

ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและ  
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2554

ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและ  
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว



ปริญญาานิพนธ์  
ของ  
สันนิสา สมัยอยู่

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและ  
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว



บทคัดย่อ  
ของ  
สนธิสา สมัยอยู่

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2554

สันนิสา สมัยอยู่. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศรษฐมาลัย, รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS และเปรียบเทียบกับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 34 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้เวลาทดลอง 19 คาบ คาบละ 50 นาที เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ SSCS แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยใช้การวิจัยแบบ One - Group Pretest - Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t - test for Dependent Samples และ t - test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECTS OF ORGANIZING SSCS MODEL ON MATHEMATICAL PROBLEM  
SOLVING AND COMMUNICATION ABILITIES OF MATHAYOMSUKSA II STUDENTS  
ON “THE APPLICATION OF LINEAR EQUATIONS IN ONE VARIABLE”



Presented in partial fulfillment of the requirements for the  
Master of Education Degree in Secondary Education  
at Srinakharinwirot University

May 2011

Sunnisa Samaiyoo. (2011). *The Effects of Organizing SSCS Model on Mathematical Problem Solving and Communication Abilities of Mathayomsuksa II Students on "The Application of Linear Equations in One Variable"*. Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee: Assoc. Prof. Dr.Chaweewan Sawetamalya, Assoc. Prof. Dr.Somson Wongyoonoi.

The purposes of this research were to compare mathematical problem solving and communication abilities of Mathayomsuksa II students on the application of linear equations in one variable before and after being organized SSCS model learning and to compare those abilities to the criterion.

The subjects of this study were 34 Mathayomsuksa II students in the second semester of 2010 academic year at Langupittayakhom School in Satun. They were selected by using cluster random sampling technique. The experiment lasted for 19 fifty minute periods. The research instruments were the mathematics lesson plans based on SSCS model, the mathematical problem solving and communication abilities in reading and writing test, the mathematical communication ability in listening test and the mathematical communication ability in speaking test. The One - Group Pretest - Posttest design was used for this study. The data were analyzed by using t - test for Dependent Samples and t - test for One Sample.

The findings were as follows:

1. Mathematical problem solving ability for Mathayomsuksa II students after being organized SSCS model learning was higher than before being organized the learning at the .01 level of significance.

2. Mathematical problem solving ability for Mathayomsuksa II students after being organized SSCS model learning was higher than the 70 percentage criterion at the .01 level of significance.

3. Mathematical communication ability in listening, speaking, reading, writing and by overall for Mathayomsuksa II students after being organized SSCS model learning was higher than before being organized the learning at the .01 level of significance.

4. Mathematical communication ability in listening, speaking, reading, writing and by overall for Mathayomsuksa II students after being organized SSCS model learning was higher than the 70 percentage criterion at the .01 level of significance.



ปริญญาบัตร

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรูแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและ

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ของ

สันนิสา สมัยอยู่

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ .....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2554

คณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย)

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)





งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย  
จาก  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษา  
แนะแนวทางในการทำวิจัยจากรองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศรษฐมาลัย ประธานกรรมการ  
ควบคุมปริญญาโท รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์น้อย กรรมการควบคุมปริญญาโท  
ที่ให้ความอนุเคราะห์ดูแล เอาใจใส่และเสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะแนวทาง  
ในการปรับปรุงแก้ไขงานวิจัย จนสามารถสำเร็จลงไปได้ด้วยดี ตลอดจนรองศาสตราจารย์ภา  
ศรีไพโรจน์ ประธานกรรมการสอบปากเปล่า รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ กรรมการสอบ  
เค้าโครงปริญญาโทและกรรมการสอบปากเปล่า อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน และผู้ช่วย  
ศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล กรรมการสอบเค้าโครงปริญญาโท ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะ  
เพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญาโทฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบ  
ขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทรงวิทย์ สุวรรณชาติ อาจารย์ปาจริย์ วัชวัลลภ  
และอาจารย์นงคราญ สุนทรวัฒน์ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการ  
วิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนละงูพิทยาคม และคณะครูอาจารย์โรงเรียนละงู  
พิทยาคมทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวก เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ และให้การสนับสนุน  
ให้ผู้วิจัยทำการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนละงูพิทยาคมทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอโน้มรำลึกถึงพระคุณของคุณพ่อบุญเสริม - คุณแม่มณี สมัยอยู่ และสมาชิกใน  
ครอบครัวทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นกำลังใจตลอดมา  
ขอขอบพระคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้การสนับสนุนทุน  
วิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณพี่ เพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษาที่คอยช่วยเหลือ  
ให้คำแนะนำ และเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดระยะเวลาที่ทำปริญญาโทฉบับนี้ และขอขอบพระคุณ  
ทุกท่านที่มีได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำและให้กำลังใจตลอดเวลา ผู้วิจัยจัก  
ระลึกถึงพระคุณของทุกท่านตลอดไป

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญาโทฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา  
และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

สันนิสา สมัยอยู่

# สารบัญ

บทที่	หน้า
<b>1 บทนำ</b>	<b>1</b>
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	4
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	5
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	5
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	5
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย	9
สมมติฐานในการวิจัย	9
<b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>10</b>
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS	11
ความเป็นมาของการสอนแบบ SSCS	11
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบ SSCS	19
แนวทางการจัดการเรียนรู้	21
หลักการสอนแบบ SSCS	21
กระบวนการเรียนการสอนแบบ SSCS	22
การจัดการเรียนการสอนแบบ SSCS	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS	30
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	33
ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์	33
ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	35
ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	36
ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์	39
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	43
องค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	44

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
<b>2 (ต่อ)</b>	
กระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	47
ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	54
แนวทางการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	63
การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	69
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	72
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	75
ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	75
ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	76
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	79
บทบาทของครูในการส่งเสริมและพัฒนา ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	83
กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	88
ประโยชน์ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	93
การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	95
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	97
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>100</b>
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	100
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	100
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	100
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	100
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	100
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	101
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	117
แบบแผนการวิจัย.....	117
การดำเนินการทดลอง.....	117
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	119
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	119

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
<b>3 (ต่อ)</b>	
สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล.....	119
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	<b>124</b>
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	124
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	124
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	125
<b>5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>129</b>
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	129
สมมติฐานในการวิจัย.....	129
วิธีดำเนินการวิจัย.....	129
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	129
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	130
การดำเนินการทดลอง.....	130
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	132
สรุปผลการวิจัย.....	132
อภิปรายผล.....	133
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	138
ข้อเสนอแนะ.....	139
ข้อเสนอแนะทั่วไป.....	139
ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย.....	140
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>141</b>
<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>159</b>
ภาคผนวก ก.....	160
ภาคผนวก ข.....	181
ภาคผนวก ค.....	206
ภาคผนวก จ.....	266

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

ประวัติย่อผู้วิจัย.....

268



## บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ความสัมพันธ์ของการสอนการแก้ปัญหาระหว่างรูปแบบ SSCS รูปแบบ IDEAL และรูปแบบ CPS.....	14
2	กระบวนการเรียนการสอนแบบ SSCS.....	26
3	พฤติกรรมของครูในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS .....	28
4	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	108
5	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน.....	109
6	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน....	110
7	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง.....	113
8	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด.....	116
9	แบบแผนการวิจัย.....	117
10	การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	125
11	การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70).....	126
12	การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	127
13	การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียนและโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70).....	128
14	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน.....	161

## บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
15	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ ของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง.....	161
16	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ ของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด.....	162
17	ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและ ด้านการเขียน.....	162
18	ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์.....	163
19	ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน.....	166
20	ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน.....	169
21	ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS.....	172
22	ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS.....	174
23	ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง หลังการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS.....	176
24	ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด หลังการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS.....	178
25	ค่า $\sum x_i$ ค่า $\sum x_i^2$ ค่า $s_i^2$ เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการอ่านและด้านการเขียน.....	180
26	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	182



## บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
27	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	186
28	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	190
29	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	194
30	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	198
31	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	202

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
2 วัฏจักรการแก้ปัญหาแบบ SSCS.....	18
3 ขั้นตอนการสอนตามรูปแบบ SSCS.....	24
4 ลำดับขั้นของการแก้ปัญหา.....	49
5 ขั้นตอนของรูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการสื่อสาร.....	87



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ และมาตรา 24 ระบุว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้ควรจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2546: 11-12) ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม และทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ และการประกอบอาชีพ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 3)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาแขนงหนึ่งที่มีความสำคัญในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคนเข้าสู่สังคม เนื่องจากมนุษย์สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นคนที่มีบุคลิก เป็นพลเมืองดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างควมมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนในการทำงาน และมีความสามารถในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ศาสตร์อื่นๆ อันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ และสังคมศาสตร์ ต่างๆ ก็ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการพัฒนาตนเอง (สิริพร ทิพย์คง. 2545: 1) ดังนั้น กระทรวงศึกษาธิการจึงกำหนดคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในแปดของสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้อคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิตตามศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เยาวชนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่พอเพียง นำความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 7-10) แต่ผลการจัดการศึกษาที่ผ่านมา กลับไม่บรรลุผลดังที่คาดหวัง ดังจะเห็นได้จากการประเมินผลการจัดการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ในปี พ.ศ. 2552 วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศ พบว่า ได้คะแนนเฉลี่ย 26.05 คะแนน ซึ่งไม่ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2552: ออนไลน์) และรายงานผลการเรียนรู้จากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment: PISA) ซึ่งเป็นโครงการขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนา

ทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) ที่ประเทศไทยได้เข้าร่วมประเมินใน พ.ศ. 2546 พบว่าสมรรถนะในด้านการคิดวิเคราะห์ การสื่อสารและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนอายุ 15 ปี ยังต่ำกว่าระดับพื้นฐาน เมื่อเทียบกับนักเรียนของประเทศอื่นในภูมิภาคเอเชียที่อยู่ในโครงการเดียวกัน (สุนีย์ คล้ายนิล; ปรีชาญู เดชศรี; & อัมพิกา ประโมจน์ย์. 2550: 4) และยังสอดคล้องกับการรายงานผลโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) ใน พ.ศ. 2550 พบว่า ทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนลดลงจากสภาพปัญหาดังกล่าวเป็นผลมาจากจุดเน้นของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยเมื่อเทียบกับนานาชาติ ยังให้ความสำคัญในการฝึกทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ต่ำกว่าประเทศต่างๆ ทั้งในด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีการเน้นในระดับปานกลาง และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีการเน้นในระดับน้อย หรือแทบไม่เน้นเลยในการจัดการเรียนการสอน ทั้งที่การฝึกฝนให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาหรือหาคำอธิบายที่ให้นักเรียนแสดงความคิดและตอบอย่างอิสระ ให้นักเรียนมีโอกาสได้ใช้ในการสอบที่เป็นส่วนหนึ่งของการสอนปกติ และเป็นวิธีการที่ส่งผลให้ผลการเรียนมีคุณภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2553: ออนไลน์)

ปัญหาการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันเป็นปัจจัยหนึ่งส่งผลให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จ นั่นคือ ครูสอนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีบรรยาย ครูควรปรับปรุงรูปแบบวิธีการสอน ด้วยการลดบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้บรรยายมาเป็นผู้ประสานงานในการเรียนให้คำแนะนำ และเปิดโอกาสให้นักเรียนพูดแสดงความคิดเห็น ลงมือปฏิบัติโดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน หรือการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Child Centered) ครูควรค้นหาวิธีการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความสนุก ไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน สร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีการทำงานร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เป็นผลทำให้อยากเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น (ยุพิน พิพิธกุล. 2539: 3-4) ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด สภาพแวดล้อมในการเรียนจะเปลี่ยนจากที่ครูเป็นศูนย์กลางมาเป็นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งจะทำการแก้ปัญหาและการสื่อสารในห้องเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างนักเรียนกับครู หรือนักเรียนกับนักเรียน ส่งผลให้ครูและนักเรียนคนอื่นๆ ได้เรียนรู้วิธีการที่หลากหลายอันเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างดี (Pizzini; Shepardson; & Abell. 1989: 531)

การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 Search: S เป็นขั้นของการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และการแยกแยะประเด็นของปัญหา ขั้นที่ 2 Solve: S เป็นขั้นของการวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ ขั้นที่ 3 Create: C เป็นขั้นของการนำผลที่ได้จากขั้น Solve มาจัดกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจและเพื่อสื่อสารกับคนอื่นได้ และขั้นที่ 4 Share: S เป็นขั้นของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหา (Pizzini; Shepardson; & Abell. 1989: 523-534) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคลโดยเชื่อว่าผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้ และความสามารถในการ

แก้ปัญหาที่แตกต่างกัน การจัดการเรียนการสอน จึงต้องให้นักเรียนออกแบบ วางแผนการแก้ปัญหา ด้วยกลยุทธ์ต่างๆ เพื่อหาคำตอบนำไปสู่การสรุปความรู้ที่เป็นหลักการทฤษฎีด้วยตนเอง นอกจากนี้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน มีความร่วมมือกัน ระหว่างผู้เรียน โดยมีผู้สอนเป็นผู้แนะนำและคอยนำทางเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและใช้ข้อมูล ข่าวสารให้เป็นประโยชน์ซึ่งจะเป็นการตอบสนองนโยบายในการปฏิรูปการศึกษาไทยที่ให้จัดการ เรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ อันจะนำไปสู่การสร้างความรู้ จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ซึ่งเป็น ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นจุดเน้นสำคัญในหลักสูตร เป็นเป้าหมายพื้นฐานในการสอน คณิตศาสตร์ และเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่ผู้เรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้ เข้าใจ สามารถคิดเป็น แก้ปัญหาได้ เพื่อจะนำกระบวนการนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันต่อไป เพราะการได้ฝึก แก้ปัญหาจะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคิด มีระเบียบขั้นตอนในการคิด รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จัก ตัดสินใจอย่างฉลาด (สิริพร ทิพย์คง. 2536: 157) การแก้ปัญหาเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่างประสบการณ์เดิมกับความรู้ความเข้าใจและการดำเนินการโดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจในปัญหาด้วยการอ่านและคิดวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อสำรวจและ วางแผนในการแก้ปัญหา เลือกรูปวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสม ค้นหาคำตอบ และการตรวจสอบความ ถูกต้อง ตลอดจนมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถาม การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิมตามกระบวนการ แก้ปัญหาของครูลิคและรูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1993: 39-57) เมื่อต้องการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ จำเป็นต้องอาศัยความสามารถในการสื่อสาร เนื่องจากการสื่อสารถือเป็นทักษะหนึ่ง ที่ สำคัญในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถของผู้เรียนในการอธิบายชี้แจง แสดงความ เข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้โดยการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ การอธิบายลำดับขั้นตอนของการทำงาน การแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุป การใช้ตารางกราฟ หรือค่าสถิติ ในการอธิบายหรือการนำเสนอข้อมูล (อัมพร ม้าคอง. 2547: 102) ซึ่งสอดคล้องกับ สสวท. (2551: 65) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องอาศัย ความสามารถในการสื่อสาร เพราะนอกจากการอ่านเพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและค้นหา คำตอบแล้วยังต้องพูดหรือเขียนเพื่ออธิบายความรู้ความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ผลการ วิเคราะห์จากแบบรูป การนำเสนอข้อคาดการณ์ ตลอดจนการแสดงวิธีทำและการให้เหตุผล อีกทั้ง วิชาคณิตศาสตร์มีเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรมที่ต้องใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เข้ามาช่วยในการสื่อสารให้ความรู้ที่มีความกะทัดรัดและชัดเจน นอกจากนี้ความสามารถในการ แก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารยังเป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนที่ได้กำหนดไว้ใน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 4)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เพื่อศึกษาความ สามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับการจัดการศึกษาตาม

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 ซึ่งมุ่งให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น รวมถึงการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนให้ เป็นไปตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยทดลองกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความ เหมาะสมเพื่อใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ตลอดจน ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ให้ดียิ่งขึ้น

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS กับเกณฑ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS กับเกณฑ์

### ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบผลของการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนวิชา คณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

### ขอบเขตของการวิจัย

#### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนละงู พิตยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 174 คน

### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 34 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบความสามารถ

### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษานี้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ซึ่งใช้เวลาในการทดลอง 19 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแบ่งเป็น ทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ ดำเนินการสอน 15 คาบ และทดสอบหลังเรียน 2 คาบ

### ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
2. ตัวแปรตาม แบ่งเป็นดังนี้
  - 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS หมายถึง การเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งดำเนินการสอนตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ SSCS ทั้ง 4 ขั้น คือ

1.1 ขั้น Search: S หมายถึง การค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และการแยกแยะประเด็นของปัญหา การแสวงหาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับปัญหา ซึ่งประกอบด้วย ระดมความคิด สังเกต วิเคราะห์ ทำความเข้าใจ อภิปราย หรือบรรยาย เพื่อให้เกิดการแยกแยะประเด็นปัญหาต่างๆ ช่วยผู้เรียนในด้านการมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนคติต่างๆ ที่มีอยู่ในปัญหานั้นๆ ผู้เรียนจะต้องอธิบายและให้ขอบเขตของปัญหาด้วยคำอธิบายจากความเข้าใจของผู้เรียนเอง

ซึ่งจะต้องตรงกับจุดมุ่งหมายของบทเรียนที่ตั้งไว้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องหาข้อมูลของปัญหาเพิ่มเติม โดยอาจหาได้จากการที่ผู้เรียนตั้งคำถาม ถามครูหรือเพื่อนนักเรียนด้วยกัน การอ่านบทความในวารสารหรือหนังสือคู่มือต่างๆ การสำรวจและอาจได้มาจากการวิจัยหรือตามตำราต่างๆ

1.2 ขั้น Solve: S หมายถึง การวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ หรือการหาคำตอบของปัญหาที่เราต้องการ ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องวางแผนการแก้ปัญหา รวมถึงถึงการวางแผนการใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง การหาวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง โดยการนำข้อมูลที่ได้จากขั้น Search มาใช้ประกอบในการแก้ปัญหา ขณะที่ผู้เรียนกำลังดำเนินการแก้ปัญหาถ้าพบปัญหาผู้เรียนสามารถที่จะย้อนกลับไปขั้น Search ได้อีก หรือผู้เรียนอาจจะปรับปรุงแผนของตนที่วางไว้โดยการประยุกต์วิธีการต่างๆ มาใช้ก็ได้

1.3 ขั้น Create: C หมายถึง การนำผลที่ได้จากขั้น Solve มาจัดกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ และสามารถสื่อสารกับคนอื่นได้ การนำเอาข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหา หรือวิธีการที่ได้จากการแก้ปัญหามาจัดกระทำให้อยู่ในรูปของคำตอบ หรือวิธีการที่สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ง่ายโดยอาจทำได้โดยการใช้ภาษาที่ง่าย สละสลวย มาขยายความหรือตัดทอนคำตอบที่ได้ให้อยู่ในรูปที่สามารถอธิบายหรือสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

1.4 ขั้น Share: S หมายถึง การที่นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยคำตอบที่เกิดขึ้นอาจจะได้รับการยอมรับหรือไม่ยอมรับก็ได้ คำตอบที่ได้รับการยอมรับและถูกต้องผู้เรียนก็จะมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบ และคำตอบนั้นอาจนำไปสู่ให้เกิดปัญหาใหม่ก็ได้ ส่วนคำตอบหรือวิธีการที่ไม่ได้รับการยอมรับผู้เรียนจะต้องร่วมกันพิจารณาว่าเกิดการผิดพลาดที่ใดบ้าง อาจจะผิดพลาดในขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาผิดพลาด โดยมีคนอื่นช่วยประเมินให้

**2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ทักษะ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แสดงแนวคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใช้กระบวนการทางสมอง ประสบการณ์ เพื่อตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา ซึ่งวัดจากความสามารถใน 4 ด้านดังนี้

2.1 ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมายของปัญหา พิจารณาว่าอะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆ เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระด้วยถ้อยคำของตนเอง

2.2 ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด จะแก้ปัญหาอย่างไร ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ และพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ แล้วกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา



2.3 ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยเริ่มตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนเพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจนและแสดงเหตุผลในการคิดแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

2.4 ความสามารถในการตรวจสอบผล หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือมีวิธีการแก้ปัญหาและมีวิธีการอื่นอีกหรือไม่

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของรีส์ ชุยแดม และลินควิสต์ (Reys; Suydam; & Lindquist. 1995: 313) อรชร ภูบุญเต็ม (2550: 59) และศรีวรินทร์ ทองย่น (2552: 62)

**3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ หรือสื่อต่างๆ เพื่อนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม ซึ่งมี 4 ด้าน คือ

3.1 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง หมายถึง ความสามารถในการรับรู้จากเสียงที่ได้ยินอย่างเข้าใจ สามารถจับประเด็น วิเคราะห์ ตีความ ประเมินคุณค่าและจดบันทึกได้ ซึ่งวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง จำนวน 2 ข้อ ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการฟังเป็นแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของสมเดช บุญประจักษ์ (2540: 334) และสัญญา ภัทรากร (2552: 135)

3.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวความคิดที่เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม ซึ่งวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดจำนวน 2 ข้อ ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการพูดเป็นแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) โดยผู้วิจัยปรับปรุงเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของเคนเนดี และทิปปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 112) ปริญญา สองสีดา (2550: 61) และจิตติมา ซอบเอียด (2551: 77-79)

3.3 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านที่เป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ที่มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) ที่ผู้วิจัยปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของสมเดช บุญประจักษ์ (2540: 334) ปริญญา สองสีดา (2550: 62) และ

สัญญา ภัทรากร (2552: 133)

3.4 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผล โดยใช้ตัวอักษร ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่เป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ที่มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) ที่ผู้วิจัยปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของศิริพรรณ ศรีอุทธา (2548: 59) ปริญญา สองสีดา (2550: 62) และจิตติมา ซอบเอียด (2551: 79)

4. เกณฑ์ หมายถึง ความต้องการขั้นต่ำที่จะยอมรับว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS มีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2547: 13) ดังนี้

ช่วงคะแนนร้อยละ 80-100 หมายถึง ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวม อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม

ช่วงคะแนนร้อยละ 75-79 หมายถึง ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวม อยู่ในระดับ ดีมาก

ช่วงคะแนนร้อยละ 70-74 หมายถึง ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวม อยู่ในระดับ ดี

ช่วงคะแนนร้อยละ 65-69 หมายถึง ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวม อยู่ในระดับ ค่อนข้างดี

ช่วงคะแนนร้อยละ 60-64 หมายถึง ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวม อยู่ในระดับ น่าพอใจ

ช่วงคะแนนร้อยละ 55-59 หมายถึง ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวม อยู่ในระดับ พอใช้

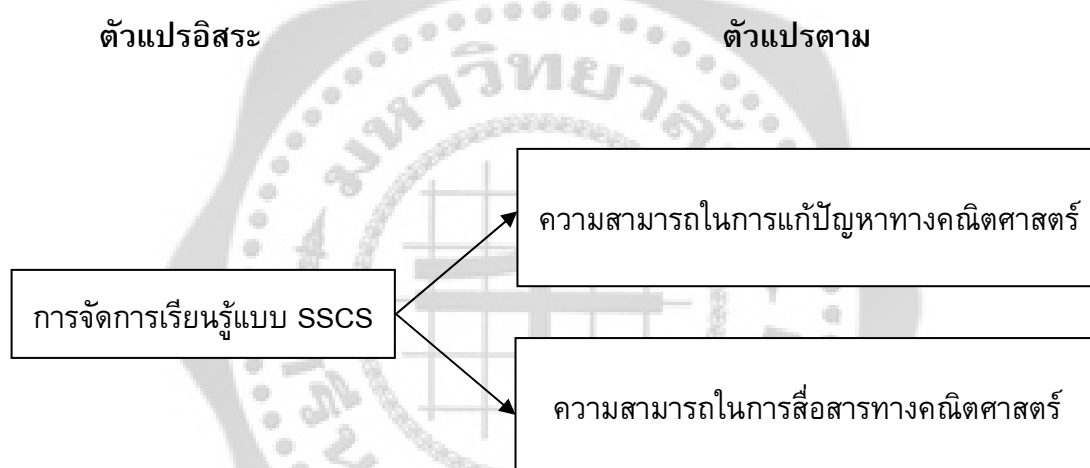
ช่วงคะแนนร้อยละ 50-54 หมายถึง ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวม ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด

ช่วงคะแนนร้อยละ 0-49 หมายถึง ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวม อยู่ในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

## กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนการสอนแบบ SSCS ของพิซซินี เซฟพาร์ดสัน และเอเบลล์ (Pizzini; Shepardson; & Abell) ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนการแก้ปัญหา ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้น Search: S (การค้นหาคำตอบ) ขั้นที่ 2 Solve: S (การแก้ปัญหา) ขั้นที่ 3 Create: C (การสร้างคำตอบ) และขั้นที่ 4 Share: S (การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น) จากขั้นตอนดังกล่าวผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนการแก้ปัญหาตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ อีกทั้ง ยังได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับปัญหาต่างๆ ซึ่งจะเห็นว่ารูปแบบการสอนดังกล่าวสามารถช่วยฝึกฝนผู้เรียนในการแก้ปัญหาและการสื่อสารไปพร้อมๆ กัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## สมมติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
  - 1.1 ความเป็นมาของการสอนแบบ SSCS
  - 1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบ SSCS
  - 1.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้
    - 1.3.1 หลักการสอนแบบ SSCS
    - 1.3.2 กระบวนการเรียนการสอนแบบ SSCS
    - 1.3.3 การจัดการเรียนการสอนแบบ SSCS
  - 1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.3 ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.4 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.5 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.6 องค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.7 กระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.8 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.9 แนวทางการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.10 การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
  - 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 3.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 3.3 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 3.4 บทบาทของครูในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 3.5 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

- 3.6 ประโยชน์ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 3.7 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

## 1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS

### 1.1 ความเป็นมาของการสอนแบบ SSCS

การสอนแบบ SSCS เป็นรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการสอนการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน โดยการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาถือเป็นเป้าหมายที่สำคัญของการศึกษา ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการแก้ปัญหาและการพัฒนาเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Stewart. 1982: 731-741; & Wavering. 1980: 633-636) เชียพเพทต้า และรัสเซลล์ (Chiappetta; & Russell. 1982: 85-93) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การสอนการแก้ปัญหาคือกระบวนการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้ตระหนักถึงกระบวนการในการแก้ปัญหามากกว่าที่จะสนใจผลลัพธ์ของปัญหา และกาเย่ (Gagné. 1970: 214) กล่าวว่า กิจกรรมการแก้ปัญหาคือหัวใจของการเรียนรู้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการสอนกระบวนการแก้ปัญหาที่ครูต้องดึงศักยภาพความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนออกมา และการสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหายังส่งผลให้การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นอย่างมีความหมาย ริคเคิร์ต (Rickert. 1967: 24-27) ยังได้กล่าวว่า ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เมื่อการเรียนการสอนนั้นได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา รวมถึงเมเยอร์ (Mayer. 1975: 525-541) ที่ได้กำหนดว่า การสอนอย่างมีความหมายนั้น ก็คือการแสดงถึงทักษะที่สำคัญในการพิสูจน์ปัญหาและการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนได้รับการฝึกฝน และทำปัญหาต่างๆ ให้เป็นรูปธรรม นอกจากนี้ ฟรอยด์ลิช (Freundlich. 1978: 19-22) กล่าวว่า การเรียนรู้การแก้ปัญหามีความหมายอย่างมากถ้ารู้จักการประยุกต์ใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์กับปัญหาต่างๆ เพราะเป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างความคิดทางวิทยาศาสตร์กับขั้นตอนทางความคิดของนักเรียน ดังนั้น พิชซินิ เชพพาร์ดสัน และเอเบลล์ (Pizzini, Shepardson; & Abell. 1989: 523-532) นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยไอโอวา จึงได้นำแนวคิดและทฤษฎีต่างๆ จากนักวิชาการและนักการศึกษาดังกล่าวมาพัฒนาแนวทางการเรียนการสอนการแก้ปัญหาโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของเหตุผลและความเป็นจริงที่จะให้นักเรียนได้เรียนทักษะการแก้ปัญหาและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการทดลองแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรม และได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมากมายที่ศูนย์กลางการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยไอโอวา จึงได้ร่วมกันพัฒนาผ่านมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Foundation: NSF) โดยใช้รูปแบบการสอน CPS และรูปแบบ IDEAL เป็นพื้นฐานที่ไปนำสู่การสอนการแก้ปัญหาในรูปแบบ SSCS ต่อไป ซึ่งรูปแบบการสอน CPS และ IDEAL มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## 1. การสอนการแก้ปัญหาในรูปแบบ CPS

