่ 2 ประเภท คือ เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม (Holistic rubric) และเกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic rubric) ซึ่งงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบบภาพรวม (Holistic rubric) โดยมีสถาบันการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบบภาพรวมไว้ ดังนี้

Jakabcsin and Lane (1996, pp. 238 - 246) ได้เสนอ กฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีคเพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีประเมินรวม (Holistics) ไว้ 5 ระดับ คือ 0 - 4 คะแนน ไว้ดังนี้

คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
4	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อชี้แจงผู้อ่าน แสดงความเชี่ยวชาญในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ อาจมีการยกตัวอย่างประกอบการให้เหตุผล
3	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์ การสื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพ แสดงการสนับสนุนการให้เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจจะมีช่องว่างเล็กน้อย

คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
2	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือมีสองนัย แผนภาพประกอบบกพร่องหรือไม่ชัดเจน การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก การให้เหตุผลอาจไม่สมบูรณ์หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน
1	อธิบายคำตอบอาจจะผิดหรือเข้าใจยากแผนภาพประกอบไม่ถูกต้องตามสถานการณ์ปัญหา หรือแผนภาพไม่ชัดเจนตีความหมายยาก
0	การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหาแผนภาพประกอบผิดหมด

Suzanne Lane, et al. (1966, pp. 264 – 266) กฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค ได้เสนอเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างรูบริคเฉพาะสำหรับการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีประเมินรวม (Holistics) ไว้ 5 ระดับ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

4 คะแนน	
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน แสดงความเชี่ยวชาญ ในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ อาจมีการยกตัวอย่างประกอบกรให้เหตุผล
3 คะแนน	
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์ การสื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน แสดงการสนับสนุน การให้ (ผู้ตรวจ) เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจจะมีช่องว่างเล็กน้อย

ตารางที่ 6 (ต่อ)

2 คะแนน	
การสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจนหรือมีสองนัย แผนภาพประกอบ บกพร่อง หรือไม่ชัดเจน การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก การให้เหตุผลอาจไม่สมบูรณ์หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน
1 คะแนน	
การสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือเข้าใจยาก แผนภาพประกอบ ไม่ถูกต้องตามสถานการณ์หรือไม่ชัดเจน การสื่อสารคลุมเครือ หรือตีความยาก
0 คะแนน	
การสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์	การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหา แผนภาพประกอบผิดหมด

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2554, หน้า 116) ได้กล่าวถึง ตัวอย่างการให้คะแนนแบบภาพรวมทักษะและกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
4 (ดีมาก)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการนำเสนอถูกต้องทั้งหมดชัดเจน โดยนำเสนอด้วยกราฟ แผนภูมิ หรือตาราง และมีรายละเอียดที่สมบูรณ์
3 (ดี)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการนำเสนอถูกต้องโดยนำเสนอด้วยกราฟ แผนภูมิ หรือตาราง แต่มีรายละเอียดไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการนำเสนอถูกต้องบางส่วน โดยพยายามนำเสนอด้วย กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแต่มีรายละเอียดไม่สมบูรณ์

คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
1 (ปรับปรุง)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการนำเสนออย่างง่าย ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตาราง
0 (ไม่พยายาม)	ไม่มีการนำเสนอ

สสวท. (2555, หน้า 93 - 94) กล่าวถึง ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของ
แบบประเมินความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ดังนี้

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การให้คะแนน
3 (ดี)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอข้อมูลตามลำดับขั้นตอนชัดเจน และมี มีรายละเอียดครบถ้วน
2 (พอใช้)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอข้อมูลได้ชัดเจนบางประเด็น และยังขาด รายละเอียดในบางประเด็น
1 (ต้องปรับปรุง)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง และการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ออกเป็น 2 ด้าน คือ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และความสามารถ
ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 7 และ ตารางที่ 8

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบประเมินความสามารถในการสื่อสาร
ทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
(ความหมาย)	
2	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการพูดนำเสนอแนวคิดถูกต้อง
(ดี)	อธิบายวิธีการหาคำตอบได้ชัดเจน

ตารางที่ 7 (ต่อ)

คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
1 (พอใช้)	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการพุดนำเสนอแนวคิดได้เป็นบางส่วนหรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการพุดอธิบายวิธีการหาคำตอบได้ยังไม่ชัดเจน หรือมีการนำเสนอแนวคิดได้ชัดเจน แต่ไม่มีการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์
0 (ปรับปรุง)	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการพุดนำเสนอไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	เขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
2 (ดี)	- เขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นลำดับขั้นตอน แต่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง หรือ - เขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน แต่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องในบางส่วน
1 (พอใช้)	เขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้องในบางส่วน
0 (ไม่พยายาม)	- เขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่มีการเขียนนำเสนอ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด มีดังนี้ Huntington (1995, p. 512) ได้ศึกษา ผลของการสอนโดยใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete) สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semiconcrete) และ สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract) หรือที่เรียกโดยใช้อักษร CSA ตามลำดับ ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเชิงพีชคณิตของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 3 คน ผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาถึงเกณฑ์ 100% และหลังการทดลอง 9 สัปดาห์ทำการทดสอบความคงทนในการเรียนพบว่านักเรียนยังสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่มีความยากง่ายระดับเดียวกันแต่มีโครงสร้างแตกต่างไปจากปัญหาเดิมด้วย

Maccini and Ruhl (2000, pp. 465 - 489) ได้ศึกษา ผลการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมสื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริงและสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมหรือที่เรียกโดยใช้อักษร CSA ตามลำดับ และกลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาคารลบจำนวนเต็มสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางการเรียนมีอุปสรรคในการให้เหตุผลขั้นสูง และทักษะการแก้ปัญหามีต่อความสามารถในการแสดงความหมายและการหาคำตอบของปัญหาคารลบจำนวนเต็ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 คน ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองการแก้ปัญหาคารลบของนักเรียนทั้ง 3 คน มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ ทำการทดสอบความคงทนของความสามารถในการหาคำตอบของปัญหา พบว่า นักเรียนยังคงหาคำตอบของปัญหาได้อย่างถูกต้อง และ 1 สัปดาห์ ต่อมาทำการทดสอบความคงทนของความสามารถในการแสดงความหมายของปัญหา ซึ่งนักเรียนยังคงแสดงความหมายของปัญหาได้อย่างถูกต้องเช่นกัน

Maccini and Hughes (2000, pp. 10 - 21) ได้ศึกษา ผลของการใช้กลวิธี STAR และการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม หรือที่เรียกโดยใช้อักษร CSA ตามลำดับ สำหรับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ขั้นต้นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถของการแสดงความหมายและการหาคำตอบของการแก้ปัญหาคารบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 6 คน จากนักเรียนจำนวน 170 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการแก้ปัญหามีเกี่ยวข้องกับจำนวนเต็มของนักเรียนสูงขึ้น ในแต่ละลำดับการสอนนักเรียนใช้กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาดังนี้ 1) ศึกษาทำความเข้าใจโจทย์ 2) แปลงข้อมูลจากโจทย์ภาษาไปสู่สมการ 3) ระบุการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง 4) วาดรูปภาพแสดงความหมาย

ของโจทย์ปัญหาได้ 5) เขียนสมการได้อย่างถูกต้อง และ 6) ตอบคำตอบของโจทย์ปัญหาได้นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ใกล้เคียงกับของเดิมอีกด้วย และหลังจากทดลองแล้ว 10 สัปดาห์ ได้ทำการวัดความคงทนในการเรียน ปรากฏว่านักเรียนยังสามารถแสดงความหมายของโจทย์และหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

Carss (2007, pp. 3 - 4) ได้ศึกษา ผลกระทบของการเรียนร่วมมือแบบคู่คิดในระหว่างชั่วโมงการเรียนนำร่องการอ่านโดยครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ส่วน นั่นคือ เวลาในการคิด เวลาที่ใช้ร่วมกับคู่คิด และเวลาที่ให้แต่ละคู่แสดงความคิดกลับไปยังกลุ่มคนที่มากขึ้น งานวิจัยทำขึ้น ในชั้นเรียนกับนักเรียนเกรด 6 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มแต่ละกลุ่มมีนักเรียน 6 คน นักเรียนกลุ่มหนึ่งอ่านหนังสือเกินระดับอายุ และอีกกลุ่มหนึ่งอ่านหนังสือต่ำกว่าระดับอายุ ผลการวิจัยยืนยันผลเชิงบวกของการใช้เทคนิคที่มีต่อความสำเร็จทางการอ่านโดยเฉพาะอย่างยิ่ง สำหรับนักเรียนที่อ่านเกินระดับอายุ ถึงแม้ว่าการขยายเวลาการแบ่งกลุ่ม อาจจะมีผลอย่างมีนัยสำคัญกับนักเรียนที่อ่านต่ำกว่าระดับอายุ ผลเชิงบวกที่ได้อยู่ในแง่มุมมองของการใช้ภาษาพูดการคิดและพัฒนาการของเทคนิคที่ใช้เพื่อความเข้าใจในการอ่านดูกับบันทึกไว้ทั้งสองกลุ่ม ผลที่ได้แสดงนัยสำคัญต่อนักเรียนที่คำนึงถึงการฝึกฝน ให้อ่านออกเขียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนเหล่านั้นได้แสดงความสามารถรอบตัวของคู่คิด ในฐานะที่เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมด้านการพูด และเป็นนักเรียนที่สามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับ เป้าหมายของการเรียนรู้และความต้องการของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม เป็นกรณีเฉพาะ

Sofiatun (2009, Online) ได้ศึกษา ผลการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคคู่คิดที่มีต่อการสอนภาษาอังกฤษในการปรับปรุงความสามารถในทักษะการฟังของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อการบรรยายและการจัดเตรียมวิธีการไว้ให้การสอนพูด โดยใช้เทคนิคคู่คิดรวมถึงการพัฒนาทักษะความสามารถในการพูดของนักเรียน โดยเฉพาะในด้านการถ่ายทอดบทความภาษาอังกฤษด้วยปากเปล่าได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 คน สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการสังเกตการณ์เอกสารและการสัมภาษณ์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคคู่คิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาการของความสามารถในการพูดภาษาอังกฤษหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้นักเรียนยังมีผลตอบรับที่ดีขึ้นด้วย นักเรียนมีความกระตือรือร้น และมีความมั่นใจในการพูดมากขึ้น และกล้าที่จะสร้างการอ่านออกเสียงที่ถูกต้องซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการต่อผลสำเร็จในการพูดภาษาอังกฤษ

Van (2006, p. 496) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การนี้ภาพ ภาพจำลองและการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยความสามารถที่หลากหลาย ซึ่งจุดประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า

เป็นการทดลองใช้ภาพจำลองและความสัมพันธ์กับความสามารถในการนิรนัยของนักเรียน ขณะที่ทำการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ นักเรียนที่ไร้ความสามารถที่จะเรียนรู้ นักเรียนที่ได้มาจากระดับทั่วไป และนักเรียนที่มีพรสวรรค์ในเกรด 6 จำนวน 66 คน ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้ นักเรียนถูกประเมินด้วยเครื่องมือของการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การแสดงออกทางภาพจำลอง และความสามารถในการนิรนัย พบว่า นักเรียนที่มีพรสวรรค์จะปฏิบัติได้ดีกว่านักเรียนที่ไร้ความสามารถที่จะเรียนรู้และผู้ที่ได้มาจากระดับทั่วไป นอกจากนี้การใช้ภาพจำลองเกี่ยวกับแผนภูมิมีนัยสำคัญและความเหมาะสมที่เป็นไปได้ด้วยสูงกว่า การปฏิบัติเกี่ยวกับการวัดภาพจำลองแต่ละอัน และการสนทนานั้นสัมพันธ์กันทางลบกับการใช้รูปแบบที่มีภาพประกอบ

งานวิจัยในประเทศ

นุตริยา จิตตารมย์ (2548) ได้ศึกษาผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 86 คน ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR จำนวน 45 คน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนปกติ จำนวน 41 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด โดยกระทรวงศึกษาธิการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ปาจริย์ เยาดา (2552) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว” โดยการใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวัสดิ์รัตนากิมุข จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทั้งสี่ด้าน คือ ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา ด้านการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และด้านการทบทวนคำตอบอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

ชมพูนุท ชาวบ้านเกาะ (2554) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทน (Representarion) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ลพบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 34 คน ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลัง ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลัง ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.44

ประจวบ แสงสีบับ (2556) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 46 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรรรเสริญ กลิ่นพูน (2551) ได้ศึกษา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิด กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่ม โรงเรียนราษฎร์สมบูรณ์ จำนวน 144 คน ผลการศึกษาพบว่า ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิด วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.25/81.33 และ 80.25/80.16 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สุบรรณ ตั้งศรีเสรี (2556) ได้ศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค THINK - PAIR - SHARE ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ จำนวน 100 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 50 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนทดลองมีความสามารถ

ในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยต่างประเทศและในประเทศ สรุปได้ว่า ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี
STAR และเทคนิคคู่คิด พบว่าสามารถส่งเสริมให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถ
ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและสูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) เพื่อที่จะศึกษาผลของผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การกำหนดแบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา จังหวัดชลบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งโรงเรียนจัดนักเรียนแบบละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา จังหวัดชลบุรี จำนวน 1 ห้อง ซึ่งได้มาจากสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จากนักเรียนทั้งหมด 2 ห้องเรียน

การกำหนดแบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง Quasi experimental research แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบ One - Shot Case Study ใช้ในการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 9 (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2551, หน้า 137)

ตารางที่ 9 แบบแผนการวิจัยแบบ One - Shot Case Study

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	-	X	O

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด

O แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยกลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน จำนวน 6 แผน
2. แบบวัดความสามารถในการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกัน แต่ละข้อจะวัดทั้งสองด้าน ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ
3. แบบสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า 3 ระดับ จำนวน 4 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ตามลำดับ ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยกลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด สำหรับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งครอบคลุมสาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน จำนวน 6 แผน ระยะเวลา 12 คาบ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

- 1.1 ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด จากตำราและเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

1.3 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่มือ คัดตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนคาบ

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน (คาบ)
1	<p>ค 1.2 ป.2/1</p> <p>วิเคราะห์และหาคำตอบของ โจทย์ปัญหา และ โจทย์ปัญหา ระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่ง พันและศูนย์พร้อมทั้งตระหนัก ถึงความสมเหตุสมผลของ คำตอบ</p> <p>ค 6.1 ป.2/1</p> <p>ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา</p> <p>ค 6.1 ป.2/2</p>	<p>ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ</p> <p>1. หาคำตอบจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หารระคนได้</p> <p>ด้านทักษะ/ กระบวนการ นักเรียนสามารถ</p> <p>2. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนได้</p> <p>3. เขียนสื่อความหมายในการแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับจำนวนได้</p> <p>4. นำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับจำนวนได้</p>	
2	<p>ใช้ความรู้ ทักษะ และ กระบวนการทางคณิต ศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา ใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม</p> <p>ค 6.1 ป.2/4</p> <p>ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิต ศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และ การนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน</p>	<p>ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ</p> <p>1. หาคำตอบจาก โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หารระคนได้</p> <p>ด้านทักษะ/ กระบวนการ นักเรียนสามารถ</p> <p>2. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงินได้</p> <p>3. เขียนสื่อความหมายในการแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับเงินได้</p> <p>4. นำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับเงินได้</p>	

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน (คาบ)
3	<p>ค 1.2 ป.2/1</p> <p>วิเคราะห์และหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาและ โจทย์ปัญหา ระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่ง พันและศูนย์พร้อมทั้งตระหนัก ถึงความสมเหตุสมผลของ คำตอบ</p> <p>ค 6.1 ป.2/1</p> <p>ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญห</p>	<p>ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หาคำตอบจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ การทอนเงิน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การบวก ลบ คูณ หารระคนได้ <p>ด้านทักษะ/ กระบวนการ นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการทอนเงินได้ 3. เขียนสื่อความหมายในการแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับการทอนเงินได้ 4. นำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับการทอนเงินได้ 	2
4	<p>ค 6.1 ป.2/2</p> <p>ใช้ความรู้ ทักษะ และ กระบวนการทางคณิต ศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา ใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม</p> <p>ค 6.1 ป.2/4</p> <p>ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิต ศาสตร์ในการ สื่อสาร การสื่อ ความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน</p>	<p>ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หาคำตอบจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ความยาวโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หารระคนได้ <p>ด้านทักษะ/ กระบวนการ นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวได้ 3. เขียนสื่อความหมาย 4. นำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับความยาวได้ 	2

ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน (คาบ)
5	ค 1.2 ป.2/1 วิเคราะห์และหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาและ โจทย์ปัญหา ระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่ง พันและศูนย์พร้อมทั้งตระหนัก ถึงความสมเหตุสมผลของ คำตอบ ค 6.1 ป.2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญห	ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ 1. หาคำตอบจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ การชั่งโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณหารระคนได้ ด้านทักษะ/ กระบวนการ นักเรียนสามารถ 2. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการชั่งได้ 3. เขียนสื่อความหมายในการแก้โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับการชั่งได้ 4. นำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับการชั่งได้	2
6	ค 6.1 ป.2/2 ใช้ความรู้ ทักษะ และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม ค 6.1 ป.2/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และ การนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน	ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ 1. หาคำตอบจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ การตวงโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณหารระคนได้ ด้านทักษะ/ กระบวนการ นักเรียนสามารถ 2. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการตวงได้ 3. เขียนสื่อความหมายในการแก้โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับการตวงได้ 4. นำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับการตวงได้	2
รวม			12

1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ทั้งหมด 6 แผน ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1.4.1 รายวิชา/ รหัสวิชา/ ชื่อหน่วยการเรียนรู้/ ระดับชั้น/ ชื่อเรื่อง/ เวลาที่ใช้

1.4.2 มาตรฐานและตัวชี้วัด

1.4.2.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.4.2.2 ตัวชี้วัด

1.4.2.3 สาระสำคัญ

1.4.2.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.2.4.1 ด้านความรู้

1.4.2.4.2 ด้านทักษะ/ กระบวนการ

1.4.2.5 สาระการเรียนรู้

1.4.2.6 กิจกรรมการเรียนรู้ (โดยใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด) ดังนี้

1.4.2.6.1 ขั้น S (Search)

1.4.2.6.2 ขั้น T (Translate)

1.4.2.6.3 ขั้น A (Answer)

1.4.2.6.4 ขั้น R (Review)

1.4.2.7 สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

1.4.2.8 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

1.4.2.9 บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4.2.9.1 ผลการสอน

1.4.2.9.2 ปัญหาและอุปสรรค

1.4.2.9.3 แนวทางแก้ไข/ ข้อเสนอแนะ

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข โดยมีการแก้ไข ดังนี้

1.5.1 แก้ไขวิธีการหาคำตอบจากขั้นการหาคำตอบของ โจทย์ปัญหา เช่น

จาก จากประโยคสัญลักษณ์ $(4 \times 5) - 4 = \square$

หาคำตอบ $(4 \times 5) - 4 = 20 - 4$

เปลี่ยนเป็น จากประโยคสัญลักษณ์ $(4 \times 5) - 4 = \square$
พิจารณา $(4 \times 5) = \square$

วิธีทำ

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 5 \\ \hline 20 \end{array}$$

ดังนั้นจะได้ว่า $(4 \times 5) - 4 = 20 - 4$

พิจารณา $20 - 4 = \square$

วิธีทำ

$$\begin{array}{r} 1 \ 10 \\ \cancel{20} - \\ 4 \\ \hline 16 \end{array}$$

จะได้คำตอบ คือ $(4 \times 5) - 5 = 16$

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา และกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบเกี่ยวกับ ความชัดเจนของเนื้อหา ความถูกต้องของจุดประสงค์ ความถูกต้องของภาษา การเรียนรู้สอดคล้อง กับเนื้อหาและกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดผลประเมินผล โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือ ในการตรวจสอบ ซึ่งเป็นแบบ Rating scale 5 ระดับ ดังนี้

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

แล้วนำค่าเฉลี่ยมาแปลความหมาย โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม 3.51 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 162)

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งผลจากการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.65 และ 0.53 ตามลำดับ

1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีการปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

- แก้ไขคำผิดและย่อหน้าในแต่ละแผนการเรียนรู้
- แก้ไขโจทย์ปัญหาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 จาก ชื่อสินค้า 5 แห่ง ราคาแห่งละ 7 บาท และชื่ออย่างลบบอีก 15 บาท รวมเงินเป็นทั้งหมดเท่าไร เป็น ชื่อสินค้า 5 แห่ง ราคาแห่งละ 7 บาท และชื่ออย่างลบบอีก 15 บาท ต้องจ่ายเงินทั้งหมดเท่าไร
- แก้ไขตัวเลขในตัวชี้วัด จาก ค1.2 ป.2/1 เป็น ค1.2 ป.2/2