CPS หรือรูปแบบการแก้ปัญหาแบบ Osborn-Parnes ย่อมาจาก Creative Problem Solving ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย ออสมอร์นและพาร์นส์ (Osborn; & Parnes) (Mitchell; & Kowalik. 1989: 4) เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่มีลำดับขั้นตอน และเป็นวิธีการคิดและพฤติกรรม โดยมีการนิยามของคำต่างๆ ดังต่อไปนี้

Creative หมายถึง ความคิดที่เป็นสิ่งแปลกใหม่หรือเป็นหนึ่งเดียว ที่อาจจะมียุ่อย่าง น้อยหนึ่งวิธีที่บุคคลหนึ่งจะสร้างสรรค์ผลเฉลยอย่างมีคุณค่า และตรงประเด็น

Problem หมายถึง สถานการณ์ใดๆ ที่แสดงถึงความท้าทาย และโอกาส หรือสิ่ง ที่น่าสนใจ

Solving หมายถึง การวางแผนเพื่อหาวิธีในการหาคำตอบที่เหมาะสมหรือเพื่อ แยกแยะวิเคราะห์ปัญหา

ดังนั้น Creative Problem Solving หรือ CPS เป็นกระบวนการ ขั้นตอน หรือ ระบบสำหรับแก้ปัญหาที่ยุ่ยาก และหาผลลัพธ์ของปัญหา ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 การค้นหาข้อเท็จจริง (Fact-finding) เป็นขั้นการหาข้อมูลต่างๆ ที่ปรากฏจาก สถานการณ์หรือข้อเท็จจริงที่ได้ประสบ

1.2 การค้นหาปัญหา (Problem-finding) เป็นขั้นการหาปัญหาที่เกิดขึ้นโดยอาศัย ข้อมูลจากสถานการณ์จริงที่ประสบ

1.3 การค้นหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding) เป็นขั้นการหาขอบเขตของ ปัญหาโดยอาศัยข้อมูลและปัญหาหลายๆ อย่างจากสถานการณ์จริงที่ประสบ

1.4 การค้นหาวิธีในการแก้ปัญหา (Solution-finding) เป็นขั้นการหาวิธีการและ ขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลังจากที่กำหนดขอบเขตของปัญหาเรียบร้อยแล้ว

1.5 การค้นหาแนวทางที่ยอมรับได้ (Acceptance-finding) เป็นขั้นการหาเหตุผลที่ จะมาช่วยสนับสนุนคำตอบของปัญหาที่ได้จากการดำเนินการแก้ไขแล้ว

## 2. การสอนการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ IDEAL

IDEAL ย่อมาจาก Identify, Define, Explore, Act และ Look ได้รับการพัฒนาขึ้น โดยแบรนสฟอร์ด และสไตน์ (Bransford; & Stein) (Kirkley. 2003: 3) ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การจำแนกแยกแยะปัญหา (Identifying the problem) เป็นขั้นการค้นหา ข้อมูลจากข้อเท็จจริง จากสถานการณ์ต่างๆ ที่มีอยู่เพื่อแจกแจงตัวปัญหา

2.2 การให้คำนิยามและการนำเสนอปัญหา (Defining and representing the problem) เป็นขั้นการตีความหมายของปัญหาเพื่อกำหนดรายละเอียดของปัญหา

2.3 การค้นหากลยุทธ์ที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Exploring alternative strategies) เป็นขั้นการคิดค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อหาแนวทางและวิธีที่เหมาะสมในการ แก้ปัญหา

2.4 การลงมือปฏิบัติตามกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา (Acting on the strategies) เป็นขั้นตอนการลงมือแก้ปัญหาดำเนินการตามแนวทางและวิธีการที่เลือกไว้เพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ข้างต้น

2.5 การมองย้อนกลับและการประเมินผล (Looking back and evaluating the effect) เป็นขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบและประเมินผลกระทบของคำตอบที่ได้

จากรูปแบบการแก้ปัญหาทั้ง 2 รูปแบบ พิชซินิและคณะจึงได้มีการสังเคราะห์รูปแบบการแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดจากการผสมผสานระหว่างการสอนแก้ปัญหาแบบ CPS และแบบ IDEAL เพื่อให้มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ชัดเจนและง่ายขึ้น และเหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายและนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยการปรับให้เหลือเพียง 4 ขั้นตอน ซึ่งให้ชื่อว่าการสอนแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS (Search: S, Solve: S, Create: C and Share: S) (Pizzini; Shepardson; & Abell. 1989: 528) ดังนั้นจึงได้เสนอความสัมพันธ์ของการสอนการแก้ปัญหาทั้ง 3 รูปแบบ คือ CPS, IDEAL และ SSCS ดังแสดงในตาราง 1



ตาราง 1 ความสัมพันธ์ของการสอนการแก้ปัญหาหาระหว่างรูปแบบ SSCS รูปแบบ IDEAL และรูปแบบ CPS

รูปแบบการแก้ปัญหา			แนวทาง (approaches)	กระบวนการ (processes)
SSCS	IDEAL	CPS		
การค้นหาคำถาม (Search: S)	การจำแนก แยกแยะปัญหา (Identifying the problem: I)	สถานการณ์ (Situation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ยอมรับปัญหา</li> <li>- นึกถึงปัญหาโดยใช้ คำถาม อะไร ใคร เมื่อไร ที่ไหน อย่างไร</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การระดมความคิด</li> <li>การสังเกต</li> <li>การวิเคราะห์</li> <li>การจำแนกแยกแยะ</li> <li>การวัด</li> <li>การบรรยาย</li> </ul>
		การค้นหาคำ ข้อเท็จจริง (Fact-finding)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม</li> <li>- มีอะไรบ้างที่จำเป็นต้องรู้</li> <li>- สามารถหาสิ่งนั้นได้จาก ที่ไหน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การตั้งคำถาม</li> <li>การค้นคว้าวรรณกรรมที่ เกี่ยวข้อง</li> <li>การสืบเสาะหา</li> </ul>
	การให้คำนิยาม และการนำเสนอ ปัญหา (Defining and representing the problem: D)	การค้นหาคำถาม (Problem-finding)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทำรายการปัญหา/ ความคิดเห็นจาก สถานการณ์</li> <li>- มีวิธีการใดบ้างที่เราจะ สามารถแก้ปัญหาได้</li> <li>- ชี้ให้เห็นถึงปัญหา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ระดมความคิด</li> <li>การตั้งสมมติฐาน</li> <li>การคาดคะเน</li> <li>การประเมิน</li> <li>การทดสอบ</li> <li>การตั้งคำถาม</li> </ul>
	การค้นหากลยุทธ์ ที่หลากหลายใน การแก้ปัญหา (Exploring alternative strategies: E)	การค้นหาแนวคิด ในการแก้ปัญหา (Idea-finding)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เขียนวิธีการ หรือ ความคิดที่ใช้ในการ แก้ปัญหา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การระดมความคิด</li> <li>การหาจุดสำคัญ</li> <li>การสืบเสาะหา</li> <li>การเปรียบเทียบ</li> <li>การรวบรวม</li> <li>การวิเคราะห์</li> </ul>



ตาราง 1 (ต่อ)

รูปแบบการแก้ปัญหา			แนวทาง (approaches)	กระบวนการ (processes)
SSCS	IDEAL	CPS		
การแก้ปัญหา (Solve: S)	การลงมือปฏิบัติ ตามกลยุทธ์ใน การแก้ปัญหา (Acting on the strategies : A)	การค้นหาวีธีในการ แก้ปัญหา (Solution-finding)	- วางแผนการแก้ปัญหา - วางแผนการใช้เครื่องมือ	การตัดสินใจ การนิยาม การคิดสร้างสรรค์ การออกแบบ การประยุกต์ การสังเคราะห์
	การมองย้อนกลับ และการประเมิน ผล (Looking back and evaluating the effect: L)	การค้นหาแนวทาง ที่ยอมรับได้ (Acceptance- finding)	- สร้างกระบวนการ หรือ ความคิด - การประเมินตนเองใน กระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ หรือประเมินคำตอบที่ ได้รับ	การทดสอบ การตรวจสอบ, การพิสูจน์
การสร้างคำตอบ (Creative: C)			- การสื่อสารและการ ปฏิสัมพันธ์ - การแลกเปลี่ยนความ คิดเห็น - การให้ข้อมูลย้อนกลับ - การประเมินผลการ แก้ปัญหา	การยอมรับ การปฏิเสธ การเปลี่ยนแปลง การปรับปรุง การทำให้สมบูรณ์ การสื่อสาร การแสดงผล การบอกกล่าวให้ทราบ การประเมิน
การแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น (Share: S)				การบอกกล่าวให้ทราบ การแสดงผล การรายงานผล การให้คำบรรยาย การตั้งคำถาม การทบทวน การตรวจสอบ, การพิสูจน์

จากตาราง 1 ที่แสดงความสัมพันธ์ของการสอนการแก้ปัญหาหารหว่างรูปแบบ SSCS รูปแบบ IDEAL และรูปแบบ CPS สามารถวิเคราะห์จุดร่วมและจุดเด่นของการเรียนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้ง 3 รูปแบบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จุดร่วมของการเรียนการสอนรูปแบบ CPS, IDEAL และ SSCS คือ 1) การพัฒนาให้นักเรียนได้ค้นหาข้อมูลและข้อเท็จจริงเพื่อสามารถระบุปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วให้นักเรียนพิจารณาปัญหาว่าปัญหาที่สำคัญคือปัญหาใด จากนั้นนักเรียนต้องตีความหมายของปัญหา ระบุขอบเขตของปัญหา เพื่อหาแนวทางและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ไขปัญหาหรือการค้นหาคำตอบของปัญหาที่ระบุขอบเขตของปัญหาข้างต้น 2) การพัฒนาให้นักเรียนได้ลงมือแก้ไขปัญหาตามแนวทางและวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้กำหนดไว้เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาที่ระบุขอบเขตไว้ข้างต้น

จุดเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบ CPS คือการพัฒนาให้นักเรียนค้นหาแนวทางที่ยอมรับ กล่าวคือ การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้เหตุผลในการอธิบายผลของการแก้ปัญหาหรืออธิบายคำตอบของปัญหาให้มีเหตุผลเพียงพอให้เกิดความน่าเชื่อถือได้

จุดเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบ IDEAL คือการพัฒนาให้นักเรียนได้มองย้อนกลับไปดูผลกระทบของการแก้ปัญหา กล่าวคือ หลังจากการแก้ปัญหาแล้วนักเรียนต้องพิจารณาถึงผลที่เกิดขึ้นหลังจากการดำเนินการแก้ปัญหาแล้ว ทั้งในส่วนของปัญหาที่ได้รับการพัฒนาหรือแก้ไขให้ดีขึ้นหรือไม่ ผลลัพธ์อื่นๆ ที่จะตามมาจะมีอะไรบ้าง

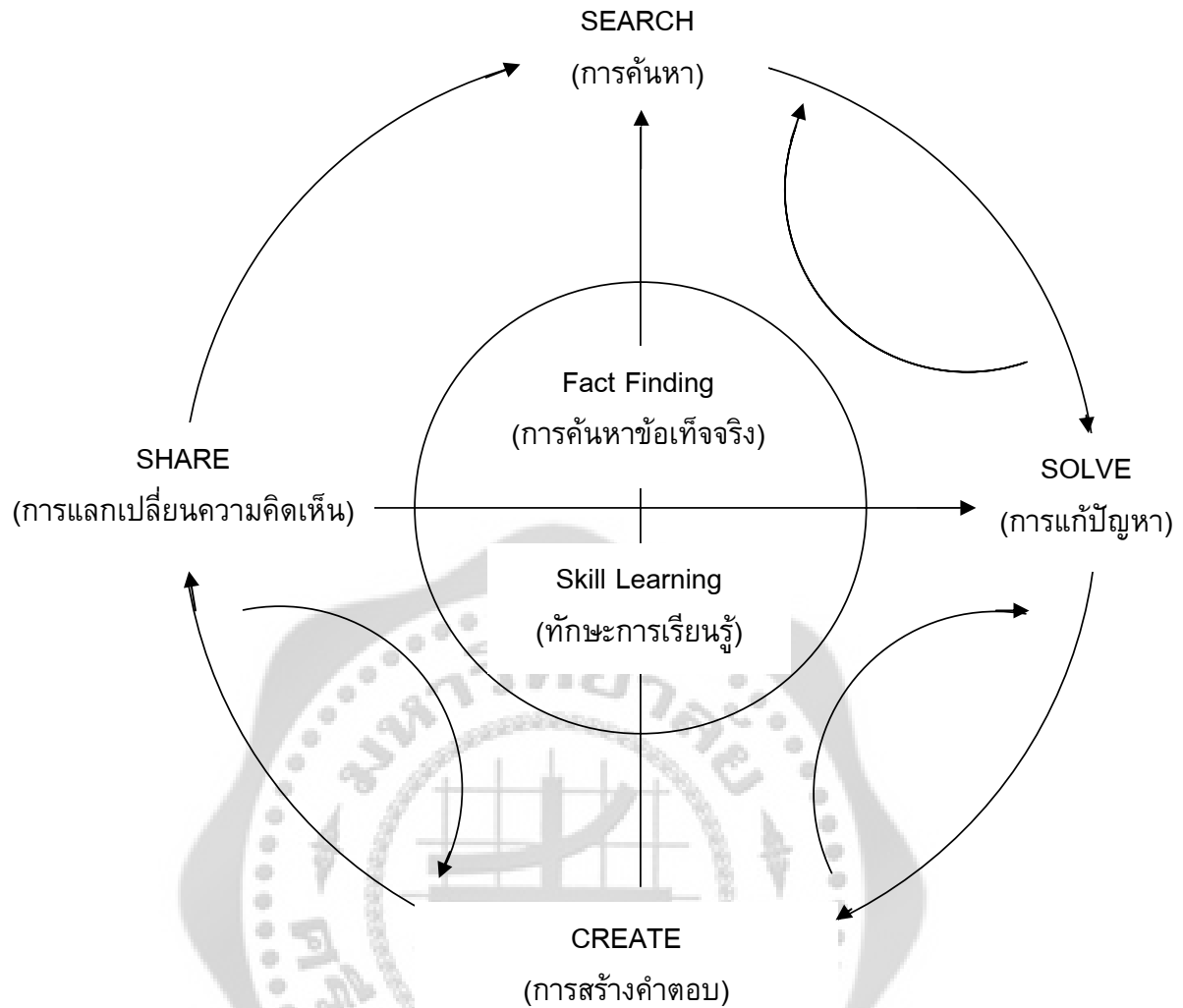
จุดเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบ SSCS มี 2 ประเด็น ประเด็นแรก คือ การพัฒนาให้นักเรียนในขั้นการแก้ปัญหา (Solve: S) ซึ่งครอบคลุมทั้งการค้นหาแนวทางที่ยอมรับได้ (Acceptance-finding) ของการสอนรูปแบบ CPS และยังครอบคลุมการมองย้อนกลับและประเมินผล (Looking back and evaluating the effect: L) ที่เกิดขึ้นในด้านต่างๆ จากผลการแก้ปัญหาของการสอนรูปแบบ IDEAL อีกทั้งรูปแบบการสอน SSCS ยังได้เพิ่มขั้นการสร้างคำตอบ (Creative: C) ซึ่งเป็นการพัฒนาให้นักเรียนสร้างสรรค์คำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา กล่าวคือ ในขั้นสร้างคำตอบนักเรียนจะต้องนำเสนอช่องทางใหม่ๆ หรือวิธีการใหม่ๆ ที่หลากหลายในการค้นหาคำตอบของปัญหา หรือการนำเสนอช่องทางใหม่ๆ ในการนำคำตอบของปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา สถานการณ์ใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หรือการนำเสนอข้อค้นพบใหม่ๆ นอกเหนือจากข้อค้นพบเดิมที่ได้จากการแก้ปัญหาภายในขอบเขตเดียวกัน แล้วจึงคิดหาเหตุผลประกอบการอธิบายคำตอบที่ได้จากการค้นพบเพื่อให้คำตอบที่ได้มีความน่าเชื่อถือ ตลอดจนการเขียนร่างคำพูดที่ใช้ภาษาง่ายๆ ต่อความเข้าใจที่ง่ายขึ้น สละสลวย เพื่อใช้ในการสื่อสารให้เพื่อนในชั้นเรียนเข้าใจในขั้นต่อไป และนอกจากนี้ในขั้นการสร้างคำตอบนักเรียนยังได้มีการนำข้อมูลหรือคำตอบที่ได้มาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนต่อไป และประเด็นที่สอง คือการพัฒนาให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในขั้นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share: S) โดยเป็นขั้นที่ได้เพิ่มขึ้นมาในรูปแบบการสอนแบบ SSCS เช่นเดียวขั้นการสร้างคำตอบ (Creative: C) ซึ่งในรูปแบบการสอน CPS และรูปแบบ IDEAL ไม่มี 2 ขั้นนี้ และในขั้นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นนี้ นักเรียนจะต้องมี

การแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา คำตอบที่ได้จากการค้นหา การนำเสนอช่องทางใหม่ ๆ หรือวิธีการใหม่ ๆ ที่หลากหลายในการค้นหาคำตอบของปัญหา หรือการนำเสนอช่องทางใหม่ ๆ ในการนำคำตอบของปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นได้ในชีวิตประจำวัน หรือการนำเสนอข้อค้นพบใหม่ นอกเหนือจากข้อค้นพบเดิมที่ได้จากการแก้ปัญหาภายในขอบเขตเดียวกัน ซึ่งเป็นข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ในชั้นที่ผ่านมา โดยนักเรียนต้องอธิบายให้เพื่อนในชั้นเรียนได้ฟัง โดยวิธีการและคำตอบที่นักเรียนแต่ละคนนำเสนอ นั้นอาจจะเหมือนหรือแตกต่างกันก็ได้ แล้วครูและนักเรียนจึงร่วมกันอภิปรายสรุปปัญหาแนวทางในการแก้ปัญหา และคำตอบของการแก้ปัญหาในช่วงสุดท้ายของการเรียนการสอนต่อไป ในขั้นนี้จะสามารถช่วยฝึกฝนนักเรียนในการสื่อสารทั้งด้านการพูดและการฟังไปพร้อม ๆ กัน

จากการพิจารณาจุดร่วมและจุดเด่นของการสอนทั้ง 3 รูปแบบ คือ CPS, IDEAL และ SSCS พบว่า การเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS มีจุดเด่นที่ครอบคลุมเป้าหมายการพัฒนา นักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาให้นักเรียนได้แก้ปัญหาอย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ อันจะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่อไป พิชชินีและคณะจึงได้สรุปขั้นตอนและวิธีการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ดังนี้

1. ขั้นการค้นหา (Search) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาเพื่อระบุปัญหา
2. ขั้นการแก้ปัญหา (Solve) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องระบุสาเหตุของปัญหา ออกแบบขั้นตอน วิธีการในการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้
3. ขั้นการสร้างคำตอบ (Create) หมายถึง ขั้นการผลที่ได้มาจัดกระทำเป็นขั้นตอน เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ และเพื่อสื่อสารกับคนอื่นได้
4. ขั้นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องนำเสนอกระบวนการแก้ไขปัญหา เริ่มตั้งแต่ ระบุปัญหา แยกแยะประเด็นของปัญหา วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา คำตอบที่ค้นพบจากการแก้ปัญหาดังด้วยวิธีการต่าง ๆ และการนำวิธีการและคำตอบที่ค้นพบจากการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้

การแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอนของการสอนแบบ SSCS จะมีความสัมพันธ์กันตลอด ในขณะที่แก้ปัญหาอาจเข้าสู่ขั้นตอนได้หลายด้าน พิชชินี เชพพาร์ดสัน และเอเบลล์ (Pizzini; Shepardson; & Abell. 1989: 526-529) จึงได้เสนอเป็นวัฏจักรการแก้ปัญหา ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 วัฏจักรการแก้ปัญหาแบบ SSCS (Pizzini; Shepardson; & Abell. 1989: 527)

จากภาพประกอบ 2 จะเห็นได้ว่าการสอนจะเริ่มจากการค้นหาปัญหาไปสู่ขั้นการแก้ปัญหา ขั้นการสร้างคำตอบ และขั้นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งขั้นตอนแต่ละขั้นนี้นักเรียนสามารถคิดทบทวนข้อบกพร่องต่างๆ ในขั้นที่มีผลต่อการแก้ปัญหา นอกจากนี้ในขั้นการสร้างคำตอบมีลูกศรย้อนกลับไปยังขั้นค้นหาปัญหาเพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องในขั้นการค้นหา และดำเนินการแก้ปัญหาไปสู่ขั้นการแก้ปัญหตามแผนภาพเช่นเดียวกับขั้นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งนักเรียนสามารถตรวจสอบข้อบกพร่องในขั้นแก้ปัญหาและดำเนินการสร้างคำตอบต่อไป นอกจากนี้มีการอภิปรายเพื่อค้นหาข้อปัญหาใหม่ที่จะศึกษาต่อไป ผลการสอนแก้ปัญหาแบบ SSCS จึงทำให้ผู้เรียนได้พบข้อเท็จจริงและเกิดทักษะการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบ SSCS

การสอนแบบ SSCS พัฒนาขึ้นมาจากสมมติฐานที่ว่า นักเรียนเรียนรู้การใช้ทักษะการแก้ปัญหาได้สมบูรณ์ที่สุดโดยผ่านประสบการณ์การแก้ปัญหา และในการที่จะแก้ปัญหาให้สำเร็จนั้นจะต้องมีองค์ประกอบในด้านทักษะการคิดที่ได้รับจากประสบการณ์การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ บัททส์และโจนส์ (Butts; & Jones. 1966: 21-27) เพรสซีเซน (Presseisen. 1985: 34-48) กล่าวไว้โดยสรุปว่า ทักษะทางความคิดที่มีความจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา คือ ทักษะในการจัดระบบข้อมูล และตัดสินใจว่ามีข้อมูลอะไรบ้างที่มีความจำเป็นที่ต้องการหาเพิ่มเติม หากทางเลือกของวิธีการแก้ปัญหาและทำการทดสอบทางเลือกเหล่านั้น พยายามบูรณาการข้อมูลให้อยู่ในระดับที่สามารถอธิบายให้เข้าใจได้มากที่สุด จัดความขัดแย้งต่างๆ ออกไปให้หมด และตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกเพื่อใช้ดำเนินการต่อไป สเติร์นเบิร์ก (Sternberg. 1985: 99-107) ได้แยกกลุ่มทักษะทางความคิดสำหรับการแก้ปัญหาเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นส่วนประกอบส่วนเกิน (Metacomponents) คือ ส่วนเกินที่ใช้ในการวางแผน สังเกต ควบคุม และประเมินค่า ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วย การจำแนกหรือการทำความเข้าใจปัญหา ตีความปัญหา ตัดสินกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ระบุระยะเวลาและเครื่องมือที่ใช้ควบคุมดูแลวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับปัญหา นำข้อมูลที่ใช้ประเมินค่ากลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ และจัดเป็นรูปแบบการแก้ปัญหาในความคิด

2. ส่วนที่เป็นส่วนดำเนินการ (Performance components) คือ ส่วนที่ใช้ในการปฏิบัติกับส่วนประกอบส่วนเกินและนำข้อมูลมาประเมินค่าต่อไป และมีความแตกต่างกันไปตามความชำนาญของแต่ละบุคคล โดยทั่วไปในส่วนของงานดำเนินการจะประกอบไปด้วยเหตุผลที่มีอิทธิพลหรือเป็นตัวชักนำเหตุผลที่ไม่มีอิทธิพล และการมองเห็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

3. ส่วนที่เป็นความรู้ที่ได้มา (Knowledge-acquisition components) เป็นกระบวนการนำความรู้ที่มีอยู่มาใช้ในการเรียนรู้ เป็นกระบวนการทางความคิดและขั้นตอนต่างๆ การเลือกใช้สัญลักษณ์ การเลือกสิ่งต่างๆ ที่เหมาะสมรวมเข้าด้วยกัน การเลือกวิธีการเปรียบเทียบข้อมูล การเลือกรูปแบบในการตรวจสอบข้อมูล การประกอบและการจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่มีอยู่ และข้อมูลใหม่ที่เกิดขึ้น

นอกจากนี้ สเติร์นเบิร์ก (Sternberg. 1986: 41-78) ยังได้เสนอกระบวนการคิดที่นำไปสู่การแก้ปัญหตามทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 การนิยามธรรมชาติของปัญหา เป็นการทบทวนปัญหาเพื่อทำความเข้าใจต่อจากนั้นเป็นการตั้งเป้าหมาย และนิยามปัญหา เพื่อจะนำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้

- ขั้นที่ 2 การเลือกองค์ประกอบ หรือขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดขั้นตอนให้แต่ละขั้นตอนมีขนาดที่เหมาะสม ไม่กว้างเกินไปหรือไม่แคบเกินไป ขั้นแรกควรเป็นขั้นที่ง่ายไว้ก่อนเพื่อเป็นการเริ่มต้นที่ดี ก่อนจะกำหนดขั้นตอนต่อไป ควรพิจารณารายละเอียดแต่ละขั้นตอนให้ถี่ถ้วนก่อน

ขั้นที่ 3 การเลือกกลวิธีในการจัดลำดับองค์ประกอบในการแก้ปัญหา ต้องแน่ใจว่ามี การพิจารณาปัญหาอย่างทั่วถึงแล้ว ไม่ด่วนสรุปในสิ่งที่เกิดขึ้น เพราะอาจเกิดการผิดพลาดได้ ต้อง แน่ใจว่าการเรียงลำดับขั้นตอนเป็นไปตามลักษณะธรรมชาติ หรือหลักเหตุผลที่นำไปสู่เป้าหมายที่ ต้องการ

ขั้นที่ 4 การเลือกตัวแทนทางความคิดเกี่ยวกับข้อมูลของปัญหา ซึ่งต้องทราบรูปแบบ ความสามารถของตน ใช้ตัวแทนทางความคิดในรูปแบบต่างๆ จากความสามารถที่ตนมีอยู่ตลอดจน ใช้ตัวแทนจากภายนอกมาเพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 การกำหนดแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์จะต้องมีการทุ่มเทเวลาให้กับการ วางแผนอย่างรอบคอบ ใช้ความรู้ที่มีอยู่อย่างเต็มที่ในการวางแผน และการกำหนดแหล่งข้อมูลที่จะ นำมาใช้ประโยชน์ มีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงแผนและแหล่งข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องกับ สภาพการณ์ในการแก้ปัญหา และแสวงหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์แหล่งใหม่ๆ อยู่เสมอ

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาว่าเป็นวิธีที่นำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ กรีน (Greeno, 1980: 1980B) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลในการ แก้ปัญหาโดยเน้นกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ ดังนี้

1. การสร้างตัวแทนของปัญหา (Problem representation) ผู้แก้ปัญหาพยายามทำ ความเข้าใจปัญหา โดยการเชื่อมโยงปัญหากับความรู้เดิมที่มีอยู่ และสร้างเป็นตัวแทนของปัญหาขึ้น ในรูปแบบต่างๆ

2. กระบวนการแก้ปัญหา (Solution process) เป็นการค้นหาขอบข่ายของปัญหา (problem space) ซึ่งเป็นการใช้ความเข้าใจ รวมไปถึงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ กำหนดมาให้ในปัญหานั้นๆ และการสร้างรูปแบบการแก้ปัญหาขึ้น

ทองหล่อ วงษ์อินทร์ (2537: 36) กล่าวว่า กระบวนการคิดแก้ปัญหามาตามทฤษฎีการ ประมวลผลข้อมูลสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. การสร้างตัวแทนปัญหา อาจใช้การสร้างสัญลักษณ์ วาดรูป ทำแผนผัง หรือแผนภูมิ เพื่อทำให้เข้าใจปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. การคิดวิธีการแก้ปัญหา เป็นการรวบรวมวิธีการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อ นำไปสู่คำตอบ รวมไปถึงการวางแผน และจัดลำดับขั้นตอนในการดำเนินการแก้ปัญหา

3. การลงมือแก้ปัญหา เป็นการปฏิบัติตามแผน และขั้นตอนที่กำหนดไว้

4. การประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา ว่ามุ่งไปสู่คำตอบหรือเป้าหมายที่วางไว้ หรือไม่ ถ้าไม่ อาจทบทวนวิธีการคิดตั้งแต่ต้นใหม่ ว่าผิดพลาดหรือบกพร่องในจุดใด เพื่อจะได้ ปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมาย

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบ SSCS ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การสอนการแก้ปัญหาแบบ SSCS จะส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้การใช้ทักษะการ แก้ปัญหาได้สมบูรณ์ที่สุดนั้น นักเรียนต้องผ่านประสบการณ์การแก้ปัญหาและมีทักษะทางความคิดที่ มีความจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา นั่นคือ ทักษะในการจัดระบบข้อมูล การตัดสินใจ การหาทาง

เลือกของวิธีการแก้ปัญหา และทำการทดสอบทางเลือกเหล่านั้น และที่สำคัญคือการใช้กระบวนการคิดที่นำไปสู่การแก้ปัญหาตามทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลซึ่งประกอบด้วย การนิยามธรรมชาติของปัญหา การเลือกองค์ประกอบ หรือขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้ปัญหา การเลือกกลวิธีในการจัดลำดับองค์ประกอบในการแก้ปัญหา การเลือกตัวแทนทางความคิดเกี่ยวกับข้อมูลของปัญหา และสุดท้ายคือการตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา

### 1.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้

#### 1.3.1 หลักการสอนแบบ SSCS

การสอนแบบ SSCS เป็นรูปแบบการสอนการแก้ปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ซึ่งครูสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชั้นเรียน และการที่จะทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาได้นั้น ไม่เพียงแต่ครูผู้สอนจะมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาอย่างดียิ่งเท่านั้น ครูจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับหลักการสอนการแก้ปัญหามาตามแบบ SSCS อย่างดีด้วย เพื่อจะช่วยให้การสอนการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น มีนักการศึกษาได้ให้หลักการสอนตามแบบ SSCS ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

พิชชินี เชพพาร์ดสัน และเอเบลล์ (Pizzini; Shepardson; & Abell, 1989: 528-529) ได้กล่าวถึงหลักการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS ดังนี้

1. การเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล โดยเชื่อว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ดังนั้นครูควรมีการคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญ
2. ครูควรให้นักเรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหาแล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาเพื่อระบุปัญหา ค้นหาสาเหตุของปัญหา ทดลองเพื่อแก้ปัญหา และหาคำตอบหลังจากการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยที่ครูเป็นเพียงผู้ที่จะต้องคอยให้ความช่วยเหลือในทุกขั้นตอนในการสอนการแก้ปัญหา
3. ครูจะต้องช่วยเหลือนักเรียนในการพัฒนากลยุทธ์ที่ใช้ในการรับและดำเนินการกับข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด
4. ครูจะต้องชี้ให้เห็นถึงข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหของนักเรียนในขั้นตอนที่นักเรียนทำการแก้ปัญหาผิดพลาด
5. ครูจะต้องแสดงให้เห็นให้นักเรียนเห็นว่านักเรียนมีสมมติฐานที่เพียงพอในการแก้ปัญหาหรือไม่
6. ครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มความสามารถ

ชิน (Chin. 1997: 9-10) ได้กล่าวถึงหลักการสอนแบบ SSCS ไว้ดังนี้

1. ครูต้องจัดประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรมเพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีความหมาย
2. ครูต้องมีเทคนิคในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดค้นสำรวจวิธีการแก้ปัญหาและให้โอกาสนักเรียนในการเลือกหรือสืบเสาะหาปัญหาที่ตนสนใจ ทั้งนี้เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจและความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ของนักเรียน
3. ครูต้องมีการประเมินย้อนกลับในการคิดของนักเรียน หรือผลการแก้ปัญหาของนักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนได้มีการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาต่อไป
4. ครูจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการตั้งปัญหา หรือคำถาม และหาคำตอบเพื่อต่อยอดความรู้ของตัวเองต่อไป
5. ครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และยอมรับด้วยตนเองเกี่ยวกับพฤติกรรมที่จำเป็นในการแก้ปัญหา
6. การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนต้องให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ โดยครูพยายามลดบทบาทหน้าที่ของตัวเอง และทำหน้าที่เป็นเพียงผู้คอยแนะนำคอยดูแลในแต่ละขั้นตอนของการสอนแบบ SSCS

จากหลักการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ที่นักการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การสอนด้วยรูปแบบ SSCS เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล โดยเชื่อว่านักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน การจัดการเรียนการสอนจึงต้องให้นักเรียนได้มีการวางแผนการแก้ปัญหาด้วยกลยุทธ์ต่างๆ เพื่อหาคำตอบ นำไปสู่การสรุปความรู้ที่เป็นหลักการทฤษฎีด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เริ่มจากการเผชิญปัญหาสถานการณ์แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาเพื่อระบุปัญหาแยกแยะประเด็นปัญหาเพื่อแก้ปัญหา และหาคำตอบหลังจากการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยมีครูเป็นผู้แนะนำคอยดูแลทุกขั้นตอนในการสอนแบบ SSCS

### 1.3.2 กระบวนการเรียนการสอนแบบ SSCS

พิชชินี เชพพาร์ดสัน และเอเบลล์ (Pizzini; Shepardson; & Abell. 1989: 532) กล่าวว่า การสอนแบบ SSCS จะเกิดขึ้นได้ดีที่สุดเมื่อได้รับการสอนที่มีความเกี่ยวข้องกับการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งมี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 Search: S หมายถึง การค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การแยกแยะประเด็นของปัญหา และการแสวงหาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับปัญหา ซึ่งประกอบด้วย การระดมสมองเพื่อทำให้เกิดการแยกแยะประเด็นปัญหาต่างๆ ช่วยผู้เรียนในด้านการมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนคติต่างๆ ที่มีอยู่ในปัญหานั้นๆ นักเรียนจะต้องอธิบายและให้ขอบเขตของปัญหาด้วยคำอธิบาย



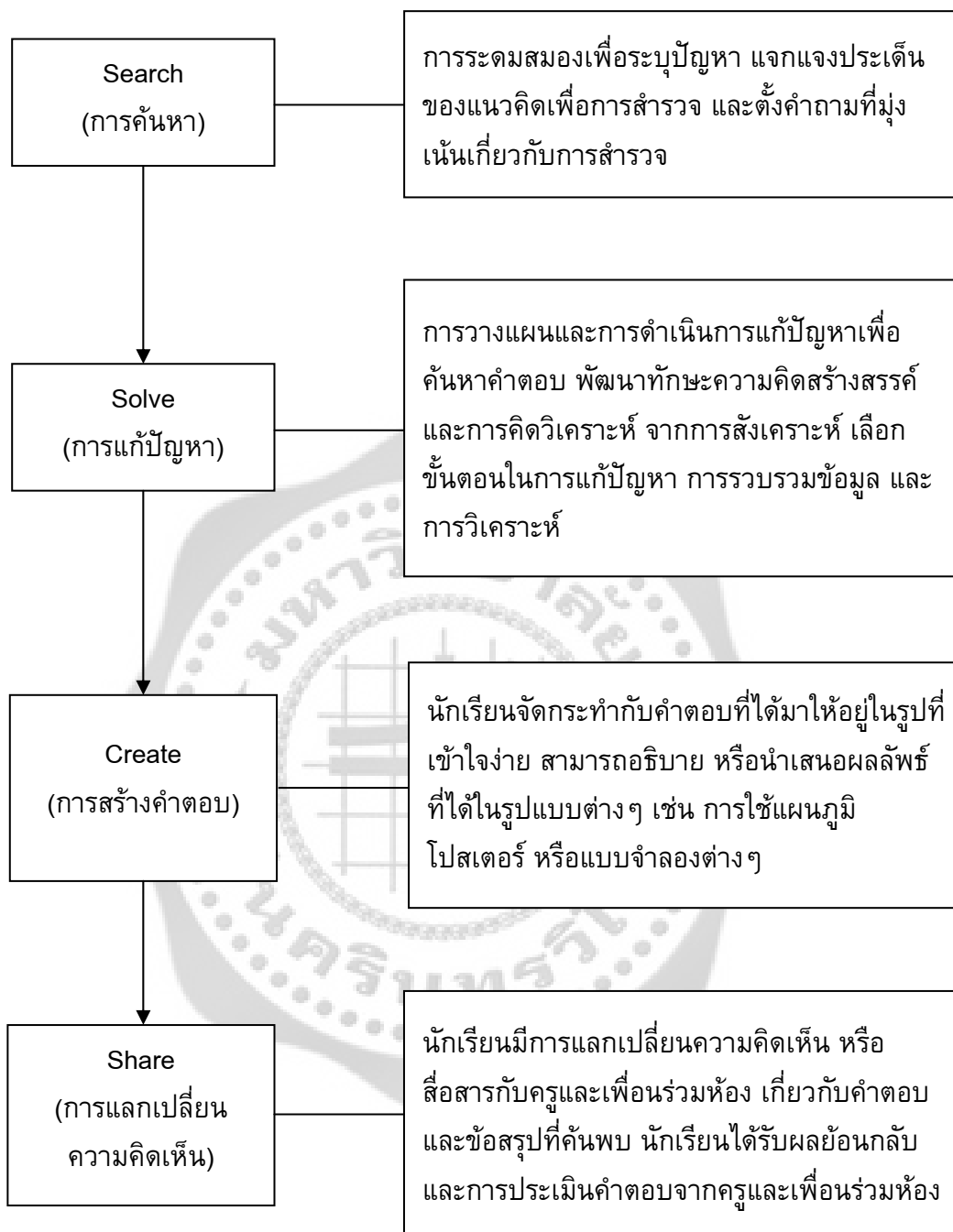
จากความเข้าใจของนักเรียนเอง ซึ่งจะต้องตรงกับจุดมุ่งหมายของบทเรียนที่ตั้งไว้ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องหาข้อมูลของปัญหาเพิ่มเติม โดยอาจหาได้จากการที่นักเรียนตั้งคำถาม ถามครูหรือเพื่อนนักเรียนด้วยกัน การอ่านบทความในวารสารหรือหนังสือคู่มือต่างๆ การสำรวจและอาจได้มาจากรางานวิจัยหรือตามตำราต่างๆ

ขั้นที่ 2 Solve: S หมายถึง การวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ หรือการหาคำตอบของปัญหาที่เราต้องการ ในขั้นนี้นักเรียนต้องวางแผนการแก้ปัญหา รวมถึงถึงการวางแผนการใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง การหาวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง โดยการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 1 มาใช้ประกอบในการแก้ปัญหา ขณะที่นักเรียนกำลังดำเนินการแก้ปัญหาถ้าพบปัญหานักเรียนสามารถที่จะย้อนกลับไปขั้นที่ 1 ได้อีก หรือผู้เรียนอาจจะปรับปรุงแผนของตนที่วางไว้โดยการประยุกต์วิธีการต่างๆ มาใช้รวมกัน

ขั้นที่ 3 Create: C หมายถึง ขั้นการนำผลที่ได้จากขั้นที่ 2 มาจัดกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้เข้าใจต่อความเข้าใจ และสามารถสื่อสารกับคนอื่นได้ การนำเอาข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหา หรือวิธีการที่ได้จากการแก้ปัญหามาจัดกระทำให้อยู่ในรูปของคำตอบ หรือวิธีการที่สามารถอธิบายให้เข้าใจได้ง่ายโดยอาจทำได้โดยใช้ภาษาที่ง่าย สละสลวย มาขยายความหรือตัดทอนคำตอบที่ได้ให้อยู่ในรูปที่สามารถอธิบายหรือสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

ขั้นที่ 4 Share: S หมายถึง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหา การที่ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอนหรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยที่ผู้เรียนแต่ละคนอาจจะได้วิธีการที่แตกต่างกันหรือคำตอบที่ได้ อาจจะได้รับการยอมรับหรือไม่ได้รับการยอมรับก็ได้ คำตอบที่ได้รับการยอมรับและถูกต้องนักเรียนก็จะมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบ ส่วนคำตอบหรือวิธีการที่ไม่ได้รับการยอมรับนักเรียนจะต้องร่วมกันพิจารณาว่าเกิดการผิดพลาดที่ใดบ้าง อาจจะผิดพลาดในขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาผิดพลาด

อแวง และแรมลี (Awang; & Ramly. 2008: 22) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้การสอนแบบ SSCS ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการสอนตามรูปแบบ SSCS (Awang; & Ramly. 2008: 22)

เพ็ญพรรณ จำปา (2536: 6) และฐิติพร บริพันธ์ (2548: 4) ได้นำรูปแบบการสอน SSCS มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการสอนที่มีความสอดคล้องกันพอสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 Search: S หมายถึง ขั้นตอนของการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และการแยกแยะประเด็นของปัญหา

ขั้นที่ 2 Solve: S หมายถึง ขั้นตอนของการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ

ขั้นที่ 3 Create: C หมายถึง ขั้นตอนของการนำผลที่ได้มาจัดกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้ถ่ายทอดความเข้าใจและเพื่อสื่อสารกับคนอื่นได้

ขั้นที่ 4 Share: S หมายถึง ขั้นตอนของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูล และวิธีการแก้ปัญหา

จากการศึกษากระบวนการเรียนการสอนแบบ SSCS ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สามารถสรุปเป็นกระบวนการเรียนการสอน ได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 Search: S หมายถึง ขั้นการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การแยกแยะประเด็นของปัญหา และการแสวงหาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับปัญหา ซึ่งประกอบด้วย การระดมสมอง เพื่อทำให้เกิดการแยกแยะประเด็นปัญหาต่างๆ ช่วยนักเรียนในด้านการมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนคติต่างๆ ที่มีอยู่ในปัญหานั้นๆ

ขั้นที่ 2 Solve: S หมายถึง ขั้นการวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ หรือการหาคำตอบของปัญหาที่เราต้องการ ในขั้นนี้ นักเรียนต้องวางแผนการแก้ปัญหา รวมไปถึงการวางแผนการใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง การหาวิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง โดยการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 1 มาใช้ประกอบในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 Create: C หมายถึง ขั้นการนำผลที่ได้จากขั้นที่ 2 มาจัดกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้ถ่ายทอดความเข้าใจและสามารถสื่อสารกับคนอื่นได้ การนำเอาข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหา หรือวิธีการที่ได้จากการแก้ปัญหามาจัดกระทำให้อยู่ในรูปของคำตอบ

ขั้นที่ 4 Share: S หมายถึง ขั้นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหา การทำให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอน หรือวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยที่นักเรียนแต่ละคนอาจจะได้วิธีการที่แตกต่างกัน หรือคำตอบที่ได้ อาจจะได้รับการยอมรับหรือไม่ได้รับการยอมรับก็ได้ นักเรียนได้รับผลย้อนกลับและการประเมินคำตอบจากครูและเพื่อนร่วมห้อง

### 1.3.3 การจัดการเรียนการสอนแบบ SSCS

พิซซินิ เซพพาร์ดสัน และเอเบลล์ (Pizzini; Shepardson; & Abell. 1989: 528) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนแบบ SSCS มีกระบวนการเรียนการสอน ดังตาราง 2 ต่อไปนี้

## ตาราง 2 กระบวนการเรียนการสอนแบบ SSCS

ขั้นตอน	แนวทาง (approaches)	กระบวนการ (process)
1. การค้นหา (Search: S)	- นึกถึงปัญหาโดยใช้คำถาม อะไร ใคร เมื่อไร ที่ไหน อย่างไร	การระดมสมอง การสังเกต การวิเคราะห์ การจำแนกแยกแยะ การบรรยาย อธิบาย การตั้งคำถาม
	- หาข้อมูลเพิ่มเติม โดยการตั้งคำถามว่าอะไร เป็นสิ่งที่จำเป็นต้องรู้และจะต้องค้นหาสิ่ง เหล่านั้นได้จากที่ไหน - แยกแยะประเด็นของปัญหาและความคิดจาก สถานการณ์ เช่น มีทางใดบ้างที่สามารถ แก้ปัญหาได้ หรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาและ มีทางเลือกใดบ้างที่เราควรเลือกทำ	การค้นหากาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง การสืบเสาะหา การระดมสมอง การตั้งสมมติฐาน การคาดคะเน การประเมิน การทดสอบ การตั้งคำถาม การหาจุดสำคัญ
	- เขียนวิธีการหรือแนวความคิดที่จะใช้ในการ แก้ปัญหา	การเปรียบเทียบ การแยกแยะ การวิเคราะห์
2. การแก้ปัญหา (Solve: S)	- วางแผนการแก้ปัญหา - วางแผนการใช้เครื่องมือ	การตัดสินใจ การนิยาม การออกแบบ การประยุกต์ การสังเคราะห์ การทดสอบ การพิสูจน์

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอน	แนวทาง (approaches)	กระบวนการ (process)
3. การสร้างคำตอบ (Create: C)	- การจัดกระทำข้อมูลหรือแนวคิดการประเมิน กระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	การยอมรับ การปฏิเสธ การเปลี่ยนแปลง การปรับปรุง การทำให้สมบูรณ์ การสื่อสาร การแสดงผล
4. การแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น (Share: S)	- การสื่อสารและการปฏิสัมพันธ์ - การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น - การให้ข้อมูลย้อนกลับ - การประเมินผลการแก้ปัญหา	การประเมินผล การแสดงผล การรายงานผล การให้คำบรรยาย การตั้งคำถาม การอ้างอิง การปรับปรุง

จากตาราง 2 การจัดการเรียนการสอนแบบ SSCS นั้น นักเรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด สภาพแวดล้อมในการเรียนจะเปลี่ยนไปจากที่ครูเป็นศูนย์กลางมาเป็นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งจะทำให้การสอนการแก้ปัญหาในห้องเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิด ระหว่างนักเรียนกับครู หรือ นักเรียนกับนักเรียน ส่งผลให้ครูและนักเรียนคนอื่นๆ ได้เรียนรู้วิธีการที่หลากหลายอันเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอย่างมาก

การจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS นั้น บทบาทของครูก็จะเปลี่ยนไป หน้าที่ของครูจะเป็นเพียงผู้ให้ความช่วยเหลือในกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS คอสต้าและคณะ (Costa et al. 1985: 166-170) ได้ให้บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาในขั้นตอนต่างๆ ดังตาราง 3

ตาราง 3 พฤติกรรมของครูในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS

การค้นหา (Search)	การแก้ปัญหา (Solve)	การสร้างคำตอบ (Create)	การแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น (Share)
กำหนดหรือช่วยเหลือ นักเรียนในการแยกแยะ ปัญหา	กำหนดหรือช่วยเหลือ นักเรียนในการแยกแยะ ปัญหา	กำหนดหรือช่วยเหลือ นักเรียนในการแยกแยะ ปัญหา	กำหนดหรือช่วยเหลือ นักเรียนในการแยกแยะ ปัญหา
	แยกแยะข้อผิดพลาดใน การคิดของนักเรียนอย่างมี เหตุผล		
	ท้าทายนักเรียนด้วยการ ให้พิจารณาความเป็นไป ได้ของปัญหาอื่นๆ	ท้าทายนักเรียนด้วยการ ให้พิจารณาความเป็นไป ได้ของปัญหาอื่นๆ	
	แยกแยะการแสดง ความ คิดเห็นที่มากเกินไป หรือน้อยเกินไปของ นักเรียน		
	ช่วยเหลือนักเรียนในการ เชื่อมโยงประสบการณ์กับ ความคิดของพวกเขา	ช่วยเหลือนักเรียนในการ เชื่อมโยงประสบการณ์กับ ความคิดของพวกเขา	
ไม่ตัดสินใจเร็วเกินไป	ไม่ตัดสินใจเร็วเกินไป	ไม่ตัดสินใจเร็วเกินไป	ไม่ตัดสินใจเร็วเกินไป
	ช่วยนักเรียนเกี่ยวกับการ ตัดสินใจในการออกแบบ และการทดสอบแนวคิด หรือคำตอบ		
	ช่วยให้นักเรียนนำข้อมูล ที่ได้มาทำให้อยู่ในรูปที่ง่าย ขึ้น	ช่วยให้นักเรียนนำข้อมูล ที่ได้ มาทำให้อยู่ในรูปที่ง่าย ขึ้น	ช่วยให้นักเรียนนำข้อมูล ที่ได้ มาทำให้อยู่ในรูปที่ง่าย ขึ้น

ตาราง 3 (ต่อ)

การค้นหา (Search)	การแก้ปัญหา (Solve)	การสร้างคำตอบ (Create)	การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น(Share)
	ช่วยเหลือนักเรียนในการใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาของพวกเขา		
ไม่ควรใช้อิทธิพลของนักเรียนคนใดคนหนึ่งตัดสิน กำหนด อธิบายหรือแก้ปัญหา	ไม่ควรใช้อิทธิพลของนักเรียนคนใดคนหนึ่งตัดสิน กำหนด อธิบายหรือแก้ปัญหา	ไม่ควรใช้อิทธิพลของนักเรียนคนใดคนหนึ่งตัดสิน กำหนด อธิบายหรือแก้ปัญหา	ไม่ควรใช้อิทธิพลของนักเรียนคนใดคนหนึ่งตัดสิน กำหนด อธิบายหรือแก้ปัญหา

จากตาราง 3 จะเห็นว่าการสอนแบบ SSCS เป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนจะต้องแยกแยะประเด็นของปัญหา และหาข้อมูลที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทาง และนักเรียนจะต้องเชื่อมโยงข้อมูลใหม่ที่ได้รับและข้อมูลเดิมจากประสบการณ์การแก้ปัญหาในลักษณะที่คล้ายกันที่ผ่านมาแล้วในความคิดเพื่อหารูปแบบในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ในการสอนแต่ละขั้นตอนของ SSCS นักเรียนสามารถค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหาได้ตลอดเวลาโดยครูจะเป็นผู้ช่วยนักเรียนให้นักเรียนพบคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งครูเป็นเพียงผู้เปิดประเด็นให้นักเรียนคิด ไม่ใช่เป็นผู้บอกนักเรียน

จากการศึกษาการจัดการเรียนการสอนแบบ SSCS ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนแบบ SSCS ซึ่งเป็นการสอนแบบแก้ปัญหา ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดนั้น ครูจะต้องทราบถึงกระบวนการเรียนการสอนและพฤติกรรมของครูในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS นั่นคือ ในการจัดการเรียนการสอนแบบ SSCS นั้น ครูจะต้องให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด โดยที่นักเรียนจะต้องแยกแยะประเด็นของปัญหา และหาข้อมูลที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดแนวทางการแก้ปัญหาดด้วยตัวของนักเรียนเอง ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น อาจจะเป็นนักเรียนกับครู หรือนักเรียนกับนักเรียน โดยมีครูเป็นเพียงผู้คอยดูแล และคอยชี้แนะแนวทางในแต่ละขั้นตอนของการสอนแบบ SSCS เพื่อให้ให้นักเรียนได้รู้จักการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่ที่ได้รับและข้อมูลเดิมจากประสบการณ์การแก้ปัญหาในลักษณะที่คล้ายกันที่ผ่านมาแล้วในความคิด เพื่อหารูปแบบในการแก้ปัญหา และค้นพบคำตอบด้วยตนเองในที่สุด ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถที่จะเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างมีความหมายและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

## 1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS

### งานวิจัยต่างประเทศ

เซียพเพทต้า และรัสเซลล์ (Chiappetta; & Russell. 1982: 85) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบ SSCS พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาค่ำ

พิซซินิ และเชพพาร์ดสัน (Pizzini; & Shepardson. 1991: 348-352) ได้ศึกษาการตั้งคำถามของนักเรียนระดับเกรด 5-8 ระหว่างที่ครูสอนด้วยวิธีแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS กับการสอนด้วยวิธีที่ครูเป็นผู้นำในการทดลองปฏิบัติ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การตั้งคำถามของนักเรียนระหว่างการสอนแบบ SSCS และแบบครูเป็นผู้นำการทดลองปฏิบัติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการสอนแบบ SSCS ทำให้นักเรียนถามคำถามมากขึ้น

ลิลิ (Li Li. 1996: Online) ได้ศึกษาเทคนิคการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่ครูใช้สอนในระดับประถมศึกษา และปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาการเลือกใช้เทคนิคการสอนที่แตกต่างกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ประเทศสิงคโปร์ จากการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาส่วนใหญ่เลือกใช้รูปแบบการสอน SSCS มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยให้เหตุผลว่า การสอนแบบ SSCS สามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิด และความสามารถในการแก้ปัญหาตั้งแต่ระดับประถมศึกษา เนื่องจากการสอนแบบ SSCS สามารถช่วยขยายความคิดและกลั่นกรองปัญหาหรือคำถามต่างๆ ฝึกให้นักเรียนได้ระบุปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ฝึกให้นักเรียนได้ค้นหาข้อมูลและจัดข้อมูลอย่างเป็นระบบเพื่อเตรียมพร้อมในการวางแผนการแก้ปัญหา และช่วยให้นักเรียนได้ออกแบบเครื่องมือเพื่อสื่อสารถึงปัญหาหรือคำถามต่างๆ รวมถึงขั้นตอนและการสรุปผล อีกทั้งช่วยฝึกการนำเสนอข้อมูลแก่ผู้อื่นด้วย

ชุน เย็น ชาง (Chun-Yen Chang. 1999: 373-388) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกด้วยรูปแบบ SSCS และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โลกด้วยการเรียนการสอนแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โลกด้วยการเรียนการสอนตามรูปแบบ SSCS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โลกสูงกว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โลกด้วยการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คัสมาแวน (Kusmawan. 2005: 1-5) ได้ศึกษาคูณค่าของการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม โดยใช้รูปแบบ SSCS ของนักเรียนในประเทศอินโดนีเซีย จากการวิจัยพบว่า หลังการใช้รูปแบบ SSCS ทักษะคิดของนักเรียนต่อความรู้และความตระหนักในสถานการณ์ต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสื่อสาร และการมีปฏิสัมพันธ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคัสมาแวน ได้อธิบายว่า รูปแบบการสอน SSCS ซึ่งมาจาก



Search (S), Solve (S), Create (C) และ Share (S) นั้น เป็นรูปแบบที่ช่วยให้นักเรียนได้ดำเนินการค้นหาในสิ่งที่ไม่รู้ และขยายความรู้ที่ผ่านการประยุกต์ใช้แก้ปัญหา และสิ่งสำคัญของการค้นหา คือ ได้ฝึกให้นักเรียนได้รู้จักระบุปัญหา การเลือกประเด็นปัญหา และการจัดกรองปัญหา และยังได้ส่งเสริมการคิดของนักเรียนในแก้ปัญหาได้หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ นักเรียนสามารถตัดสินใจที่จะค้นหาขั้นตอนและออกแบบ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ นอกจากนี้รูปแบบการสอน SSCS ยังทำให้นักเรียนมีทักษะการสื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นเกี่ยวกับปัญหา เช่น การวางแผน การค้นพบ และการประยุกต์ ดังนั้นจึงทำให้นักเรียนได้มีโอกาสสะท้อนความเป็นตัวของตัวเอง และการพัฒนาตนเองด้วยเช่นกัน