1.8 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2/1 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีการปรับปรุงขึ้น R ทบทวนคำตอบ โดยให้นักเรียนทบทวนคำตอบโดยการคิดเลขแทนการเขียนบรรยาย

1.9 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในส่วนที่ต้องปรับปรุง แล้วนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผล และประเมินผล วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

2.2 วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้าง และกำหนดจำนวนข้อสอบ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
ค 1.2 ป.2/2 วิเคราะห์และหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาและ โจทย์ปัญหา ระคนของจำนวนนับไม่เกิน หนึ่งพันและศูนย์พร้อมทั้ง ตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ จำนวน	นักเรียนสามารถ 1. แก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับจำนวนได้ 2. เขียนสื่อ ความหมาย ในการแก้ โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับจำนวนได้	2	1
ค 6.1 ป.2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลาย แก้ปัญหา	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน	นักเรียนสามารถ 1. แก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับเงินได้ 2. เขียนสื่อความหมาย ในการแก้โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับเงิน ได้	2	1
ค 6.1 ป.2/2 ใช้ความรู้ ทักษะ และ กระบวนการทาง คณิต ศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ การทอนเงิน	นักเรียนสามารถ 1. แก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับการทอน เงินได้ 2. เขียนสื่อ ความหมาย ในการแก้โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับ การทอนเงินได้	2	1
ค 6.1 ป.2/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และ การนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน				

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
ค 1.2 ป.2/2 วิเคราะห์และหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหา ระคนของจำนวนนับไม่เกิน หนึ่งพันและศูนย์พร้อม ทั้งตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ความยาว	นักเรียนสามารถ 1. แก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับความยาว ได้ 2. เขียนสื่อความหมาย ในการแก้โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับ ความยาวได้	2	1
ค 6.1 ป.2/1 ใช้วิธีการ ที่หลากหลายแก้ปัญหา	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ การชั่ง	นักเรียนสามารถ 1. แก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับการชั่งได้ 2. เขียนสื่อความหมาย ในการแก้โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับ การชั่งได้	2	1
ค 6.1 ป.2/2 ใช้ความรู้ ทักษะ และ กระบวนการทางคณิต ศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหา ใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ การตวง	นักเรียนสามารถ 1. แก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับการตวงได้ 2. เขียนสื่อความหมาย ในการแก้โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับ การตวงได้	2	1
ค 6.1 ป.2/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และ การนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน				
	รวม		12	6

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน แบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ

และเกณฑ์การให้คะแนน โดยสร้างให้มีความสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน แบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 248 - 250)

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ซึ่งผลการประเมินทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า แบบทดสอบจำนวน 12 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ .60 - 1.00 และผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- จากแบบทดสอบในข้อที่ 1 ควรมีการใช้คำเชื่อมประโยคที่ เหมาะสมและระบุ ประธานของประโยค เพื่อให้ประโยคข้างต้น เป็นประโยคที่สมบูรณ์ เช่น “กัปตันซื้อขนมปัง 23 ชิ้น ซื้อมาเพิ่ม 18 ชิ้น แบ่งให้เพื่อนไป 11 ชิ้น กัปตันจะเหลือขนมปังกี่ชิ้น” เปลี่ยนเป็น “กัปตัน ซื้อขนมปังมา 23 ชิ้น ภายหลังเขาซื้อขนมปังมาเพิ่มอีก 18 ชิ้น และเขาได้แบ่งขนมปังให้เพื่อนไป 11 ชิ้น กัปตันจะเหลือขนมปังกี่ชิ้น”

- จากแบบทดสอบในข้อที่ 12 โจทย์ถามว่า “แม่มีน้ำส้ม 24 ลิตร ตวงน้ำส้มใส่ขวดขวดละ 4 ลิตร และนำน้ำที่แบ่งใส่ขวดทั้งหมดไปขาย ขวดละ 8 บาท แม่จะได้เงินทั้งหมดกี่บาท” จากข้อคำถามราคาที่ย่าน้ำส้มแต่ละขวดไม่สมเหตุสมผลกับปริมาณ ดังนั้นควรเปลี่ยนโจทย์เป็นการตวงน้ำที่มีปริมาณและราคาที่เหมาะสมผลกัน

2.5 นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกับนักเรียนที่ทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.6 ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ที่นำไปทดลองแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ซึ่งพิจารณาจากค่า

ความยาก (P) อยู่ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

2.7 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .39 - .64 ซึ่งมีความยากพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .26 - .40 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ และคัดเลือกให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยคัดเลือกไว้จำนวน 6 ข้อ

2.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยคำนวณจากสูตรของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น .79

2.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา

3. แบบสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด
ขั้นตอนการสร้างแบบสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบมาตรฐานค่า 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 2 คะแนน (ดี) ระดับ 1 คะแนน (พอใช้) และระดับ 0 คะแนน (ปรับปรุง) จำนวน 4 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักการและวิธีการในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง

3.2 สร้างแบบสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และเกณฑ์การให้คะแนน

3.3 นำแบบสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด พร้อมเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา และชี้แนะข้อบกพร่อง พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา

3.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดพร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนตามคำชี้แนะ

3.5 นำแบบสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด โดยใช้เวลาการสอน 12 คาบ คาบละ 50 นาที โดยในช่วงแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อยู่ที่ 4 - 6 จะมีการสังเกตการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด
3. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ครบแล้วทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แล้วบันทึกคะแนน
4. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 12, ตารางที่ 13 และตารางที่ 14 แล้วนำคะแนนที่ได้วิเคราะห์วิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

ตารางที่ 12 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนกลวิธี STAR	คะแนนและความสามารถในการแก้ปัญหา ที่ปรากฏให้เห็น
1. การศึกษาโจทย์ ปัญหา (S: Search the word problem)	2 คะแนน เมื่อเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ ให้หาคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์
	1 คะแนน เมื่อเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ ให้หาได้ถูกต้องเพียงอย่างเดียวอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือเขียนแสดง ทั้งสองอย่าง แต่ยังไม่ถูกต้องในบางส่วน
	0 คะแนน เมื่อเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ ให้หาไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีการเขียนตอบ

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ขั้นตอนกลวิธี STAR	คะแนนและความสามารถในการแก้ปัญหา ที่ปรากฏให้เห็น
2. การแปลงข้อมูล ในโจทย์ปัญหา (T: Translate the problem)	2 คะแนน เมื่อเขียนแสดงการแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่ประโยค สัญลักษณ์ได้ถูกต้องครบถ้วน 1 คะแนน เมื่อเขียนแสดงการแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่ประโยค สัญลักษณ์ได้ แต่มีการเขียนเครื่องหมายหรือตัวเลขในประโยค สัญลักษณ์ผิดในบางส่วน หรือเขียนเครื่องหมายและตัวเลข ได้ถูกต้อง แต่เขียนวงเล็บไม่ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อไม่สามารถเขียนแสดงการแปลงข้อมูลใด ๆ ในโจทย์ เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ หรือเขียนเครื่องหมาย ตัวเลข หรือวงเล็บไม่ครบถ้วนและไม่ถูกต้องทั้งหมด
3. การหาคำตอบ (A: Answer the problem)	3 คะแนน เมื่อดำเนินการแก้ปัญหาจากประโยคสัญลักษณ์ จนได้คำตอบ ที่ถูกต้องครบถ้วน 2 คะแนน เมื่อดำเนินการแก้ปัญหาจากประโยคสัญลักษณ์ จนได้คำตอบ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง เนื่องจากมีการคำนวณผิดพลาด หรือมีการคำนวณถูกต้อง แต่เขียนตัวเลขหรือเครื่องหมาย จากประโยคสัญลักษณ์ผิด 1 คะแนน เมื่อดำเนินการแก้ปัญหาจากประโยคสัญลักษณ์ จนได้คำตอบ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง เนื่องจากดำเนินการแก้สมการ โดยมีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ผิด 0 คะแนน เมื่อไม่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาจากประโยคสัญลักษณ์ และไม่สามารถหาคำตอบได้

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ขั้นตอนกลวิธี	คะแนนและความสามารถในการแก้ปัญหา
STAR	ที่ปรากฏให้เห็น
4. ทบทวนคำตอบ (R: Review the solution)	2 คะแนน เมื่อเขียนแสดงการตรวจคำตอบที่ได้จากขั้นการหาคำตอบ และสรุปคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้องครบถ้วน 1 คะแนน เมื่อเขียนแสดงการตรวจคำตอบที่ได้จากขั้นการหาคำตอบ ถูกต้อง หรือเขียนสรุปคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้อง ครบถ้วนเพียงอย่างเดียว 0 คะแนน เมื่อไม่มีการเขียนแสดงการตรวจคำตอบและสรุปคำตอบ หรือเขียนการตรวจคำตอบที่ได้จากขั้นการหาคำตอบ และสรุปคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ให้หาไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 13 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
2 (ดี)	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการพูดนำเสนอแนวคิดถูกต้อง อธิบายวิธีการหาคำตอบได้ชัดเจน
1 (พอใช้)	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการพูดนำเสนอแนวคิดได้เป็นบางส่วนหรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการพูดอธิบายวิธีการหาคำตอบได้ยังไม่ชัดเจน หรือมีการนำเสนอแนวคิดได้ชัดเจน แต่ไม่มีการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์
0 (ปรับปรุง)	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการพูดนำเสนอไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 14 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
3 (ดีมาก)	เขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
2 (ดี)	- เขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นลำดับขั้นตอน แต่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง หรือ - เขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน แต่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องในบางส่วน
1 (พอใช้)	เขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้องในบางส่วน
0 (ไม่พยายาม)	- เขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่มีการเขียนนำเสนอ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t -test for One Sample ซึ่งคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งการประเมินเป็น รายข้อ ข้อละ 9 คะแนน จำนวน 6 ข้อ รวมคะแนนเป็น 54 คะแนน

1.2 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคนกับเกณฑ์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t -test for One Sample ซึ่งคะแนนจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ คะแนนความสามารถในการสื่อสารทาง

ด้านการเขียน แบ่งการประเมินเป็นรายข้อ ข้อละ 3 คะแนน วัดจากแบบทดสอบฉบับเดียวกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 6 ข้อ โดยมีคะแนนรวมเป็น 18 คะแนน และคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางการพูด ซึ่งวัดจากการสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดเป็นแบบมาตรฐานค่า 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 2 คะแนน (ดี) ระดับ 1 คะแนน (พอใช้) และระดับ 10 คะแนน (ปรับปรุง) จำนวน 4 ข้อ มีคะแนนรวมเป็น 8 คะแนน ซึ่งจะรวมคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็น 26 คะแนน

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากพฤติกรรมที่แสดงออก โดยพิจารณาเป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.1 วิเคราะห์ข้อมูลในระหว่างการทดลอง

ประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดจากแบบประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยจะสังเกตนักเรียนในแต่ละคู่ระหว่างการจัดกิจกรรม และเก็บข้อมูลในช่วงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 - 6 แผนการเรียนรู้ละ 5 คู่ โดยให้คะแนนนักเรียนเป็นรายบุคคล

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลหลังการทดลอง

ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางด้านคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) คำนวณจากสูตร

$$S = \frac{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{n(n-1)}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum x)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยคำนวณจากสูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 111)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบถาม การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน จากสูตรของ วิทนีย์ – ซาเบอร์ ซึ่งแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นผู้รอบรู้และผู้ไม่รอบรู้ 50 เปอร์เซนต์ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 163 - 166)

$$P = \frac{s_h + s_l - (n_t)(x_{min})}{n_t(x_{max} - x_{min})}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ
 s_h แทน ผลรวมคะแนนของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนน กับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนนั้น (f_x) ในกลุ่มสูง
 s_l แทน ผลรวมคะแนนของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนน กับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนนั้น (f_x) ในกลุ่มต่ำ

n_t แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

x_{max} แทน คะแนนสูงสุด

x_{min} แทน คะแนนต่ำสุด

$$r = \frac{S_h - S_l}{n(x_{max} - x_{min})}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ

S_h แทน ผลรวมคะแนนของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนน
กับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนนั้น (f_x) ในกลุ่มสูง

S_l แทน ผลรวมคะแนนของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนน
กับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนนั้น (f_x) ในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

x_{max} แทน คะแนนสูงสุด

x_{min} แทน คะแนนต่ำสุด

2.3 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา
(α - Coefficient) โดยคำนวณจากสูตรครอนบัก (Cronbach) (เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร, 2555,
หน้า 161)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและการพูดที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด โดยใช้ t - test for one sample ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ),
2543, หน้า 240(โดยใช้การทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียว (1-tailed)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad df = n$$

- เมื่อ t แทน ค่าที่พิจารณาใน t -Distribution
 \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ
 μ_0 แทน เกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่ตั้งไว้ ($\mu_0 = 70\%$)
 S แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบ
 n แทน จำนวนนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูล เพื่อนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

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

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ในการวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 1 ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนน เต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	\bar{X}	<i>S</i>	<i>t</i>	Sig
ความสามารถ ในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	31	54	37.8	40.64	4.39	3.606*	.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 15 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 40.64
คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.39 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบ
ของนักเรียน ผู้วิจัยสามารถจำแนกความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ออกเป็น 4 ด้าน ตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

1. ด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา (S: Search the word problem)

ในการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการศึกษา
โจทย์ปัญหา ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับ
การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผล
ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการศึกษา
 โจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับ
 เทคนิคคู่คิด ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	\bar{X}	<i>S</i>	<i>t</i>	Sig
ความสามารถ ในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ด้านการศึกษา โจทย์ ปัญหา	31	12	8.4	10.13	2.20	4.372*	.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 16 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการศึกษา
 โจทย์ปัญหา ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด
 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.13 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.20 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน
 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษา โจทย์ปัญหา
 ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด สูงกว่าเกณฑ์
 ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 ด้านการศึกษา โจทย์ปัญหา โดยพิจารณาจากจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อ
 ของด้านการศึกษา โจทย์ปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของด้านการศึกษาจิตวิทยา จำแนกตามระดับคะแนน

ระดับ คะแนน	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)						ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	
ด้านการศึกษาจิตวิทยา							
2 คะแนน	25 (80.65)	21 (67.74)	23 (74.19)	25 (80.65)	20 (64.52)	21 (67.74)	72.58
1 คะแนน	5 (16.13)	9 (29.03)	7 (22.58)	5 (16.13)	10 (32.26)	8 (25.81)	23.66
0 คะแนน	1 (3.23)	1 (3.23)	1 (3.23)	1 (3.23)	1 (3.23)	2 (6.45)	3.76
รวม	31 (100)	31 (100)	31 (100)	31 (100)	31 (100)	31 (100)	100.00

จากตารางที่ 17 พบว่า ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในด้านการศึกษาจิตวิทยาของนักเรียน ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.58 รองลงมา คือ ระดับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 23.66 และในระดับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 3.76 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการศึกษาจิตวิทยาของนักเรียน จำแนกในแต่ละกลุ่ม แสดงดังนี้

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 2 คะแนน ในด้านการศึกษาจิตวิทยา เป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ และสิ่งที่โจทย์ให้หาคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ คิดเป็นร้อยละ 72.58 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 3

พ่อบริการมีเหยือกจำนวน 3 ใบ แต่ละใบบรรจุน้ำ 12 ลิตร พ่อเทน้ำจากเหยือกทั้งหมดแบ่งใส่ขวด
ขวดละ 4 ลิตร ดังนั้นพ่อจะได้น้ำทั้งหมดกี่ขวด

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem) : ศึกษาโจทย์ปัญหา	
- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1. พ่อมีเหยือกจำนวน 3 ใบ 2. แต่ละใบบรรจุน้ำ 12 ลิตร 3. พ่อเทน้ำจากเหยือกทั้งหมดแบ่งใส่ขวดขวดละ 4 ลิตร
- สิ่งที่โจทย์ให้หา	ดังนั้นพ่อจะได้น้ำทั้งหมดกี่ขวด

ภาพที่ 3 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา

จากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ให้หาคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ โดยนักเรียนเขียนตอบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ “พ่อบริการมีเหยือกจำนวน 3 ใบ แต่ละใบบรรจุน้ำ 12 ลิตร พ่อเทน้ำจากเหยือกทั้งหมดแบ่งใส่ขวดขวดละ 4 ลิตร” และสิ่งที่โจทย์ให้หา คือ “ดังนั้นพ่อจะได้น้ำทั้งหมดกี่ขวด” ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้องครบถ้วนตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 1 คะแนน ในด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา เป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้องเพียงอย่างเดียวอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือเขียนแสดงทั้งสองอย่าง แต่ยังไม่ถูกต้องหรือครบถ้วนในบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 23.66 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 4

พ่มีเหยือกจำนวน 3 ใบ แต่ละใบบรรจุน้ำ 12 ลิตร พ่อเทน้ำจากเหยือกทั้งหมดแบ่งใส่ขวดขวดละ 4 ลิตร ดังนั้นพ่อจะได้น้ำทั้งหมดกี่ขวด

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem) : ศึกษาโจทย์ปัญหา	
- สิ่งโจทย์กำหนดให้	1. พ่อมีเหยือกจำนวน 3 ใบ 2. แต่ละใบบรรจุน้ำ 12 ลิตร 3. พ่อเทน้ำจากเหยือกทั้งหมดแบ่งใส่ขวด ขวดละ
- สิ่งโจทย์ให้หา	..... ดังนั้นพ่อจะได้น้ำทั้งหมดกี่ขวด

ภาพที่ 4 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา

จากภาพที่ 4 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเขียนแสดงทั้งสองอย่าง แต่ยังไม่ถูกต้องหรือครบถ้วนในบางส่วน โดยนักเรียนเขียนตอบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ “พ่มีเหยือกจำนวน 3 ใบ แต่ละใบบรรจุน้ำ 12 ลิตร พ่อเทน้ำจากเหยือกทั้งหมดแบ่งใส่ขวด ขวดละ” และสิ่งที่โจทย์ให้หา คือ “ดังนั้นพ่อจะได้น้ำทั้งหมดกี่ขวด” ซึ่งจะเห็นว่า นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่ข้อมูลยังไม่ครบถ้วน ซึ่งขาดข้อมูลที่สำคัญที่โจทย์กำหนดให้ นั่นคือขวดละ 4 ลิตร ดังนั้น หากจะให้ถูกต้อง นักเรียนควรตอบสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ “พ่มีเหยือกจำนวน 3 ใบ แต่ละใบบรรจุน้ำ 12 ลิตร พ่อเทน้ำจากเหยือกทั้งหมดแบ่งใส่ขวด ขวดละ 4 ลิตร” และสิ่งที่โจทย์ให้หา คือ “ดังนั้นพ่อจะได้น้ำทั้งหมดกี่ขวด”

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน ในด้านการศึกษาโจทย์ปัญหา เป็นกลุ่มนักเรียนที่นักเรียนเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ให้หาไม่ถูกต้องหรือไม่มีการเขียนตอบทั้งสองอย่างคิดเป็นร้อยละ 3.76 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 5

พ่อดีมีเหยือกจำนวน 3 ใบ แต่ละใบบรรจุน้ำ 12 ลิตร พ่อเทน้ำจากเหยือกทั้งหมดแบ่งใส่ขวด
ขวดละ 4 ลิตร ดังนั้นพ่อจะได้น้ำทั้งหมดกี่ขวด

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
	S (Search the word problem) : ศึกษาโจทย์ปัญหา
- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	<p>1. พ่อมีเหยือกจำนวน 3 ใบ แต่ละใบบรรจุน้ำ 12 ลิตร</p> <p>2. ขวดละ 4 ลิตร พ่อเทน้ำจากเหยือกทั้งหมดใส่ขวด</p> <p>3. ใส่ขวดขวดละ 4 ลิตร ดังนั้นพ่อจะได้น้ำทั้งหมดกี่ขวด</p>
- สิ่งที่โจทย์ให้หา	

ภาพที่ 5 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา

จากภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่า นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนเขียนตอบ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ “พ่อดีมีเหยือกจำนวน 3 ใบ แต่ละใบบรรจุน้ำ 12 ลิตร พ่อเทน้ำจากเหยือกทั้งหมดแบ่งใส่ขวด ขวดละ 4 ลิตร ดังนั้นพ่อจะได้น้ำทั้งหมดกี่ขวด” ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง รวมทั้งนักเรียนไม่สามารถเขียนตอบสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้

2. ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา (T: Translate the problem)

ในการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการแปลงข้อมูล ในโจทย์ปัญหาของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	\bar{X}	<i>S</i>	<i>t</i>	Sig
ความสามารถ ในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ด้านการแปลงข้อมูล ในโจทย์ปัญหา	31	12	8.4	9.03	1.40	2.511*	.01

* $p < .05$

จากตารางที่ 18 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดในการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.03 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.40 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการแปลงข้อมูลใน โจทย์ปัญหา โดยพิจารณาจากจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อ ของขั้นการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาจำแนกตามระดับคะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา
จำแนกตามระดับคะแนน