วิภาวดี (Wibawati. 2009: 1-6) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนแบบ SSCS ที่มีต่อผลการเรียนรู้ และการเผชิญกับปัญหาต่างๆ ที่ปรากฏขึ้นในชั้นเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 7 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาเอกชน อัลอิสลาม 1 สุราการ์ตา เรื่องระบบนิเวศน์ ปีการศึกษา 2551/2552 ผลการวิจัยพบว่า การสอนแบบ SSCS สามารถช่วยยกระดับขีดความสนใจของนักเรียนในการเรียนจนกระทั่งสามารถที่จะพัฒนายกระดับผลการเรียนของนักเรียนได้เป็นอย่างดี และช่วยพัฒนายกระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในการเรียนที่เน้นไปที่ความรู้ความสามารถและทักษะในการแก้ไขปัญหาด้วยตัวเองเป็นหลัก

#### งานวิจัยในประเทศ

วิชชุดา งามอักษร (2541: 254) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอสเอสซีเอส กับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ เอสเอสซีเอส กับการสอนตามคู่มือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบ เอสเอสซีเอส กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อุไรวรรณ รักดวง (2542: 54) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นเนื้อหาวิชาในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา และสิ่งแวดล้อมทางสังคม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS มีนักเรียนผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด โดยมีคะแนนเฉลี่ยทั้งชั้นคิดเป็นร้อยละ 73.15 และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ SSCS หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นวลจันทร์ ผลอุตทา (2545: 59) ได้ทำการวิจัยผลการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ร้อยละ 50 ที่กำหนดไว้ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ (2548: 60-61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วัลลภ มานักฆ้อง (2549: 90-91) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมด้วยวิธีสอนแบบ SSCS เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมด้วยวิธีสอนแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนยังมีเจตคติทางคณิตศาสตร์หลังใช้ชุดกิจกรรมด้วยวิธีสอนแบบ SSCS สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อิศราวุฒ สัมช่า (2549: 54) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบ SSCS พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณารายด้านพบว่า การเขียนประโยคสัญลักษณ์และการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวกจำนวนที่มีหลายหลักสามจำนวน นักเรียนทำคะแนนได้แตกต่างจากเกณฑ์ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ทั้งในภาพรวมและรายข้อ โดยด้านครุมีความรู้ในเรื่องที่สอนนักเรียนมีเจตคติอยู่ในระดับดีมาก

นันทวัน คำสียา (2551: 91-92) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องอสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบ LT การเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบ SSCS ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบ LT วิธีการเรียนรู้แบบ KWL และวิธีการเรียนรู้แบบ SSCS มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

2. ผลการจำแนกกลุ่มวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า สมการจำแนกกลุ่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 มีค่าไอเกน (Eigenvalues) เท่ากับ 0.263 มีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอล เท่ากับ 0.456 ตัวแปรในสมการจำแนกกลุ่มสามารถอธิบายความแปรปรวนของวิธีการเรียนรู้ได้ 20.79% พยากรณ์ได้ถูกต้องโดยเฉลี่ย 50.9% สามารถเขียนสมการจำแนกกลุ่มวิธีการเรียนรู้ได้ดังนี้

สมการในรูปคะแนนดิบ

$$Y' = -7.626 - .038CRT - .251ACH + .185ATT$$

สมการในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$Y' Z = -.16CRT - 1.299ACH + 1.47ATT$$

โดยสรุป นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบ LT การเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบ SSCS มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ แตกต่างกัน ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรพัฒนารูปแบบวิธีการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นต่อไป

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เป็นรูปแบบการสอนที่สามารถพัฒนานักเรียนทั้งในด้านการคิดแก้ปัญหาและการสื่อสารกับผู้อื่น เนื่องจากงานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการจัดกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ศึกษาหาความรู้ มีอิสระในการค้นพบด้วยตนเอง มีขั้นตอนในการส่งเสริมให้นักเรียนมีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน แต่จากงานวิจัยต่างๆ ที่กล่าวมาจะเห็นว่า การสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS ส่วนมากจะเป็นการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่กว้างขวางนักในการนำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นจากการศึกษาของผู้วิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการสอน SSCS จึงมีความคิดว่าถ้าได้นำแนวคิดหรือหลักการสอนตามรูปแบบ SSCS มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนากระบวนการคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ น่าจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้นได้เช่นกัน

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### 2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ครุอิกแซงก์ และเซฟฟิลด์ (Cruikshank; & Sheffield. 1992: 37) กล่าวว่า ปัญหาเป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่ทำให้งงงวย ปัญหาควรจะเป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที หรือวิธีหาคำตอบโดยทันที ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ไม่ได้หมายความว่า จะเกี่ยวข้องกับจำนวนเท่านั้น ปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพหรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดยไม่เกี่ยวข้องกับจำนวนก็ได้

บาร์ดูดี (Baroody. 1993: 2-5) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ประเด็นปัญหาในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์ปริศนาทางคณิตศาสตร์ที่บุคคลจำเป็นต้องการหาผลเฉลยแต่ไม่สามารถหาผลเฉลยได้ทันที

ครูลิค และรูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1993: 6) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณในตัวปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาจะต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหาจึงจะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

รีเดเซล ชวอทส์ และคลีเมนส์ (Riedesel; Schwartz; & Clements. 1996: 27) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นโดยบุคคลทั่วไปในการตอบสนองความจำเป็นเฉพาะ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537: 181) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปเป็นข้อๆ ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการหาคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวนหรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะ ความรู้ และประสบการณ์หลายๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่ง และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีต อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 52) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณ หรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล และเป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้ และประสบการณ์หลายๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้ นอกจากนี้สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่งก็ได้

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 126) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งต้องการคำตอบ แต่ไม่สามารถตอบได้ในทันที จะต้องมึวิธีการที่เหมาะสม ใช้ความรู้ ประสบการณ์และการตัดสินใจ

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2544: 7) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ โจทย์คิดคำนวณเพื่อหาคำตอบ เช่น การบวก ลบ คูณ หารจำนวนในเลขคณิต การแก้สมการเพื่อหาค่าตัวแปรในพีชคณิต การคำนวณหาระยะทาง ความสูง โดยอาศัยทฤษฎีบททางเรขาคณิต หรือการหามุมของรูปสามเหลี่ยมโดยใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ และการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของจำนวน โดยใช้นิยามต่างๆ ในสถิติ เป็นต้น นอกจากนี้ ยังหมายถึง ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคิดและการให้เหตุผล ซึ่งมักจะใช้มากในการพิสูจน์ทฤษฎีและสมมติฐานที่ตั้งขึ้น หรือค้นหาทฤษฎีและกฎเกณฑ์ใหม่ๆ

สิริพร ทิพย์คง (2544: 10) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ปัญหาที่พบในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที และในการแก้ปัญหาต่างๆ จะต้องใช้ความสามารถในวิธีการแก้ปัญหา และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

สสวท. (2551: 7) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของปริมาณ วิธีการ คำอธิบายหรือการให้เหตุผล โดยที่ผู้แก้ปัญหานั้นจะต้องใช้ทักษะ ความรู้ การตัดสินใจ และประสบการณ์หลายๆ อย่างเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบหรือข้อสรุปนั้นได้

## 2.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya. 1980: 1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อให้ได้ข้อลงเอย หรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่บางสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

เคนเนดี (Kennedy. 1984: 81) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าเป็นการแสดงออกของแต่ละบุคคลในการตอบสนองสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

ฮอปคินส์ กิฟฟอร์ด และเพพเพอเรลล์ (Hopkins; Gifford; & Pepperell. 1999: 143) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง การวางแผนการจัดข้อมูลให้เป็นระบบ เพื่อที่จะสามารถตัดสินใจนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้หาคำตอบที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาต่างๆ

แฮทฟิลด์ และคนอื่น (Hatfield; et al. 2000: 91) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจปัญหาสัมพันธ์กับปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือประสบการณ์ที่ผ่านมา การคาดเดาเกี่ยวกับผลเฉลยที่เป็นไปได้ของปัญหา

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 2000: 52) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์คือ การทำงานที่ยังไม่รู้วิธี การที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันทีซึ่งการหาคำตอบนักเรียนต้องนำความรู้ที่มีอยู่ไปเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อที่จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ๆ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ได้มีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบ แต่อยู่ที่วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบนักเรียนควรได้ฝึกฝน ได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหาออกมาด้วย

เฮดเดนส์ และสเปียร์ (Heddens; & Speer. 2001: 62) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการของบุคคลที่ใช้เพื่อตอบสนอง และชนะอุปสรรค เมื่อผลเฉลยหรือขั้นตอนของผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นไม่ชัดเจน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537: 181) ระบุว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งผู้แก้ปัญหามองจะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

ยุพิน พิพิธกุล (2539: 82) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการหาวิธีเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหามองจะต้องใช้ความรู้ ความคิด ประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ประยุกต์ความรู้ที่ได้รับมาตอนแรกหรือความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่คุ้นเคย

สสวท. (2551: 6-7) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ ผิฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวผู้เรียน การเรียน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็น ทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ยาวนานตลอดชีวิต

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการ ที่บุคคลใช้ความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์เดิมและทักษะพื้นฐานต่างๆ ที่มีอยู่ไปสังเคราะห์หรือ ประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทั้งปัญหาธรรมดาและปัญหาแปลกใหม่ การแก้ปัญหามองจึงรวมถึงกระบวนการทั้งหมดไม่ใช่แค่ผลลัพธ์สุดท้าย

### 2.3 ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เลสเตอร์ (Lester. 1977: 12) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ และเป็นเป้าหมายสูงสุดของหลักสูตร และการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

สมาคมศึกษานิเทศก์ในสหรัฐอเมริกา (National Council of Supervisors of Mathematics (NCSM). 1977: 19-22) ได้กำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญอันดับแรกในจำนวนทักษะพื้นฐานที่จำเป็น 10 ประการ

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1980: 1-3) ได้เสนอให้การแก้ปัญหาเป็นจุดเน้นที่สำคัญของหลักสูตร เป็นเป้าหมายแรกของการเรียนการสอน และเป็นส่วนสำคัญของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เพื่อผลักดันให้การแก้ปัญหามองบรรลุเป้าหมาย

เพอร์ดิคาริส (Perdikaris. 1993: 423) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการเตรียมการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ที่จะนำไปสู่แนวคิดใหม่เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน ความสำเร็จในการแก้ปัญหามองจะทำให้เกิดการพัฒนาคูณลักษณะที่ต้องการแก่นักเรียน เช่น ความไม่ใฝ่รู้ ความอยากรู้อยากเห็น

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537: 181) ได้ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาเป็นความสามารถขั้นพื้นฐานของมนุษย์ ซึ่งมนุษย์ต้องใช้อยู่เสมอในการปรับตัวอยู่ในสังคม
2. การแก้ปัญหาทำให้เกิดการค้นพบความรู้ใหม่ทั้งในส่วนที่เป็นคำตอบของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา
3. การแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่ต้องปลูกฝังให้เกิดในตัวนักเรียน โดยอาศัยศาสตร์แขนงต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2544: 8-9) กล่าวว่า การแก้ปัญหามีความสำคัญเป็นพิเศษในการเรียนคณิตศาสตร์ เป้าหมายเบื้องต้นของการเรียนคณิตศาสตร์ คือการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนอย่างหลากหลายในวงกว้าง สิ่งที่เป็นปัญหาของคนหนึ่งอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่ง แต่ขอให้ปัญหานั้นท้าทายความอยากรู้อยากเห็นและนำไปสู่การคิดค้น ซึ่งแต่ละคนอาจมีวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ กัน และท้ายที่สุดจะได้รับประสบการณ์และความพึงพอใจในการแก้ปัญหา สมาคมคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM) ได้กำหนดเกณฑ์สำหรับโรงเรียนแห่งหนึ่ง ให้มุ่งเน้นการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนและให้เหตุผลไว้ 5 ประการดังนี้

1. การแก้ปัญหเป็นส่วนสำคัญของคณิตศาสตร์ ซึ่งจัดว่าเป็นแก่นสารของวิชา มากกว่าจะเป็นเพียงชุดแบบฝึกหัด และทักษะการคิดคำนวณ
2. คณิตศาสตร์ถูกนำไปประยุกต์ใช้มากมาย ซึ่งบ่อยครั้งที่คณิตศาสตร์จะเป็นตัวแทนปัญหาสำคัญๆ ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ถูกนำไปใช้ในการทำงาน ความเข้าใจ และการสื่อสารภายในวิชาอื่นๆ
3. มีแรงจูงใจภายในฝังอยู่ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะกระตุ้นความสนใจและความกระตือรือร้นของนักเรียน
4. การแก้ปัญหเป็นสันหนาทารอย่างหนึ่ง พวกเราหลายคนทำโจทย์คณิตศาสตร์ต่อเพียงเพราะความรู้สึกสนุกสนาน
5. การแก้ปัญหต้องอยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ของโรงเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้พัฒนาศิลปะของการแก้ปัญหา ศิลปะนี้เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญต่อความเข้าใจ และการเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องเป็นเป้าหมายของการสอน

สิริพร ทิพย์คง (2544: 13-16) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญมากในการพัฒนาคุณภาพบุคคล เนื่องจากวิชานี้ได้ฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล การคิดสร้างสรรค์ ที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการเตรียมตัวของนักเรียน เพื่อการเป็นสมาชิกที่ดีของสังคม ส่งเสริมนักเรียนในการพัฒนาตนเอง รู้จักวิธีการแก้ปัญหาและสามารถตัดสินใจในการเลือกอาชีพตามความถนัด ความสนใจ และ

ความสามารถของตนเองในชีวิตประจำวัน ทุกคนใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การบอกเวลา การแลกเปลี่ยนเงินตรา การอ่านแผนภูมิและกราฟจากหนังสือพิมพ์ การตัดสินใจ การเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาเลือกซื้อสิ่งของที่คิดว่าดีที่สุด เป็นต้น ซึ่งจะเห็นว่าต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการประกอบอาชีพ ในการเรียนคณิตศาสตร์นักเรียนได้เรียนรู้ การแก้ปัญหาต่างๆ ตั้งแต่ปัญหาที่ง่ายและยากขึ้นตามลำดับของชั้นเรียน การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจะช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน

## 2. การเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

ถ้านักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ สนุกสนาน นักเรียนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนได้และสามารถนำความรู้ที่เรียนนั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนจะมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญในการเรียนอย่างมาก แต่ถ้านักเรียนเรียนด้วยการท่องจำ คิดคำนวณได้เฉพาะปัญหาที่มีสัญลักษณ์ ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนกับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ครูผู้สอนควรต้องสรรหากลยุทธ์วิธีสอนที่ทำให้ นักเรียนเข้าใจ เรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สนใจที่จะคิดและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สามารถใช้ความรู้คณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และศาสตร์ต่างๆ ช่วยส่งเสริมการคิดค้นให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ วิทยาการใหม่ๆ ขึ้นในโลกได้

## 3. การนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา

การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ตัวอย่างเช่น “เครื่องจักรในโรงงานแห่งหนึ่งสามารถผลิตอะไหล่รถยนต์ได้ครั้งละหนึ่งชิ้น โดยชิ้นแรกใช้เวลาในการผลิต 50 นาที ชิ้นต่อไป เครื่องจักรจะใช้เวลาลดลง 10% ของเวลาที่ใช้ก่อนหน้านั้น และเครื่องจักรนี้จะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ของเครื่องจักรคิดคำนวณดูแล้วพบว่า ในการผลิตนั้นใช้เวลาน้อยกว่า 26 นาที อยากรทราบว่าจะต้องเปิดเครื่องให้เครื่องจักรทำงานจนถึงเวลาที่เครื่องจักรหยุดนั้น จะสามารถผลิตอะไหล่รถยนต์ได้ทั้งหมดกี่ชิ้น” ถ้านักเรียนเคยเรียนเรื่องร้อยละโดยเข้าใจความคิดรวบยอดเกี่ยวกับร้อยละ และสามารถคิดคำนวณโดยใช้ความรู้เรื่องร้อยละได้ นักเรียนก็จะสามารถแก้โจทย์ปัญหาข้อนี้ได้

กรมวิชาการ (2545: 3) ได้ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหาโดยกำหนดให้

การแก้ปัญหาเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นอันดับแรก ของทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ เพราะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ ช่วยกระตุ้น การเรียนรู้และการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน นอกจากนี้การแก้ปัญหายังช่วยให้ผู้เรียน เรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะ มโนคติ หลักการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ความสำเร็จในการแก้ปัญหา จะก่อให้เกิดการพัฒนาคุณลักษณะที่ต้องการแก่ผู้เรียน เช่น ความใฝ่รู้ ความอยากรู้อยากเห็น

จากการศึกษาเกี่ยวกับความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นอันดับแรก ของทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ เพราะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนา



ศักยภาพในการวิเคราะห์ ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน อีกทั้งเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาศิลปะของการแก้ปัญหา ศิลปะนี้เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญต่อความเข้าใจและการเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องเป็นเป้าหมายของการเรียนการสอน

#### 2.4 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

รัสเซล (Russel. 1961: 255) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ปัญหาที่มีรูปแบบ ได้แก่ ปัญหาที่มีปรากฏอยู่ในแบบเรียน และหนังสือทั่วไป
2. ปัญหาที่ไม่มีรูปแบบ ได้แก่ ปัญหาที่พบทั่วไปในชีวิตประจำวัน

แรนดอลล์ และเลสเทอร์ (Randall; & Lester. 1982: 6-10) ได้พิจารณาจำแนกประเภทของปัญหาและเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหาแต่ละประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (exercise problem) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธี และการคำนวณเบื้องต้น
2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple Translation Problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้เข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดคำนวณ
3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex Translation Problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มีสองขั้นตอนหรือมากกว่าสองขั้นตอน
4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาเป็นการพัฒนายุทธวิธีต่างๆ เพื่อความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ
5. ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวม และการแทนข้อมูล และต้องการตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ กระบวนการ มโนคติ และข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง
6. ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลวมมอง

โพลยา (Polya. 1985: 123-128) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find) เป็นปัญหาในการค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์ พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา

บาร์ดี้ (Baroody. 1987: 260-261) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทโดยใช้ผู้แก้ปัญหาและโครงสร้างของปัญหาเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Problems) เป็นปัญหาที่ผู้แก้คุ้นเคยในวิธีการและโครงสร้างของปัญหา เช่น อาจเคยพบปัญหาในตัวอย่างเมื่อพบปัญหาก็อาจจะทราบทันทีว่าจะแก้โดยวิธีใด สิ่งที่กำหนดให้ในปัญหาประเภทนี้มักจะเป็นสิ่งที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาประเภทนี้อาจจะมุ่งเน้นการฝึกทักษะใดทักษะหนึ่ง และมักพบในหนังสือแบบเรียน

2. ปัญหาที่ไม่ธรรมดา (Nonroutine Problems) เป็นปัญหาที่ผู้แก้จะต้องประมวลความรู้เข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา ซึ่งจะมีลักษณะสอดคล้องกับความเป็นจริงและเกี่ยวข้องกับชีวิตมากกว่าประเภทแรก ดังนั้นสิ่งที่กำหนดให้มักทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็น ปัญหาประเภทนี้มักพบวิธีการหาคำตอบที่มากกว่าหนึ่งวิธีหรือมากกว่าหนึ่งคำตอบ

บิทเทอร์ แฮทฟิลด์ และเอ็ดเวิร์ดส์ (Bitter; Hatfield; & Edwards. 1989: 37) ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะ โดยพิจารณาตามลักษณะของปัญหา คือ

1. ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ ปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

2. ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นตอนสุดท้ายของการแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีวิธีแก้ได้หลายวิธี

3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided Discovery) เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหา มีคำชี้แนะ (Clues) และคำชี้แจงในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนอาจไม่ต้องค้นหาหรือไม่ต้องกังวลในการหาคำตอบ

รีส ชุยแดม และลินควิสท์ (Reys; Suydam; & Linqvist. 1995: 29) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาแปลกใหม่ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2533: 10-17) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาเกี่ยวกับสาระ ได้แก่ ปัญหาตามที่ปรากฏอยู่ในหนังสือเรียนทั่วไปนั้นเองเป็นปัญหาที่นำความรู้เกี่ยวกับวิธีคิดคำนวณที่เรียนมาแล้วมาใช้หาคำตอบของสภาพการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน จึงอาจกล่าวได้ว่า ปัญหาชนิดนี้มุ่งขยายประสบการณ์ด้านการคิดคำนวณมากกว่าการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง เช่น ตัวอย่างปัญหาหลังบทเรียนแต่ละเรื่อง เช่น เรื่องการคูณเศษส่วนกับจำนวนนับ นักเรียนแทบไม่ต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องแก้เลยเพราะรู้อยู่แล้วว่าจะต้องใช้วิธีการคูณเศษส่วนนักเรียนก็ใช้วิธีการนั้นทันที

2. ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการ เป็นปัญหาที่มุ่งเน้นกระบวนการในการหาคำตอบมากกว่าตัวคำตอบเอง ในการหาคำตอบบางครั้งไม่จำเป็นต้องนำการบวก ลบ คูณ หาร มาใช้ แต่ใช้กระบวนการคิดอื่นๆ ปัญหาชนิดนี้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดี และยังส่งเสริมวิธีคิดอย่างหลากหลาย อย่างสร้างสรรค์ และสร้างความรู้สึกรักทำให้อีกด้วย

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537: 182) ได้ระบุถึงประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาสามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ประเภทให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการ คำอธิบายให้เหตุผล

2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

เมื่อพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหาสามารถแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้าง และวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 53) กล่าวถึงการแบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การแบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาทำให้สามารถแบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการ คำอธิบายให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

2. การแบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหาทำให้สามารถแบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนผู้แก้ปัญหามองหาความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2539: 126) กล่าวว่า ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากจุดประสงค์ แบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

1.1 ปัญหาให้ค้นหา

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์

ส่วนสำคัญของปัญหาให้ค้นหาประกอบด้วย สิ่งที่ต้องการหา สิ่งที่กำหนดให้ เงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหา กับสิ่งที่กำหนดให้

ส่วนสำคัญของปัญหาให้พิสูจน์อยู่ในรูปตัว  $p$  แล้ว  $q$  คือสิ่งที่กำหนดให้ หรือสมมติฐาน ( $p$ ) และสิ่งที่ต้องพิสูจน์หรือผลสรุป ( $q$ )

2. ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากผู้แก้ปัญหาและโครงสร้างของปัญหาแบ่งเป็น

2.1 ปัญหาธรรมดา คือ ปัญหาที่คุ้นเคยหรือที่นำมาเป็นแบบฝึกหัด

2.2 ปัญหาที่ไม่เป็นธรรมดา คือ ปัญหาที่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองหาความรู้

ประสบการณ์ตลอดจนความสามารถมาประมวลเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้คำตอบ

ศูนย์พัฒนาหลักสูตร (2541: 2) ได้ระบุไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 2 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปกติ (routine problems) เป็นปัญหาที่พบในหนังสือเรียน และหนังสือทั่วไป ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาที่ไม่ปกติ (nonroutine problems) เป็นปัญหาที่เน้นกระบวนการคิด และปริศนาต่างๆ ผู้แก้ปัญหามองหาความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ แบ่งได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา หมายถึง ปัญหาที่ไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหานั้น เมื่อพบปัญหาจะทราบทันทีว่าจะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีใดซึ่งจะเป็นปัญหาที่พบได้ในหนังสือเรียนและหนังสือทั่วไป

2. ปัญหาที่ไม่ธรรมดา หมายถึง ปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองหาความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์และวิธีการต่างๆ มาใช้ในการแก้ปัญหานั้นเพื่อให้ได้คำตอบ

## 2.5 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กาเย่ (Gagné. 1985: 186-187) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) หมายถึง ความสามารถในการนำกฎ สูตร ความคิดรวบยอด และ/หรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมทักษะทางปัญญาเป็นความรู้ที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาก่อน

2. ลักษณะของปัญหา (Problem Scheme) หมายถึง ข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการกับสิ่งที่กำหนดให้ ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่ คำศัพท์ และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่างๆ

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

4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating Answer) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบย้อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาลดลดกระบวนการ

กองวิจัยทางการศึกษา (2531: 10-18) ได้ระบุว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความสามารถในการเข้าใจ โจทย์ ความสามารถในการหาวิธีการได้ถูกต้อง ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 5) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการใช้ความรู้ ทักษะ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาของนักเรียน ทั้งปัญหาธรรมดาและปัญหาแปลกใหม่

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 9) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิด และทักษะทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่หรือไม่คุ้นเคย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการใช้ความรู้ ทักษะ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวความคิดการแก้ปัญหา การใช้ความคิด ประสพการณ์ เพื่อตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา ซึ่งวัดจากความสามารถใน 4 ด้าน คือ ความสามารถในการขั้นทำความเข้าใจปัญหา ความสามารถในการขั้นวางแผนแก้ปัญหา ความสามารถในการขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และความสามารถในขั้นการตรวจสอบผล

## 2.6 องค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya. 1957: 225) ได้กล่าวถึง สิ่งที่สัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือความรู้สึกเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของปัญหา ความเป็นไปได้ของคำตอบและกลวิธีต่างๆ เช่น การลองผิดลองถูก เป็นต้น

ไคลด์ (Clyde. 1967: 112) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ดังนี้

1. วุฒิภาวะและประสบการณ์จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น
2. ความสามารถในการอ่าน
3. สติปัญญา

ออซุเบล (Ausubel. 1968: 538) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาโดยทั่วไปนั้นต้องใช้ องค์ประกอบหลายอย่าง เช่น สติปัญญา องค์ประกอบทางการคิด ความยืดหยุ่นทางการคิด การรวบรวมความคิด และความตั้งใจ

ไฮเมอร์ และทรูบลัด (Heimer; & Trueblood. 1977: 31-32) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญบางประการที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับภาษา หรือคำพูด สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ
2. ความสามารถในการคำนวณ
3. การรวบรวมข้อมูลที่ไม่สัมพันธ์กัน
4. ความสามารถในการรับรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้มา
5. ความสามารถในการให้เหตุผลสำหรับคำตอบที่ได้
6. ความสามารถในการเลือกวิธีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป
8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์

เฮดเดนส์ และสเปียร์ (Heddens; & Speer. 1992: 34-35) กล่าวถึง องค์ประกอบ

ในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. รูปแบบการรับรู้
2. ความสามารถภายในตัวบุคคล
3. เทคนิคการประมวลผลข้อมูล
4. พื้นฐานทางคณิตศาสตร์
5. ความต้องการที่จะหาคำตอบ
6. ความมั่นใจในความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา

บาร์ดูดี (Baroody. 1993: 2-10) กล่าวถึง องค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ 3 ประการคือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด (Cognitive Factor) ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนคติ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหาสำหรับสถานการณ์ใหม่ๆ
2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Effective Factor) เป็นแรงขับในการแก้ปัญหา และแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจและความเชื่อของนักเรียน
3. องค์ประกอบทางการสังเคราะห์ความคิด (Metacognitive Factor) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถตอบตนเองได้ว่าทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และจะติดตามและควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537: 213) ได้ระบุถึงองค์ประกอบที่สำคัญซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่าน และการฟัง
2. ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้ฝึกการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากมาย เมื่อพบกับปัญหาใหม่จะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม
3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล เป็นความสามารถที่จะต้องได้รับการฝึกหัด เพราะส่งผลโดยตรงต่อการดำเนินการแก้ปัญหา
4. แรงขับ ในการแก้ปัญหานักเรียนจะต้องใช้พลังความคิดมาก ซึ่งต้องอาศัยแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด แรงขับนี้เกิดขึ้นจากความสามารถทางด้านจิตพิสัย
5. ความยืดหยุ่นในการคิด ซึ่งเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยบูรณาการปัจจัยต่างๆ เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 66) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถด้านนี้คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เพราะนักเรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง แต่ปัญหาส่วนใหญ่อยู่ในรูปข้อความที่เป็นตัวอักษร เมื่อพบปัญหานักเรียนจะต้องอ่านทำความเข้าใจ โดยแยกประเด็นที่สำคัญของปัญหาออกมาให้ได้ว่า ปัญหากำหนดอะไรให้บ้างและปัญหาต้องการอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นในการแก้ปัญหา การทำความเข้าใจปัญหา
2. ทักษะในการแก้ปัญหา เกิดขึ้นจากการฝึกฝนทำอยู่บ่อยๆ จนเกิดความชำนาญ เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะมีโอกาสได้พบปัญหาต่างๆ หลายรูปแบบซึ่งอาจมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน ได้มีประสบการณ์ในการเลือกยุทธวิธีต่างๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ก็จะสามารถนำประสบการณ์เดิมมา

เทียบเคียง พิจารณาว่าปัญหาใหม่นั้นมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยหรือไม่ สามารถแยกเป็นปัญหาย่อยๆ ที่มีโครงสร้างของปัญหาลักษณะเดียวกับปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยหรือไม่ สามารถใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหานี้ได้บ้าง นักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหจะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างแจ่มชัดและวางแผนแก้ปัญหาก็ได้เหมาะสม แต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาลแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ถือว่าไม่ประสบความสำเร็จ สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผลนักเรียนจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานในการเขียนและการพูด นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความหมายของการพิสูจน์ และวิธีพิสูจน์แบบต่างๆ เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหานั้นในแต่ละระดับชั้น

4. แรงขับ เนื่องจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคย และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ผู้แก้ปัญหาก็ต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อให้ได้คำตอบ นักเรียนจะต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดขึ้นจากปัจจัยต่างๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญห ซึ่งต้องใช้ระยะเวลายาวนานในการปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนโดยผ่านทางกิจกรรมต่างๆ ในการเรียนการสอน

5. ความยืดหยุ่นในการคิด ผู้แก้ปัญหาก็ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหโดยบูรณาการความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญห ตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศูนย์พัฒนาหลักสูตร (2541: 2-3) ได้ระบุถึงองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ว่าควรประกอบด้วย

1. การมองเห็นภาพ ผู้แก้ปัญหาคควรมองเห็นภาพ มีความคิดกว้างไกล และมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญห
2. การจินตนาการ ผู้แก้ปัญหาคควรรู้จักจินตนาการว่าปัญหานั้นเป็นอย่างไร เพื่อหาแนวทางในการคิดแก้ปัญห
3. การแก้ปัญหอย่างมีทักษะ เมื่อมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาก็ลงมือทำอย่างมีระบบด้วยความชำนาญ มีความรู้สึกท้าทายที่จะแก้ปัญหแปลกๆ ใหม่ ๆ
4. มีความสามารถในการวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลที่มีอยู่และหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับประสบการณ์เดิม
5. มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จัดลำดับขั้นตอน วิเคราะห์หารูปแบบ และหาข้อสรุป
6. มีความใฝ่ใจใคร่รู้ มีความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น
7. มีศรัทธา มีกำลังใจ และมีความอดทนในการคิดแก้ปัญห



สุวร กาญจนมยุร (2542: 3-4) กล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาดังนี้

1. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับภาษา ได้แก่ คำและความหมายของคำต่างๆ ที่อยู่ในโจทย์ปัญหาแต่ละข้อมีความหมายอย่างไร
  2. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความเข้าใจ เป็นขั้นตีความจากข้อความทั้งหมดของโจทย์ปัญหาออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ที่นำไปสู่การหาคำตอบด้วยวิธีการบวก ลบ คูณ และหาร
  3. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการคำนวณ ขั้นนี้นักเรียนจะต้องมีทักษะในการบวก ลบ คูณและหาร ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ
  4. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการแสดงวิธีทำ ครูผู้สอนต้องให้นักเรียนฝึกการอ่านย่อความจากโจทย์แต่ละตอน โดยเขียนสั้นๆ รัดกุมและมีความชัดเจนตามโจทย์
  5. องค์ประกอบในการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ผู้สอนจะต้องเริ่มฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนทุกคนจากง่ายไปหายาก กล่าวคือ เริ่มฝึกทักษะตามตัวอย่างหรือเลียนแบบตัวอย่างที่ครูผู้สอนทำให้ดูก่อน จึงไปฝึกทักษะการแปลความและฝึกทักษะจากหนังสือเรียนต่อไป
- จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหามathematics มีอยู่ 6 ประการ คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกับปัญหานั้น ๆ
2. ความสามารถในการอ่าน แปลความ และตีความ
3. ความสามารถในการรับรู้ วิเคราะห์ และสังเคราะห์
4. ความสามารถในการคิดคำนวณ
5. เจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
6. สติปัญญา วุฒิภาวะ และประสบการณ์

## 2.7 กระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหามathematics ทางคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya. 1957: 16-17) กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหามathematics ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองไปที่ตัวปัญหาพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆ เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหามathematics ด้วยวิธีการใด จะแก้ปัญหามathematics อย่างไร และปัญหามathematics นั้นมีความสัมพันธ์กับปัญหามathematics ที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามathematics จะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหามathematics ผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหามathematics ที่ผู้แก้ปัญหามathematics มีอยู่ แล้วกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหามathematics

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาต้องมองย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบ วิธีการแก้ปัญหา และมีวิธีการแก้ปัญหาอื่นอีกหรือไม่

ฮอฟเฟอร์ และคนอื่นๆ (Hoffer; et al. 1992: 20) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยใช้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจ (Understand) เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนต้องรู้อะไรบ้าง และมีอะไรบ้างที่จำเป็นต้องค้นหา
2. วางแผน (Plan) เพื่อต้องการทราบว่าผู้เรียนต้องทำอะไรบ้าง
3. การทดลอง (Try) เป็นการทำตามแผนที่เราวางไว้
4. การตรวจสอบ (Check) เพื่อตอบคำถามว่าถูกต้องหรือไม่
5. การขยาย (Extend) เป็นการให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงปัญหา และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป

ครูลีค และรูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1993: 39-57) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการอ่านและคิด (Read and Think) เป็นขั้นที่นักเรียนได้อ่านข้อปัญหา ตีความจากภาษา สร้างความสัมพันธ์ และนึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน วิเคราะห์ปัญหา ซึ่งปัญหาจะประกอบด้วยข้อเท็จจริงและคำถามอยู่รวมกันอาจทำให้เกิดการไขว่ไขว่ได้ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องแยกแยะข้อเท็จจริงและข้อคำถาม มองเห็นภาพของเหตุการณ์ บอกรายละเอียดและมองเห็นวิธีการและกล่าวถึงปัญหาในภาษาของตนเองได้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและวางแผน (Explore and Plan) ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา รวบรวมข้อมูล พิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับความรู้เดิม เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ แล้ววางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยนำเอาข้อมูลที่มีอยู่มาสร้างเป็นแผนภาพหรือรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผัง ตาราง กราฟ หรือวาดภาพประกอบ

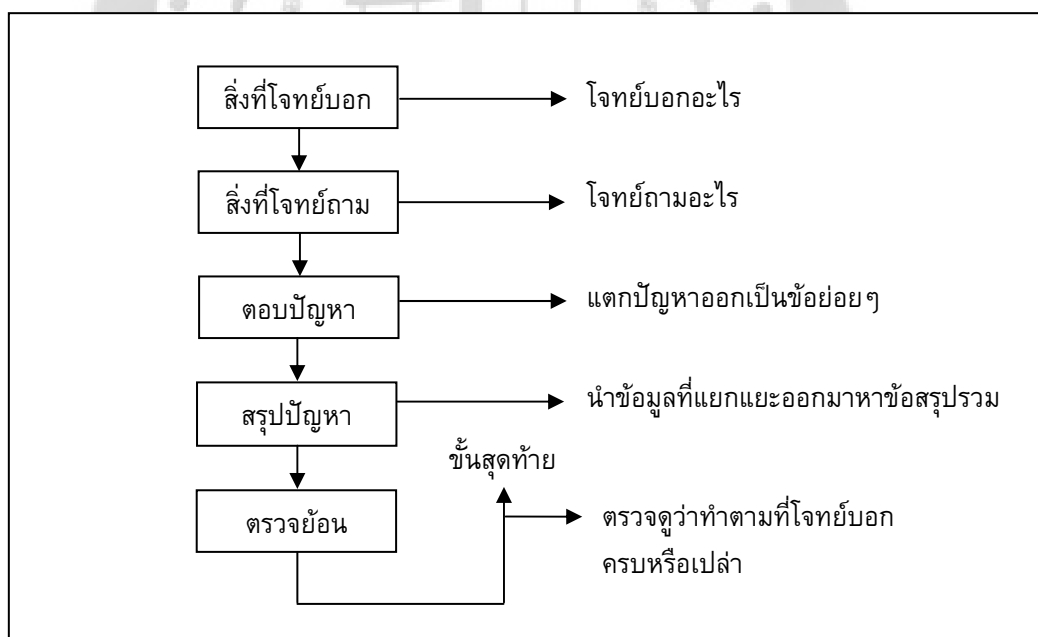
ขั้นที่ 3 ขั้นการเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Select a Strategy) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด แต่ละบุคคลจะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไป และในการแก้ปัญหาหนึ่ง ปัญหาอาจจะมีการนำเอาหลายๆ วิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหานั้นก็ได้ ซึ่งวิธีการแก้ปัญหานั้น ได้แก่ การค้นหาแบบรูป (Pattern Recognition) การทำย้อนกลับ (Working Backwards) การคาดเดาและตรวจสอบ (Guess and Test) การแสดงบทบาทสมมติหรือการทดลอง (Simulation or Experimentation) การสรุป รวบรวม หรือการขยายความ

(Reduction/Expansion) การแจกแจงกรณีอย่างเป็นระบบ (Organized Listing /Exhaustive Listing) การให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ (Logical Deduction) และการจำแนกแบ่งแยก

ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ (Find an Answer) เมื่อเข้าใจปัญหาและเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาได้แล้ว นักเรียนควรจะประมาณคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นนี้นักเรียนควรลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง วิธีการทางคณิตศาสตร์ก็ประกอบไปด้วยพื้นฐานทักษะการคำนวณเกี่ยวกับจำนวนเต็ม ทศนิยมและเศษส่วน สมบัติเมทริกซ์ และพีชคณิตเบื้องต้น ซึ่งจะต้องอาศัยการประมาณค่า ที่ผู้คำนวณต้องใช้ให้เหมาะสม

ขั้นที่ 5 การมองย้อนกลับและขยายผล (Reflect and Extend) ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ใช่ผลที่ต้องการก็ต้องย้อนกลับไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องใหม่ และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นต่อไป ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย การตรวจสอบคำตอบ การค้นพบทางเลือกที่นำไปสู่ผลลัพธ์ การมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถาม การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม

ยุพิน พิพิธกุล (2530: 136) ได้เสนอแผนผังของลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ลำดับขั้นของการแก้ปัญหา

ที่มา: ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. หน้า 136.

ดวงเดือน อ่อนน่วม และคนอื่นๆ (2537: 13) กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหา คือ

1. ขั้นรู้จักปัญหา (problem isolation)
2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน (search for cues)
3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง (confirmative check)

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537: 184) ได้ระบุถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการมองไปที่ตัวปัญหา พิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆ ช่วย เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

2. ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญห ด้วยวิธีใด จะแก้ อย่างไร ปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

3. ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

4. ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา มีวิธีแก้ปัญหายังอื่นอีกหรือไม่ พิจารณาปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหให้กะทัดรัด ชัดเจน เหมาะสม ดีขึ้นกว่าเดิม ขั้นตอนนี้ครอบคลุมถึงการมองไปข้างหน้าโดยใช้ประโยชน์จากวิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านมา ขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาให้กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 75) กล่าวถึง กระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยทักษะการแปลความหมาย การวิเคราะห์ข้อมูล โจทย์ถามอะไรและให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แยกออกจากกัน

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา จะสมมติสัญลักษณ์อย่างไร จะต้องหาว่าข้อมูลต่างๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร สิ่งที่ไม่รู้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่รู้แล้วอย่างไร หาวิธีการแก้ปัญหาโดยนำกฎเกณฑ์ หลักการ ทฤษฎีต่างๆ ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วเสนอออกมาในรูปแบบของวิธีการ

ขั้นที่ 3 การคิดคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง เป็นขั้นที่ต้องคิดคำนวณแก้สมการคิดหาคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดของปัญหา โดยวิธีการตามแผนที่วางไว้ จะต้องรู้จักวิธีการคำนวณที่เหมาะสมตลอดจนตรวจสอบวิธีการและคำตอบด้วย

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542: 15-16) กล่าวถึงขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ระบุสิ่งที่ต้องการ ระบุข้อมูลที่กำหนดให้ และระบุเงื่อนไขเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดให้
  2. วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ ระบุปัญหาย่อย และการเลือกใช้ยุทธศาสตร์ที่เหมาะสม ได้แก่ การสังเกต กระสวนหรือรูปแบบการคิดจากปลายเหตุย้อนสู่ต้นเหตุ การเดาและทดสอบ การทดลองและสร้างสถานการณ์จำลอง การลดความซับซ้อนของปัญหา การแบ่งปัญหาวางออกเป็นส่วนย่อยๆ การใช้วิธีอนุมานทางตรรกวิทยา และการรายงานแจกแจงสมาชิกทั้งหมด
  3. ดำเนินการตามแผน ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการตามวิธีที่เลือกเพื่อแก้ปัญหา
  4. ตรวจสอบกระบวนการและคำตอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่าวิธีการที่เลือกได้หรือไม่ และสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมเงื่อนไขหรือข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่ได้หรือไม่
- ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2544: 11-13) ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหของโพลยาไว้ ดังนี้

### ขั้นที่ 1

ต้องเข้าใจปัญหา

#### ทำความเข้าใจปัญหา

ต้องการอะไร มีข้อมูลอะไร และมีเงื่อนไขอะไรบ้าง เป็นไปได้หรือไม่ที่จะทำตามเงื่อนไข เงื่อนไขนั้นเพียงพอที่จะนำมาพิจารณาสิ่งที่ต้องการหรือไม่ หรือว่าไม่เพียงพอ ซ้ำซาก หรือขัดแย้ง วาดรูป ตั้งข้อสังเกตที่เห็นสมควร แยกเงื่อนไขออกเป็นข้อย่อยๆ ท่านเขียนออกมาได้บ้างหรือไม่

### ขั้นที่ 2

หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดและสิ่งที่ต้องหาว่าจะลองปัญหาที่คล้ายๆ กันถ้ายังหาความสัมพันธ์ไม่พบ ท้ายที่สุดควรจะหาแผนที่จะแก้ปัญหา

#### คิดวางแผน

ท่านเคยเห็นปัญหานี้หรือไม่ หรือท่านเคยเห็นปัญหาที่เหมือนๆ กับปัญหาเหล่านี้ แต่มีข้อแตกต่างกันเล็กน้อย  
ท่านรู้จักปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้หรือไม่  
ท่านรู้จักทฤษฎีที่อาจจะนำมาใช้ประโยชน์บ้างหรือไม่  
จงมองดูสิ่งที่ต้องการหา และพยายามคิดถึงปัญหาที่เคยทำมาแล้วที่มีสิ่งที่ต้องการหาที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน นี่คือนปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของท่านและท่านเคยแก้ได้แล้ว ท่านจะใช้มันได้หรือไม่ ท่านจะใช้ผลของมันบ้างหรือไม่ ท่านจะใช้วิธีการของมันได้ไหม ท่านควรจะนำส่วนต่างๆ สারণมาใช้เป็นประโยชน์ได้บ้างไหม ท่านเขียนโจทย์ใหม่ได้ไหม ท่านจะเขียนใหม่โดยที่ให้แตกต่างกันได้หรือไม่ กลับไปดูนิยามถ้าท่านไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ลองแก้ไขปัญหามีความเกี่ยวข้องกันดูก่อน

ท่านนึกถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องที่ง่าย ๆ ได้ไหม ปัญหาทั่ว ๆ ไปละ ปัญหาพิเศษ ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน ท่านแก้ปัญหาได้บ้างตอนไหน มันเปลี่ยนไปอย่างไร ท่านสรุปอะไรที่เป็นประโยชน์จากสิ่งที่กำหนดได้บ้าง ท่านคิดถึงข้อมูลที่เหมาะสมอื่น ๆ ที่จะนำมาหาสิ่งที่ต้องหาได้บ้างหรือไม่ ท่านสามารถเปลี่ยนสิ่งที่ต้องการหา ข้อมูล หรือทั้งสองอย่างถ้าจำเป็นได้ไหม เพื่อว่าสิ่งที่ต้องหาใหม่ หรือข้อมูลใหม่จะได้ใกล้เคียงกันมากขึ้น ท่านได้ใช้ข้อมูลหมดหรือไม่ ท่านใช้เงื่อนไขทั้งหมดไหม ท่านได้นำข้อสังเกตที่จำเป็นที่เกี่ยวข้องกับโจทย์มาพิจารณาหรือไม่

### ขั้นที่ 3

#### ดำเนินไปตามแผน

ดำเนินไปตามแผนของท่าน

ทำตามแผนแก้ปัญหาของท่าน ตรวจสอบแต่ละขั้น ท่านเห็นชัดเจนหรือไม่ว่าขั้นตอนถูกต้อง ท่านพิสูจน์ได้หรือไม่ว่ามันถูกต้อง

### ขั้นที่ 4

#### ตรวจสอบ

ตรวจสอบคำตอบได้

ท่านตรวจสอบผลที่ได้ได้หรือไม่ ท่านตรวจสอบข้อโต้แย้งได้ไหม ท่านหาคำตอบได้หลายวิธีไหม ท่านมองเห็นทันทีหรือไม่ ท่านสามารถใช้ผลที่ได้หรือวิธีการกับปัญหาอื่น ๆ บางข้อได้ไหม

วัฒนาพร ระบุบุทกซ์ (2545: 114) กล่าวว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่ปัญหา เป็นการศึกษาถึงสภาพของปัญหาว่าเป็นอย่างไร ปัญหาเกิดจากอะไรบ้าง เป็นการค้นพบปัญหาที่อาจจะเป็นไปได้
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นการศึกษา วิเคราะห์ วิพากษ์ ให้รู้ว่า ปัญหาที่แท้จริงคืออะไร และอะไรบ้างที่ไม่ใช่ปัญหาที่แท้จริง
3. ขั้นระบุปัญหา เป็นการนำเอาปัญหาที่เป็นสาเหตุที่แท้จริง มาเป็นประเด็นสำคัญในการศึกษารวบรวมข้อมูลสำหรับแต่ละเรื่อง
4. ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดเป้าหมาย เพื่อการแก้ปัญหา นั้นว่าจะให้ผลสัมฤทธิ์ทางด้านใด เป็นปริมาณมากน้อยเพียงใด มีคุณค่าสูงต่ำเพียงใด
5. ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นการเสนอแนวทาง วิธีการในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุที่จะทำให้สามารถแก้ปัญหา นั้นได้สำเร็จ
6. ขั้นทดลองหรือทดสอบสมมติฐาน เป็นการนำวิธีแก้ปัญหาในขั้นตั้งสมมติฐานไปใช้ในการแก้ปัญหา
7. ขั้นสรุป
8. ขั้นนำไปใช้

สิริพร ทิพย์คง (2545: 97) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ผู้เรียนต้องแยกแยะว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์ต้องการให้หาอะไรหรือถามอะไร หรือให้พิสูจน์อะไร
2. การวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนสำคัญที่สุด ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้ หลักการ กฎ สูตร หรือทฤษฎีที่เรียนรู้อยู่แล้วมาใช้ เช่น การเขียนภาพลายเส้น การเขียนตาราง แผนภาพ ช่วยในการแก้ปัญหา บางครั้งในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่า การคาดเดาคำตอบประกอบด้วย
3. การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ซึ่งอาจใช้ทักษะการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การพิสูจน์
4. การตรวจสอบหรือการมองย้อนกลับ มีวิธีการอื่นในการหาคำตอบหรือไม่ ตลอดจนการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ทิตนา แชมมณี (2552: 312-313) กล่าวว่า กระบวนการในการแก้ปัญหามีขั้นตอน ดังนี้

1. การสังเกต ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูล รับรู้และทำความเข้าใจในปัญหาจนสามารถสรุป และตระหนักในปัญหานั้น
2. การวิเคราะห์ ให้ผู้เรียนได้อภิปราย หรือแสดงความคิดเห็น เพื่อแยกแยะประเด็นปัญหา สภาพ สาเหตุ และลำดับความสำคัญของปัญหา
3. สร้างทางเลือก ให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งอาจมีการทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำกิจกรรมกลุ่ม และควรมีการกำหนดหน้าที่ในการทำงานให้แก่ผู้เรียน
4. เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึก การปฏิบัติงาน เพื่อรายงาน และตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก
5. สรุป ผู้เรียนสรุปความด้วยตนเอง ซึ่งอาจจัดทำในรูปของรายงาน

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นของการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาซึ่งเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาจะต้องอ่านโจทย์เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้ได้ว่า อะไรคือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ อะไรคือสิ่งที่โจทย์ถาม
2. ขั้นการวางแผนในการแก้ปัญหา เป็นขั้นของการเสนอแนวคิดหรือการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา โดยที่นักเรียนต้องประมวลสิ่งต่างๆ ที่ได้ในขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 เพื่อวางแผนในการแก้ปัญหาว่า จากสิ่งที่โจทย์กำหนดกับสิ่งที่โจทย์ต้องการ ผู้แก้จะสามารถเขียนสิ่งเหล่านี้ออกมาเป็นความสัมพันธ์ในรูปของสมการได้อย่างไร และจะมีสูตร ทฤษฎี ข้อเท็จจริงหรือข้อมูลอื่นใดที่โจทย์ไม่ได้กำหนดให้แต่ต้องใช้ เพื่อมาช่วยในการแก้ปัญหานั้น

3. ขั้นตอนดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้วางไว้
4. ขั้นตรวจคำตอบ เป็นขั้นของการตรวจสอบคำตอบที่ได้ตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้

## 2.8 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ครูลีค และ รูดนิก (Krulik; & Rudnick. 1993: 45-50) ได้เสนอยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป (Pattern Recognition)
2. การทำย้อนกลับ (Working Backwards)
3. การคาดเดาและการตรวจสอบ (Guess and Test)
4. การแสดงบทบาทสมมติหรือการทดลอง (Simulation or Experimentation)
5. การสรุป รวบรวม หรือการขยายความ (Reduction/Expansion)
6. การแจกแจงกรณีอย่างเป็นระบบ (Organized Listing/Exhaustive Listing)
7. การให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ (Logical Deduction)

เคนเนดี และ ทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1997: 11-23) เสนอยุทธวิธีแก้ปัญหา ดังนี้

1. การแสดงออก (Act it out) เป็นยุทธวิธีที่เหมาะสมกับเด็กเล็กเป็นรูปแบบของละครหรือบทบาทสมมติ จำลองการค้าขาย การทอนเงิน
2. การหาและใช้แบบรูป (Look for and use the pattern) เป็นการนำความรู้คณิตศาสตร์มาหาความสัมพันธ์สร้างการเชื่อมโยงและหากรณีทั่วไป เพื่อทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไป
3. การสร้างแบบจำลอง (Make a model) เป็นการนำสิ่งของที่เป็นรูปธรรมมาเป็นแบบจำลองแทนของจริงเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนให้นักเรียนเกิดมโนคติ
4. การเขียนแผนผังหรือภาพประกอบ (Draw a picture or diagram) เป็นการใชภาพหรือแผนภาพมาจัดทำรายละเอียดของปัญหา แล้วประยุกต์เข้ากับจำนวนและวิธีการทางคณิตศาสตร์ต่างๆ เช่น ใช้แผนภาพเวนออยเลอร์ในเรื่องเซต
5. การคาดเดาและการตรวจสอบ (Guess and check) เป็นการให้เหตุผลในการพิจารณาตัวเลือกต่างๆ นำมาทดสอบกับปัญหาแล้วทำการตัดตัวเลือกที่ไม่สอดคล้องกับปัญหาออกไป จึงเหลือแต่ที่สอดคล้องกับปัญหาเพียงเล็กน้อยหรือตัวเดียว
6. แจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด (Account for all possibilities) เป็นการเสาะหาคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา
7. แก้ปัญหาที่ลดขนาดลงหรือแก้ปัญหาค่อยๆ (Solve a simpler problem or break into parts) เป็นยุทธวิธีกับปัญหาที่มีปริมาณมากและยุ่งยาก
8. การดำเนินการแบบย้อนกลับ (Work backward) เป็นการศึกษารายละเอียดของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ มาดำเนินการ โดยมีการทำย้อนกลับเพื่อให้ถึงสิ่งที่โจทย์ถาม



9. เขียนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ (Write a mathematical sentence) เป็นยุทธวิธีที่ทำให้นักเรียนได้สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย โดยใช้ประโยคสัญลักษณ์

10. สร้างตาราง และ/หรือกราฟ (Make a table and/or a graph) เป็นการใช้อย่างตารางหรือกราฟจัดการกับข้อมูลให้เป็นระบบเพื่อใช้แสดงรายละเอียดต่างๆ ช่วยแก้ปัญหาและรายงานข้อมูลได้

11. เปลี่ยนมุมมองของปัญหา (Change your point of view) เป็นการเปลี่ยนวิธีคิดในการมองปัญหาอาจต้องใช้วิธีคิดที่ฉีกแนวออกไปจากเดิม

แฮทฟิลด์ และคนอื่นๆ (Hatfield; et al. 2000: 96-100) ได้เสนอยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาไว้ 11 วิธี ดังนี้

1. การประมาณค่าและการตรวจสอบ (Estimation and Check) เป็นวิธีในการนำเสนอคำตอบที่ใกล้เคียงเพื่อตัดสินใจว่าแนวทางแก้ปัญหาจะเป็นวิธีใด ซึ่งคำตอบที่ได้ อาจไม่ถูกต้องก็ได้ คำตอบที่ประมาณขึ้นมาจะต้องตรวจสอบเพื่อให้ได้เป็นคำตอบที่แท้จริง การประมาณคำตอบสามารถทำเป็นประจำจนทำให้เป็นพื้นฐานในชั้นเรียน

2. การหาแบบรูป (Looking for Pattern) ปัญหาบางปัญหามีวิธีแก้วิธีเดียวเท่านั้นคือการหาแบบรูปจากข้อมูลที่ให้มา และทำนายข้อมูลที่ไม่ได้ให้มา

3. การตรวจว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ บางครั้งข้อมูลที่ให้มาไม่เพียงพอ (Insufficient Information) มีบางส่วนขาดหายไป

4. การเขียนภาพ กราฟ และตาราง (Drawing Pictures, Graphs and Tables) วิธีนี้จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพจากปัญหาที่ยากหรือปัญหาที่เป็นนามธรรม การวาดภาพ กราฟ และตารางเป็นการแสดงข้อมูลเชิงจำนวนให้นักเรียนเห็น ช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ปรากฏโดยทันที

5. การตัดข้อมูลที่ไมเกี่ยวข้องออก (Elimination of Extraneous Data) ปัญหาบางปัญหาให้ข้อมูลทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็น นักเรียนต้องตัดข้อมูลส่วนที่ไม่จำเป็นออกเพื่อที่จะให้ข้อมูลนั้นแคลงแทนที่จะพยายามใช้ข้อมูลทั้งหมดที่ไม่มีความหมาย

6. การพัฒนาสูตรและเขียนสมการ (Developing Formula and Writing Equations) สูตรที่สร้างขึ้นจะใช้ประโยชน์โดยการแทนจำนวนลงในสูตรเพื่อหาคำตอบ

7. การสร้างแบบจำลอง (Modeling) การสร้างแบบจำลองของปัญหาจะทำให้นักเรียนเข้าใจโมเดลการดำเนินการที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา

8. การทำงานแบบย้อนกลับ (Working Backwards) การพิสูจน์ทางเรขาคณิตมักใช้วิธีนี้ นักเรียนต้องคิดย้อนกลับว่าจะหาคำตอบนั้นได้อย่างไร