ระดับ คะแนน	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)						ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	
ด้านการด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา							
2 คะแนน	25 (80.65)	21 (64.74)	12 (38.71)	19 (61.29)	13 (41.94)	20 (64.52)	59.14
1 คะแนน	5 (16.13)	8 (25.81)	15 (48.39)	112 (35.48)	12 (38.71)	9 (29.03)	
0 คะแนน	1 (3.23)	2 (6.45)	4 (12.9)	1 (3.23)	6 (19.35)	2 (6.45)	
รวม	31 (100)	31 (100)	31 (100)	31 (100)	31 (100)	31 (100)	100.00

จากตารางที่ 19 พบว่า ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหามathematics ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 59.14 รองลงมา คือ ระดับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 32.26 และในระดับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 8.60 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหามathematics ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาของนักเรียนจำแนกในแต่ละกลุ่ม แสดงดังนี้

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 2 คะแนน ในด้านการด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา เป็นกลุ่มนักเรียนที่สามารถเขียนแสดงการแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 59.14 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 6

โค้ชซื้อตัวต่อเลโก้ราคา 475 บาท แม่ค้าลดราคาให้ 38 บาท โค้ชให้ธนบัตร 50 บาท จำนวน 9 ฉบับแก่แม่ค้า โค้ชจะได้รับเงินทอนกี่บาท

T (Translate the problem) : แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์

$$\text{ประโยคสัญลักษณ์: } (50 \times 9) - (475 - 38) = \square$$

ภาพที่ 6 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนน 2 คะแนน ในด้านการแปลงข้อมูล
ในโจทย์ปัญหา

จากภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเขียนแสดงการแปลงข้อมูลในโจทย์ ไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้องครบถ้วน โดยคำตอบที่นักเรียนตอบ คือ “ $(50 \times 9) - (470 - 38) = \square$ ” ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 1 คะแนน ในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา เป็นนักเรียนกลุ่มที่เขียนแสดงการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ได้ แต่มีการเขียนเครื่องหมายหรือตัวเลข ในประโยคสัญลักษณ์ผิดในบางส่วน หรือเขียนเครื่องหมาย และตัวเลขได้ถูกต้อง แต่เขียนวงเล็บไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 32.26 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 7 และภาพที่ 8

3. โค้ชซื้อตัวต่อเลโก้ราคา 475 บาท แม่ค้าลดราคาให้ 38 บาท โค้ชให้ธนบัตร 50 บาท จำนวน 9 ฉบับแก่แม่ค้า โค้ชจะได้รับเงินทอนกี่บาท

T (Translate the problem) : แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์
ประโยคสัญลักษณ์ $(50 + 9) - (475 - 38) = \square$

ภาพที่ 7 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนน 1 คะแนน ในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

จากภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่า นักเรียนเขียนการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ได้ แต่มีการเขียนเครื่องหมายในประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง โดยคำตอบที่นักเรียนตอบ คือ “ $(50 + 9) - (470 - 38) = \square$ ” หากให้ถูกต้องนักเรียนควรตอบว่า “ $(50 \times 9) - (470 - 38) = \square$ ”

- โค้ชซื้อตัวต่อเลโก้ราคา 475 บาท แม่ค้าลดราคาให้ 38 บาท โค้ชให้ธนบัตร 50 บาท จำนวน 9 ฉบับแก่แม่ค้า โค้ชจะได้รับเงินทอนกี่บาท

T (Translate the problem) : แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์
ประโยคสัญลักษณ์ $(475 - 38) - (50 \times 9) = \square$

ภาพที่ 8 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนน 1 คะแนน ในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

จากภาพที่ 8 จะเห็นได้ว่า นักเรียนเขียนเครื่องหมาย และตัวเลขได้ถูกต้อง แต่เขียนวงเล็บไม่ถูกต้อง โดยคำตอบที่นักเรียนตอบ คือ “ $(470 - 38) - (50 \times 9) = \square$ ” โดยที่นักเรียนเขียนวงเล็บของตัวตั้งและตัวลบสลับกัน หากให้ถูกต้องนักเรียนควรตอบว่า “ $(50 \times 9) - (470 - 38) = \square$ ”

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน ในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา เป็นนักเรียนกลุ่มที่ไม่สามารถเขียนแสดงการแปลงข้อมูลใด ๆ ในโจทย์เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้ หรือเขียนเครื่องหมาย ตัวเลข หรือวงเล็บไม่ครบถ้วนและไม่ถูกต้องทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 8.60 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 9

โค้ชซื้อตัวต่อเลโก้ราคา 475 บาท แม่ค้าลดราคาให้ 38 บาท โค้ชให้ธนบัตร 50 บาท จำนวน 9 ฉบับแก่แม่ค้า โค้ชจะได้รับเงินทอนกี่บาท

ประโยคสัญลักษณ์ $(475 - 38) - 50$

ภาพที่ 9 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนน 0 คะแนน ในด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา

จากภาพที่ 9 จะเห็นได้ว่า นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ตัวเลข หรือวงเล็บไม่ครบถ้วนและไม่ถูกต้องทั้งหมด โดยคำตอบของนักเรียน คือ “ $(470 - 38) - 50$ ” ซึ่งไม่ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนเขียนวงเล็บของตัวตั้งและตัวลบสลับกัน อีกทั้งตัวเลขและวงเล็บไม่ครบถ้วน ทำให้ประโยคสัญลักษณ์นี้เป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้องทั้งหมด

3. ด้านการหาคำตอบ (A: Answer the problem)

ในการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบ ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบ
ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR
ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนน เต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	\bar{X}	<i>S</i>	<i>t</i>	Sig
ความสามารถ ในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบ	31	18	12.60	13.32	1.89	2.133*	.02

* $p < .05$

จากตารางที่ 20 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบ
ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิค
คู่คิด มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.32 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.89 และเมื่อทดสอบ
สมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการหา
คำตอบของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับ
เทคนิคคู่คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการหา
คำตอบ โดยพิจารณาจากจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการดำเนินการ
แก้ปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการหาคำตอบ จำแนกตามระดับ
คะแนน

ระดับ คะแนน	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)						ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	
ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา							
3 คะแนน	24 (77.42)	16 (51.61)	7 (22.58)	16 (51.61)	8 (25.81)	18 (58.06)	47.85
2 คะแนน	5 (16.13)	11 (35.48)	12 (38.71)	10 (32.26)	16 (51.61)	9 (29.03)	33.87

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ระดับ คะแนน	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)						ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	
1 คะแนน	1 (3.23)	2 (6.45)	8 (25.81)	3 (9.68)	4 (12.9)	2 (6.45)	10.75
0 คะแนน	1 (3.23)	2 (6.45)	4 (12.9)	2 (6.45)	3 (9.68)	2 (6.45)	7.53
รวม	31 (100)	31 (100)	31 (100)	31 (100)	31 (100)	31 (100)	100.0

จากตารางที่ 21 พบว่า ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบ ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 47.85 รองลงมา คือ ระดับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 33.87 รองลงมา คือ ระดับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 10.75 และ ในระดับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 7.53 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ด้านการหาคำตอบของนักเรียนจำแนกในแต่ละกลุ่ม แสดงดังนี้

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 3 คะแนน ในด้านการหาคำตอบ เป็นนักเรียนกลุ่มที่สามารถดำเนินการ แก้ปัญหาจากประโยคสัญลักษณ์ จนได้คำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 47.85 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 10

กัปตันซื้อขนมปังมา 23 ชิ้น ภายหลังเขาซื้อขนมปังมาเพิ่มอีก 18 ชิ้น และเขาได้แบ่งขนมปังให้ เพื่อนไป 11 ชิ้น กัปตันจะเหลือขนมปังกี่ชิ้น

A (Answer the problem) : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์ $(23 + 18) - 11 = \square$
	พิจารณา $23 + 18 = \square$
	วิธีทำ $\begin{array}{r} 23 \\ + 18 \\ \hline 41 \end{array}$
	ดังนั้นจะได้ว่า $(23 + 18) - 11 = 41 - 11$
	พิจารณา $41 - 11 = \square$
	วิธีทำ $\begin{array}{r} 41 \\ - 11 \\ \hline 30 \end{array}$
	จะได้คำตอบ คือ 30

ภาพที่ 10 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 3 คะแนนในด้านการหาคำตอบ

จากภาพที่ 10 จะเห็นได้ว่า นักเรียนมีการเขียนการแก้ปัญหามาจากประโยคสัญลักษณ์จนกระทั่งได้คำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน คือ 30 ชิ้น

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 2 คะแนน ในด้านการหาคำตอบ เป็นนักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการแก้ปัญหามาจากประโยคสัญลักษณ์จนได้คำตอบ แต่คำตอบไม่ถูกต้องเนื่องจากคำนวณผิดพลาดหรือมีการคำนวณถูกต้องแต่เขียนตัวเลขหรือเครื่องหมายจากประโยคสัญลักษณ์ผิด คิดเป็นร้อยละ 33.87 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 11 และ ภาพที่ 12

กัปตันซื้อขนมปังมา 23 ชิ้น ภายหลังจากซื้อขนมปังเพิ่มอีก 18 ชิ้น และเขาได้แบ่งขนมปังให้เพื่อนไป 11 ชิ้น กัปตันจะเหลือขนมปังกี่ชิ้น

A (Answer the problem) : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์..... $(23 + 18) - 11 = \square$
	พิจารณา.....
	วิธีทำ $\begin{array}{r} 23 \\ + 18 \\ \hline 41 \\ - 11 \\ \hline 30 \end{array}$
	ดังนั้นจะได้ว่า..... $31 - 11 = \square$
	พิจารณา.....
	วิธีทำ $\begin{array}{r} 31 \\ - 11 \\ \hline 20 \end{array}$
	จะได้คำตอบ คือ..... 20

ภาพที่ 11 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในด้านการหาคำตอบ

จากภาพที่ 11 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหามาจากประโยคสัญลักษณ์จนได้คำตอบ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนมีการคำนวณผิด คือ

$$\begin{array}{r} 1 \\ 2 \ 3 \ + \\ \hline 1 \ 8 \\ 3 \ 1 \\ \hline \hline \end{array}$$

ซึ่งจะเห็นว่านักเรียนมีการเขียนตัวทศ แต่ไม่ได้บวกตัวทศในหลักสิบของประโยคสัญลักษณ์
 $23 + 18 = \square$ จึงทำให้คำตอบที่นักเรียนคำนวณได้นั้นเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง

1. กัปตันซื้อขนมปังมา 23 ชิ้น ภายหลังเขาซื้อขนมปังมาเพิ่มอีก 18 ชิ้น และเขาได้แบ่งขนมปังให้เพื่อนไป 11 ชิ้น กัปตันจะเหลือขนมปังกี่ชิ้น

A (Answer the problem) : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์ $(23 + 18) - 11 = \square$
	พิจารณา..... $28 + 11 = \square$
	วิธีทำ..... $\begin{array}{r} 2 \ 8 \\ \underline{1 \ 1} \\ 3 \ 9 \end{array}$
	ดังนั้นจะได้ว่า.....
	พิจารณา..... $28 + 11 = 39$
	วิธีทำ..... $39 - 11 = \square$
จะได้คำตอบ คือ..... $\begin{array}{r} 3 \ 9 \\ \underline{1 \ 1} \\ 2 \ 8 \end{array}$	

ภาพที่ 12 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในด้านการหาคำตอบ

จากภาพที่ 12 จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาจากประโยคสัญลักษณ์จนได้คำตอบ และคำนวณถูกต้อง แต่นักเรียนเขียนตัวเลขจากประโยคสัญลักษณ์ผิดคือ จากประโยคสัญลักษณ์ $(23 + 18) - 11 = \square$ แต่สิ่งที่นักเรียนคำนวณคือ $(28 + 11) - 11 = 28$ ซึ่งเป็นการคำนวณที่ถูกต้อง แต่คำตอบจากประโยคสัญลักษณ์ที่นักเรียนได้นั้นเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 1 คะแนน ในด้านการหาคำตอบ เป็นนักเรียนกลุ่มที่ดำเนินการ
แก้ปัญหาจากประโยคสัญลักษณ์จนได้คำตอบ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง เนื่องจากดำเนินการแก้สมการ
โดยมีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ผิด คิดเป็นร้อยละ 10.75 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ
ดังภาพที่ 13

1. กัปตันซื้อขนมปังมา 23 ชิ้น ภายหลังเขาซื้อขนมปังมาเพิ่มอีก 18 ชิ้น และเขาได้แบ่งขนมปังให้
เพื่อนไป 11 ชิ้น กัปตันจะเหลือขนมปังกี่ชิ้น

A (Answer the problem) : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์ $(23+18) - 11$
	พิจารณา $23+18=□$
	วิธีทำ $\begin{array}{r} 23 \\ +18 \\ \hline \end{array}$
	ดังนั้นจะได้ว่า $(23+18) - 11 = 31$
	พิจารณา $31-11$
	วิธีทำ $\begin{array}{r} 31 \\ -11 \\ \hline 21 \end{array}$
จะได้คำตอบ คือ $(23+18) - 11 = 21$	

ภาพที่ 13 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา

จากภาพที่ 13 จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาจากประโยคสัญลักษณ์
จนกระทั่งได้คำตอบ แต่มีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ผิด คือ

$$\begin{array}{r} 23 \\ + \\ 18 \\ \hline 31 \\ \hline \end{array}$$

โดยที่นักเรียนไม่มีการเขียนตัวทดในหลักสิบของประโยคสัญลักษณ์ $23 + 18 = \square$ อีกทั้งนักเรียนคำนวณผิด คือ $31 - 11 = 21$ จึงทำให้คำตอบของนักเรียนเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน ในด้านการหาคำตอบ เป็นนักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาจากประโยคสัญลักษณ์ และไม่สามารถหาคำตอบได้ คิดเป็นร้อยละ 7.53 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 14

1. กัปตันซื้อขนมปังมา 23 ชิ้น ภายหลังเขาซื้อขนมปังมาเพิ่มอีก 18 ชิ้น และเขาได้แบ่งขนมปังให้เพื่อนไป 11 ชิ้น กัปตันจะเหลือขนมปังกี่ชิ้น

A (Answer the problem) : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์..... $(23 + 18) - 11 = \square$
	พิจารณา..... $23 + 18$
	วิธีทำ..... $\begin{array}{r} 23 \\ + \\ 18 \\ \hline 41 \end{array}$
	ดังนั้นจะได้ว่า..... $23 + 18 = 41$
	พิจารณา.....
	วิธีทำ.....
จะได้คำตอบ คือ.....	

ภาพที่ 14 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ในขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา

จากภาพที่ 14 จะเห็นได้ว่านักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาจากประโยคสัญลักษณ์ และไม่สามารถหาคำตอบได้ เนื่องจากประโยคสัญลักษณ์ของนักเรียน คือ $(23 + 18) - 11 = \square$ ซึ่งนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาได้แค่ $23 + 18 = 41$ และไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาต่อให้เสร็จสมบูรณ์จนได้คำตอบ

4. ด้านการทบทวนคำตอบ (R: Review the solution)

ในการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการทบทวนคำตอบ ผู้วิจัยจะแนบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการทบทวนคำตอบ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	\bar{X}	<i>S</i>	<i>t</i>	Sig
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการทบทวนคำตอบ	31	12	8.4	8.48	1.41	0.337	0.37

* $p < .05$

จากตารางที่ 22 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการทบทวนคำตอบหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.48 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.41 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการทบทวนคำตอบของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดในการแก้ปัญหาค่าต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการ ทบทวนคำตอบ โดยพิจารณาจากจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการตรวจสอบ กระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ จำแนกตามระดับคะแนน ปรากฏผลดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการทบทวนคำตอบ จำแนกตาม ระดับคะแนน

ระดับ คะแนน	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)						ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	
ด้านการทบทวนคำตอบ							
2 คะแนน	20 (64.52)	13 (41.94)	11 (35.48)	15 (48.39)	16 (51.61)	15 (48.39)	48.39
1 คะแนน	10 (32.26)	16 (51.61)	17 (54.84)	15 (48.39)	13 (41.94)	12 (38.71)	44.62
0 คะแนน	1 (3.23)	2 (6.45)	3 (9.68)	1 (3.23)	2 (6.45)	4 (12.9)	6.99
รวม	31 (100)	31 (100)	31 (100)	31 (100)	31 (100)	31 (100)	100.00

จากตารางที่ 23 พบว่า ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ในด้านการทบทวนคำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 48.39 รองลงมา คือ ระดับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 44.62 และในระดับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 6.99 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการทบทวนคำตอบของ นักเรียนจำแนกในแต่ละกลุ่ม แสดงดังนี้

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 2 คะแนน ในด้านการทบทวนคำตอบเป็นนักเรียนกลุ่มที่สามารถเขียน แสดงการตรวจคำตอบที่ได้จากขั้นการหาคำตอบ และสรุปคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้อง ครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 48.39 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 15

สยามลซื้อมังคุด 1 กิโลกรัม 3 ซีด และซื้อเพิ่มมาอีก 7 ซีด จากนั้นสยามลได้แบ่งมังคุดให้ทั้งหมด ให้เพื่อน 4 คน หนักคนละเท่า ๆ กัน เพื่อนจะได้รับมังคุดคนละกี่ซีด

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
	R Review the solution) : ทบทวนคำตอบ
ตรวจและ ทบทวนคำตอบ	เพื่อนจะได้รับมังคุดคนละ 5 ซีด $5 \times 4 = 20$ $20 - 7 = 13$ สยามลซื้อมังคุด 13 ซีด
สรุปคำตอบ	เพื่อนจะได้รับมังคุดคนละ 5 ซีด

ภาพที่ 15 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ในด้านการทบทวนคำตอบ

จากภาพที่ 15 จะเห็นได้ว่า นักเรียนเขียนแสดงการตรวจคำตอบที่ได้จาก
ขั้นการหาคำตอบ และสรุปคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้องทั้งหมด

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 1 คะแนน ในด้านการทบทวนคำตอบเป็นนักเรียนกลุ่มที่เขียนแสดง
การตรวจคำตอบที่ได้จากขั้นการหาคำตอบ หรือเขียนสรุปคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้อง
ครบถ้วนเพียงอย่างเดียวอย่างใดอย่างหนึ่ง คิดเป็นร้อยละ 44.62 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 16

- ๕ สยามลซื้อมังคุด 1 กิโลกรัม 3 ชีด และซื้อเพิ่มมาอีก 7 ชีด จากนั้นสยามลได้แบ่งมังคุดให้ทั้งหมด ให้เพื่อน 4 คน หนักคนละเท่า ๆ กัน เพื่อนจะได้รับมังคุดคนละกี่ชีด

R Review the solution) : ทบทวนคำตอบ	
ตรวจสอบและ ทบทวนคำตอบ	เพื่อนจะได้รับมังคุดคนละ 5 ชีด
สรุปคำตอบ	เพื่อนจะได้รับมังคุดคนละ 5 ชีด

ภาพที่ 16 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ในด้านการทบทวนคำตอบ

จากภาพที่ 16 จะเห็นว่านักเรียนเขียนแสดงการตรวจคำตอบที่ได้จากขั้นการหาคำตอบ ไม่ถูกต้อง แต่เขียนสรุปคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้อง

กลุ่มนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน ในขั้นการทบทวนคำตอบ เป็นนักเรียนกลุ่มที่ไม่มีเขียนแสดงการตรวจคำตอบและสรุปคำตอบ หรือเขียนการตรวจคำตอบที่ได้จากขั้นการหาคำตอบ และสรุปคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ให้หาไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 6.99 โดยมีตัวอย่างของคำตอบ ดังภาพที่ 17

สยามลซื้อมังคุด 1 กิโลกรัม 3 ซีด และซื้อเพิ่มมาอีก 7 ซีด จากนั้นสยามลได้แบ่งมังคุดให้ทั้งหมด ให้เพื่อน 4 คน หนักคนละเท่า ๆ กัน เพื่อนจะได้รับมังคุดคนละกี่ขีด

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
	R Review the solution) : ทบทวนคำตอบ
ตรวจและ ทบทวนคำตอบ	$16 + 4 = \square$ $\begin{array}{r} 16 \\ + 4 \\ \hline 20 \end{array}$
สรุปคำตอบ	20

ภาพที่ 17 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ในขั้นการทบทวนคำตอบ

จากภาพที่ 17 จะเห็นได้ว่า นักเรียนเขียนแสดงการตรวจคำตอบเพียงครั้งเดียว จึงทำให้การตรวจคำตอบนั้นไม่ครบถ้วน รวมถึงนักเรียนเขียนสรุปคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ให้หาไม่ถูกต้อง

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ในการวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้ผลดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	\bar{X}	<i>S</i>	<i>t</i>	Sig
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	31	26	18.20	19.52	2.02	3.638*	.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 24 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.52 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.02 ซึ่งเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้

นอกจากนี้เมื่อผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นรายด้าน ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และด้านการเขียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงผลดังนี้

ด้านการพูด

การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทางด้านการพูดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ *t* - test for one sample ปรากฏในตารางที่ 25

ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนน เต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	\bar{X}	<i>S</i>	<i>t</i>	Sig
ความสามารถในการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูด	31	8	5.6	5.97	1.05	1.953*	.03