9. การเขียนแผนภูมิสายงาน (Flowcharting) การเขียนแผนภูมิสายงานจะช่วยให้เห็นกระบวนการของการแก้ปัญหา ซึ่งผังงานเป็นเค้าโครงที่แสดงรายละเอียดของขั้นตอนที่ต้องดำเนินการตามเงื่อนไขต่างๆ ที่ต้องการ ก่อนที่จะไปแก้ปัญหา

10. การลงมือแก้ปัญหาที่ทันที (Acting out the Problem) เป็นการลงมือกระทำการแก้ปัญหาโดยทันที ซึ่งบางครั้งจะทำให้เห็นขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

11. การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น (Simplifying the Problem) เป็นการแทนจำนวนน้อยๆ ที่สามารถคำนวณได้ โดยที่นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้ก่อนที่จะแก้ไขปัญหามีอยู่ นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ในการเลือกการดำเนินการที่เหมาะสม

มัสเซอร์ เบอร์เกอร์ และปีเตอร์สัน (Musser; Burger; & Peterson. 2000: 5-20) ได้กล่าวถึง กลยุทธ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การคาดเดาและการทดสอบ (Guess and Test) กลยุทธ์นี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคาดเดาคำตอบและตรวจสอบความเหมาะสมของคำตอบที่ได้ ผู้เรียนจะต้องได้รับการส่งเสริมเพื่อสร้างการคาดเดาอย่างมีเหตุผล

2. การใช้ตัวแปร (Use a Variable) เป็นการแสดงความเข้าใจความคิดรวบยอดของผู้เรียนในการใช้ตัวแปร และการแสดงสมการ

3. การวาดภาพ (Draw a Picture) เนื่องจากบางปัญหาถ้าใช้การวาดภาพสามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดีขึ้นในปัญหานั้นๆ

4. การมองหาแบบรูป (Look for a Pattern) เป็นกลยุทธ์ที่ใช้สำหรับปัญหาที่มีความเฉพาะเจาะจง และเพื่อดูว่าผลเฉลยจะอยู่ในรูปทั่วไปอย่างไร

5. การสร้างรายการ (Make a List) เป็นการรวมปัญหาด้วยการมองหาแบบรูปเพื่อนำไปสู่ผลเฉลยของปัญหา

6. การแก้ปัญหาย่างง่าย (Solve a Simpler Problem) การทำปัญหาที่ยากหรือปัญหาที่มีหลายขั้นตอนให้ง่ายขึ้น เพื่อหาคำตอบของปัญหาต่อไป

เฮดเดนส์ และสเปียร์ (Heddens; & Speer. 2001: 65-68) ได้กล่าวถึงกลยุทธ์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การระบุแบบรูป (Identifying Patterns) เด็กมีพื้นฐานในการใช้คุณลักษณะของการจัดกลุ่ม การจำแนก การค้นหาแบบรูป และการขยายแบบรูป ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการแก้ปัญหาด้วยแบบรูป กลยุทธ์นี้สามารถเริ่มใช้ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลและสามารถขยายไประดับชั้นอื่นๆ

2. การสร้างตารางและแผนภูมิ (Creating Tables and Charts) การเรียนรู้เพื่อจัดระบบข้อมูลไปในตารางและแผนภูมิเป็นเทคนิคที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้ เทคนิคนี้ครูและนักเรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายถึงความคิดรวบยอดและความสัมพันธ์มากกว่าคำตอบของปัญหา การจัดระบบข้อมูลและการใช้ตารางเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ปัญหาจะเริ่มต้นด้วยคำถาม จากนั้นเทคนิคสำหรับแก้ปัญหาจึงได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยการใช้ตาราง

3. การสร้างสถานการณ์หรือการแสดง (Dramatization) กลยุทธ์นี้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจการอ่านบทเรียน และการแสดง ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น ทอมมีกลอง

เปล่า 1 ใบ จากนั้นแฉีกได้ใส่แอปเปิ้ลลงไปในกลุ่มของทอม 3 ผล และจอร์จใส่ไปอีก 4 ผล ดังนั้น กลุ่มของทอมจะมีแอปเปิ้ลทั้งหมดกี่ผล การใช้กลยุทธ์นี้จะทำให้ผู้เรียนได้แสดงให้เห็นถึงการแก้ปัญหาโดยการปฏิบัติให้เห็นจริง

4. การสร้างภาพหรือแผนภาพ (Make a Drawing or Diagram) กลยุทธ์นี้ช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างภาพหรือแผนภาพ การส่งเสริมให้ผู้เรียนร่างภาพจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์เชิงปริภูมิ การใช้กลยุทธ์นี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้ประมวลความคิดรวบยอดและพัฒนาเทคนิคสำหรับการแก้ปัญหาในเนื้อหาคณิตศาสตร์

5. การคาดเดาและการตรวจสอบ (Guess and Check) กลยุทธ์นี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคาดเดาคำตอบและตรวจสอบความเหมาะสมของคำตอบที่ได้ ผู้เรียนจะต้องได้รับการส่งเสริมเพื่อสร้างการคาดเดาอย่างมีเหตุผล

6. การประมาณค่า (Estimation) เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญสำหรับการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เนื่องจากมีการนำกลยุทธ์นี้มาใช้บ่อยกว่าการดำเนินการคำนวณเพื่อหาคำตอบที่แน่นอน และเป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบที่ใกล้เคียงในบางโจทย์ปัญหาที่มีความยุ่งยากหรือซับซ้อนในการคำนวณหาคำตอบที่แน่นอน

7. การแก้ปัญหาย่างเรียบง่าย (Solve a Simpler Problem) กลยุทธ์นี้เกี่ยวข้องกับการย้อนปัญหาไปสู่กิจกรรมเพื่อทำให้ปัญหานั้นมีความซับซ้อนน้อยลง จุดเริ่มต้นในการสร้างและการให้เหตุผลนั้นเบื้องหลังก็คือการอธิบายสถานการณ์ปัญหาย่างสร้างสรรค์และเรียบง่ายซึ่งเป็นเหมือนกระจกที่สะท้อนความท้าทายของผู้เรียนในการใช้ชีวิตประจำวัน

8. การทำย้อนกลับ (Working Backward) กลยุทธ์นี้สามารถนำผู้เรียนไปสู่ผลเฉลยของปัญหาเพื่อค้นหามุมมองการแก้ปัญหาแบบย้อนกลับ การทำงานแบบย้อนกลับยังสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาทางตรรกศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537: 186-187) ได้เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ยุทธวิธีคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูล และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหา กำหนดแล้วคาดเดาคำตอบของปัญหา หลังจากนั้นตรวจสอบความถูกต้อง ถ้าไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยพื้นฐานของเหตุผลจากการคาดเดาครั้งแรกๆ

2. ยุทธวิธีเขียนภาพ แผนภูมิ และสร้างแบบจำลอง เพื่อแสดงภาพการณ์ของปัญหา ช่วยให้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจปัญหาชัดเจนขึ้น ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ สามารถกำหนดแนวทางและแก้ปัญหาได้

3. ยุทธวิธีสร้างตาราง เป็นการแจกแจงกรณีต่างๆ ที่เป็นไปได้ของสภาพการณ์ที่ปัญหากำหนดโดยนำมาเขียนในรูปของตาราง เป็นการจัดระบบของข้อมูลทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลอย่างชัดเจน ซึ่งนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหา

4. ยุทธวิธีใช้ตัวแปร ปัญหาบางประการที่เกี่ยวข้องกับจำนวนหรือปริมาณ สามารถใช้ตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า โดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีตัวแปรปรากฏอยู่

แล้วศึกษาคำตอบของปัญหาจากความสัมพันธ์นั้น

5. ยุทธวิธีค้นหาแบบรูป เป็นการให้การให้เหตุผลแบบอุปนัย โดยศึกษาจากตัวอย่างที่มีอยู่แล้วกำหนดเป็นรูปแบบทั่วไป ซึ่งก่อนที่จะนำไปใช้จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องโดยการให้เหตุผลแบบนิรนัยก่อน

ศูนย์พัฒนาหลักสูตร (2541: 5) ได้เสนอยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาดังนี้

1. คาดเดาและตรวจสอบ (Guess and check)
2. ทำให้ปัญหาง่ายลง (Make a simpler problem)
3. ค้นหาแบบรูป (Look for a pattern)
4. วาดรูป หรือแผนภาพ (Draw a picture)
5. ทำตาราง (Make a table)
6. แจกกรณีอย่างมีระบบ (Make an organized list)
7. ทำย้อนกลับ (Work backward)
8. ใช้หลักเหตุผล (Use logical reasoning)
9. การแสดงบทบาทสมมติ (Simulation)

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2544: 13-15) กล่าวถึงยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. กำหนดคุณลักษณะของปัญหา (Characterize the problem) อะไรคือสิ่งที่กำหนด อะไรคือสิ่งที่ต้องการ อะไรขาดหายไป ท่านกำลังค้นหาอะไรอยู่ ข้อมูลที่จำเป็นกำหนดมาให้หรือไม่ จดดูตัวอย่างหลายๆ ข้อ มีกรณีพิเศษใดหรือไม่ที่กำหนดขอบข่ายของคำตอบที่เป็นไปได้ ท่านสามารถทำปัญหานั้นให้ง่ายขึ้น โดยใช้ประโยชน์จากการสมมติหรือทำข้อความ “โดยไม่สูญเสียความเป็นกรณีทั่วไป” เพื่อย่อเจตคติทั้งข้อให้เป็นกรณีเฉพาะได้หรือไม่

2. ท่านเคยเห็นปัญหานั้นมาก่อนหรือไม่ (Have you seen this before?) หรือท่านเคยเห็นปัญหานั้นในรูปแบบที่แตกต่างไปเพียงเล็กน้อยไหม ถ้าเคย ท่านสามารถถ่ายทอดไปสู่ปัญหานั้นแล้วใช้วิธีการบางตอนที่เคยแก้ปัญหาเดิม มาใช้ได้หรือไม่ จงตั้งปัญหาที่คล้ายคลึงกันที่มีตัวแปรน้อยกว่าแล้วแก้ดูโดย “การคล้าย” เงื่อนไขในข้อหนึ่งหรือมากกว่านั้น ท่านสามารถเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหาเดิมบ้างหรือไม่

3. ค้นหาแบบรูป (Look for a pattern) โดยการพิจารณาลักษณะโดยภาพรวมของอนุกรม  $1+2+\dots+100$  นุ่มน้อย Fredrich Gauss ก็สร้างรูปแบบนี้ได้ :  $1+100 = 2+99 = \dots+101$  ความเข้าใจยังรู้นี้ได้นำไปสู่การสังเกตทันทีว่า ตัวเลขอีก 50 คู่ เช่นนี้ก็สามารถสร้างขึ้นมาได้ โจทย์การหาผลบวกตั้งแต่ 1 ถึง 100 ก็กลายเป็นงานหาผลคูณอย่างง่าย  $50 \times 101 = 5,050$

4. การทำให้ง่ายขึ้น (Simplification) บางครั้งความสัมพันธ์หรือรูปแบบง่าย ๆ อาจถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบหรือนิพจน์ที่ “ยุ่งเหยิง” จงพยายามแทนค่ารูปที่ยุ่งเหยิงด้วยสัญลักษณ์ง่าย ๆ แล้วค้นหาความสัมพันธ์ที่อยู่เบื้องหลัง การจัดพจน์ในนิพจน์ที่ซับซ้อนเสียใหม่อาจจะนำไปสู่ผลสำเร็จปลายทางเดียวกัน

5. การลดลง (Reduction) ปัญหาของท่านสามารถแบ่งเป็นปัญหาย่อยๆ ที่จะแก้ได้ง่ายขึ้นหรือไม่

6. การทำย้อนกลับ (Work backwards) เมื่อท่านพยายามจะพิสูจน์ทฤษฎีบทที่ท่านทราบอยู่แล้วว่าเป็นจริง อาจจะทำง่ายขึ้นถ้าเริ่มต้นทำจากข้อสรุปขึ้นไปอย่างมีเหตุผล

7. จัดทำรายการ (Make a list) ถ้าท่านใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มันอาจจะเป็นไปได้ที่จะจัดทำรายการทั้งหมดของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทุกชั้นของกระบวนการบางอย่าง ถ้าท่านสนใจในผลลัพธ์ใดโดยเฉพาะของกระบวนการนั้น มันก็ควรจะรวมอยู่ในรายการทั้งหมดนั้น

8. สถานการณ์จำลอง (Simulation and modeling) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อาจสร้างได้โดยการเลียนแบบกระบวนการที่ซับซ้อนในคณิตศาสตร์ หรือในโลกแห่งความเป็นจริงนั้น ถ้าผลที่ได้รับโดยใช้สถานการณ์จำลองถูกต้องแม่นยำแล้ว สถานการณ์จำลองนั้นคือความสำเร็จ

9. ตรรกศาสตร์ทางการ (Formal Logic) อุปนัยทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในคณิตศาสตร์หลายสาขา เช่นเดียวกับเทคนิคที่เรียกว่า การพิสูจน์โดยอ้อม (indirect power) ซึ่งเป็นที่รู้จักว่าเป็นการพิสูจน์แบบ contrapositive ด้วย

10. คำตอบของท่านมีความหมายหรือไม่ ตรวจสอบคำตอบของท่านโดยใช้สามัญสำนึก และการให้เหตุผลแบบมีทางเลือก

11. ข้อสุดท้าย เมื่อใดก็ตามที่ท่านพยายามจะแก้ปัญหา จงค้นหาวิธีหลายๆ วิธีเพื่อเป็นตัวแทนลักษณะของปัญหา จงสร้างรูป และระบุชื่อประกอบ จัดทำรายการคุณลักษณะ เขียนรายการแสดงความสัมพันธ์เป็นต้น ยิ่งท่านมีวิธีแทนปัญหาได้มากเท่าใด ก็ยิ่งมีแนวโน้มที่ท่านจะค้นพบความสัมพันธ์ที่แอบแฝงอยู่ ซึ่งเป็นกุญแจไขไปสู่คำตอบได้มากเท่านั้น

สิริพร ทิพย์คง (2544: 49-52) ได้กล่าวว่า ยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา มีหลากหลาย ดังนี้

1. การหาแบบรูป
2. การเขียนแผนผัง หรือภาพประกอบ
3. การสร้างตาราง หรือกราฟ
4. การคาดเดา และตรวจสอบ
5. การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด
6. การเขียนเป็นประโยคคณิตศาสตร์
7. การมองปัญหาย้อนกลับ
8. การระบุข้อมูลที่ต้องการ และข้อมูลที่กำหนดให้
9. การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ หรือเปลี่ยนมุมมองปัญหานั้น

ดารณี อุทัยรัตนกิจ (2545: 6-7) ได้กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ต้องอาศัยกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

1. การเดาและตรวจสอบ
2. การวาดภาพ/ใช้รูปภาพ

3. การจัดรวบรวมรายการ
4. การเขียนแผนภาพ
5. การมองหาแบบแผน
6. การใช้เหตุผล
7. การจัดกระทำกับสิ่งของ

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และสมเดช บุญประจักษ์ (2545: 19) ได้รวบรวมยุทธวิธีที่ใช้แก้ปัญหา ดังนี้

1. ทดลองกับตัวอย่างง่าย ๆ
2. สร้างตาราง
3. เขียนแผนภาพหรือรูปภาพหรือสร้างโมเดล
4. หารูปแบบและตั้งกฎทั่วไป
5. เดาและตรวจสอบลงมือทดลองวิธีการเพื่อดูผล
6. กล่าวถึงปัญหาในรูปแบบใหม่ โดยเฉพาะรูปแบบที่เรารู้จัก
7. ให้ความสนใจทุกกรณีที่เป็นไปได้
8. หยุดเปลี่ยนมุมมองใหม่

วิชัย พาณิชยส์ววย (2546: 61:87) ได้กล่าวถึงกลวิธีที่ใช้แก้ปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. กลวิธีเขียนประโยคสัญลักษณ์ (Write an Open Math Sentence) เป็นกลวิธีพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะกับโจทย์ปัญหาจำเจ (Routine Problems) ซึ่งช่วยให้สามารถวิเคราะห์ แยกแยะส่วนที่โจทย์กำหนด ส่วนที่โจทย์ถาม และรู้ถึงความสัมพันธ์ของตัวเลขในโจทย์ได้

2. กลวิธีทำให้เป็นโจทย์ปัญหาย่อยๆ (Simplify or Break into Parts) เป็นกลวิธีที่ช่วยให้นักเรียนรู้จักแยกโจทย์ปัญหาที่มีข้อมูล ข้อกำหนดมากๆ ให้มีขนาดของปัญหาเล็กลง จะทำให้นักเรียนมองเห็นวิธีหาคำตอบได้ง่ายและชัดเจนขึ้น

3. กลวิธีเดาและตรวจสอบ (Guess and Check) เป็นกลวิธีที่ใช้กันมาก ผู้แก้ปัญหาจะพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ของปัญหากับประสบการณ์ที่ตนมีอยู่ นำมาใช้ในการคาดเดาคำตอบอย่างมีเหตุผล มีความเป็นไปได้ พร้อมกับตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ คลาดเคลื่อนมากน้อยเพียงไร โดยการคาดเดาในครั้งแรกจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ดีในการคาดเดาคำตอบครั้งต่อไป

4. กลวิธีเขียนภาพหรือแผนภาพ (Make a Drawing or a Diagram) ช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพของปัญหาชัดเจนขึ้น จึงสามารถหาวิธีคิดได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

5. กลวิธีสร้างตารางหรือแสดงรายการ (Construct a Table) การนำข้อมูลมาจัดกระทำอย่างเป็นระบบระเบียบลงในตาราง ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ได้อย่างชัดเจน และนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้องได้ โดยการสร้างตารางอาจสร้างขึ้นเพื่อแสดงกรณีต่างๆ

ที่เป็นไปได้บางกรณี หรือทั้งหมด และบางครั้งก็สร้างตารางเพื่อค้นหาแบบรูป (Pattern) ที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ

6. กลวิธีทำย้อนกลับ (Work Backwards) เป็นกลวิธีที่ที่นักเรียนเริ่มใช้มาตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษา เช่น ก้อยซื้อขนมไป 5 บาท ยังมีเงินเหลือ 8 บาท เดิมก้อยมีเงินกี่บาท

7. กลวิธีค้นหาแบบรูป (Look for Pattern) เป็นการนำข้อมูลของปัญหามาวิเคราะห์ ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเหล่านั้นเพื่อกำหนดแบบรูป และนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบ

8. กลวิธีแบ่งเป็นกรณี (Use Cases) เป็นการแบ่งปัญหาออกเป็นกรณีย่อยๆ หลายกรณี แล้วพิจารณาในแต่ละกรณี จะทำให้แก้ปัญหได้ง่ายขึ้น ไม่สับสน ผลสรุปรวมในแต่ละกรณี จะเป็นคำตอบของปัญหา

9. กลวิธีแก้สมการ (Solve an Equation) เป็นวิธีกำหนดตัวแปรแทนจำนวนที่เราไม่ทราบค่า โดยเขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรกับข้อมูลต่างๆ ตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดในรูปสมการ และดำเนินการแก้สมการเพื่อหาคำตอบ

สสวท. (2551: 13-41) ได้ระบุว่ายุทธวิธีแก้ปัญหาคือเป็นเครื่องมือสำคัญและสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี ที่พบบ่อยในคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือแบบรูปในสถานการณ์ปัญหาหนึ่งๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน ยุทธวิธีนี้มักจะใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิต

2. การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยให้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นพบแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่นๆ ตลอดจนช่วยให้ไม่ลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่ง เมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

4. การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูล โดยแยกเป็นกรณีๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด นักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่ใช่ข้อออกก่อน แล้วค่อยค้นหาหรือแบบรูปของกรณีที่เหลืออยู่ ซึ่งถ้าไม่มีระบบในการแจกกรณีที่เหมาะสม ยุทธวิธีนี้ก็จะมีประสิทธิภาพ ยุทธวิธีนี้จะใช้ได้ดีถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน ซึ่งบางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางมาช่วยในการแจกกรณีด้วยก็ได้

5. การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ ที่ปัญหา กำหนดผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง มาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรกๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไปนักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

6. การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูปแบบของสมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาว่า ข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมามีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้แล้วเขียนสมการหรือสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการ มักใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ ได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวก และสมบัติการคูณ และเมื่อใช้สมบัติการเท่ากันมาช่วยแล้ว ต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหา ถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานี้ ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางพีชคณิต

7. การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหามักใช้บ่อยในปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคย หรือที่ต้องทำตามขั้นตอนทีละขั้นเพื่อให้แก้ปัญหานั้นง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหานั้นด้วยยุทธวิธีอื่นไม่ได้แล้ว สิ่งสำคัญของยุทธวิธีนี้ก็คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อยหรือเป็นส่วนๆ ซึ่งในการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนอาจลดจำนวนของข้อมูลลง หรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่คุ้นเคยหรือเคยแก้ปัญหามาก่อนหน้านี้

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง บางปัญหาเราใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดาและการตรวจสอบ หรือการเขียนภาพและแผนภาพ จนทำให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างเด่นชัด ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

11. การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้ง ยุทธวิธีนี้มักใช้กับการแก้ปัญหามักใช้บ่อยในปัญหาที่ยากแก่การแก้ปัญหานั้นโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่จะแสดงเป็นเท็จ

จากการศึกษากลยุทธ์การแก้ปัญหามathematics ที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ดังนี้

1. การแสดงออกยุทธวิธีที่เหมาะสมกับเด็กเล็ก เช่น การแสดงท่าทางประกอบ บทบาทสมมติ
2. การหาและใช้แบบรูป เป็นการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงและหากรณีทั่วไป
3. การสร้างสถานการณ์จำลอง เป็นการนำสิ่งของที่เป็นรูปธรรมมาเป็นแบบจำลองให้สามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้นและสามารถนำมาเปรียบกับการแก้ปัญหานั้นได้



4. การจัดทำรายการ เป็นยุทธวิธีที่มองเห็นภาพรวมของปัญหาและผลลัพธ์ที่เป็นไปได้
5. การลดขนาดของปัญหา เป็นยุทธวิธีเมื่อเป็นปัญหาที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนควรแยกปัญหาเป็นส่วนๆ และแก้ปัญหาละเลาะ
6. การทำย้อนกลับ โจทย์ปัญหาบางปัญหาแก้ได้ง่ายถ้าเริ่มต้นแก้ปัญหาค่าผลลัพธ์กลับเข้าสู่ตัวปัญหาอย่างมีขั้นตอน เป็นการเริ่มที่ผลไปหาเหตุ
7. การเขียนแผนภาพประกอบ เป็นการใช้ภาพมาจัดทำรายละเอียดของปัญหา
8. การเปลี่ยนมุมมองปัญหาหรือฉีกแนวการมองปัญหา
9. การคาดเดาและการตรวจสอบ สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาค่าได้แต่ต้องคาดเดาแบบมีทิศทางและมีเหตุผล
10. การสร้างตาราง เป็นการแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหาและเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

## 2.9 แนวทางการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชอเอ็นเฟลด์ (Schoenfeld. 1989: 83-103) ได้สรุปบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า

1. ช่วยให้นักเรียนยอมรับความท้าทายว่า ปัญหาจะไม่ใช้ปัญหาง่ายกว่าเขาต้องการจะแก้
2. ช่วยสร้างบรรยากาศที่สนับสนุนการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่ตกอยู่ในความกลัวเมื่อติดขัดขณะกำลังทำ
3. ให้เด็กได้ทำงานในแนวทางของตนเองเพื่อหาคำตอบและครูช่วยเท่าที่จำเป็น แต่ไม่ใช่ช่วยบอกคำตอบ
4. ให้สอนการทำงาน เช่น เด็กคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ทำ สิ่งทีอธิบายหรือเขียนออกมา เพื่อให้เด็กเข้าใจกระบวนการที่เกี่ยวข้อง
5. อธิบายกับเด็กเกี่ยวกับกระบวนการที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เด็กได้สะสมสิ่งที่ต้องการใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป เด็กจะได้เรียนรู้มากขึ้นถ้าครูเบนความสนใจของเขาไปสู่ยุทธวิธีหรือกระบวนการที่เกี่ยวข้อง

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1991: 57) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่จะเอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียนดังนี้

1. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานทั้งส่วนบุคคลและร่วมมือกัน
2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลองใช้ความสามารถในการกำหนดปัญหาและสร้างข้อคาดเดา
3. ให้ความสามารถในการสำรวจแนวคิดทางคณิตศาสตร์
4. ให้นักเรียนได้ให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์

5. เป็นบรรยากาศที่ยอมรับและเห็นคุณค่าของแนวคิด วิธีการคิด และความรู้สึกรักของนักเรียน

บาร์ดูดี (Baroody. 1993: 2-31) ได้กล่าวถึงการสอนการแก้ปัญหาไว้ 3 แนวทางคือ

1. การสอนโดยการใช้การแก้ปัญหา (Teaching Via Problem Solving) แนวทางนี้เป็นการใช้การแก้ปัญหาในการสอนเนื้อหา เป็นเครื่องมือสำหรับฝึกพื้นฐานในการคำนวณ ปัญหาที่ใช้จะมีความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง จะใช้เริ่มต้นและกระตุ้นให้เกิดการอภิปราย ปัญหาที่ใช้บางครั้งเป็นแรงกระตุ้นนักเรียนให้เรียนเนื้อหาที่ยากขึ้น วิธีหนึ่งในการสอนโดยใช้ปัญหาคือ การเสนอปัญหาให้แก่นักเรียนตั้งแต่เริ่มต้นจนกว่าจะเรียนเนื้อหานั้นจบ อีกวิธีหนึ่งก็คือใช้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นตัวแสดงทักษะในการเรียนรู้และใช้เพื่อความสนุก

2. การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (Teaching about Problem Solving) เป็นการสอนโดยตรงเกี่ยวกับยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทั่วไป เป็นการอธิบายหรือยกตัวอย่างตามรูปแบบกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา โดยเน้นเฉพาะการนำ 4 ขั้นตอนนั้นไปใช้

3. การสอนการแก้ปัญหา (Teaching for Problem Solving) แนวทางนี้เป็นการสอนวิธีการแก้ปัญหาทั่วไปโดยจะเน้นให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแก้ปัญหา นักเรียนจะเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาของโพลยา และใช้ยุทธวิธีอะไรระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ

สิริพร ทิพย์คง (2536: 60-62) กล่าวถึงแนวทางในการสอนการแก้ปัญหาดังนี้

1. สร้างบรรยากาศในการแก้ปัญหา

1.1 ใช้ช่วงเวลาในการคิด การวิเคราะห์และการทดลอง

1.2 ยอมรับคำถามที่นักเรียนถาม

1.3 อย่าทำให้นักเรียนเกิดความกลัว

1.4 ครูจะต้องมีความอดทน เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาไม่ได้

2. สร้างแรงจูงใจให้นักเรียน

2.1 เน้นความสำคัญในการแก้ปัญหา โจทย์แบบฝึกหัดข้อแรกๆ ควรจะเป็นโจทย์ที่นักเรียนทุกคนทำได้

2.2 ให้โจทย์ที่ง่ายก่อนแล้วจึงทำโจทย์ที่ยาก

2.3 ให้นักเรียนมีโอกาสเตรียมตัวในการที่จะแก้ปัญหาที่ยาก

2.4 ปลุกให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นด้วยการใช้ปัญหาลับสมอง

3. วิธีที่จะเพิ่มความเข้าใจ

3.1 แสดงให้นักเรียนเห็นว่าอ่านปัญหาโจทย์อย่างไร อ่านแล้วต้องหยุดคิด แยกแยะสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

3.2 ครูอ่านปัญหาอีกครั้งหนึ่งเพื่อนักเรียนจะได้เห็นปัญหาอย่างแจ่มชัด

3.3 ถามนักเรียนเพื่อจะตรวจดูให้แน่ใจว่านักเรียนเข้าใจข้อความ ศัพท์ และสิ่งที่เกี่ยวข้องกับโจทย์หรือไม่