* $p < .05$

จากตารางที่ 25 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.97 คะแนน จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.60 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนจากแบบสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด สามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ดังนี้
ตัวอย่าง โจทย์ปัญหา: เชือกสีเหลืองมีความยาวเท่ากับเชือกสีแดง 2 เส้น เชือกสีแดงยาว 7 เซนติเมตร ถ้าตัดความยาวเชือกสีเหลืองออก 3 เซนติเมตร จะเหลือความยาวของเชือกสีเหลืองกี่เซนติเมตร

1. นักเรียนที่ได้ 2 คะแนน (ดี) เป็นนักเรียนกลุ่มที่ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการพูดนำเสนอแนวคิดถูกต้อง อธิบายวิธีการหาคำตอบได้ชัดเจน โดยมีตัวอย่างของการพูด ดังนี้
 - 1.1 การแปลงโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์
นักเรียนพูดว่า “จากโจทย์ เชือกสีเหลืองมีความยาวเท่ากับเชือกสีแดง 2 เส้น เชือกสีแดงยาว 7 เซนติเมตร จะได้ประโยคสัญลักษณ์คือ 7 คูณ 2 และถ้าตัดความยาวเชือกสีเหลืองออก 3 เซนติเมตร จะได้ประโยคสัญลักษณ์คือ วงเล็บ 7 คูณ 2 และลบออก 3”

1.2 การหาคำตอบ

นักเรียนพูดว่า “จากประโยคสัญลักษณ์ วงเล็บ 7 คูณ 2 และลบกับ 3 หาผลลัพธ์ของ 7 คูณ 2 ได้เท่ากับ 14 และนำมาลบออก 3 ได้คำตอบคือ เชือกสีเหลืองเหลือความยาวอยู่ 11 เซนติเมตร”

1.3 การทบทวนคำตอบ และสรุปคำตอบ

นักเรียนพูดว่า “จากคำตอบ เชือกสีเหลืองเหลือความยาวอยู่ 11 เซนติเมตร ทบทวนคำตอบจะได้ว่า 11 บวก 3 เท่ากับ 14 และ 14 หาด้วย 2 เท่ากับ 7 ซึ่งตรงกับโจทย์ถาม ดังนั้นคำตอบถูกต้อง จึงสรุปคำตอบได้ว่า เชือกสีเหลืองเหลือความยาวอยู่ 11 เซนติเมตร”

1.4 การอภิปรายแสดงแนวคิดเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน

นักเรียนพูดว่า “จากโจทย์ เชือกสีเหลืองมีความยาวเท่ากับเชือกสีแดง 2 เส้น เชือกสีแดงยาว 7 เซนติเมตร ถ้าตัดความยาวเชือกสีเหลืองออก 3 เซนติเมตร จะได้ประโยคสัญลักษณ์ คือ วงเล็บ 7 คูณ 2 และลบออก 3 โดยหาคำตอบจากในวงเล็บก่อน คือ 7 คูณ 2 เท่ากับ 14 และ 14 ลบออก 3 เท่ากับ 11 ดังนั้นจะได้คำตอบ คือ เชือกสีเหลืองเหลือความยาวอยู่ 11 เซนติเมตร”

2. นักเรียนที่ได้ 1 คะแนน (พอใช้) เป็นนักเรียนกลุ่มที่ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์

ในการพูดนำเสนอแนวคิดได้เป็นบางส่วนหรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการพูดอธิบายวิธีการหาคำตอบได้ยังไม่ชัดเจน หรือมีการนำเสนอแนวคิดได้ชัดเจน แต่ไม่มีการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ โดยมีตัวอย่างของการพูด ดังนี้

2.1 การแปลงโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์

นักเรียนพูดว่า “เชือกสีเหลืองมีความยาวเท่ากับเชือกสีแดง 2 เส้น ได้ 7 บวกกันสองครั้ง และถ้าตัดความยาวเชือกสีเหลืองออก 3 เซนติเมตร ต้องลบออกไป 3”

2.2 การหาคำตอบ “เชือกสีเหลืองมีความยาวเท่ากับเชือกสีแดง 2 เส้น ได้ 14 เซนติเมตร แล้วลบ 3 ได้เท่ากับ 11”

2.3 การทบทวนคำตอบ และสรุปคำตอบ “ทบทวนคำตอบคือ 11 บวก 3 หาด 2 เท่ากับ 7 สรุปคำตอบได้ 11”

2.4 การอภิปรายแสดงแนวคิดเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน “ประโยคสัญลักษณ์ คือ 7 บวก 7 และลบ 3 เท่ากับ 11 ดังนั้นจะได้คำตอบ คือ เชือกสีเหลืองความยาวอยู่ 11 เซนติเมตร”

3. ไม่มีนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน (ปรับปรุง)

ด้านการเขียน

การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t -test for one sample ปรากฏในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ 70)	\bar{X}	S	t	Sig
ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียน	31	18	12.60	13.55	1.50	3.516*	0.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 26 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.55 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.28 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้ 3 คะแนน เป็นนักเรียนกลุ่มที่เขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แสดงดังภาพที่ 18

แม่ให้เงินเนม โดยให้ธนบัตรฉบับละ 20 บาท จำนวน 7 ฉบับ เดิมเนมมีเงินอยู่แล้ว 78 บาท เนมมีเงินทั้งหมดกี่บาท

ประโยคสัญลักษณ์ $(20 \times 7) + 78 = \square$ ✓	
A (Answer the problem) : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์ $(20 \times 7) + 78 = \square$
	พิจารณา $20 \times 7 = \square$
	วิธีทำ 20
	$\begin{array}{r} 20 \\ \times \\ \hline 140 \end{array}$ ✓
	ดังนั้นจะได้ว่า $(20 \times 7) + 78 = 140 + 78$
	พิจารณา $140 + 78 = \square$
	วิธีทำ $\begin{array}{r} 140 \\ + 78 \\ \hline 218 \end{array}$ ✓
จะได้คำตอบ คือ $(20 \times 7) + 78 = 218$	

ภาพที่ 18 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน 3 คะแนน

จากภาพที่ 18 พบว่า นักเรียนเขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง

2. นักเรียนที่ได้ 2 คะแนน เป็นนักเรียนกลุ่มที่เขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ไม่เป็นลำดับขั้นตอน แต่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง หรือเขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน แต่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องในบางส่วนแสดง ดังภาพที่ 19 และภาพที่ 20

แม่ให้เงินเนม โดยให้ธนบัตรฉบับละ 20 บาท จำนวน 7 ฉบับ เดิมเนมมีเงินอยู่แล้ว 78 บาท
เนมมีเงินทั้งหมดกี่บาท

ประโยคสัญลักษณ์..... $(20 \times 7) + 78 = \square$	
A (Answer the problem) : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์..... $(20 \times 7) + 78 = \square$
	พิจารณา.....
	วิธีทำ..... $\begin{array}{r} 20 \\ \times 7 \\ \hline 140 \end{array}$
	ดังนั้นจะได้ว่า..... $140 + 78 = \square$
	พิจารณา.....
	วิธีทำ..... $\begin{array}{r} 140 \\ + 78 \\ \hline 218 \end{array}$
จะได้คำตอบ คือ..... 218	

ภาพที่ 19 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ด้านการเขียน 2 คะแนน

จากภาพที่ 19 จะเห็นได้ว่านักเรียนแต่เขียนนำเสนอโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
ได้อย่างถูกต้อง แต่นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นลำดับขั้นตอน
เนื่องจากนักเรียนไม่เขียนแสดงตามลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา อีกทั้งเขียนแสดงวิธีการบวก
ไม่ถูกต้อง คือ

$$\begin{array}{r} 140 + \\ 78 \\ \hline 218 \end{array}$$

ซึ่งจะเห็นว่านักเรียนไม่เขียนการทด จึงทำให้การเขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์

แม่ให้เงินเนม โดยให้ธนบัตรฉบับละ 20 บาท จำนวน 7 ฉบับ เดิมเนมมีเงินอยู่แล้ว 78 บาท
เนมมีเงินทั้งหมดกี่บาท

ประโยคสัญลักษณ์..... $20 \times 7 + 78 = \square$	
A (Answer the problem) : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์..... $20 \times 7 + 78$
	พิจารณา..... $20 \times 7 = \square$
	วิธีทำ..... 20
	..... 7^*
	..... 140
	ดังนั้นจะได้ว่า..... $20 \times 7 + 78 = 140 + 78$
	พิจารณา..... $140 + 78 = \square$
	วิธีทำ..... 140
	..... 78^+
	..... 218
จะได้คำตอบ คือ..... $20 \times 7 + 78 = 218$	

ภาพที่ 20 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนความสามารถในการสื่อสาร
ทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน 2 คะแนน

จากภาพที่ 20 จะเห็นได้ว่านักเรียนเขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์
อย่างเป็นลำดับขั้นตอน แต่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องในบางส่วน เนื่องจากนักเรียน
ไม่มีการเขียนวงเล็บในประโยคสัญลักษณ์ อีกทั้งไม่เขียนเครื่องหมาย = และ \square ในประโยค
สัญลักษณ์ของขั้นตอนการหาคำตอบ

3. นักเรียนที่ได้ 1 คะแนน เป็นนักเรียนกลุ่มที่เขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวาง
ทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง
ในบางส่วน แสดงดังภาพที่ 21

แม่ให้เงินเนม โดยให้ธนบัตรฉบับละ 20 บาท จำนวน 7 ฉบับ เดิมเนมมีเงินอยู่แล้ว 78 บาท
เนมมีเงินทั้งหมดกี่บาท

ประโยคสัญลักษณ์.....	
A (Answer the problem) : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์ $(20 \times 7) - 78 = \square$
	พิจารณา $20 \times 7 = \square$
	วิธีทำ $\begin{array}{r} 20 \\ \times 7 \\ \hline 140 \end{array}$
	ดังนั้นจะได้ว่า $140 - 78 = \square$
	พิจารณา $\begin{array}{r} 140 \\ - 78 \\ \hline 62 \end{array}$
วิธีทำ $\begin{array}{r} 78 \\ \times 7 \\ \hline 62 \end{array}$	
จะได้คำตอบ คือ <u>62</u>	

ภาพที่ 21 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ด้านการเขียน 1 คะแนน

จากภาพที่ 21 จะเห็นได้ว่านักเรียนไม่ได้ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อเขียน
ประโยคสัญลักษณ์ และนักเรียนใช้เครื่องหมายผิด คือ $(20 \times 7) - 78 = \square$ หากให้ถูกต้องนักเรียน
ควรเขียนว่า $(20 \times 7) + 78 = \square$ อีกทั้งนักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์
ไม่เป็นลำดับขั้นตอน และยังไม่ถูกต้องในบางส่วน เนื่องจากนักเรียนเขียนตั้งหลักการคูณ
ในแนวตั้งไม่ตรงหลัก

4. นักเรียนที่ได้ 0 คะแนน เป็นนักเรียนกลุ่มที่เขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวาง
ทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นลำดับขั้นตอน และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องทั้งหมด
หรือไม่มีการเขียนนำเสนอ แสดงดังภาพที่ 22

แม่ให้เงินเนม โดยให้ธนบัตรฉบับละ 20 บาท จำนวน 7 ฉบับ เดิมเนมมีเงินอยู่แล้ว 78 บาท
เนมมีเงินทั้งหมดกี่บาท

ประโยคสัญลักษณ์ $(20 + 7) + 78$

A (Answer the problem) : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

คำตอบ ของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์ $(20 + 7) + 78$
	พิจารณา $(20 + 7)$
	วิธีทำ
	$\begin{array}{r} 20 \\ + 7 \\ \hline 27 \end{array}$
	ดังนั้นจะได้ว่า $20 + 7 = 27$
	พิจารณา
วิธีทำ	
จะได้คำตอบ คือ	

ภาพที่ 22 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ด้านการเขียน 0 คะแนน

จากภาพที่ 22 จะเห็นได้ว่า นักเรียนเขียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์
ไม่เป็นลำดับขั้นตอน และเขียนไม่ครบตามที่กำหนด จนไม่สามารถหาคำตอบได้ และใช้สัญลักษณ์
ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องทั้งหมด เนื่องจากนักเรียนไม่มีการเขียนเครื่องหมาย = และ □
ในประโยคสัญลักษณ์ อีกทั้งนักเรียนใช้เครื่องหมายผิด คือ $(20 \times 7) + 78$ หากให้ถูกต้องนักเรียน
ควรเขียนว่า $(20 + 7) + 78 = \square$

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน จำนวน 6 แผน มีความเหมาะสมเฉลี่ย เท่ากับ 4.65 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .39 - .64 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .26 - .40 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ .79 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t - test for one sample

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แต่ละด้าน พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการศึกษา โจทย์ปัญหา ด้านการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหา และด้านการหาคำตอบของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และในด้านทบทวนคำตอบของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด มีคะแนนเฉลี่ย 40.64 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.26 และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด เป็นการจัดการเรียนรู้โดยการนำเสนอปัญหา เพื่อให้นักเรียน ได้คิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธี STAR แล้วจับคู่กัน 2 คน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน แล้วนำความคิดของแต่ละคู่มาแบ่งปันกันในชั้นเรียน เน้นการสอน โดยการนำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ ซึ่งกลวิธี STAR เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเป็นกลวิธีการสอนที่สอนแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามตัวอักษรตัวแรกของชื่อลำดับขั้น โดยสอนให้นักเรียนใช้ตัวแทนที่อยู่ในรูปสื่อหรือสัญลักษณ์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และหาคำตอบ มี 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้น S การศึกษาโจทย์ปัญหา (S: Search the word problem) ขั้น T การแปลงโจทย์ (T: Translate the problem) โดยอาจเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ ได้แก่ สื่อที่เป็นรูปธรรม สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ขั้น A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา (A: Answer the problem) และขั้น R ทบทวนคำตอบ (R: Review the solution) ซึ่งขั้นตอนหลักของกลวิธี STAR จะประกอบด้วยขั้นตอนย่อยเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ เพื่อหาคำตอบได้ (Maccini, 1998, pp. 32 - 34) โดยการใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ทั้งสามประเภทในขั้นที่ 2 ดังกล่าวพัฒนามาจากทฤษฎีของ บรูเนอร์ อันจะนำมาซึ่งความเข้าใจและการถ่ายโยง

ความรู้ (Gagnon & Krezmien, 2011) อีกทั้ง Bruner (Bruner) ได้กล่าวถึง พัฒนาการทางปัญญาว่า ผู้เรียนจะเกิดความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดได้ หากเขาสามารถถ่ายโอนความรู้ความเข้าใจ ทุกสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่ภาพหรือสัญลักษณ์ได้ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2548, หน้า 214) สิ่งที่น่าสนใจในแนวคิดนี้ คือ งานวิจัยของ Maccini and Hughes (2000, pp. 10 - 21) ได้ศึกษา ผลของการใช้กลวิธี STAR ในการแก้ปัญหาพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่บกพร่องทางการเรียนรู้ที่มีต่อการสื่อสารความหมายและคำตอบของการแก้ปัญหา การบวก ลบ คูณ และหาร จำนวนเต็ม ผลปรากฏว่า ทักษะการแก้ปัญหานักเรียนสูงขึ้น อีกทั้งยังส่งผลกับการแก้ปัญหานในโจทย์ที่ไม่ใกล้เคียงกับของเดิมอีกด้วย และนอกจากนั้น งานวิจัยของ ประจวบ แสงสีบับ (2556) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 46 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แต่ละด้าน ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดทั้ง 4 ขั้น สามารถการอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1.1 ชั้น S สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ในชั้นการศึกษาโจทย์ปัญหาให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ ทั้งนี้เนื่องจาก ในชั้นนี้นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาคณิตศาสตร์ที่ครูนำเสนอให้เป็นรายบุคคล นักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และเขียนถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบ ซึ่งจากการตรวจแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญห พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ให้หาคำตอบได้ถูกต้อง แต่ก็มีนักเรียนที่เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบได้เพียงบางส่วน เนื่องจากนักเรียนบางคนเขียนข้อมูลในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ไม่ครบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 48) ที่กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต้องเน้นที่การคิดวิเคราะห์ข้อมูลในปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด ความเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้จะทำให้ผู้เรียนเห็นแนวทาง หรือวิธีการในการแก้ปัญหา สามารถแก้ปัญหาและขยายความคำตอบได้

1.2 ชั้น T สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ในชั้นการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ ทั้งนี้เนื่องจาก ในชั้นนี้นักเรียนจะต้องแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยค

สัญลักษณ์ ผ่านการใช้คำถามของครู โดยให้นักเรียนพิจารณาจากข้อมูลที่มีเป็นรายบุคคล จากนั้นนักเรียนวางแผนการแก้ปัญหา และเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์เพื่อนำไปสู่การสร้างประโยคสัญลักษณ์ ดังนี้ สื่อที่เป็นรูปธรรม คือการใช้วัตถุจริงหรือสื่อเสมือนจริง สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริงคือ รูปภาพ และสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม คือการเขียนให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์ ซึ่งจากการตรวจแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนแสดงการแปลงข้อมูลในโจทย์ไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง แต่มีนักเรียนบางส่วนที่เขียนแสดงการแปลงข้อมูลในโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ยังไม่ถูกต้อง เนื่องจากมีการเขียนเครื่องหมาย หรือตัวเลข ในประโยคสัญลักษณ์ผิดในบางส่วน และนักเรียนบางส่วนเขียนวงเล็บไม่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ อุยวดี จันทรสุนธิ (2556, หน้า 72-78) สรุปได้ว่าการเขียนภาพ การเขียนแผนภาพ หรือสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหา จะทำให้ปัญหามีความเป็นรูปธรรมขึ้น ทำให้ความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

1.3 ชั้น A สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาขั้นการหาคำตอบให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในชั้นนี้นักเรียนแต่ละคนจะดำเนินการแก้ปัญหาจนกระทั่งได้คำตอบของโจทย์ปัญหา ซึ่งนักเรียนหาคำตอบ โดยการแก้ปัญหาจากประโยคสัญลักษณ์ที่นักเรียนได้จากการแปลงข้อมูล โดยจากการฝึกฝนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นนี้ ทำให้นักเรียนมีความรอบคอบในการคำนวณทำตามลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหการบวก ลบ คูณ หารระคนคือการหาผลลัพธ์ในวงเล็บก่อนจนกระทั่งนักเรียนได้คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจากการตรวจแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ดำเนินการแก้ปัญหาจนกระทั่งได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ยังมีการผิดพลาดในการคำนวณ และดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง

1.4 ชั้น R ยังไม่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาขั้นการทบทวนคำตอบให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ในชั้นนี้นักเรียนจะต้องตรวจคำตอบของการแก้ปัญหา และสรุปคำตอบที่ได้จากการหาคำตอบ ซึ่งจากการตรวจแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่าในด้านนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถเขียนการทบทวนคำตอบได้ถูกต้อง โดยนักเรียนบางส่วนเขียนการทบทวนคำตอบไม่เสร็จสมบูรณ์หรือเขียนทบทวนคำตอบโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง อีกทั้งมีนักเรียนบางส่วนเขียนการสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การเขียนทบทวนคำตอบ โดยเขียนการคำนวณย้อนกลับจากคำตอบไปสู่โจทย์ถาม ในเรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน ซึ่งมีขั้นตอน

ที่ยุ่งยากซับซ้อน จึงไม่เหมาะกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และจากการฝึกฝนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจในการเขียนทบทวนคำตอบ จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เขียนการทบทวนคำตอบไม่ถูกต้อง

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.52 คะแนน จากคะแนนเต็ม 26 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.08 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดในการหาคำตอบ เขียนการหาคำตอบโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และพูดแลกเปลี่ยนการหาคำตอบกับคู่ของตนเอง โดยในทุกขั้นตอนจะสอดแทรกการจัดการเรียนรู้โดยเทคนิคคู่คิด (Think - Pair- Share) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร (Instructional Strategy Lessons for Educators Secondary Education (ISLES - S), 2014, pp. 2 - 9) ซึ่งเทคนิคคู่คิดนี้เป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์จากการทำกิจกรรมร่วมกัน ทำให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยน อธิบายความคิดหรือความรู้ที่เชื่อมโยงมาใช้ในการแก้ปัญหาให้เพื่อนฟัง ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้นและกล้าที่จะสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ออกมาได้อย่างมั่นใจในการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนและบรรลุเป้าหมายร่วมกัน (กรมวิชาการ, 2545 ก, หน้า 210) อีกทั้งข้อดีของการเรียนเป็นคู่ ทำให้นักเรียนทุกคนต้องทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบจริงจัง มีความสนใจในเรื่องที่เรียนตลอดเวลา นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนอย่างเข้มข้น เนื่องจากจะต้องเตรียมตัวและศึกษาเรื่องที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดี เพื่อที่จะสามารถบรรยาย อธิบาย และถาม - ตอบคำถามต่อเพื่อนที่เรียนเป็นคู่ได้ ซึ่งวิธีการนี้ทำให้นักเรียนมีทักษะการสื่อสารที่ดีขึ้น (บุญชม ศรีสะอาด, 2537, หน้า 120) ซึ่งสิ่งที่สนับสนุนแนวคิดนี้คือ งานวิจัยของ Dales (2007) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิคคู่คิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีนักเรียน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคคู่คิด และกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคคู่คิด ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ได้รับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคคู่คิดมีผลสัมฤทธิ์มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