- 3.4 ช่วยนักเรียนในการพิจารณาข้อความที่สำคัญอันจะเป็นเหตุผลนำไปสู่การ  
แก้ปัญหานั้น
- 3.5 แยกปัญหานั้นออกเป็นปัญหาย่อยๆ ที่ง่ายขึ้น
- 3.6 ถ้านักเรียนไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นที่ไหน ควรจะส่งเสริมให้นักเรียนเขียนความ  
จริงที่ได้จากปัญหานั้นเพื่อจะได้มองเห็นแนวทาง
- 3.7 ให้นักเรียนเขียนปัญหาที่เกี่ยวข้องกันและให้พิจารณาตัวแปรในกรณีของ  
โจทย์สมการ
4. เน้นถึงความยืดหยุ่นและเรื่องต่างๆ ในการแก้ปัญห
- 4.1 อย่าเคร่งต่อกระบวนการที่ละชั้นหรือแบบฟอร์มจนเกินไป
- 4.2 แนะนำให้นักเรียนเปลี่ยนวิธีการเมื่อเจอปัญหายาก
- 4.3 ให้อ่านพิจารณาเปรียบเทียบปัญหาที่มีข้อมูลไม่ครบ และปัญหาที่มีข้อมูล  
พิเศษเพิ่มเติม
- 4.4 ส่งเสริมให้นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหามากมาย วิธีในโจทย์ข้อเดียวกัน
5. ให้คำแนะนำที่จะสร้างรูปแบบเพื่อการค้นคว้าหาคำตอบ
- 5.1 ใช้แผนผังแสดงวิธีแก้ปัญห
- 5.2 ใช้ไดอะแกรม โมเดล หรือเขียนร่างเพื่อแยกดูโครงสร้าง
- 5.3 ใช้สัญลักษณ์เขียนแทนตัวแปรของปัญหา
6. แสดงให้นักเรียนเห็นว่าตั้งคำถามถามตัวเองอย่างไร
- 6.1 โจทย์กำหนดอะไร
- 6.2 โจทย์ต้องการให้ทำอะไร
- 6.3 ความคิดอะไรที่เคยเรียนมาแล้วและจะมาสัมพันธ์กับปัญหานี้
- 6.4 ปัญหาอะไรที่เคยทำมาแล้วและคล้ายกับปัญหานี้ มีข้อแตกต่างอย่างไร
- 6.5 จะเรียงลำดับขั้นตอนการคิดอย่างไร จะหาอะไรก่อนหลัง และแยกแยะออกเป็น  
ปัญหาย่อยอย่างไร
- 6.6 จะสรุปปัญหานั้นอย่างไร
- 6.7 เมื่อแก้ปัญหแล้วจะมีวิธีตรวจย้อนหรือตรวจคำตอบอย่างไร
7. เน้นวิธีการแก้ปัญหามากกว่าที่จะบอกว่าแก้อย่างไร
- 7.1 ถامنักเรียนในการที่จะหาวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญห
- 7.2 ให้การยอมรับในแต่ละส่วนที่ใช้วิธีการถูกต้องมากกว่าคำตอบถูกต้องแต่  
วิธีการผิด
- 7.3 การแก้โจทย์ปัญหาต้องดูที่วิธีการคิดของนักเรียนด้วย
- 7.4 ให้โอกาสแก่นักเรียนในการแสดงวิธีการแก้ปัญห
- 7.5 ให้อ่านวิเคราะห์วิธีทำ

8. ส่งเสริมการทดลอง การลองผิดลองถูก การคาดคะเน การเดาคำตอบอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา

9. ควรจะให้มีการฝึกทำโจทย์ปัญหาบ่อยๆ

10. ให้นักเรียนกล่าวหรือเขียนการแก้ปัญหามาในแบบฟอร์มที่ถูกต้อง

11. ใช้โจทย์ปัญหานั้นเพื่อค้นพบความคิดรวบยอดตามแนวคิดศาสตร์สมัยใหม่

12. ใช้โจทย์ปัญหานั้นเป็นแบบฝึกหัดไปในตัว

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537: 218-219) ได้ระบุว่า การจัดกิจกรรมพัฒนาทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหามาทางคณิตศาสตร์สามารถกระทำโดยผ่านสื่อและเนื้อหาสาระที่นักเรียนคุ้นเคยอยู่แล้ว ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมโดยใช้แบบฝึกหัด ให้นักเรียนแสวงหาวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาจากแบบฝึกหัดที่แตกต่างไปจากการนำเสนอในตัวอย่าง นอกจากนี้ครูและนักเรียนสามารถสร้างปัญหาขึ้นโดยอาศัยโครงสร้างของโจทย์ปัญหาจากแบบฝึกหัด

2. การจัดกิจกรรมโดยใช้ข้อสอบแข่งขัน ข้อสอบแข่งขันมักมีโครงสร้างของคำถามที่มีความซับซ้อน เหมาะที่จะนำมาจัดกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหา โดยการอภิปรายภายใต้การกระตุ้น และชี้แนะจากครู

3. การจัดกิจกรรมโดยใช้หลักการคิดเลขเร็วเป็นสื่อ สามารถทำได้ดังนี้

3.1 กำหนดหลักการคิดเลขเร็ว หรือให้นักเรียนศึกษาค้นคว้ามานำเสนอพร้อมทั้งอธิบายเหตุผล หรือพิสูจน์หลักการคิดเลขเร็วนั้นว่าเป็นจริงในกรณีทั่วไป

3.2 กำหนดตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนค้นหารูปแบบ สรุปหลักการคิดเลขเร็วโดยการให้เหตุผลแบบอุปนัย หลังจากนั้นให้แสดงการตรวจสอบกฎโดยการให้เหตุผลแบบนิรนัย

3.3 จากหลักการคิดเลขเร็วที่ครูกำหนดให้ หรือจากที่นักเรียนค้นพบ และตรวจสอบแล้ว ให้นักเรียนขยายแนวคิดนั้นสร้างหลักการคิดเลขเร็วขึ้นมาใหม่

รูปแบบของการจัดกิจกรรมสามารถทำได้ในรูปป้ายนิเทศ บัตรกิจกรรม ซึ่งมีแต่เฉพาะตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนคิดหาคำตอบเอง หรืออาจมีคำถามเพื่อชี้แนะแนวทางซึ่งนำไปสู่คำตอบของปัญหาก็คได้ อาจจัดเป็นกิจกรรมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหามาเป็นรายบุคคล หรืออภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่ม

4. การจัดกิจกรรมโดยใช้ของเล่นเชิงคณิตศาสตร์เป็นสื่อ มีแนวทางดังนี้

4.1 จัดทำอุปกรณ์ของเล่น พร้อมคำอธิบายประกอบการเล่นไว้ในมุมคณิตศาสตร์ ห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนศึกษาและทดลองเล่นด้วยตนเองอย่างอิสระ

4.2 จัดทำอุปกรณ์ของเล่นแต่ละแบบให้มีจำนวนมากขึ้น เพื่อใช้เป็นสื่อในการร่วมกันอภิปรายเพื่อแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจัดเป็นรูปกลุ่มสนทนา ชุมนุมคณิตศาสตร์ หรือเป็นกิจกรรมเสริมในชั้นเรียนก็ได้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2541: 19) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหามาเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหามา (Problem-Solving) เป็นวิธีการจัดการ

เรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาอย่างเป็นกระบวนการ โดยอาศัยแนวคิดแก้ปัญหาด้วยการนำเอาการสอนจากกฎเกณฑ์ไปสู่ความจริง และการสอนจากความจริงไปสู่กฎเกณฑ์

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543:159) กล่าวว่า การเรียนรู้ในการแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยหลักการเบื้องต้นเป็นพื้นฐานและความสามารถในการพลิกแพลงอันจะนำไปสู่วิธีการคิดใหม่ เกิดความคิดรวบยอดใหม่ และกฎใหม่เพื่อชี้ชัดปัญหา และแนวทางแก้ปัญหาได้ การส่งเสริมให้เกิดการสอนแบบแก้ปัญหาซึ่งเป็นจุดเน้นของคณิตศาสตร์ ครูจำเป็นต้องสร้างทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียนใช้วิธีช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ

สสวท. (2551: 180-186) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาดังนี้

1. ครูควรใช้กิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือ หรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย กิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมมือเป็นทีมหรือกลุ่ม ได้ลงมือแก้ปัญหาและปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ จนบรรลุจุดประสงค์ที่คาดหวังไว้ ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้สื่อสารแนะนำยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของตน ได้อภิปรายถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกันตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน กล้าแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล มีทักษะการสื่อสารและทักษะการเข้าสังคม มีความเชื่อมั่นในตนเอง และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ ตลอดจนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือ ครูจะต้องเลือกขนาดของกลุ่มว่าควรเป็นเท่าไร ซึ่งโดยปกติกลุ่มละ 3-4 คน เมื่อเลือกขนาดของกลุ่มได้แล้ว ครูควรจัดนักเรียนเข้ากลุ่มโดยให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่มีระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน หลังจากนั้นครูควรชี้แจงบทบาทและหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม โดยเน้นย้ำว่า ทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา เข้าใจงานของกลุ่มและสามารถอธิบายได้ ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมร่วมกันอยู่ ครูควรมีบทบาทในการตรวจตราสอดส่องการทำงานและพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคน คอยสอดแทรก/ชี้แจงหวัะกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม โดยใช้คำถามกระตุ้นเมื่อกลุ่มแก้ปัญหาไม่ได้หรือไม่ตรงประเด็น ตอบคำถาม (คำถามของกลุ่มเท่านั้น) และให้คำปรึกษาเท่าที่จำเป็น

2. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้ นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการของการแก้ปัญหา ได้เรียนรู้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆ ผ่านการแก้ปัญหา

3. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนเติมคำตอบเพียงคำตอบเดียว เติมคำตอบสั้นๆ แล้วจึงเติมคำตอบเป็นข้อความหรือประโยค และเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนเอง

คิดและนำเสนอแนวคิดของตนแล้ว ครูควรให้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาเป็นกลุ่มเพราะการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มจะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอร่วมกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มด้วย

4. ครูควรยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนไม่ว่าจะถูกหรือผิด ซึ่งการตอบผิดของนักเรียนจะทำให้ครูรู้ว่าข้อผิดพลาดนั้นมาจากไหนและมีมากน้อยเพียงใด ครูไม่ควรย่ำสิ่งที่นักเรียนทำผิดหรือเข้าใจผิด แต่ควรควรซักถาม อธิบายและเปิดอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

5. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนเริ่มต้นคิดหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อน เนื่องจากมีนักเรียนจำนวนมากไม่ทราบว่า จะเริ่มต้นคิดแก้ปัญหาอย่างไร จึงขอให้ครูแนะนำและตั้งคำถามนำ ครูควรตระหนักว่าการถามนำมากเกินไป จะทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับการคิดเพื่อตอบคำถามครูที่ละคำถามต่อเนื่องกันจนได้คำตอบ โดยไม่คิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาที่ครบขั้นตอนหรือกระบวนการด้วยตนเอง

6. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนคิดลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน เลือกใช้ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรม แล้วสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

7. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนคิดหายุทธวิธีแก้ปัญหาอื่นที่แตกต่างจากเดิม แล้วให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหานั้น หากคำตอบของปัญหาอีกครั้งเพื่อให้นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งวิธี

8. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง ซึ่งอาจเริ่มจากการให้นักเรียนฝึกตั้งคำถามกับตนเองบ่อยๆ โดยเป็นคำถามที่ต้องการคำอธิบาย เช่น เพราะเหตุใด ทำไม และอย่างไร แล้วให้นักเรียนลงมือสำรวจสืบสวน รวบรวมข้อมูล ค้นหาความสัมพันธ์และแบบรูป สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ ตลอดจนตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

9. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ช่องทางการสื่อสารได้มากกว่าหนึ่งช่องทาง ในการนำเสนอยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาและนำเสนอยุทธวิธีในกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาใช้ช่องทางการสื่อสารอื่นที่ใช้ในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอได้มากกว่าหนึ่งช่องทางการสื่อสาร

10. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ นักเรียนไม่เพียงมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบ แต่นักเรียนยังมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดของศาสตร์อื่นขณะแก้ปัญหาอีกด้วย ซึ่งจะให้นักเรียนเห็นคุณค่าว่าคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้ และการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบมีคุณค่ามากกว่าการแก้ปัญหาเดียวตลอดเวลา

11. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โดยอาศัยแนวคิดยุทธวิธี และกระบวนการแก้ปัญหาจากปัญหาเดิม ซึ่งในการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนเองได้อย่างหลากหลายและเป็นอิสระ

12. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนรับรู้กระบวนการคิดของตนเอง ตรวจสอบความคิดและกระบวนการคิดของตนเองว่า มีสิ่งใดบ้างที่รู้ และมีสิ่งใดบ้างที่ไม่รู้ ตลอดจนสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองออกมาด้วย

13. ครูควรเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ครูควรเป็นผู้นำเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนทั้งชั้นเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนได้ทำ แล้วร่วมกันพิจารณาและสรุปว่ายุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาใดที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาแนวทางการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า บทบาทของครูมีส่วนช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนให้ดีขึ้น โดยอาจจะมีการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถต่าง ๆ ได้แก่ ความสามารถในการอ่านและทำความเข้าใจปัญหา ความสามารถในการคิดคำนวณ ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อสามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ครูควรสร้างบรรยากาศการเรียนการสอนให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก และกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมโดยจัดกิจกรรมให้ท้าทาย น่าสนใจ และเหมาะสมกับนักเรียน

## 2.10 การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางความคิดที่สำคัญมากต่อการศึกษาระบบการหนึ่ง วิธีการที่จะกระตุ้นให้ผู้สอนได้ตื่นตัวคือการใช้แบบทดสอบไปกระตุ้นและท้าทายความคิดของผู้เรียน ลักษณะของข้อสอบจะประกอบด้วยข้อคำถามที่ให้ผู้สอบพิจารณาหาคำตอบหรือเขียนตอบเองโดยประยุกต์ความรู้จากแหล่งต่างๆ มาวางแผนแก้ปัญหา ลักษณะของปัญหาเป็นปัญหาที่เลียนแบบปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 209) ได้ระบุว่า การประเมินผู้เรียนในการใช้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาได้นั้น ควรให้ผู้เรียนมีความสามารถดังนี้

1. สร้างโจทย์ปัญหาได้ หมายถึง ความสามารถที่ผู้เรียนสามารถสร้างโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ การประเมินพิจารณาจากการใช้ข้อมูลต่าง ๆ มากน้อยเพียงใดในการสร้างโจทย์ปัญหา โจทย์ปัญหานั้นใช้ความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ถูกต้องหรือไม่ เป็นโจทย์ปัญหาที่ท้าทายต้องใช้ความรู้ซับซ้อนหรือไม่ และเกิดการเชื่อมโยงความคิดทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันหรือไม่

2. ใช้วิธีการหลากหลายในการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายเป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงวิธีการใช้สมองของตนเองในการแก้ปัญหา การเป็นผู้แก้ปัญหาได้เก่งนั้น ผู้เรียนเรียนรู้ได้ว่าปัญหาหนึ่ง ๆ มีวิธีการแก้ที่หลากหลาย และบางวิธีเหมาะกับปัญหาหนึ่ง การประเมินอาจทำได้โดยเสนอปัญหาที่ให้ผู้เรียนใช้วิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา

3. แก้ปัญหาได้ ผู้เรียนต้องมีโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์สามารถเลือกใช้ข้อมูลและความเกี่ยวข้องของข้อมูลตลอดจนหาวิธีการแก้ปัญหาคำตอบได้

4. ตรวจสอบผลลัพธ์และแปลได้ เป็นการประเมินว่าผู้เรียนมีความสามารถในการพิจารณาตรวจสอบว่าผลลัพธ์นั้นถูกต้องและมีเหตุผลน่าเชื่อถือหรือไม่ในการใช้กระบวนการแก้ปัญหา

5. สร้างผลเฉลยในรูปทั่วไปได้ เป็นการประเมินว่าผู้เรียนมีความสามารถในการเห็นแบบรูป (pattern) อันเกิดจากการแก้ปัญหาและแบบรูปที่ผู้เรียนค้นพบจะเป็นแนวทางในการสร้างผลเฉลยในรูปทั่วไปได้

รีส์ ชุยแดม และลินควิสท์ (Reys; Suydam; & Lindquist. 1995: 313) ได้กำหนดรูปรีคของความสามารถในการแก้ปัญหาโดยที่แต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา จะให้คะแนนตั้งแต่ 0-2 คะแนน ตามรายละเอียดดังนี้

#### 1. ความเข้าใจ

- |   |         |   |
|---|---------|---|
| 0 | หมายถึง | ไม่เข้าใจในปัญหาเลย                                 |
| 1 | หมายถึง | เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือแปลความหมายบางส่วนคลาดเคลื่อน |
| 2 | หมายถึง | เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์                     |

#### 2. การวางแผนการแก้ปัญหา

- |   |         |  |
|---|---------|--|
| 0 | หมายถึง | ไม่พยายาม หรือวางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด       |
| 1 | หมายถึง | วางแผนถูกต้องบางส่วน                           |
| 2 | หมายถึง | วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด |

#### 3. คำตอบ

- |   |         |  |
|---|---------|--|
| 0 | หมายถึง | ไม่ตอบ หรือตอบผิดในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม                     |
| 1 | หมายถึง | คัดลอกผิดพลาด คำนวณผิดพลาด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ |
| 2 | หมายถึง | ตอบได้ถูกต้อง และใช้ภาษาได้ถูกต้อง                             |



พร้อมพรรณ อุดมสิน (2547: 173-174) ได้แบ่งการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจในการทำงาน

- คะแนน 1 หมายถึง ไม่มีความเข้าใจทั้งหมด
- คะแนน 2 หมายถึง เข้าใจบางส่วน
- คะแนน 3 หมายถึง เข้าใจพอใช้
- คะแนน 4 หมายถึง สรุปอ้างอิงได้ ประยุกต์ใช้ได้ ขยายความคิดได้

2. คุณภาพของวิธีการทำ

- คะแนน 1 หมายถึง วิธีการไม่เหมาะสม
- คะแนน 2 หมายถึง มีแนวทางหรือวิธีการเหมาะสมบางส่วน
- คะแนน 3 หมายถึง มีแนวทางหรือวิธีการใช้การได้ดี
- คะแนน 4 หมายถึง มีแนวทางหรือวิธีการแยบยลมีประสิทธิภาพ

3. การตัดสินใจเลือกใช้วิธีการ

- คะแนน 1 หมายถึง ไม่แสดงให้เห็นหลักฐานของการตัดสินใจที่มีเหตุผล
- คะแนน 2 หมายถึง ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล
- คะแนน 3 หมายถึง ตัดสินใจหรือปรับแก้ตามที่ตั้งใจได้อย่างมีเหตุผล
- คะแนน 4 หมายถึง ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ปรับแก้แนวทางได้ถูกต้องชัดเจน

4. ผลลัพธ์ของการกระทำ

- คะแนน 1 หมายถึง คำตอบปราศจากการขยายความ
- คะแนน 2 หมายถึง คำตอบแสดงข้อสังเกต
- คะแนน 3 หมายถึง คำตอบแสดงการประยุกต์ใช้
- คะแนน 4 หมายถึง คำตอบแสดงทั้งการสังเคราะห์ การสรุปอ้างอิง

สิริพร ทิพย์คง (2544: 113-114) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาควรจะมีวิธีการที่มากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง และได้เสนอเกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา

- 2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย

2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา

- 2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูกต้อง

- 1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
  - 0 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา
- 2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
  - 1 คะแนน สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหามบางส่วนไปใช้ได้ถูก
  - 0 คะแนน สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
4. การตอบ
- 2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์
  - 1 คะแนน สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด
  - 0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

จะเห็นได้ว่าการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่วนใหญ่จะวัดและประเมินตามขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์ที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน และในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ข้อคำถามสอดคล้องกับเนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ใช้กฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (Scoring rubric) โดยเป็นการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric)

## 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### งานวิจัยต่างประเทศ

ทูกอว์ (Tougaw. 1994: 2934-A) ได้ศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาที่เป็นแบบเปิดกว้าง (Open approach) ในการสอนคณิตศาสตร์ โดยศึกษาถึงพฤติกรรมการแก้ปัญหาและเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยการแก้ปัญหาแบบเปิดกว้าง หมายถึง การสร้างค่าคาดเดา การสืบค้น การค้นพบ การอภิปราย การพิสูจน์ และการหารูปทั่วไป ในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์นักเรียนต้องใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการคิดและเจตคติทางบวกเป็นพื้นฐาน ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่ผ่านการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิดกว้างมีเจตคติทางบวกต่อการเรียน และเพศไม่มีความแตกต่างต่อพฤติกรรมในการแก้ปัญหา

เวียสท์ (Wiest. 1997: 5091) ศึกษาบทบาทของปัญหาที่มีเนื้อหาแปลกใหม่หรือไม่คุ้นเคย (ทั้งในระดับน้อยและมาก) และปัญหาในชีวิตจริง (ทั้งที่เกี่ยวข้องกับเด็กและเกี่ยวข้องกับผู้ใหญ่) ที่มีผลต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 4 และเกรด 6 ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาค่ำ ผลการศึกษาพบว่า มโนคติเกี่ยวกับเรื่องราวที่อยู่ในตัวปัญหา ความสามารถในการอ่าน โครงสร้างของภาษา และความสามารถเฉพาะตัวของนักเรียนต่างมี

อิทธิพลต่อเจตคติในการแก้ปัญหาและความสามารถในการแก้ปัญหา นอกจากนั้นยังพบว่า นักเรียนชอบแก้ปัญหาที่มีเนื้อหาที่แปลกใหม่ทั้งในระดับน้อยและมากตลอดจนปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับเด็กมากกว่าปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับผู้ใหญ่ และความแตกต่างระหว่างเพศไม่มีผลต่อการแก้ปัญหา แต่นักเรียนที่มาจากชุมชนในเมืองและครอบครัวชนชั้นกลางมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มาจากชุมชนในตำบลและครอบครัวที่ใช้แรงงาน เมื่อพิจารณาเฉพาะปัญหาที่เขาแก้ พบว่า นักเรียนเกรด 4 และเกรด 6 สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ร้อยละ 58 และร้อยละ 76 ตามลำดับ

แพนดิสซิโอ (Pandiscio. 2002: 216-220) ได้ทำการวิจัยโดยสำรวจการเชื่อมโยงมโนคติ การพิสูจน์กับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาฝึกสอน โดยใช้นักศึกษาฝึกสอน 4 คน (ชาย 2 คน หญิง 2 คน) แก้ปัญหาเรขาคณิตที่ไม่คุ้นเคย โดยใช้พื้นฐานมโนคติของยูคลิดจำนวน 2 ข้อ ให้สร้างการพิสูจน์ตามรูปแบบที่ให้ผลออกมาเป็นรูปแบบกรณีทั่วไปและให้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต ผลปรากฏว่า นักศึกษาฝึกสอนทั้ง 4 คนยอมรับว่าแม้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตจะไม่ได้ช่วยในการพิสูจน์ แต่ก็เป็เครื่องมือช่วยสร้างการรับรู้ให้เกิดความเข้าใจสามารถเชื่อมโยงในปัญหาหรือทฤษฎีบท แล้วนำไปใช้ในการพิสูจน์ได้

วิลเลียม (William. 2003: 185-187) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาว่าสามารถช่วยส่งเสริมการทำงานแก้ปัญหาได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเริ่มต้นเรียนพีชคณิตจำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาตามขั้นตอนแต่ไม่ต้องฝึกเขียน มีการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองสามารถทำงานแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม และนักเรียนกลุ่มทดลองมีการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนจำนวน 75% มีความพอใจในกิจกรรมการเรียนและนักเรียนจำนวน 80% บอกว่ากิจกรรมการเขียนจะช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้นได้

แวน (Van. 2006: 496) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนิภาพ ภาพจำลองและการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยความสามารถที่หลากหลาย ซึ่งจุดประสงค์ของการศึกษารั้งนี้เป็นการทดลองใช้ภาพจำลองและความสัมพันธ์กับความสามารถในการนิภาพของนักเรียนขณะที่ทำการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ นักเรียนที่ไร้ความสามารถที่จะเรียนรู้ นักเรียนที่ได้มาจากระดับทั่วไป และนักเรียนที่มีพรสวรรค์ในเกรด 6 จำนวน 66 คน ที่มีส่วนร่วมในการศึกษารั้งนี้ นักเรียนถูกประเมินด้วยเครื่องมือของการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การแสดงออกทางภาพจำลอง และความสามารถในการนิภาพ พบว่า นักเรียนที่มีพรสวรรค์จะปฏิบัติได้ดีกว่านักเรียนที่ไร้ความสามารถที่จะเรียนรู้และผู้ที่ได้มาจากระดับทั่วไป นอกจากนี้ การใช้ภาพจำลองเกี่ยวกับแผนภูมิมีนัยสำคัญและความเหมาะสมที่เป็นไปได้ด้วยสูงกว่า การปฏิบัติเกี่ยวกับการวัดภาพจำลองแต่ละอัน และการสนทนานั้นสัมพันธ์กันทางลบกับการใช้รูปแบบที่มีภาพประกอบ

เพอร์วีน (Perveen. 2010: 9) ได้ศึกษารูปของวิธีการแก้ปัญหาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนรாவาลพินดีในประเทศปากีสถาน จำนวน 48 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 24 คน ซึ่งกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของเซอร์วีน (Sherreen) และขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกของโพลยา (Polya's heuristic) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการแก้ปัญหาทั้งสองแบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### งานวิจัยในประเทศ

สุริเยส สุขแสวง (2548: 75) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรอุมา กลิ่นโลภัย (2549: 122-123) ได้สร้างบทเรียนเรื่องความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สถานการณ์จำลองที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนโดยใช้สถานการณ์จำลองที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าสูงกว่าประสิทธิภาพและประสิทธิผลจากบทเรียนแบบปกติ และจากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินพฤติกรรม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม พบว่า การเรียนการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินพฤติกรรม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียนในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนสูงกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ

อรชร ภูบุญเติม (2550: 67) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์สมการ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้ตัวแทน (Representation) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้ตัวแทนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้ตัวแทนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปิยะนาถ เหมวิเศษ (2551: 80) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิวชัย ราชพัฒน์ (2552: 193) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความสามารถในการ

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างที่ปฏิบัติกิจกรรมจากชุดกิจกรรมอยู่ในระดับดี

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่างานวิจัยส่วนใหญ่ เป็นลักษณะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดในการที่จะแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนให้ได้ฝึกการแก้ปัญหอย่างสม่ำเสมอ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้และวิธีการสอนที่มีความหลากหลาย ซึ่งส่งผลต่อความสามารถด้านการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ และยังส่งผลไปถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกด้วย

### 3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

#### 3.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เทอร์เบอร์ (Thurber. 1976: 513) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการตั้งสถานการณ์ในกิจกรรมการเขียนหรือพูดในประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนซึ่งมีผลต่อการปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเอง เมื่อผู้เรียนได้ฝึกหัดมากขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีพลังในการคิดด้วยตนเอง

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 214) ระบุว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างแนวคิดและสามารถทำความเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด และได้ระบุความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน การสาธิต และการแสดงให้เห็นภาพ
2. สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอโดย การพูด การเขียน หรือภาพต่างๆ
3. สามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดงแนวคิด อธิบายความสัมพันธ์ และจำลองเหตุการณ์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1997: 27) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการปฏิบัติที่ส่งเสริมผู้เรียนให้รู้จักแก้ปัญหาผ่านการสำรวจ การอภิปรายแนวคิด และการตอบสนองการทำงานกลุ่มอย่างเป็นระบบ

รีส และคนอื่นๆ (Reys; et al. 2001: 83) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์หมายถึง เครื่องมือสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งโดยการพูดและการเขียน เพื่อแสดงและอธิบายแนวความคิด แลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่นๆ เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทาง การเขียนกราฟ การเขียนแผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้คำทั้งการพูดและการเขียน

อัมพร ม้าคอง (2547: 102-103) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ตัวอย่างของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย การอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงาน การแสดงผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตาราง กราฟ หรือค่าสถิติ ในการอธิบายหรือนำเสนอข้อมูล