โดยใช้เทคนิคคู่คิด จากผลการศึกษาให้ข้อเสนอแนะได้ว่า เทคนิคคู่คิดถือเป็นเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุบรรณ ตั้งศรีเสรี (2556, หน้า 107) ที่ได้ศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิคคู่คิดที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดการเรียนรู้โดยกลวิธี STAR เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาผ่านการใช้สื่อหรือหรือสัญลักษณ์ ซึ่งเหมาะสำหรับบทเรียนที่เป็น โจทย์ปัญหา ดังนั้นนักเรียนควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหาในแต่ละเรื่อง ก่อนที่จะเข้าบทเรียนเรื่อง โจทย์ปัญหาในเรื่องนั้น ๆ

2. ครูควรเตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นความคิดนักเรียนอย่างเป็นระบบ โดยเตรียมคำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และทำให้นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการแก้ โจทย์ปัญหา

3. ครูควรคอยกระตุ้น โดยการใช้ถามคำถามเพื่อให้นักเรียนได้นำเสนอความคิดในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูดและด้านการเขียนของนักเรียน และควรให้คำแนะนำกับนักเรียนที่มีข้อผิดพลาด

4. การจับคู่คิดของนักเรียน ควรจับคู่กับนักเรียนที่มีผลการเรียน เก่ง กลาง อ่อน และครูจะต้องเข้าไปแนะนำให้ผู้เรียนที่เรียนเก่งคอยชักจูงและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระหว่างการทำกิจกรรมให้มาก และยังเป็นการทำให้ผู้เรียนที่เรียนเก่งรู้จักการเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ และช่วยเหลือผู้อื่น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การจัดการเรียนรู้โดยกลวิธี STAR ในขั้นการทบทวนคำตอบ ควรสร้างกิจกรรมให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน ซึ่งอาจสร้างรูปแบบของกิจกรรม โดยให้นักเรียนหาข้อบกพร่องจากการแสดงการแก้ปัญหา และควรฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ สำหรับปัญหาที่มีการคิดคำนวณ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยกลวิธี STAR เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ในเนื้อหาโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545 ก). *เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุดการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- กรมวิชาการ. (2545 ข). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.
- กรมวิชาการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อยู่ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว
- เกศินี จุฑาวิจิตร. (2542). *การสื่อสารเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น* (พิมพ์ครั้งที่ 2). นครปฐม: คณะวิทยาการจัดการ สถาบันราชภัฏนครปฐม.
- จินตวีร์ เกษมสุข. (2554). *การสื่อสารกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิระนันท์ ศักดิ์ศรีวัฒนา และธีรภรณ์ สุวรรณโชติ. (2561). *อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา, สัมภาษณ์*.
- ชมพูนุท ชาวบ้านเกาะ. (2554). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตัวแทน (Representation) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชลธิชา ทับทิว. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม และคณะ. (2537). *เรื่องน่ารู้สำหรับครูคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

- ทรายทอง พวงสั้นเทียะ. (2554). การวิจัยและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ.
นิตยสาร สสวท., 39(171), 52.
- นุศรียา จิตดารมย์. (2548). ผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR
ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทน
ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย,
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). การวิจัยสำหรับครู. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประจบ แสงสีบบ. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี STAR เรื่อง โจทย์ปัญหา
สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการแปรผัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์หา
และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
ปริญญาโทศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.
วารสารคณิตศาสตร์, 38(434 - 435), 62 - 67, 81 - 82.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2538). “การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์” การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ
ของนักเรียนระดับประถมศึกษาสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย
ในพระบรมราชูปถัมภ์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ปาจรีย์ เขาคา. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของ
สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยการ ใช้กลวิธี STAR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนสวัสดิ์คีรีรัตนภูมิฯ จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต,
สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2545). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.
(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2547). การประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยทางเลือกใหม่.
ใน ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์. (หน้า 173 - 175). กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2551). ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ:
แฮสส์ออฟเคอร์มิสท์.

- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2542). *การสื่อสาร (Communication)* (พิมพ์ครั้งที่ 7).
 นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. เอกสารการสอน.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2537). *แนวการศึกษาชุดวิชาสาระและวิทยวิธีทาง
 วิชาคณิตศาสตร์* (หน่วยที่ 8 - 15). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2539). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัทการพิมพ์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2).
 กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วรรณิ โสภประยูร. (2537). *การสอนภาษาไทยในระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ:
 ไทยวัฒนาพานิช.
- วัฒนาพร ระวังทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- วัฒนาพร ระวังทุกข์. (2545). *เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ:
 พริกหวานกราฟิก.
- วิชัย พาณิชย์สวาย. (2546). *สอนอย่างไรให้เด็กเก่งโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ:
 พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรจจร. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. ชลบุรี:
 ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. เอกสารการสอน.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรจจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์:
 หลักสูตร การสอน และการวิจัย*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมกรสอนคณิตศาสตร์ 2* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:
 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2551). *ทักษะ/กระบวนการ
 ทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). *ทักษะและกระบวนการ
 ทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: 3 คิวมีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2558). *สรุปผลการวิจัย PISA
 2015*. เข้าถึงได้จาก <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zScUJOOV9ldUNfTlk/view?pli=1>
- สมบัติ การจนารักพงศ์. (2547). 29 *เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย:
 การเรียนแบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: ชารอักษร

- สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 4). ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2543). *สารบัญชื้อสำหรับครูคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พิทักษ์การพิมพ์.
- สรรเสริญ กลิ่นพูน. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิด*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2556). *รายงานการวัดผลและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (Measure of Achievement)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2560). *รายงานผลการทดสอบความสามารถพื้นฐานของผู้เรียนระดับชาติ (National Test: NT)*. เข้าถึงได้จาก <http://bet.obec.go.th/index/>
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุบรรณ ตั้งศรีเสี. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค THINK - PAIR - SHARE ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชามัธยมศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2548). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุลัดดา ลอยฟ้า. (2541). *การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์: การมีส่วนร่วมของผู้เรียน*. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 20(1), 9 - 13.
- สุวรรณ กาญจนมยุร. 2545. *การแก้โจทย์ปัญหา*. *วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี*, 30(116), 50 - 52.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *19 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะ*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

- อังคณา อุทัยรัตน์. (2555). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี STAR ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณินพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). 19 วิธีการจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์. ประมวลบทความ หลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์และศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุษาวดี จันทรสุนธิ. (2556). สารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ (หน่วยที่ 11 - 15) (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- Adam, B. (2015). *Think/ Pair/ Share and variations, An effective implementation guide for active learning and assessment*. U.S.A: Michigan University.
- Baroody, A. J. (1993). *Problem solving, reasoning, and communicating, K - 8: Helping children think mathematically*. New York: Macmillan.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Massachusetts: Harvard University Press.
- Buschman, L. (1995). Communicating in the language of mathematics. *Teaching Children Mathematics, 1*(6), 324 - 329.
- Carss, W. D. (2007). *The effects of using think - pare - share during guided reading lessons*. Dissertation Abstracts International. Master's Thesis Waikato University.
- Charles, R., & Lester, F. K. (1982). *Teaching Problem Solving. What, Why & How*: Dale Seymour Publications.
- Cruikshank, D. E., & Sheffield, L. J. (1992). *Teaching and learning elementary and middle school mathematics*. New York: Macmillan.
- Dales, Z. I. (2007). *Achievement of students in mathematics using the think - pair - share strategy*. *Dissertation Abstracts International*. Retrieved from <http://www.bsc.edu.ph/index.php/research/abstracts>.

- Gagne, R. M. (1970). *The condition of learning* (2nd ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Gagnon, J. C., & Krezmien, M. (2011). *Effective instructional strategies for correctional education programs*. Retrieved from [http://www.edjj.org/conf/cdEDJJ%20Conference%20\(D\)/Effective%20Instruction.ppt](http://www.edjj.org/conf/cdEDJJ%20Conference%20(D)/Effective%20Instruction.ppt)
- Huntington, D. J. 1995. Instruction in concrete, semi - concrete, and abstract representation as an aid to the solution of relational problems by adolescents with learning disabilities. Doctoral dissertation, University of Georgia, 1994. *Dissertation Abstracts International*, 56(2), 512 A.
- Instructional Strategy Lessons for Educators Secondary Education (ISLES - S). (2014). *GROUPING: Think - Pair - Share Jigsaw*. U.S.A: East Carolina University.
- Jakabcsin, C. J., Mary S., & Lane, S. (1996). Assessing student's mathematical communication. *School Science and Mathematics*, 96(5), 238 - 246. Retrieved from <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/122646548/PDFSTART>.
- Kagan, S. (1998). *Dr. Spencer Kagan's new cooperative learning smart card*. SanClemente: Kagan Cooperative Learning.
- Kennedy, L. M., & Tipps, S. (1994). *Guiding children's learning of mathematics*. California: Wadsworth.
- Krulik, S., & Reys, R. E. (1980). *Problem solving in school mathematics*. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Kutz, R. E. (1991). *Teaching elementary Mathematics*. Massachusetts: A Division of Simon & Schuster, Inc.
- Ledlow, S. (2001). *Using think - pair - share in the college Classroom*. Retrieved from https://kaneb.nd.edu/assets/137953/think_pair_share_tips.pdf
- Lyman, F. T. (1981). The responsive classroom discussion: The inclusion of all students. In: A. Anderson (Ed.), *Mainstreaming Digest*. pp. 109 - 113. College Park: University of Maryland Press.

- Maccini, P. (1998). *Effects of an instructional strategy incorporating concrete problem representation on the introductory algebra performance of secondary students with learning disabilities*. Unpublished doctoral dissertation, The Pennsylvania State University, University Park.
- Maccini, P., & Gagnon, J. (2011). *Mathematics strategy instruction (SI) for middle school students with learning disabilities*. Retrieved from http://www.k8accesscenter.org/training_resources/maccini.asp
- Maccini, P., & Hughes, C. A. (2000). 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.
- Maccini, P., & Ruhl, K. L. (2000). "Effects of a graduated instructional sequence on the algebraic subtraction of integers by secondary students with learning disabilities." *Education and Treatment of Children, 23*(4), 465 - 489.
- Millis, B. J.; & Cottell, P. G. (1998). *Cooperative Learning For Higher Education Faculty*. U.S.A. Phoenix: Oryx Press.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1980). *An agenda for action: Recommendations for school Mathematics of the 1980s*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia; Council of Teacher of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston. Va: NCTM
- Polya, George. (1957). *How to solve it*. Garden City, New York: Double Anchor Book.
- Polya, George. (1985). *How to solve it*. (2nd ed.). Princeton: University Press.
- Reys, R. E., et al. (2001). *Helping children learn mathematics* (6th ed.). New York: John Wiley and Sons.
- Reys, R. E., Suydam, M. N., & Lindquist, M. M. (1995). *Helping children learn Mathematics* (4th ed.). Boston: Allyn and Bacon.

- Robertson, K. (2015). *Increase Student Interaction with "Think - Pair - Shares" and "Circle Chats"*. Retrieved from <http://www.colorincolorado.org/article/increase-student-interaction-think-pair-shares-and-circle-chats>.
- Sofiatun, S. (2009). Teaching English Using Think Pair Share (TPS) to Improve the Students' Speaking Competence (An Action Research at the Fifth Year of SD Negeri 2 Kemiri, Tulung). *Dissertation Abstracts International*. Retrieved from <http://www.etd.eprints.ums.ac.id/6453/>
- Steven, A. B., Susan, J. B., & Diana K. I. (2013). *Communication*. New Jersey: Pearson Education.
- Suydam, H. L. (1990). "Untangling Clues from Research on Problem Solving," *Problem Solving in School Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics. Sons, Inc.
- Suzanne, L. et al. (1996). *The role tasks and holistic scoring rubrics: Assessing students' mathematical reasoning and communication*. University of California: The National Council of Teacher of Mathematics, INC.
- Thurber, W. A. (1976). *Teaching Science in Today's Secondary Schools*. Boston: Allyn and Bacon.
- Tubbs, S. L., & Moss, S. (2003). *Human Communication: Principles and Contexts*. (9th ed.) Boston: McGraw - Hill.
- Van, G. D. (2006). Spatial Visualization, Visual Imagery and Mathematical Problem Solving of Students with Varying Abilities. *Dissertation Abstracts International*. 39(6): 496.
- Walton, S., & Jeffrey, W. (1995). *Communication principles: A modular approach*. Sydney: Prentice Hall of Australia.
- Wood, J. T. (2000). *Communication theories in action: An introduction* (2nd ed.). Australia: Wadsworth Thomson Learning.
- Wright, C. (1995). *Communication skills: A practical handbook*. Singapore: Heinemann Asia.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- สำเนابق์กข้อความในการขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
- สำเนาใบอนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร
ทางการเรียนคณิตศาสตร์

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. ดร.กิตติศักดิ์ ใจอ่อน | อาจารย์ประจำหลักสูตร
ครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช |
| 2. ดร.นพพร ธรรมรงค์รัตน์ | อาจารย์ประจำหลักสูตร
วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ |
| 3. นางวรรณี แพรกทอง | ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านห้วยยุง |
| 4. นางจิระนันท์ ศักดิ์ศรีวัฒนา | ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทย์ |
| 5. นางวิทรี วิฑูรย์พันธ์ | ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านห้วยไทร |

(สำเนา)



ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๐๖๖๖

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

๑๕ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.กิตติศักดิ์ ใจอ่อน

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวธัญญกานต์ ชีแก้ว นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๖, ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๖๙

โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๙๕ ๗๙๓๓๓๙๐

(สำเนา)



ที่ ศร ๖๒๑๘/ว. ๐๖๖๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลพบุรีบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๕ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบขออนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.นพพร ธรรมรงค์รัตน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวธัญญกานต์ ชีแก้ว นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฎฐ์ อังกะภัทรขจร ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอขออนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๖, ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๖๙

โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๙๕ ๗๙๓๓๓๙๐

(สำเนา)



ที่ ศร ๖๒๑๘/ว. ๐๖๖๖

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

๑๕ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางวรรณี แพรกทอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ค่าโครงยอวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวธัญกานต์ ชีแก้ว นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ สิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๖, ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๖๙

โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๙๕ ๙๙๓๓๓๓๐

(สำเนา)



ที่ ศร ๖๒๑๘/ว. ๑๖๖๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.สิงหนครบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๕ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางวิหัตริ นางจิระนันท์ สักดิ์ศรีวัฒนา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวธัญญกานต์ ซีแก้ว นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคูคิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฎฤทธิ์ อังกะภักทรขจร ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ สิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๖, ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๖๙

โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๙๕ ๗๙๓๓๓๙๐

(สำเนา)



ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๐๖๖๖

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

๑๕ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นางวิทธี วิฑูรย์พันธ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวธัญกานต์ ชีแก้ว นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฎุทธิ์ อังกนะภัทรขจร ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๖, ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๖๙

โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๙๕ ๗๙๓๓๓๙๐

(สำเนา)

35 / 2562



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรีเขต ๑

ที่ 35/2562

วันที่ ๗ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.๒๕๖๒

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา

ข้าพเจ้า นางสาวธัญกานต์ ซีแก้ว ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย โรงเรียนบ้านสวนอุดมวิทยา ขณะนี้อยู่ระหว่างการ
ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ที่มีต่อความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๒ โดยมี
รศ.ดร.เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อให้การวิจัยดังกล่าวเป็นไปด้วยความ
เรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ ข้าพเจ้าจึงมีความประสงค์ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยกับนักเรียนในสถาบัน

ทั้งนี้ เพื่อนำไปประกอบการขออนุมัติพิจารณาจริยธรรมการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ เพื่อให้ข้าพเจ้าได้
ขออนุญาตสถานที่ก่อนที่จะเก็บข้อมูลจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

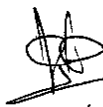
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ลงชื่อ).....

(นางสาวธัญกานต์ ซีแก้ว)

ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย

สทศ
- เก็บข้อมูล odhpn
ข้อมูลประเมิน


พ.ท. ๒๖

(สำเนา)



ใบอนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

อนุญาตให้ นางสาวธัญกานต์ ชีแก้ว นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอน
คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ขณะนี้อยู่ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดการ
เรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความ
สามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยมี รศ.ดร.เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร
เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อให้การวิจัยดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ
คณะศึกษาศาสตร์ จึงมีความประสงค์ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยกับนักเรียนในสถาบันของท่าน

- อนุญาต
 ไม่อนุญาต

ลงนาม
(นายชาติ วัฒนศิริ)
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสวนยมวิทยา
วันที่ 8 มิ.ย. พ.ศ. 2562
ประทับตราสถาบัน (ถ้ามี)

ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยกลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน
- แบบสังเกตความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด
- แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา คณิตศาสตร์

รหัสวิชา ค12101

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 การบวก ลบ คูณ หารระคน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน

เวลา 2 คาบ

1. มาตรฐานและตัวชี้วัด

1.1 มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.2 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด ค1.2 ป.2/2 วิเคราะห์และหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งพันและศูนย์พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป.2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป.2/2 ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป. 2/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน

2. สาระสำคัญ

โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน คือ ข้อคำถามหรือสถานการณ์ที่ต้องการให้หาคำตอบ โดยเกี่ยวข้องกับเรื่องของจำนวนสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา เช่น จำนวนผลไม้ จำนวนนักเรียน จำนวนลูกแก้ว เป็นต้น โดยการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน ต้องทำความเข้าใจโจทย์ บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ จากนั้นจึงวางแผนแก้ปัญหา แล้วแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. หาคำตอบจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หารระคนได้

ด้านทักษะ/ กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนได้
2. เขียนสื่อความหมายในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนได้
3. นำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนได้

4. สารการเรียนรู้

4.1 การแก้สมการหรือการหาผลลัพธ์

การบวก ลบ คูณ หารระคนมีหลักการทำตามลำดับ ดังนี้

4.1.1 ให้หาผลลัพธ์ในวงเล็บก่อน

4.1.2 นำผลลัพธ์ที่ได้ของในวงเล็บมาบวก ลบ คูณ หรือหารกันตามที่โจทย์กำหนด

2. โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน

เป็นโจทย์ปัญหาที่สามารถหาคำตอบ โดยใช้กลวิธี STAR ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) ศึกษาโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) แปลงข้อมูลที่มีอยู่ใน โจทย์ปัญหาไปสู่สมการ

ทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของ โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ตัวอย่าง มีแก้ว 4 ใบ แต่ละใบบรรจุลูกแก้วอยู่ 5 ลูก แบ่งลูกแก้วให้เพื่อนไป 4 ลูก

จะเหลือลูกแก้วกี่ลูก

วิธีคิด ขั้นที่ 1 S (Search the word problem) ศึกษาโจทย์ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

1. มีแก้ว 4 ใบ
2. แต่ละใบบรรจุลูกแก้วอยู่ 5 ลูก
3. แบ่งลูกแก้วให้เพื่อนไป 4 ลูก

โจทย์ต้องการหา

จะเหลือลูกแก้วกี่ลูก

ขั้นที่ 2 T (Translate the problem) แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์

1. สื่อที่เป็นรูปธรรม (Concrete application: C) สามารถใช้การคิดคำนวณจากสิ่งที่โจทย์ให้มา โดยใช้แก้วและลูกแก้ว
2. สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง (Semi concrete application: S) สามารถการใช้รูปภาพแสดงจำนวนของลูกแก้วทั้งหมด ดังนี้

2.1 มีแก้ว 4 ใบ

2.2 แต่ละใบบรรจุลูกแก้วอยู่ 5 ลูก



2.3 แบ่งลูกแก้วให้เพื่อนไป 4 ลูก



3. สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม (Abstract application: A) สร้างสมการจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อช่วยในการหาคำตอบ

$$\text{จะได้ประโยคสัญลักษณ์ } (4 \times 5) - 4 = \square$$

ขั้นที่ 3 A (Answer the problem) หาคำตอบของโจทย์ปัญหา

จากประโยคสัญลักษณ์ $(4 \times 5) - 4 = \square$

พิจารณา $4 \times 5 = \square$

วิธีทำ

$$\begin{array}{r} 4 \times \\ \underline{5} \\ 20 \end{array}$$

ดังนั้นจะได้ว่า $(4 \times 5) - 4 = 20 - 4$

พิจารณา $20 - 4 = \square$

วิธีทำ

$$\begin{array}{r} \\ \cancel{0} \\ \\ \underline{ } \\ \\ \\ \underline{\underline{ }} \\ 16 \end{array}$$

จะได้คำตอบ คือ $(4 \times 5) - 4 = 16$

ขั้นที่ 4 R (Review the solution) ทบทวนคำตอบ

ตรวจคำตอบ ลูกแก้วเหลืออยู่ 16 ลูก

$$16 + 4 = 20$$

$$20 \div 5 = 4$$

ดังนั้น คำตอบถูกต้อง

สรุปคำตอบ จะเหลือลูกแก้ว 16 ลูก

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (โดยใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด) ดังนี้

คาบที่ 1

ขั้น S (Search)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการหาคำตอบของจำนวน โดยครูกำหนดโจทย์บนกระดาน และถามนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบ เช่น

โจทย์ข้อที่ 1 มีลูกหิน 19 ลูก ครูให้เพิ่มอีก 7 ลูก มีลูกหินทั้งหมดกี่ลูก

ครูถามนักเรียน ดังนี้

- ในการหาคำตอบ นักเรียนจะใช้วิธีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แบบใด เพราะอะไร (แนวคำตอบ ใช้วิธีการบวก เพราะเป็นการเพิ่มจำนวน ซึ่งจะต้องนำจำนวนมารวมกัน)

- จะได้คำตอบว่าอย่างไร (แนวคำตอบ จะได้คำตอบคือ มีลูกหินทั้งหมด $19 + 7 = 26$ ลูก)

โจทย์ข้อที่ 2 มีมะม่วง 10 ผล แบ่งให้ขายไป 3 ผล จะเหลือมะม่วงกี่ผล

ครูถามนักเรียน ดังนี้

- ในการหาคำตอบ นักเรียนจะใช้วิธีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แบบใด เพราะอะไร (แนวคำตอบ ใช้วิธีการลบ เพราะเป็นการลดจำนวน ซึ่งจะต้องนำจำนวนหนึ่งหักออกจากอีกจำนวนหนึ่ง)

- จะได้คำตอบว่าอย่างไร (แนวคำตอบ จะได้คำตอบคือ จะเหลือมะม่วง $10 - 3 = 7$ ผล)

โจทย์ข้อที่ 3 มีมะนาว 5 กอง กองละ 3 ผล มีมะนาวทั้งหมดกี่ผล

ครูถามนักเรียน ดังนี้

- ในการหาคำตอบ นักเรียนจะใช้วิธีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แบบใด เพราะอะไร (แนวคำตอบ ใช้วิธีการคูณ เพราะเป็นการบวกจำนวนที่เท่า ๆ กันหลาย ๆ จำนวน)

- จะได้คำตอบว่าอย่างไร (แนวคำตอบ จะได้คำตอบคือ มีมะนาวทั้งหมด $5 \times 3 = 15$ ผล)

โจทย์ข้อที่ 4 มีลูกโป่ง 15 ลูก แบ่งให้เด็ก 3 คนคนละเท่า ๆ กัน จะได้คนละกี่ลูก

ครูถามนักเรียน ดังนี้

- ในการหาคำตอบ นักเรียนจะใช้วิธีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แบบใด เพราะอะไร (แนวคำตอบ ใช้วิธีการหาร เพราะเป็นการบวกจำนวนที่เท่า ๆ กันหลาย ๆ จำนวน)

- จะได้คำตอบว่าอย่างไร (แนวคำตอบ จะได้คำตอบคือ จะได้คนละ $15 \div 3 = 5$ ลูก)

2. ครูทบทวนเรื่องการบวก ลบ คูณ หารระคน โดยมีวิธีการ กำหนดโจทย์อย่างง่ายบนกระดาน คือ $3 \times (10 - 4) = \square$

จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนบอกวิธีการหาผลลัพธ์ โดยถามนักเรียนว่า

“นักเรียนมีหลักการในการหาคำตอบจากโจทย์ได้อย่างไร (แนวคำตอบ ให้หาผลลัพธ์ในวงเล็บก่อน จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ของแต่ละวงเล็บมาบวก ลบ คูณ หรือหารกันตามที่โจทย์กำหนด)” ดังนี้

$$3 \times (10 - 4) = \square$$

$$\text{พิจารณา } 10 - 4 = \square$$

วิธีทำ

$$\begin{array}{r} 10 \\ - 4 \\ \hline 6 \end{array}$$

ดังนั้นจะได้ว่า $3 \times (10 - 4) = 3 \times 6$

$$\text{พิจารณา } 3 \times 6 = \square$$

วิธีทำ

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 6 \\ \hline 18 \end{array}$$

จะได้คำตอบ คือ $3 \times (10 - 4) = 18$

3. ครูนำเสนอปัญหาโดยตั้งคำถามจากใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ช่วยพิริทคิดหน่อย โดยครูแนะนำถึงใบกิจกรรมว่า ในใบกิจกรรมนี้จะประกอบไปด้วยคำถามเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนของกลวิธี STAR”

4. นักเรียนคิดและศึกษาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาเป็นรายบุคคล (Think) ซึ่งครูจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน โดยถามนักเรียนแล้วให้นักเรียนเขียนตอบลงไปนชั้น S ดังนี้

- จากโจทย์ปัญหาโจทย์กำหนดอะไรบ้าง (แนวคำตอบ พิริทมีแก้ว 4 ใบ แต่ละใบบรรจุลูกแก้วอยู่ 5 ลูก และแบ่งลูกแก้วให้เพื่อนไป 4 ลูก)

- โจทย์ต้องการหาอะไร (แนวคำตอบ จะเหลือลูกแก้วกี่ลูก)

ขั้น T (Translate)

5. นักเรียนแปลงโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ โดยนักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาและเลือกใช้สื่อหรือสัญลักษณ์ 3 ประเภท ดังนี้

5.1 สื่อที่เป็นรูปธรรม ครูแจกลูกแก้วจำนวน 25 ลูก และแก้วจำนวน 5 ใบ จากนั้นนักเรียนแต่ละคนคิด (Think) โดยแบ่งแก้วตามด้วยใส่จำนวนลูกแก้ว และแบ่งลูกแก้วให้เพื่อนตามที่โจทย์กำหนด จากนั้นครูใช้คำถาม ดังนี้

- พีรามีลูกแก้วทั้งหมดกี่ลูก (แนวคำตอบ 20 ลูก)
- เมื่อแบ่งลูกแก้วให้เพื่อนแล้วจะเหลือลูกแก้วกี่ลูก (แนวคำตอบ 16 ลูก)

5.2 สื่อที่เป็นตัวแทนวัตถุจริง นักเรียนแต่ละคน (Think) วาดภาพจากการใช้สื่อรูปธรรมที่นักเรียนวางเรียงกัน ลงไปในชั้น T ผ่านการใช้คำถามของครู ดังนี้ “จากสื่อของจริงที่นักเรียนใช้สามารถแปลงให้อยู่ในแบบรูปภาพได้อย่างไร (แนวคำตอบ วาดรูปลูกแก้วที่บรรจุอยู่ในแก้ว 4 ใบ แต่ละใบมีลูกแก้ว 5 ลูก จากนั้นแบ่งให้เพื่อนไป 4 ลูก)

5.3 สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ครูแนะนำว่านักเรียนต้องสามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์จากโจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้ จากนั้นนักเรียนแต่ละคน (Think) เขียนประโยคสัญลักษณ์ที่ได้จากการแปลงข้อมูล ลงในช่องประโยคสัญลักษณ์ของชั้น T ผ่านการใช้คำถามของครู ดังนี้

- จากรูปภาพ นักเรียนสามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

(แนวคำตอบ ประโยคสัญลักษณ์ คือ $(4 \times 5) - 4 = \square$)

คาบที่ 2

ขั้น A (Answer)

6. นักเรียนแต่ละคน (Think) แสดงการหาคำตอบที่ได้จากประโยคสัญลักษณ์ โดยครูใช้คำถามกระตุ้นถามนักเรียนว่าจากประโยคสัญลักษณ์ที่นักเรียนได้มานั้น นักเรียนจะสามารถหา “แนวคำตอบ หาผลลัพธ์ในวงเล็บก่อน จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ออกในวงเล็บมา) คำตอบได้อย่างไร” (ลบกันแล้วเขียนแสดงการหาคำตอบลงไปในขั้น A ดังนี้

จากประโยคสัญลักษณ์ $(4 \times 5) - 4 = \square$

<u>วิธีทำ</u>	พิจารณา	$4 \times 5 = \square$
		$4 \times$
		$\underline{5}$
		20

ดังนั้นจะได้ว่า $(4 \times 5) - 4 = 20 - 4$

วิธีทำ พิจารณา $4 - 20 = \square$

$$\frac{20 \times 4}{16}$$

จะได้คำตอบ $(4 \times 5) - 4 = 16$

7. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน จากนั้นนักเรียนแลกเปลี่ยนแนวทางการแก้ปัญหา พร้อมทั้งคำตอบกับคู่ของตนเอง Pair โดยครูจะสังเกตการสนทนาของนักเรียนแต่ละคน

ขั้น R (Review)

8. นักเรียนแต่ละคนร่วมกันทบทวนคำตอบที่ได้ (Pair) โดยตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ ซึ่งครูจะใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้

- จากคำตอบที่นักเรียนแต่ละคู่คิดได้นั้นถูกต้องหรือไม่ นักเรียนจะสามารถทราบได้อย่างไรว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง (แนวคำตอบ ทราบได้จากการตรวจคำตอบ) จากนั้นนักเรียนเขียนการตรวจคำตอบลงในขั้น R ดังนี้

เหลือลูกแก้ว 16 ลูก

$$16 + 4 = 20$$

$$20 \div 5 = 4$$

9. ครูถามนักเรียนถึงความถูกต้องของคำตอบ โดยถามนักเรียน ดังนี้

- เมื่อตรวจคำตอบแล้ว นักเรียนได้แก้วจำนวน 4 ใบ ตามที่โจทย์กำหนดหรือไม่

- ถ้ามีนักเรียนคู่ใดตรวจคำตอบแล้วไม่ได้แก้วจำนวน 4 ใบ ตามที่โจทย์กำหนด

หมายความว่าอย่างไร (แนวคำตอบ คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง)

ซึ่งถ้ามีคำตอบของนักเรียนคู่ใดไม่ถูกต้อง ให้นักเรียนแต่ละคู่ช่วยกันหาจุดที่ผิดแล้วแก้ไขให้ถูกต้อง

10. ครูสุ่มนักเรียน 1 - 2 คู่ ออกมานำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาพร้อมทั้งคำตอบหน้าชั้นเรียน (Share) จากนั้นครูถามนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าสิ่งที่เพื่อนนำเสนอถูกต้องหรือไม่

- จากที่เพื่อนนำเสนอเหมือนกับคู่ของนักเรียนหรือไม่

- มีนักเรียนคู่ใดคิดนอกเหนือจากที่เพื่อนนำเสนอหรือไม่ และมีแนวทางการคิดอย่างไร

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปคำตอบที่ได้ โดยใช้คำถาม ดังนี้

- เดิมพีรทมีจำนวนลูกแก้วกี่ลูก และมีวิธีการหาจำนวนลูกแก้วทั้งหมดอย่างไร
แนวคิดตอบ เดิมพีรทมีจำนวนลูกแก้ว (20 ลูก โดยมีวิธีการหาคำตอบ คือ นำจำนวนแก้ว
และลูกแก้วมาคูณกัน จะได้ $4 \times 5 = 20$)

- เมื่อพีรทแบ่งลูกแก้วให้เพื่อนแล้ว พีรทจะเหลือลูกแก้วกี่ลูก และมีวิธีการหาคำตอบ
อย่างไร (แนวคำตอบ พีรท จะเหลือลูกแก้ว 16 ลูก โดยมีวิธีการหาคำตอบ คือ นำจำนวนลูกแก้ว
ที่มีลบด้วยจำนวนลูกแก้วที่แบ่งให้เพื่อน จะได้ $20 - 4 = 16$)

- ดังนั้นสรุปคำตอบได้ว่าอย่างไร (แนวคำตอบ พีรทจะเหลือลูกแก้ว 16 ลูก)

12. ครูให้นักเรียนแต่ละคน Think (ทำแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน
โดยนักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนสามารถใช้แนวทางการแก้ปัญหา
โดยการแปลงข้อมูลไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ ผ่านการใช้ตัวแทนในรูปแบบสื่อหรือสัญลักษณ์ใด
ก็ได้ตามที่นักเรียนถนัด)

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องช่วยพีรทคิดหน่อย
- แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ 1. หาคำตอบจาก โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ จำนวน โดยใช้ความรู้ เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณหารระคนได้	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 - ตรวจแบบฝึกหัดที่ 1	- ใบกิจกรรมที่ 1 - แบบฝึกหัดที่ 1	- นักเรียนทำ ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด ถูกต้องร้อยละ 70

7. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ (ต่อ)

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
<p>ด้านทักษะ/ กระบวนการ นักเรียนสามารถ</p> <p>1. แก้ไขข้อปัญหา เกี่ยวกับจำนวนได้</p> <p>2. เขียนสื่อความหมาย ในการแก้ไขข้อปัญหา เกี่ยวกับจำนวนได้</p> <p>3. นำเสนอแนวคิด ในการแก้ไขข้อปัญหา เกี่ยวกับจำนวนได้</p>	<p>- ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 - ตรวจแบบฝึกหัดที่ 1</p> <p>- ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 - ตรวจแบบฝึกหัดที่ 1</p> <p>- สังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทาง ด้านการพูด ในชั้น A และ R</p>	<p>- ใบกิจกรรมที่ 1 - แบบฝึกหัดที่ 1</p> <p>- ใบกิจกรรมที่ 1 - แบบฝึกหัดที่ 1</p> <p>- แบบประเมิน ความสามารถ ในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูด</p>	<p>- นักเรียนทำ ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด ถูกต้อง ร้อยละ 70</p> <p>- นักเรียนทำ ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด ถูกต้อง ร้อยละ 70</p> <p>- นักเรียนมี ความสามารถ ในการพูดนำเสนอ แนวคิดในระดับดี</p>
<p>ด้านคุณลักษณะ ที่พึงประสงค์</p> <p>1. มุ่งมั่นในการทำงาน</p>	<p>- สังเกตพฤติกรรม</p>	<p>- แบบสังเกต พฤติกรรม ด้านความมุ่งมั่น ในการทำงาน</p>	<p>- นักเรียนมีการมุ่งมั่น ในการทำงานอยู่ใน ระดับดี</p>

บันทึกหลังการใช้แผนการจัดการเรียนรู้

1. ผลการสอน

นักเรียนมีความสนใจและสนุกกับการใช้สื่อ แต่ในช่วงแรกนักเรียนยังไม่ค่อยคล่องแคล่วในการเขียนการแก้ปัญหาในแต่ละชั้น

2. ปัญหาและอุปสรรค

ชั้น S นักเรียนบางคนยังไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และโจทย์ต้องการให้หาได้ถูกต้อง

ชั้น T มีนักเรียนบางคนยังไม่สามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง

ชั้น A นักเรียนยังขาดความรอบในการคำนวณ และมีนักเรียนที่ยังไม่สามารถดำเนินการหาคำตอบได้

ชั้น R นักเรียนบางคนไม่ได้คำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ เช่น จากโจทย์และการใช้สื่อ พบว่า จากข้อคำถามควรจะได้คำตอบที่มีค่าลดลง แต่คำตอบของนักเรียนกลับได้ค่าที่เพิ่มขึ้น

3. ข้อเสนอแนะ แนวทางแก้ไข

ชั้น S ให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์โจทย์ โดยใช้คำถามกระตุ้นกับนักเรียนแต่ละคน เช่น “สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ หมายความว่าอย่างไร” และ “โจทย์ต้องการหา หมายความว่าอย่างไร” เป็นต้น

ชั้น T ใช้คำถามกระตุ้นกับนักเรียนแต่ละคน เช่น “จากโจทย์นักเรียนคิดว่าใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์โดยวิธีใด (การคูณ)” “และสามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ว่าอย่างไร ($4 \times 5 = \square$)” “ถ้าเราอยากทราบคำตอบชุดนี้ก่อน ให้เราใส่เครื่องหมายใด (ใส่วงเล็บ)” และถามนักเรียนว่า “เมื่อแบ่งลูกแก้วให้เพื่อนไป 4 ลูก คือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์โดยวิธีใด (การลบ)”

ชั้น A ครูอธิบายเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบให้นักเรียนเข้าใจ โดยแนะนำให้ใช้ความรู้เดิมในการแก้ปัญหา เรื่องการบวก ลบ คูณ หารระคน คือต้องหาผลลัพธ์ในวงเล็บก่อน

ชั้น R ครูแนะนำให้นักเรียนกลับไปทบทวนจากการแปลงข้อมูลและการหาคำตอบ
อีกครั้ง นอกจากนั้นครูแนะนำนักเรียนถึงวิธีการตรวจคำตอบ โดยให้นักเรียนใช้วิธีการคิดย้อนกลับ
จากคำตอบที่นักเรียนได้

ลงชื่อ.....
(.....)

แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2/.....

ชื่อ..... เลขที่.....

ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1. นำเสนอแนวคิดกับคู่ของตนเกี่ยวกับแนวทางการแก้โจทย์ปัญหา และความสัมพันธ์ระหว่างการแปลงโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์			
2. อธิบายแนวคิดกับคู่ของตนเกี่ยวกับการหาคำตอบ			
3. อธิบายแนวทางกับคู่ของตนเกี่ยวกับการทบทวนคำตอบและสรุปคำตอบ			
4. อภิปรายแสดงแนวคิดเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน			

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
2 (ดี)	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการพูดนำเสนอแนวคิดถูกต้อง อธิบายวิธีการหาคำตอบได้ชัดเจน
1 (พอใช้)	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการพูดนำเสนอแนวคิดได้เป็นบางส่วนหรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการพูดอธิบายวิธีการหาคำตอบได้ยังไม่ชัดเจน หรือมีการนำเสนอแนวคิดได้ชัดเจน แต่ไม่มีการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์
0 (ปรับปรุง)	ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการพูดนำเสนอไม่ถูกต้อง

ใบกิจกรรมที่ 1 ช่วยพีรทคิดหน่อย

ชื่อ - นามสกุล ชั้น ป. 2/..... เลขที่.....

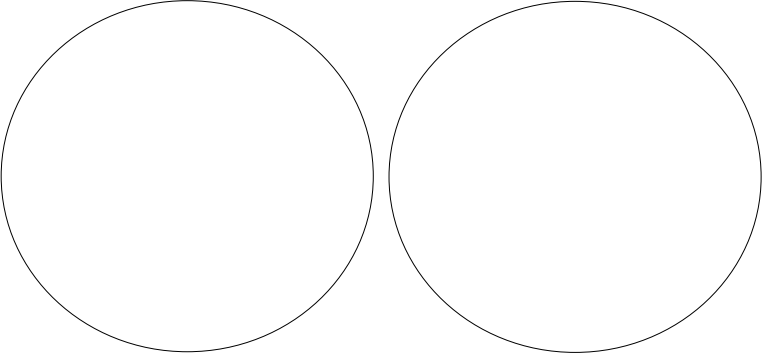
ชื่อ - นามสกุล ชั้น ป. 2/..... เลขที่..... (คู่ของนักเรียน)



น้อง ๆ ช่วยพีรทคิดโจทย์ข้อนี้หน่อยสิจ๊ะ
 พีรทมีแก้ว 4 ใบ แต่ละใบบรรจุลูกแก้วอยู่ 5 ลูก แบ่งลูกแก้ว
 ให้เพื่อนไป 4 ลูก พีรทจะเหลือลูกแก้วกี่ลูก
 จากนั้นเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้องนะครับ



ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem) : ศึกษาโจทย์ปัญหา	
- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1 2 3
- โจทย์ต้องการหา	..... .....

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
T (Translate the problem): แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์	
สื่อที่เป็นตัวแทน วัตถุจริง วาดรูปภาพ	โจทย์บอก 1. 2. โจทย์บอก 3. ดังนั้นจะได้รูปภาพ ดังนี้ 
ประโยคสัญลักษณ์	

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
A (Answer the problem): หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	<p>จากประโยคสัญลักษณ์.....</p> <p>พิจารณา.....</p> <p>วิธีทำ..... <input type="checkbox"/></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ดังนั้นจะได้ว่า.....</p> <p>พิจารณา.....</p> <p>วิธีทำ..... <input type="checkbox"/></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>จะได้คำตอบ คือ.....</p>
R (Review the solution): ทบทวนคำตอบ	
ตรวจและ ทบทวนคำตอบ	<p>ลูกแก้วเหลืองอยู่ ลูก.....</p> <p>.....+.....=.....</p> <p>..... ÷=.....</p> <p><input type="checkbox"/> ตรงกับคำถาม <input type="checkbox"/> ไม่ตรงกับคำถาม (ตรวจสอบและแก้ไขใหม่)</p>
สรุปคำตอบ	<p>.....</p> <p>.....</p>

แบบฝึกหัดที่ 1

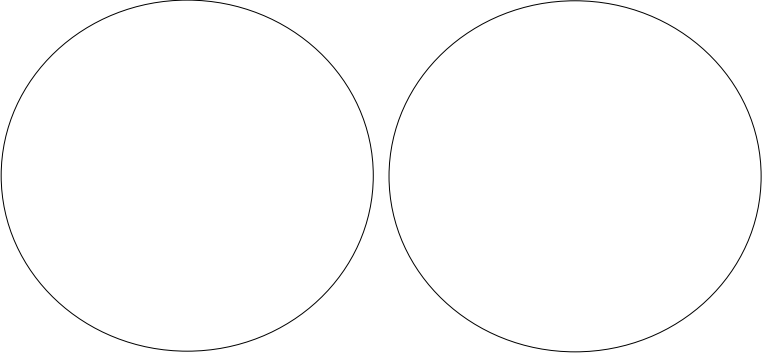
เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน เกี่ยวกับจำนวน

ชื่อ ชั้นป.2.....เลขที่/

คำสั่ง: จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

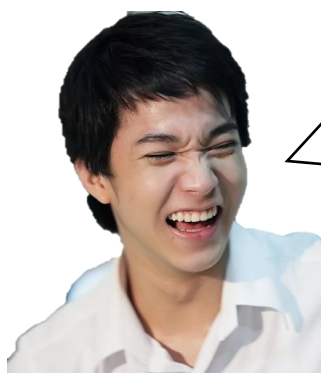
คำถาม : 1. พลอยมีลูกแก้ว 10 ลูก ซื้อมาเพิ่มอีก 18 ลูก พลอยแบ่งลูกแก้วให้พิม 7 ลูก
พลอยเหลือลูกแก้วกี่ลูก

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem) : ศึกษาโจทย์ปัญหา	
- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1..... 2..... 3.....
- โจทย์ต้องการหา	..........

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
T (Translate the problem): แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์	
สื่อที่เป็นตัวแทน วัตถุจริง วาดรูปภาพ	โจทย์บอก 1. 2. โจทย์บอก 3. ดังนั้นจะได้รูปภาพ ดังนี้ 
ประโยคสัญลักษณ์.....	

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
A (Answer the problem): หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	<p>จากประโยคสัญลักษณ์.....</p> <p>พิจารณา.....</p> <p>วิธีทำ..... <input type="checkbox"/></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ดังนั้นจะได้ว่า.....</p> <p>พิจารณา.....</p> <p>วิธีทำ..... <input type="checkbox"/></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>จะได้คำตอบ คือ.....</p>
R Review the solution) : ทบทวนคำตอบ	
ตรวจและ ทบทวนคำตอบ	<p>ถูกแก้วเหลืออยู่ ลูก.....</p> <p>.....+.....=.....</p> <p>..... ÷=.....</p> <p><input type="checkbox"/> ตรงกับคำถาม <input type="checkbox"/> ไม่ตรงกับคำถาม (ตรวจสอบและแก้ไขใหม่)</p>
สรุปคำตอบ	<p>.....</p> <p>.....</p>


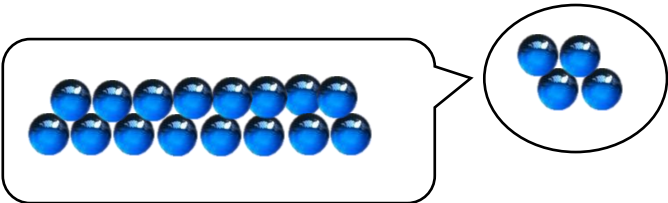
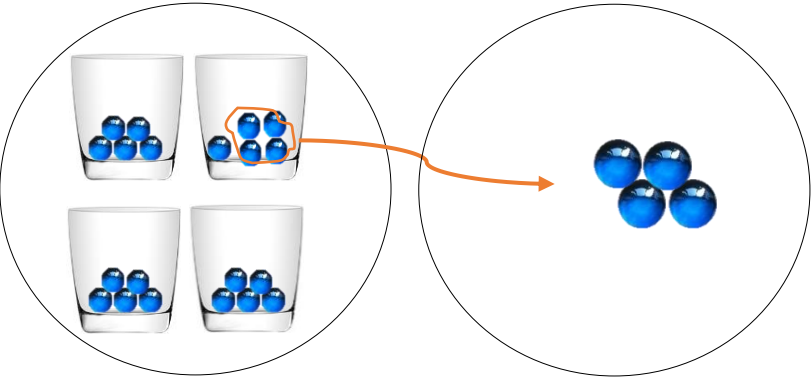
เฉลยใบกิจกรรมที่ 1 ช่วยพีรทคิดหน่อย



น้อง ๆ ช่วยพีรทคิดโจทย์ข้อนี้หน่อยดีจ๊ะ
 พีรทมีแก้ว 4 ใบ แต่ละใบบรรจุลูกแก้วอยู่ 5 ลูก แบ่งลูกแก้ว
 ให้เพื่อนไป 4 ลูก พีรทจะเหลือลูกแก้วกี่ลูก
 จากนั้นเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้องนะครับ



ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem): ศึกษาโจทย์ปัญหา	
- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1. มีแก้ว 4 ใบ 2. แต่ละใบบรรจุลูกแก้วอยู่ 5 ลูก 3. แบ่งลูกแก้วให้เพื่อนไป 4 ลูก
- โจทย์ต้องการหา	จะเหลือลูกแก้วกี่ลูก

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
T (Translate the problem) : แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์	
<p>สื่อที่เป็นตัวแทน วัตถุจริง วัสดุภาพ</p>	<p>โจทย์บอก 1. มีแก้ว 4 ใบ</p> <p>2. แต่ละใบบรรจุลูกแก้วอยู่ 5 ลูก</p>  <p>โจทย์บอก 3. แบ่งลูกแก้วให้เพื่อนไป 4 ลูก</p>  <p>ดังนั้นจะได้รูปภาพ ดังนี้</p> 
ประโยคสัญลักษณ์ $(4 \times 5) - 4 = \square$	

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
A (Answer the problem) : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	<p>จากประโยคสัญลักษณ์ $(4 \times 5) - 4 = \square$</p> <p>พิจารณา $4 \times 5 = \square$</p> <p>วิธีทำ</p> $\begin{array}{r} 4 \\ \times 5 \\ \hline 20 \end{array}$ <p>ดังนั้นจะได้ว่า $(4 \times 5) - 4 = 20 - 4$</p> <p>พิจารณา $20 - 4 = \square$</p> <p>วิธีทำ</p> $\begin{array}{r} 20 \\ - 4 \\ \hline 16 \end{array}$ <p>จะได้คำตอบ คือ $(4 \times 5) - 4 = 16$</p>
R (Review the solution): ทบทวนคำตอบ	
ตรวจและ ทบทวนคำตอบ	<p>ลูกแก้วเหลืออยู่ 16 ลูก</p> <p>$16 + 4 = 20$ ลูก</p> <p>$20 \div 5 = 4$ ไบ</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ตรงกับคำถาม <input type="checkbox"/> ไม่ตรงกับคำถาม (ตรวจสอบและแก้ไขใหม่)</p>
สรุปคำตอบ	<p>จะเหลือลูกแก้ว 16 ลูก</p>

แบบฝึกหัดที่ 1

เฉลย

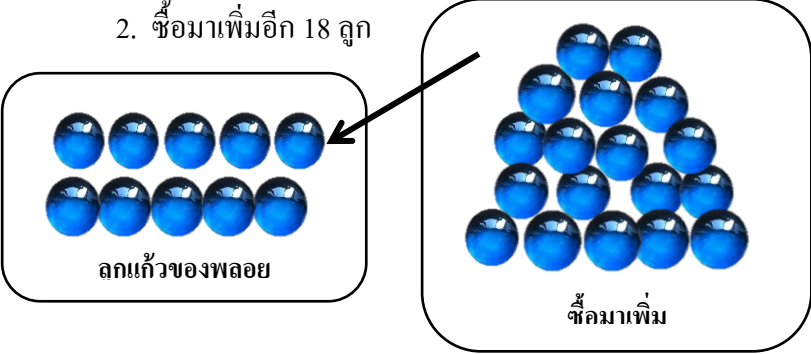
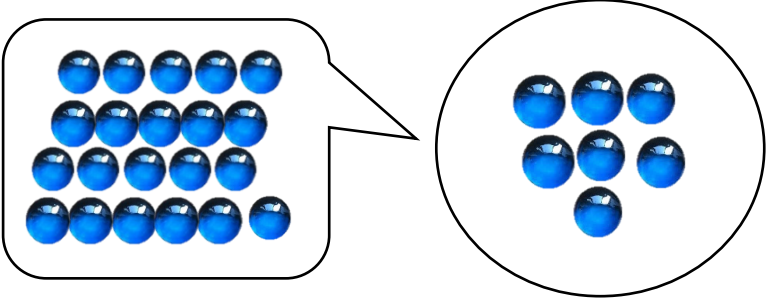
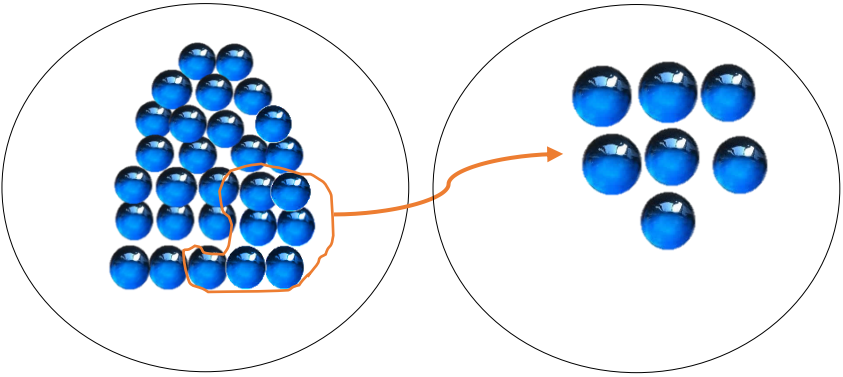
เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน เกี่ยวกับจำนวน

ชื่อ ชั้นป.2.....เลขที่/

คำสั่ง: จงเติมข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

คำถาม : 1. พลอยมีลูกแก้ว 10 ลูก ซื้อมาเพิ่มอีก 18 ลูก พลอยแบ่งลูกแก้วให้พิม 7 ลูก
พลอยจะเหลือลูกแก้วกี่ลูก

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem): ศึกษาโจทย์ปัญหา	
- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1. พลอยมีลูกแก้ว 10 ลูก 2. ซื้อมาเพิ่มอีก 18 ลูก 3. พลอยแบ่งลูกแก้วให้พิม 7 ลูก
- โจทย์ต้องการหา	พลอยจะเหลือลูกแก้วกี่ลูก

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
T (Translate the problem): แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์	
<p>สื่อที่เป็น ตัวแทนวัตถุจริง วาดรูปภาพ</p>	<p>โจทย์บอก 1. พลอยมีลูกแก้ว 10 ลูก 2. ซื้อมาเพิ่มอีก 18 ลูก</p>  <p>โจทย์บอก 3. พลอยแบ่งลูกแก้วให้พิม 7 ลูก</p>  <p>ดังนั้นจะได้รูปภาพ ดังนี้</p> 
<p>ประโยคสัญลักษณ์ $(10 + 18) - 7 = \square$</p>	

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
A (Answer the problem): หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	<p>จากประโยคสัญลักษณ์ $(10 + 18) - 7 = \square$</p> <p>พิจารณา $10 + 18 = \square$</p> <p><u>วิธีทำ</u></p> $\begin{array}{r} 10 \\ + 18 \\ \hline 28 \end{array}$ <p>ดังนั้นจะได้ว่า $(10 + 18) - 7 = 28 - 7$</p> <p>พิจารณา $28 - 7 = \square$</p> <p><u>วิธีทำ</u></p> $\begin{array}{r} 28 \\ - 7 \\ \hline 21 \end{array}$ <p>จะได้คำตอบ คือ $(10 + 18) - 7 = 21$</p>
R (Review the solution): ทบทวนคำตอบ	
ตรวจและ ทบทวนคำตอบ	<p>พลอยเหลือลูกแก้ว 21 ลูก</p> <p>$21 + 7 = 28$ ลูก</p> <p>$28 - 18 = 10$ ลูก</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ตรงกับคำถาม <input type="checkbox"/> ไม่ตรงกับคำถาม (ตรวจสอบและแก้ไขใหม่)</p>
สรุปคำตอบ	พลอยจะเหลือลูกแก้ว 21 ลูก

**แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์**

ชื่อ ชั้นป.2.....เลขที่/

คำชี้แจง:

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
2. ให้นักเรียนแสดงกระบวนการแก้ปัญหาอย่างละเอียดตามขั้นตอนของกลวิธี STAR โดยประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้
 - S ศึกษาโจทย์ปัญหา
 - T แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์
 - A หาคำตอบของโจทย์ปัญหา
 - R ทบทวนคำตอบ
3. ให้นักเรียนเขียน ชื่อสกุล ห้อง และเลขที่ ให้ชัดเจน
4. หากมีปัญหาใด ๆ โปรดถามอาจารย์คุมสอบ

1. กัปตันซื้อขนมปังมา 23 ชิ้น ภายหลังเขาซื้อขนมปังมาเพิ่มอีก 18 ชิ้น และเขาได้แบ่งขนมปังให้เพื่อนไป 11 ชิ้น กัปตันจะเหลือขนมปังกี่ชิ้น

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem): ศึกษาโจทย์ปัญหา	
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1..... 2..... 3.....
สิ่งที่โจทย์ให้หา	..........
T (Translate the problem) : แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์	
ประโยคสัญลักษณ์.....	
A (Answer the problem): หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์..... พิจารณา..... วิธีทำ..... ดังนั้นจะได้ว่า..... พิจารณา..... วิธีทำ..... จะได้คำตอบ คือ.....

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
R (Review the solution): ทบทวนคำตอบ	
ตรวจสอบและ ทบทวนคำตอบ
สรุปคำตอบ

2. แม่ให้เงินเนม โดยให้ธนบัตรฉบับละ 20 บาท จำนวน 7 ฉบับ เดิมเนมมีเงินอยู่แล้ว 78 บาท เนมมีเงินทั้งหมดกี่บาท

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem) : ศึกษาโจทย์ปัญหา	
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1..... 2..... 3.....
สิ่งที่โจทย์ให้หา	..........
T (Translate the problem): แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์	
ประโยคสัญลักษณ์.....	
A (Answer the problem): หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์..... พิจารณา..... วิธีทำ..... ดังนั้นจะได้ว่า..... พิจารณา..... วิธีทำ..... จะได้คำตอบ คือ.....

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
R Review the solution) : ทบทวนคำตอบ	
ตรวจและ ทบทวนคำตอบ	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....
สรุปคำตอบ	..... ..... .....

3. โฉ่ซื่อตัวต่อเต็กร้าราคา 475 บาท แม่ค้าลดราคาให้ 38 บาท โฉ่ซื่อให้ธนบัตร 50 บาท จำนวน 9 ฉบับแก่แม่ค้า โฉ่ซื่อจะได้รับเงินทอนกี่บาท

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem): ศึกษาโจทย์ปัญหา	
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1..... 2..... 3.....
สิ่งที่โจทย์ให้หา	..........
T (Translate the problem): แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์	
ประโยคสัญลักษณ์.....	
A (Answer the problem): หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์..... พิจารณา..... วิธีทำ..... ดังนั้นจะได้ว่า..... พิจารณา..... วิธีทำ..... จะได้คำตอบ คือ.....

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
R (Review the solution): ทบทวนคำตอบ	
ตรวจสอบและ ทบทวนคำตอบ
สรุปคำตอบ

4. โบว์มีไม้ยาว 42 เมตร ตัดแบ่งเป็นท่อน ท่อนละ 7 เมตร จากนั้นโบว์แบ่งไม้ให้เบนซ์ จำนวน 4 ท่อน โบว์จะเหลือไม้กี่ท่อน

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem): ศึกษาโจทย์ปัญหา	
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1..... 2..... 3.....
สิ่งที่โจทย์ให้หา	..........
T (Translate the problem): แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์	
ประโยคสัญลักษณ์.....	
A (Answer the problem): หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์..... พิจารณา..... วิธีทำ..... ดังนั้นจะได้ว่า..... พิจารณา..... วิธีทำ..... จะได้คำตอบ คือ.....

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
R (Review the solution): ทบทวนคำตอบ	
ตรวจสอบและ ทบทวนคำตอบ
สรุปคำตอบ

5. ศยามลซื้อมังคุด 1 กิโลกรัม 3 ซีด และซื้อเพิ่มมาอีก 7 ซีด จากนั้นศยามลได้แบ่งมังคุดให้ทั้งหมดให้เพื่อน 4 คน หนักคนละเท่า ๆ กัน เพื่อนจะได้รับมังคุดคนละกี่ขีด

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem): ศึกษาโจทย์ปัญหา	
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1..... 2..... 3.....
สิ่งที่โจทย์ให้หา	..........
T (Translate the problem): แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์	
ประโยคสัญลักษณ์.....	
A (Answer the problem): หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์..... พิจารณา..... วิธีทำ..... ดังนั้นจะได้ว่า..... พิจารณา..... วิธีทำ..... จะได้คำตอบ คือ.....

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
R (Review the solution): ทบทวนคำตอบ	
ตรวจสอบและ ทบทวนคำตอบ
สรุปคำตอบ

6. พ่อมีเหยือกจำนวน 3 ใบ แต่ละใบบรรจุน้ำ 12 ลิตร พ่อเทน้ำจากเหยือกทั้งหมดแบ่งใส่ขวดขวดละ 4 ลิตร ดังนั้นพ่อจะได้น้ำทั้งหมดกี่ขวด

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem) : ศึกษาโจทย์ปัญหา	
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1..... 2..... 3.....
สิ่งที่โจทย์ให้หา	..........
T (Translate the problem) : แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์	
ประโยคสัญลักษณ์.....	
A (Answer the problem) : หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์..... พิจารณา..... วิธีทำ..... ดังนั้นจะได้ว่า..... พิจารณา..... วิธีทำ..... จะได้คำตอบ คือ.....

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
R (Review the solution): ทบทวนคำตอบ	
ตรวจสอบและ ทบทวนคำตอบ
สรุปคำตอบ

**เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน**

1. กัปตันซื้อขนมปังมา 23 ชิ้น ภายหลังเขาซื้อขนมปังมาเพิ่มอีก 18 ชิ้น และเขาได้แบ่งขนมปังให้เพื่อนไป 11 ชิ้น กัปตันจะเหลือขนมปังกี่ชิ้น

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem): ศึกษาโจทย์ปัญหา	
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1. กัปตันซื้อขนมปังมา 23 ชิ้น 2. ภายหลังเขาซื้อขนมปังมาเพิ่มอีก 18 ชิ้น 3. และเขาได้แบ่งขนมปังให้เพื่อนไป 11 ชิ้น
สิ่งที่โจทย์ให้หา	กัปตันจะเหลือขนมปังกี่ชิ้น
T (Translate the problem): แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์	
ประโยคสัญลักษณ์ $(23 + 18) - 11 = \square$	
A (Answer the problem): หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์ $(23 + 18) - 11 = \square$ พิจารณา $23 + 18 = \square$ วิธีทำ $\begin{array}{r} 23 \\ + 18 \\ \hline 41 \end{array}$ ดังนั้นจะได้ว่า $(23 + 18) - 11 = 41 - 11$ พิจารณา $41 - 11 = \square$ วิธีทำ $\begin{array}{r} 41 \\ - 11 \\ \hline 30 \end{array}$ จะได้คำตอบ คือ $(23 + 18) - 11 = 30$

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
R (Review the solution): ทบทวนคำตอบ	
ตรวจและ ทบทวนคำตอบ	<p>กัปตันเหลือขนมปัง 30 ชิ้น</p> $11 + 30 = 41$ $41 - 18 = 23$
สรุปคำตอบ	กัปตันจะเหลือขนม 30 ชิ้น

2. แม่ให้เงินเนม โดยให้ธนบัตรฉบับละ 20 บาท จำนวน 7 ฉบับ เดิมเนมมีเงินอยู่แล้ว 78 บาท
เนมมีเงินทั้งหมดกี่บาท

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem): ศึกษาโจทย์ปัญหา	
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1. แม่ให้เงินเนม โดยให้ธนบัตรฉบับละ 20 บาท 2. จำนวน 7 ฉบับ 3. เดิมเนมมีเงินอยู่แล้ว 78 บาท
สิ่งที่โจทย์ให้หา	เนมมีเงินทั้งหมดกี่บาท
T (Translate the problem): แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์	
ประโยคสัญลักษณ์ $(20 \times 7) + 78 = \square$	
A (Answer the problem): หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์ $(20 \times 7) + 78 = \square$ พิจารณา $20 \times 7 = \square$ วิธีทำ $\begin{array}{r} 20 \\ \times 7 \\ \hline 140 \end{array}$ ดังนั้นจะได้ว่า $(20 \times 7) + 78 = 140 + 78$ พิจารณา $140 + 78 = \square$ วิธีทำ $\begin{array}{r} 140 \\ + 78 \\ \hline 218 \end{array}$ จะได้คำตอบ คือ $(20 \times 7) + 78 = 218$

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
R (Review the solution): ทบทวนคำตอบ	
ตรวจและ	เนมมีเงินทั้งหมด 218 บาท
ทบทวนคำตอบ	$218 - 78 = 140$
สรุปคำตอบ	เนมมีเงินทั้งหมด 218 บาท

3. โฉซซื้อตัวต่อเลโก้ราคา 475 บาท แม่ค้าลดราคาให้ 38 บาท โฉซให้ธนบัตร 50 บาท จำนวน 9 ฉบับแก่แม่ค้า โฉซจะได้รับเงินทอนกี่บาท

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem): ศึกษาโจทย์ปัญหา	
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1. โฉซซื้อตัวต่อเลโก้ราคา 475 บาท 2. แม่ค้าลดราคาให้ 38 บาท 3. โฉซให้เงินธนบัตร 50 บาท จำนวน 9 ฉบับแก่แม่ค้า
สิ่งที่โจทย์ให้หา	โฉซจะได้รับเงินทอนกี่บาท
T (Translate the problem): แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์	
ประโยคสัญลักษณ์ $(9 \times 50) - (475 - 38) = \square$	
A (Answer the problem): หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์ $(9 \times 50) - (475 - 38) = \square$ พิจารณา $9 \times 50 = \square$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>วิธีทำ</p> $\begin{array}{r} 50 \\ \times 9 \\ \hline 450 \end{array}$ </div> <div style="text-align: center;"> <p>วิธีทำ</p> $\begin{array}{r} 475 \\ - 38 \\ \hline 437 \end{array}$ </div> </div> <p>ดังนั้นจะได้ว่า $(9 \times 50) - (475 - 38) = 450 - 437$</p> พิจารณา $450 - 437 = \square$ วิธีทำ $\begin{array}{r} 450 \\ - 437 \\ \hline 013 \end{array}$ <p>จะได้คำตอบ คือ $(9 \times 50) - (475 - 38) = 13$</p>

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
R (Review the solution): ทบทวนคำตอบ	
ตรวจและ ทบทวนคำตอบ	ได้รับเงินทอน 13 บาท $437 + 13 = 450$
สรุปคำตอบ	โค้ชจะได้รับเงินทอน 13 บาท

4. โบว์มีไม้ยาว 42 เมตร ตัดแบ่งเป็นท่อน ท่อนละ 7 เมตร จากนั้นโบว์แบ่งไม้ให้เบนซ์ จำนวน 4 ท่อน โบว์จะเหลือไม้กี่ท่อน

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem): ศึกษาโจทย์ปัญหา	
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1. โบว์มีไม้ยาว 42 เมตร 2. ตัดแบ่งเป็นท่อน ท่อนละ 7 เมตร 3. จากนั้นโบว์แบ่งไม้ให้เบนซ์ 4 ท่อน
สิ่งที่โจทย์ให้หา	โบว์จะเหลือไม้กี่ท่อน
T (Translate the problem): แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์	
ประโยคสัญลักษณ์ $(42 \div 7) - 4 = \square$	
A (Answer the problem): หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์ $(42 \div 7) - 4 = \square$ พิจารณา $42 \div 7 = \square$ <u>วิธีทำ</u> จาก $7 \times 6 = 42$ จะได้ $42 \div 7 = 6$ ดังนั้นจะได้ว่า $(42 \div 7) - 4 = 6 - 4$ พิจารณา $6 - 4 = \square$ <u>วิธีทำ</u> $\begin{array}{r} 6 \\ - 4 \\ \hline 2 \end{array}$ จะได้คำตอบ คือ $(42 \div 7) - 4 = 2$

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
R (Review the solution): ทบทวนคำตอบ	
ตรวจและ ทบทวนคำตอบ	โบว์เหลือไม้ 2 ท่อน $4 + 2 = 6$ $6 \times 7 = 42$
สรุปคำตอบ	โบว์จะเหลือไม้ 2 ท่อน

5. สยามลซื้อมังคุด 1 กิโลกรัม 3 จี๊ด และซื้อเพิ่มมาอีก 7 จี๊ด จากนั้นสยามลได้แบ่งมังคุดให้ทั้งหมด ให้เพื่อน 4 คน หนักคนละเท่า ๆ กัน เพื่อนจะได้รับมังคุดคนละกี่จี๊ด

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem): ศึกษาโจทย์ปัญหา	
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1. สยามลซื้อมังคุด 1 กิโลกรัม 3 จี๊ด หรือ 13 จี๊ด 2. และซื้อเพิ่มมาอีก 7 จี๊ด 3. จากนั้นสยามลได้แบ่งมังคุดให้ทั้งหมดให้เพื่อน 4 คน หนักคนละเท่า ๆ กัน
สิ่งที่โจทย์ให้หา	เพื่อนจะได้มังคุดคนละกี่จี๊ด
T (Translate the problem): แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์	
ประโยคสัญลักษณ์ $(13 + 7) \div 4 = \square$	
A (Answer the problem): หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์ $(13 + 7) \div 4 = \square$ พิจารณา $13 + 7 = \square$ <u>วิธีทำ</u> $\begin{array}{r} 13 \\ + 7 \\ \hline 20 \end{array}$ ดังนั้นจะได้ว่า $(13 + 7) \div 4 = 20 \div 4$ พิจารณา $20 \div 4 = \square$ <u>วิธีทำ</u> จาก $4 \times 5 = 20$ จะได้ $20 \div 4 = 5$ จะได้คำตอบ คือ $(13 + 7) \div 4 = 5$

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
R (Review the solution): ทบทวนคำตอบ	
ตรวจและ ทบทวนคำตอบ	เพื่อนได้มั่งคุดคนละ 5 ชีด $4 \times 5 = 20$ $20 - 7 = 13$ ชีด หรือ 1 กิโลกรัม 3 ชีด
สรุปคำตอบ	เพื่อนจะได้มั่งคุดคนละ 5 ชีด

6. พ่อมีเหยือกจำนวน 3 ใบ แต่ละใบบรรจุน้ำ 12 ลิตร พ่อเทน้ำจากเหยือกทั้งหมดแบ่งใส่ขวดขวดละ 4 ลิตร ดังนั้นพ่อจะได้น้ำทั้งหมดกี่ขวด

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem): ศึกษาโจทย์ปัญหา	
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1. พ่อมีเหยือกจำนวน 3 ใบ 2. แต่ละใบบรรจุน้ำ 12 ลิตร 3. พ่อเทน้ำจากเหยือกทั้งหมดแบ่งใส่ขวด ขวดละ 4 ลิตร
สิ่งที่โจทย์ให้หา	ดังนั้นพ่อจะได้น้ำทั้งหมดกี่ขวด
T (Translate the problem): แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่ประโยคสัญลักษณ์	
ประโยคสัญลักษณ์ $(3 \times 12) \div 4 = \square$	
A (Answer the problem): หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	
หาคำตอบของโจทย์ปัญหา	จากประโยคสัญลักษณ์ $(3 \times 12) \div 4 = \square$ พิจารณา $3 \times 12 = \square$ วิธีทำ $\begin{array}{r} 12 \\ \times 3 \\ \hline 36 \end{array}$ ดังนั้นจะได้ว่า $(3 \times 12) \div 4 = 36 \div 4$ พิจารณา $36 \div 4 = \square$ วิธีทำ จาก $4 \times 9 = 36$ จะได้ $36 \div 4 = 9$ จะได้อำตอบ คือ $(3 \times 12) \div 4 = 9$

ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
R (Review the solution): ทบทวนคำตอบ	
ตรวจและ ทบทวนคำตอบ	พ่อจะได้น้ำทั้งหมด 9 ขวด $9 \times 4 = 36$ $36 \div 12 = 3$
สรุปคำตอบ	พ่อจะได้น้ำทั้งหมด 9 ขวด

ภาคผนวก ค

- ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด
- ค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- การวิเคราะห์ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (α - Coefficient) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 27 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	S	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
มาตรฐานและตัวชี้วัด								
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 ตัวชี้วัด	5	5	4	4	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
สาระสำคัญ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
สาระการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ชั้น S (Search)	4	5	4	5	4	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
5.2 ชั้น T (Translate)	4	5	4	5	4	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
5.3 ชั้น A (Answer)	4	5	4	5	4	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
5.4 ชั้น R (Review)	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
	เฉลี่ย					4.63	0.50	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 28 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	S	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
มาตรฐานและตัวชี้วัด								
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 ตัวชี้วัด	5	5	5	4	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
สาระสำคัญ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	5	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
สาระการเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ชั้น S (Search)	4	5	5	5	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 ชั้น T (Translate)	4	5	5	5	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 ชั้น A (Answer)	4	5	5	5	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.4 ชั้น R (Review)	4	5	4	5	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
	เฉลี่ย					4.62	0.52	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 29 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	S	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
มาตรฐานและตัวชี้วัด								
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 ตัวชี้วัด	5	5	5	4	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
สาระสำคัญ	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	5	4	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
สาระการเรียนรู้	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ชั้น S (Search)	4	5	5	5	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 ชั้น T (Translate)	4	5	5	5	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 ชั้น A (Answer)	4	5	5	5	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.4 ชั้น R (Review)	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	5	5	4	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
	เฉลี่ย					4.67	0.52	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 30 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	S	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
มาตรฐานและตัวชี้วัด								
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 ตัวชี้วัด	5	5	5	4	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
สาระสำคัญ	3	4	5	5	4	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
สาระการเรียนรู้	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ชั้น S (Search)	4	5	5	5	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 ชั้น T (Translate)	4	5	4	5	4	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
5.3 ชั้น A (Answer)	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5.4 ชั้น R (Review)	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เฉลี่ย					4.65	0.55	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 31 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	S	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
มาตรฐานและตัวชี้วัด								
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
สาระสำคัญ	3	3	5	5	5	4.20	1.10	เหมาะสมมาก
จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
สาระการเรียนรู้	3	5	4	5	4	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ชั้น S (Search)	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 ชั้น T (Translate)	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 ชั้น A (Answer)	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5.4 ชั้น R (Review)	4	5	4	5	4	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
	เฉลี่ย					4.63	0.53	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 32 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	S	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
มาตรฐานและตัวชี้วัด								
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 ตัวชี้วัด	5	5	5	4	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
สาระสำคัญ	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
สาระการเรียนรู้	3	5	5	5	5	4.60	0.89	เหมาะสมมากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ชั้น S (Search)	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 ชั้น T (Translate)	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
5.3 ชั้น A (Answer)	4	5	5	5	4	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
5.4 ชั้น R (Review)	4	5	4	5	5	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้	4	5	4	5	4	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	เหมาะสมมากที่สุด
	เฉลี่ย					4.68	0.56	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 33 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้
กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1	4.63	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2	4.62	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4	4.65	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5	4.63	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6	4.68	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.65	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 35 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1.	0.64	0.29	นำไปใช้
2.	0.61	0.27	ไม่นำไปใช้
3.	0.53	0.26	นำไปใช้
4.	0.42	0.21	ไม่นำไปใช้
5.	0.38	0.28	ไม่นำไปใช้
6.	0.39	0.29	นำไปใช้
7.	0.51	0.24	ไม่นำไปใช้
8.	0.53	0.26	นำไปใช้
9.	0.49	0.24	นำไปใช้
10.	0.47	0.16	ไม่นำไปใช้
11.	0.58	0.40	นำไปใช้
12.	0.55	0.29	ไม่นำไปใช้

จากตารางที่ 35 ผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาจำนวน 6 ข้อ จากทั้งหมด 12 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .51 - .64 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .16 - .40 จากนั้นนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ .79

ตารางที่ 36 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด

คนที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 54 คะแนน)
1	34
2	39
3	48
4	45
5	44
6	45
7	35
8	36
9	39
10	43
11	28
12	48
13	44
14	38
15	38
16	39
17	45
18	40
19	39
20	38
21	39
22	39
23	43

ตารางที่ 36 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 54 คะแนน)
24	47
25	38
26	45
27	41
28	44
29	38
30	40
31	41
คะแนนรวม	1260
คะแนนเฉลี่ย	40.65 (คิดเป็นร้อยละ 75.27 ของคะแนนเต็ม)

ตารางที่ 37 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับ
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด

คนที่	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 26 คะแนน)
1	19
2	21
3	21
4	17
5	18
6	20
7	23
8	21
9	18
10	22
11	20
12	21
13	22
14	18
15	19
16	18
17	22
18	20
19	17
20	16
21	20
22	22
23	18

ตารางที่ 37 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 26 คะแนน)
24	22
25	17
26	23
27	17
28	18
29	18
30	18
31	19
คะแนนรวม	605
คะแนนเฉลี่ย	19.52 (คิดเป็นร้อยละ 75.06 ของคะแนนเต็ม)

ตารางที่ 38 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับเทคนิคคู่คิด

คนที่	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด (คะแนนเต็ม 8 คะแนน)
1	6
2	7
3	6
4	5
5	5
6	6
7	7
8	6
9	5
10	7
11	5
12	6
13	8
14	6
15	4
16	6
17	7
18	6
19	6
20	4
21	7
22	7
23	5

ตารางที่ 38 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด (คะแนนเต็ม 8 คะแนน)
24	8
25	6
26	6
27	4
28	6
29	6
30	5
31	7
คะแนนรวม	185
คะแนนเฉลี่ย	5.97
	(คิดเป็นร้อยละ 74.60 ของคะแนนเต็ม)

ตารางที่ 39 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน
หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับ
เทคนิคคู่คิด

คนที่	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน (คะแนนเต็ม 8 คะแนน)
1	13
2	14
3	15
4	12
5	13
6	14
7	16
8	15
9	13
10	15
11	15
12	15
13	14
14	12
15	15
16	12
17	15
18	14
19	11
20	12
21	13
22	15
23	13

ตารางที่ 39 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน (คะแนนเต็ม 8 คะแนน)
24	14
25	11
26	17
27	13
28	12
29	12
30	13
31	12
คะแนนรวม	420
คะแนนเฉลี่ย	13.55 (คิดเป็นร้อยละ 75.23 ของคะแนนเต็ม)

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยโดยใช้โปรแกรม SPSS

1. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการทำแบบทดสอบ
โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample ดังภาพที่ 23

One - Sample Statistics

	N	Mean	Std .Deviation	Std .Error Mean
ความสามารถ ในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	31	40.6452	4.39354	.78910

One-Sample Test

	Test Value =37.8					
	t	df	Sig . (2 - tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ความสามารถ ในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	3.606	30	.001	2.84516	1.2336	4.4567

- ภาพที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์
ด้วยสถิติ t - test for one sample

2. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการศึกษา โจทย์ปัญหา จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t -test for one sample ดังภาพที่ 24

One - Sample Statistics

	N	Mean	Std .Deviation	Std .Error Mean
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการศึกษา โจทย์ปัญหา	31	10.1293	2.20215	.39552

One - Sample Test

	Test Value =37.8					
	<i>t</i>	<i>df</i>	Sig . (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการศึกษา โจทย์ปัญหา	4.372	30	.000	1.72903	.9213	2.5368

ภาพที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการศึกษา โจทย์ปัญหา โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample

3. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการแปลง โจทย์ปัญหา
จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample ดังภาพที่ 25

One - Sample Statistics

	N	Mean	Std .Deviation	Std .Error Mean
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการแปลง โจทย์ปัญหา	31	9.0323	1.40200	.25181

One - Sample Test

	Test Value =37.8					
	t	df	Sig . (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการแปลง โจทย์ปัญหา	2.511	30	.018	.63226	.1180	1.1465

ภาพที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการแปลง โจทย์ปัญหา โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample

4. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบ
จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample ดังภาพที่ 26

One - Sample Statistics

	N	Mean	Std .Deviation	Std .Error Mean
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบ	31	13.3226	1.88657	.33884

One - Sample Test

	Test Value =37.8					
	t	df	Sig . (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบ	2.133	30	.041	.72258	.0306	1.4146

- ภาพที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการหาคำตอบ
โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample

5. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการทบทวนคำตอบ
จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample ดังภาพที่ 27

One - Sample Statistics

	N	Mean	Std .Deviation	Std .Error Mean
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการทบทวนคำตอบ	31	8.4839	1.38735	.24917

One - Sample Test

	Test Value =37.8					
	t	df	Sig . (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการทบทวนคำตอบ	.337	30	.739	.08387	-.4250	.5928

- ภาพที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการทบทวนคำตอบ
โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample

6. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ

t - test for one sample ดังภาพที่ 28

One - Sample Statistics

	N	Mean	Std .Deviation	Std .Error Mean
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	31	19.5161	2.01446	.36181

One-Sample Test

	Test Value =37.8					
	t	df	Sig . (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	3.606	30	.001	1.31613	.5772	2.0550

ภาพที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ

t - test for one sample

7. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูด โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample ดังภาพที่ 29

One-Sample Statistics

	<i>N</i>	Mean	Std .Deviation	Std .Error Mean
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูด	31	5.9677	1.04830	.18828

One-Sample Test

	Test Value =37.8					
	<i>t</i>	<i>df</i>	Sig . (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูด	1.953	30	.060	.36774	-.0168	.7523

- ภาพที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูด โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample

8. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample ดังภาพที่ 30

One - Sample Statistics

	N	Mean	Std .Deviation	Std .Error Mean
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน	31	13.5484	1.50197	.26976

One - Sample Test

	Test Value =37.8					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน	3.516	30	.001	.94839	.3975	1.4993

- ภาพที่ 30 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t - test for one sample

ภาคผนวก จ

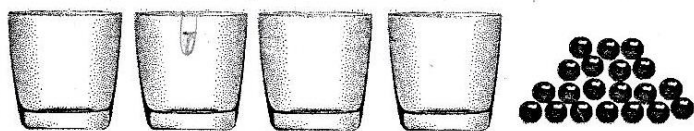
ตัวอย่างผลงานของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ใบกิจกรรมที่ 1 ช่วยพีรหคิดน้อย

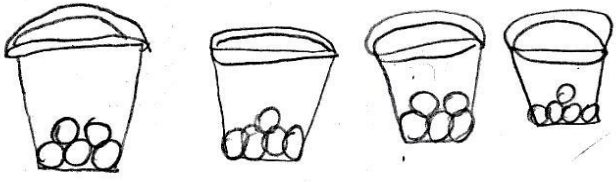
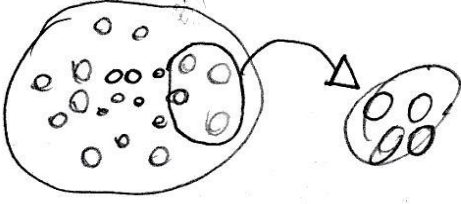
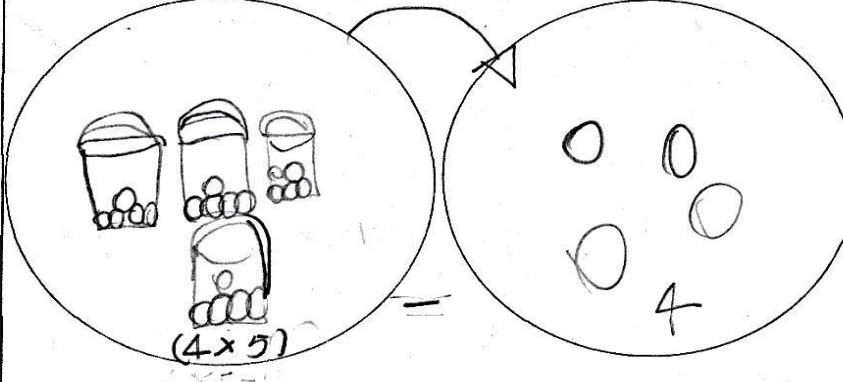
ชื่อประธาน จำกเบต ชั้น ป.2/2... เลขที่ 6
 ชื่อ (คู่ของนักเรียน) กมลเนตร กอสงข เลขที่ 28
 ๑



น้อง ๆ ช่วยพีรหคิดโจทย์ข้อนี้หน่อยสิจ๊ะ
 พีรหมีแก้ว 4 ใบ แต่ละใบบรรจุลูกแก้วอยู่ 5 ลูก แบ่งลูกแก้วให้เพื่อนไป 4
 ลูก พีรหจะเหลือลูกแก้วกี่ลูก
 จากนั้นเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้องนะครึบ



ขั้นตอน	เขียนรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง
S (Search the word problem) : ศึกษาโจทย์ปัญหา	
- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	1. <u>พีรหมีแก้ว ๔ ใบ</u> 2. <u>แต่ละใบบรรจุลูกแก้วอยู่ 5 ลูก</u> 3. <u>แบ่งลูกแก้วให้เพื่อนไป 4 ลูก</u>
- โจทย์ต้องการหา	<u>มีลูกแก้วที่เหลืออยู่กี่ลูก</u>

<p>ขั้นตอน</p>	<p>เขียนรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาในช่องว่าง</p>
<p>T (Translate the problem) : แปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาไปสู่สมการทางคณิตศาสตร์</p>	
<p>- สื่อที่เป็น ตัวแทน วัตถุจริง วาดรูปภาพ</p>	<p>โจทย์บอก 1. นรีกิมแก้ว 4 ใบ.....</p> <p>2. แต่ละใบบรรจุจุกแก้วอยู่ 5 จุก.....</p>  <p>โจทย์บอก 3. แบ่งจุกแก้วใส่ที่นอนไป 4 จุก.....</p>  <p>ดังนั้นจะได้รูปภาพ ดังนี้</p> 
<p>ประโยคสัญลักษณ์ $(4 \times 5) - 4 = 16$</p>	