สสวท. (2551: 70) ได้ระบุว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียน แลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย

จากการค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับความหมายการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ทักษะการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การนำเสนอและการอภิปรายในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดระหว่างตนเองกับผู้อื่น

### 3.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มัมมี และเชฟเฟอร์ด (Mumme; & Shepherd. 1993: 7-9) ได้กล่าวถึงความสำคัญ of ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ทักษะการสื่อสารช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยการแสดงความคิด การอภิปราย และการฟังความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น ๆ จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้นักเรียนสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานประสบการณ์ต่างๆ ของพวกเขา

2. ทักษะการสื่อสารช่วยในการแลกเปลี่ยน (Share) ในการทำความเข้าใจในคณิตศาสตร์ นั่นคือ นักเรียนเกิดความช่วยเหลือกัน การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นนักเรียนสามารถพัฒนาภาษาทางคณิตศาสตร์ และมีความเข้าใจในกฎและนิยามต่างๆ

3. ทักษะการสื่อสารจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ เมื่อครูตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนตอบคำถามในรูปของการพูด หรือการเขียนในสิ่งที่เขาคิด หรือการพูดกันเองก็จะทำให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในความสามารถเกี่ยวกับความคิดทางคณิตศาสตร์ จากการนำเสนอในสิ่งที่นักเรียนคิดว่าสำคัญ เพราะเวลานักเรียนจะต้องใช้ศักยภาพและควบคุมการเรียนรู้ในการค้นคว้าเพิ่มเติม และในที่สุดพวกเขาจะเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ (Empowerment) ด้วยตนเอง

4. ทักษะการสื่อสารเป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเรียนรู้ นั่นคือ การพูดและการฟังในกลุ่ม โดยการเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย โดยปราศจากการวิตกกังวลที่จะแสดงความคิดใหม่ๆ การมีปฏิสัมพันธ์ เป็นสิ่งที่จะทำให้นักเรียนเกิดความเต็มใจที่จะร่วมกันคิด

5. ทักษะการสื่อสารช่วยให้ครูได้หยั่งรู้ (Insight) ในความคิดของนักเรียนในขณะที่ครูเรียนรู้เกี่ยวกับความคิดของนักเรียน โดยการมุ่งสิ่งที่นักเรียนได้อธิบายการให้เหตุผลของพวกเขาซึ่งความสามารถในการอธิบายเกิดจากการฝึกการใช้ภาษาที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน

บาร์ดีย์ (Baroody. 1993: 2-99) กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ว่าคณิตศาสตร์เป็นภาษาที่ใช้แทนแนวคิด และแสดงแนวคิดหลากหลายได้ชัดเจน เทียบตรงและรัดกุม

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 181) กล่าวว่า เป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ ให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และเป็นการนำเสนอแนวคิด แลกเปลี่ยนความรู้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 52) ได้เสนอไว้ในมาตรฐานของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าโปรแกรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ใช้การสื่อสารและสื่อความหมายเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และเพื่อให้ทุกคนสามารถ

1. จัดระเบียบทางความคิดและเพิ่มพูนความสามารถความคิดทางคณิตศาสตร์ให้แข็งแกร่งมั่นคงยิ่งขึ้น
2. แสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ชัดเจน แก่เพื่อนๆ ครู และบุคคลอื่นได้
3. ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปช่วยพิจารณาพฤติกรรมต่างๆ ได้
4. สามารถที่จะใช้ภาษาคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงความหมายที่ชัดเจนถูกต้องและรัดกุม ดังนั้นการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ควรให้สอดคล้องกับโปรแกรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

เฟนเซลล์ และโรวาน (Fensell; & Rowan. 2001: 189) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อความหมายไว้ดังนี้

1. การสื่อความหมายเป็นเครื่องมือที่ทรงพลังทางการคิด ทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็นรูปธรรมมากขึ้นและทำให้คิดไตร่ตรองได้ ช่วยขยายการให้เหตุผล โดยช่วยให้นักเรียนสามารถมุ่งความสนใจไปยังสิ่งสำคัญในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์นั้นๆ
2. การสื่อความหมายช่วยให้นักเรียนระลึกถึงองค์ประกอบร่วมของแนวคิดทางคณิตศาสตร์หลายๆ แนวคิดได้

3. เมื่อนักเรียนสามารถถ่ายโอนความเข้าใจระหว่างการสื่อความหมายแบบที่แตกต่างกันของแนวคิดทางคณิตศาสตร์อันเดียวกันได้ จะทำให้นักเรียนสามารถขยายความเข้าใจและใช้กระบวนการและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้กว้างขึ้น

4. การสื่อความหมายเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อนักเรียนในการสร้างความเข้าใจ การสื่อสารข้อมูลและการแสดงเหตุผล

รีส์ และคนอื่นๆ (Reys; et al. 2001: 83) กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารว่าการสื่อสารเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งโดยการพูดและการเขียน เพื่อแสดงและอธิบายแนวคิดโดยเฉพาะการสื่อสารสองทางช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายรวบรวม และขยายแนวคิด แลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น ซึ่งนักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทางการเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้คำทั้งการพูดและการเขียน

ยุพิน พิพิธกุล (2539: 1-2) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิดของมนุษย์ โดยมนุษย์สร้างสัญลักษณ์ขึ้นมาแทนความคิด และสร้างกฎในการนำสัญลักษณ์มาใช้ เพื่อสื่อความหมายให้เข้าใจตรงกัน ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงเป็นภาษาหนึ่งที่มีภาษาเฉพาะเป็นของตัวเอง เป็นภาษาที่กำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ โดยมีตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์แทนความคิด ทุกคนที่เข้าใจคณิตศาสตร์จะอ่านประโยคสัญลักษณ์ และภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เข้าใจตรงกัน

อัมพร ม้าคอง (2547: 103) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้สื่อสารกับผู้รับสาร โดยในกระบวนการสื่อสาร ผู้สื่อสารจะต้องจัดระบบความคิดและสื่อเป็นภาษาพูดหรือเขียนให้ผู้รับสารเข้าใจตรงกัน ในขณะเดียวกันผู้รับสารก็ต้องทำความเข้าใจและติดตามในสิ่งที่ผู้สื่อสารพูดหรือเขียน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญในการทำให้เกิดสิ่งต่อไปนี้

1. ก่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้เรียน
2. ส่งเสริมบริบทของการเรียนรู้ที่เหมาะสม
3. เพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับทั้งผู้สื่อสารและผู้รับสาร
4. ช่วยให้ผู้สอนมองเห็นความเข้าใจของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้วางแผนจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

อย่างเหมาะสม

จากการศึกษาความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การสื่อสารเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งโดยการพูดและการเขียนเพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายความเข้าใจในคณิตศาสตร์ของตนเอง จึงทำให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยการใช้ตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์แทนความคิดทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน เกิดความลึกซึ้งในสิ่งที่เรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับแนวคิดได้อย่างเที่ยงตรง หรือ



นำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้โดยใช้ตัวอักษร ภาษา และสัญลักษณ์ในการสื่อสารทำให้เกิดบรรยากาศที่เหมาะสมในการเรียนรู้

### 3.3 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ทักษะการสื่อสารอันได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน ไว้ดังนี้

#### 3.3.1 การฟัง

อันเดอร์วูด (Underwood. 1989: 1) กล่าวว่า การฟังเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ความสนใจ และความพยายามเพื่อที่จะทราบความหมายจากเสียงที่ได้ยิน และเข้าใจความหมายตามวัตถุประสงค์ของผู้ส่งสารด้วย

โรสท์ (Rost. 1991: 3-4) กล่าวว่า การฟัง หมายถึง การแยกแยะเสียงที่ได้ยิน การตระหนักถึงคำศัพท์ หรือแปลสัญลักษณ์ ได้อย่างถูกต้อง หรือการใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ในการทำนายและยืนยันข้อมูลอย่างมีความหมาย

กองเทพ เคลือบพณิชกุล (2542: 20) กล่าวว่า การฟัง หมายถึง การแปลสัญลักษณ์ คือ เสียงที่ได้ยินออกเป็นความหมาย อันประกอบด้วย การติดตามเรื่องราวของสิ่งที่ได้ยินจนสามารถเกิดความเข้าใจสิ่งนั้น

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2543: 316-326) ได้กล่าวถึงการฟังว่า การฟังมีประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ช่วยทำให้พัฒนาสมรรถภาพทางความคิด ความรู้ และสติปัญญา ทำให้เรียนรู้และจดจำ เข้าใจสิ่งต่างๆ ในการพัฒนาสมรรถภาพการฟังให้นักเรียนฟังอย่างมีประสิทธิภาพโดยฝึกให้นักเรียนฟังอย่างเข้าใจ จับประเด็น วิเคราะห์ ตีความ ประเมินคุณค่าและจดบันทึกได้

สิริวรรณ นันทจันทุล และสมเกียรติ รัชมณี (2549: 83) กล่าวว่า การฟัง หมายถึง การรับรู้ความหมายของเสียงที่ได้ยิน เป็นการรับสารทางโสตประสาท กล่าวคือ การได้ยินเสียงที่มีความหมายแล้วติดตามเสียงที่ได้ยินรับรู้ เข้าใจ จับสาระสำคัญได้ ตีความหมาย ไตร่ตรอง เรื่องที่ได้ฟังจนกระทั่งนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่ง การฟังเป็นทักษะรับสารที่ใช้มากที่สุดในชีวิตประจำวัน

ธนู ทดแทนคุณ และกานต์วี แพทย์พิทักษ์ (2552: 42) กล่าวว่า การฟัง หมายถึง การรับรู้ความหมายจากเสียงที่ได้ยินเป็นการรับสารทางหูและโสตประสาท เป็นกระบวนการแรกที่ต้องใช้ก่อนกระบวนการสื่อสารอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นการพูด การอ่าน และการเขียน เพราะในชีวิตประจำวันของคนเรามักจะใช้เวลาในการฟังมากกว่าเวลาในการพูด อ่าน และเขียน

จากการศึกษาทักษะการสื่อสารทางด้านการฟังสามารถสรุปได้ว่า การฟัง เป็นทักษะการสื่อสารอย่างหนึ่ง โดยการรับรู้ความหมายจากเสียงที่ได้ยินเป็นการรับรู้สารทางหูและโสตประสาท เป็นกระบวนการแรกที่ต้องใช้ก่อนกระบวนการสื่อสารอื่นๆ ช่วยทำให้พัฒนาสมรรถภาพทางความคิด ความรู้ และสติปัญญาทำให้เรียนรู้และจดจำ เข้าใจสิ่งต่างๆ ในการพัฒนาสมรรถภาพการฟังให้นักเรียนฟังอย่างมีประสิทธิภาพโดยฝึกให้นักเรียนฟังอย่างเข้าใจ จับประเด็น วิเคราะห์ตีความ ประเมินคุณค่าและจัดบันทึกได้

### 3.3.2 การพูด

พิมม์ (Pimm. 1987: 3) กล่าวว่า การพูด หมายถึง ความสามารถของมนุษย์ในการใช้ภาษาผ่านการเปล่งเสียง เพื่อถ่ายทอดความรู้ ความคิด และประสบการณ์ต่างๆ แก่ผู้ฟังให้ทราบและเข้าใจในสิ่งที่ผู้พูดเปล่งเสียงออกมา

แลมเพิร์ต และบลังก์ (Lampert; & Blunk. 1998: 8) กล่าวว่า การพูด หมายถึง การใช้ภาษาในการอธิบายหรือแสดงแนวคิดอย่างมีความหมาย เพื่อถ่ายทอดประสบการณ์อย่างเป็นระบบ หรือการใช้ภาษาเพื่อทบทวนในสิ่งที่รู้ด้วยการเชื่อมโยงระหว่างการคิด ภาษา และการเรียนรู้

ปรัชญา อาภากุล และการุณันท์ รัตนแสนวงษ์ (2541: 11-89) ได้กล่าวถึงการพูดว่า การพูดเป็นการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความรู้สึก ประสบการณ์และอื่นๆ เพื่อให้ผู้ฟังรับรู้และเข้าใจตรงกันตามจุดประสงค์ที่ผู้พูดวางไว้

กองทัพ เคลือบพนิชกุล (2542: 43) กล่าวว่า การพูด หมายถึง การที่มนุษย์เปล่งเสียงเป็นถ้อยคำออกมา เพื่อแสดงความรู้ ความคิด ความรู้สึก หรือความต้องการของผู้พูดไปให้ผู้ฟังได้ยินและเข้าใจ โดยอาศัยภาษา น้ำเสียง และอากัปกิริยา ทำทางเป็นสื่อ และมีการตอบสนองจากผู้ฟัง

วราภรณ์ ทองสัมฤทธิ์ และวิภาวรรณ อยู่เย็น (2549: 139) กล่าวว่า การพูด หมายถึง การสื่อสารด้วยถ้อยคำ ทำทาง และน้ำเสียงโดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้ฟัง ทราบ เข้าใจ และหรือตอบสนองในสิ่งที่ผู้พูดต้องการ

ธนู ทดแทนคุณ และกานต์วี แพทย์พิทักษ์ (2552: 53) กล่าวว่า การพูด หมายถึง พฤติกรรมการสื่อความหมายของมนุษย์โดยอาศัยภาษา ถ้อยคำ น้ำเสียง ตลอดจนกิริยา ทำทาง สีหน้า และสายตา เพื่อถ่ายทอดอารมณ์ ความรู้สึก ความรู้ ความคิด ของตนเองแก่ผู้ฟังให้เกิดผลตอบสนองตามที่ต้องการ

จากการศึกษาทักษะการสื่อสารทางด้านการพูดสามารถสรุปได้ว่า การพูด หมายถึงการสื่อสารด้วยถ้อยคำ ทำทาง และน้ำเสียง เพื่อแสดงความรู้ ความคิด ความรู้สึก หรือความต้องการของผู้พูดไปให้ผู้ฟังได้ยิน และเข้าใจ และการพูดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ เรียนรู้วิธีการคิด และมีความชัดเจนในสิ่งที่คิดอันเนื่องมาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน

ในชั้นเรียน ดังนั้นการให้นักเรียนได้พูดคุยอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนทำให้เขาเกิดการเชื่อมโยงความรู้ได้เป็นอย่างดี แต่ละคนสามารถขยายแนวความคิดของกันและกันได้ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความชัดเจนในงานหรือกระบวนการทำงาน

### 3.3.3 การอ่าน

แม็คคัทชัน (McCutchan. 1980: 1) กล่าวว่า การอ่านเป็นทักษะการรับรู้ที่ข้อความจะถูกตีความด้วยผู้รับ ผู้อ่านจะบรรจุเป้าหมายในการอ่านจำเป็นต้องได้รับการฝึกทักษะการอ่าน เพื่อให้ผู้อ่านได้รับความรู้จากข้อความและนำไปใช้ประโยชน์ได้

พิมม์ (Pimm. 1987: 179) ได้กล่าวว่า การอ่านหมายถึง ความสามารถของมนุษย์ในการเรียงลำดับของเสียงภาษาเมื่อประสบกับข้อความการอ่าน การอ่านไม่จำเป็นต้องบอกรายละเอียดของเรื่องราวทั้งหมด แต่การอ่านที่ดีนั้นต้องอ่านอย่างเข้าใจทั้งตัวอักษร หรือสัญลักษณ์ อีกทั้งสามารถสื่อความหมายกับผู้อื่นให้เข้าใจได้

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ (2535: 66-67) ได้กล่าวถึงการอ่านไว้ว่า การอ่านเป็นการช่วยเพิ่มพูนสติปัญญา ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ตลอดจนทำให้เข้าใจและเข้าถึงหนังสือ การที่จะเข้าใจและเข้าถึงหนังสือจำเป็นต้องได้รับการฝึกทักษะการอ่าน โดยนำเสนอการอ่านเพื่อจับใจความสำคัญ เพื่อเก็บสาระสำคัญของเรื่องที่อ่านตลอดจนแนวคิดหรือทัศนคติของผู้อ่าน

สุนันทา มั่นเศรษฐวิทย์ (2543: 4-9) ได้กล่าวถึงการอ่านไว้ว่า การอ่านเป็นเครื่องมือสำคัญในการแสวงหาความรู้และมีจุดมุ่งหมายเพื่อตีความของสัญลักษณ์ให้เป็นความหมายที่ถูกต้อง เพื่อเรียงลำดับเหตุการณ์และสรุปแนวคิดของเรื่อง เพื่อตอบคำถามได้ถูกต้อง และจุดมุ่งหมายของแต่ละคนไม่เหมือนกัน รูปแบบการสอนการอ่านแบบหนึ่งคือการใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิด เพื่อหาคำตอบพื้นฐาน เพื่อคิดวิจารณ์ญาณ และเพื่อคิดสร้างสรรค์

ไตรรงค์ เจนการ (2548: 5) ได้กล่าวว่า การอ่านเป็นกระบวนการในการแปลความหมายของตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ที่มีการจัดบันทึกไว้ กระบวนการในการอ่านเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ลักษณะการอ่านที่แท้จริง ได้แก่ การทำความเข้าใจความหมายของเรื่องที่อ่าน การเข้าใจความหมายของตัวอักษรหรือสัญลักษณ์

สิริวรรณ นันทจันทุล และสมเกียรติ รัชฌ์มณี (2549: 100) กล่าวว่า การอ่าน เป็นทักษะกระบวนการรับสารอย่างหนึ่งซึ่งใช้คู่กับทักษะการเขียน การอ่านจะช่วยให้สามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ได้มาก เนื่องจากข้อมูลข่าวสารที่ได้รับจากการอ่านนั้นผู้รับสารสามารถอ่านทบทวนกลับไปกลับมาได้หลายรอบจนกว่าจะเข้าใจ

ธนู ทดแทนคุณ และกานต์วี แพทย์พิทักษ์ (2552: 53) กล่าวว่า การอ่านหมายถึง การรับรู้และแปลความหมายของตัวอักษร เครื่องหมาย สัญลักษณ์ที่สื่อความหมายต่างๆ

มาเป็นความคิด ความรู้ และความเข้าใจ ระหว่างผู้เขียนและผู้อ่าน เพื่อให้ผู้อ่านสามารถนำความจากสารนั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์

จากการศึกษาทักษะการสื่อสารทางด้านการอ่านสามารถสรุปได้ว่า การอ่าน เป็นทักษะกระบวนการรับสารอย่างหนึ่งซึ่งใช้คู่กับทักษะการเขียน การอ่านช่วยให้เกิดการรับรู้และแปลความหมายของตัวอักษร เครื่องหมาย สัญลักษณ์ที่สื่อความหมายต่างๆ มาเป็นความคิด ความรู้ และความเข้าใจ ระหว่างผู้เขียนและผู้อ่าน การอ่านนับว่าเป็นการสื่อสารที่จำเป็นเพราะแหล่งความรู้ที่นักเรียนจะต้องประสบ ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของหนังสือเอกสาร หรือสิ่งพิมพ์ต่างๆ นักเรียนจึงควรได้ฝึกฝนการอ่าน และทำความเข้าใจรายละเอียดในบทเรียนด้วยตนเองจากหนังสือหรือเอกสาร เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการศึกษาค้นคว้า หาข้อสรุปด้วยตนเองมากกว่าจะเป็นเพียงผู้คอยรับความรู้จากครูเท่านั้น

### 3.3.4 การเขียน

พิมม์ (Pimm. 1987: 184) ได้กล่าวว่า การเขียนทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวอักษร นั่นคือ การรวบรวมสัญลักษณ์และการนำสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

มอร์แกน (Morgan. 1998: 22) กล่าวว่า การเขียน หมายถึง การแสดงออกมาเป็นตัวอักษร หรือสัญลักษณ์ โดยใช้มือ ตา และสมองไปพร้อมๆ กัน เพื่อแสดงความเป็นจริงให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ

บันลือ พทกษะวัน (2533: 55) ได้กล่าวถึงการเขียนว่า การเขียนเป็นการสื่อความคิดต่อสถานการณ์ต่างๆ ดังนั้นการส่งเสริมการเขียนย่อมช่วยพัฒนาความคิดอันเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคมในอนาคต

ปรัชญา อาภากุล และการุณันท์ รัตนแสนวงษ์ (2541: 131-134) ได้กล่าวถึงการเขียนว่า การเขียนเป็นการแสดงออกเพื่อการติดต่อสื่อสารอย่างหนึ่งของมนุษย์ โดยตัวอักษรเป็นสื่อเพื่อถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความต้องการ ประสบการณ์ของตนให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งสามารถคงทนอยู่ได้นาน ตรวจสอบได้ และใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงได้

กองทัพ เคลือบพนิชกุล (2542: 81-82) กล่าวว่า การเขียน หมายถึง ทักษะการใช้ภาษาชนิดหนึ่ง เป็นการถ่ายทอดความรู้ ความคิด จินตนาการ ประสบการณ์ต่างๆ รวมทั้งอารมณ์และความรู้สึกกับข่าวสาร เป็นการสื่อสารหรือสื่อความหมาย โดยมีตัวหนังสือ ตลอดจนเครื่องหมายต่างๆ เป็นสัญลักษณ์แทนถ้อยคำในภาษาพูด เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ตามความมุ่งหมายของผู้เขียน

ธนู ทดแทนคุณ และกานต์วี แพทย์พิทักษ์ (2552: 53) กล่าวว่า การเขียน หมายถึง การเรียบเรียงความคิดในสิ่งที่สื่อสารเป็นตัวหนังสืออย่างมีจุดมุ่งหมายเพื่อถ่ายทอดความรู้สึก ความนึกคิด ความต้องการ และข้อมูลต่างๆ ไปยังผู้อ่าน

จากการศึกษาทักษะการสื่อสารทางด้านการเขียนสามารถสรุปได้ว่า การเขียนเป็นการแสดงออกเพื่อการติดต่อสื่อสารอย่างหนึ่งของมนุษย์ โดยผ่านตัวอักษร ตลอดจนเครื่องหมายต่างๆ เป็นสัญลักษณ์แทนถ้อยคำในภาษาพูด เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ตามความมุ่งหมายของผู้เขียน เพื่อถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความต้องการ ประสบการณ์ของตนให้ผู้อื่นได้รับทราบ

### 3.4 บทบาทของครูในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เกรย์ และรีส (Gray; & Reese. 1957: 397-398) กล่าวว่า ครูควรฝึกให้นักเรียนอ่านบททวนอย่างละเอียด และรู้จักตั้งคำถามด้วยตนเองและควรชี้ให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
2. เข้าใจความหมายของเลขคณิต
3. หัดอ่านให้เร็วขึ้น
4. หัดเข้าใจศัพท์เกี่ยวกับปริมาณและคุณภาพ

โรแวน และมอร์โรว์ (Rowan; & Morrow. 1993: 9-11) ได้เสนอบทบาทของครูในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. นำเสนอสื่อรูปธรรม แล้วให้นักเรียนได้พรรณนาถึงสิ่งที่พบ
2. ใช้เนื้อหา เรื่องราวหรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียน เช่น โครงการที่มีกิจกรรมการสืบค้น สื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมเช่นนี้ ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียนจะทำให้การใช้คณิตศาสตร์สื่อสารเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์
3. การใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และแสดงการตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย และคิดอย่างสร้างสรรค์ การส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารในที่นี้ รวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามให้กับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสงสัย
4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด การเขียนสื่อสารแนวคิดเป็นสิ่งสำคัญและควรให้นักเรียนได้ฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย นั่นคือเป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจนกับนักเรียน
5. ใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน (Cooperative and collaborative group) การให้นักเรียนนั่งเป็นแถวและนั่งประจำโต๊ะของตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย การจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ร่วมมือ และช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิดอธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง

6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะโดยอ้อม (Over and cover clues) การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและการจัดระบบชั้นเรียน เป็นการชี้แนะให้นักเรียนได้เห็นถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล บัซซ์แมน (Buschman. 1995: 324-329) ได้เสนอกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาการสื่อสารไว้ว่าควรฝึกให้นักเรียนเขียนวารสาร ฝึกแต่งโจทย์ปัญหาเอง ให้ร่วมกิจกรรมเก้าอี้ของนักคณิตศาสตร์ มีกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือและเขียนหนังสือพิมพ์ โดยในกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือนั้นควรให้นักเรียนมีการแก้ปัญหาาร่วมกัน ให้อธิบายกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา มีการพูดแสดงประสิทธิภาพการแก้ปัญหาของกลุ่ม มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาของสมาชิก เน้นการพูดคุยกับเพื่อน ซึ่งมีความสำคัญมากโดยเฉพาะกับเด็กเล็ก เด็กๆ จะรู้สึกสะดวกสบายใจที่จะพูดคุยกับเพื่อนมาก ทำให้สื่อความคิดได้มีประสิทธิภาพกว่า และบัซซ์แมนยังได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการสื่อสารไว้ 14 แนวทาง ดังนี้

1. เสนอปัญหาและคำตอบ แล้วให้นักเรียนเขียนข้อความที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับคำตอบ
2. เสนอปัญหาที่แก้แบบผิดๆ แล้วให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อผิดพลาดนั้น
3. เสนอปัญหาที่ประกอบด้วยข้อมูลและเงื่อนไขหนึ่งปัญหา ให้นักเรียนเขียนปัญหาใหม่ที่มีข้อมูลและเงื่อนไขไม่แตกต่างจากปัญหาเดิม แล้วให้นักเรียนแก้ปัญหาทั้ง 2 ข้อ พร้อมทั้งอธิบายความยากง่ายในการแก้ปัญหาแต่ละข้อ
4. เสนอปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาบางส่วน แล้วให้นักเรียนหาทางแก้ปัญหาต่อให้เสร็จ และให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาใหม่แบบใหม่ พร้อมทั้งอธิบายวิธีแก้ปัญหานั้น
5. เสนอปัญหาและข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำตอบ ให้นักเรียนระบุข้อเท็จจริงเหล่านั้นและเขียนปัญหานั้นใหม่โดยตัดข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป
6. เสนอปัญหาให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เพียงคำสั้นๆ
7. หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาเสร็จแล้วให้นักเรียนเขียนปัญหาใหม่ที่มีบริบทแตกต่างไป แต่ให้คงโครงสร้างของปัญหาเดิม
8. เสนอปัญหาในชีวิตจริงที่ไม่มีตัวเลขแก่นักเรียน ให้นักเรียนประมาณคำตอบและตัวเลขที่หายไปแล้วให้นักเรียนแก้ปัญหาและบอกว่าพบคำตอบได้อย่างไร
9. เสนอกราฟหรือตารางให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนเขียนเรื่องที่น่าเสนอข้อมูลในกราฟหรือตารางเหล่านั้น
10. เสนอแนวโน้มหรือตัวอย่างข้อมูลแก่นักเรียน แล้วให้นักเรียนทำนายโดยใช้ข้อมูลเหล่านั้นและเขียนเรื่องที่ประกอบด้วยข้อมูลเหล่านั้น
11. เสนอปัญหาจริงที่พบในชั้นเรียนแก่นักเรียน ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องอาศัยการใช้วัตถุจริงๆ ร่วมกัน แล้วให้นักเรียนคิดแผนการใช้วัตถุเหล่านั้นด้วยกัน และตรวจสอบแผนการที่คิดขึ้น

12. ให้นักเรียนเขียนจดหมายที่มีปัญหาอยู่ พร้อมทั้งคำเชิญชวนให้ผู้ได้รับจดหมายแสดงวิธีแก้ปัญห
13. เสนอบัญหาปลายเปิดให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนค้นหาข้อมูลที่เป็นจำเป็นในการแก้ปัญห
14. ให้นักเรียนเขียนนิยายหรือเล่าเรื่องใหม่โดยมีข้อมูลที่เป็นตัวเลข เพื่อใช้เป็นแหล่งสร้างโจทย์ปัญหา

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 270-272) ได้ระบุว่า บทบาทของครูในการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับเกรด 6-8 ว่า ครูจะต้องจัดสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการให้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหาปัญหาร่วมกัน รวมถึงการให้คำแนะนำจากครู การให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปรายและการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีการสื่อสารทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยครูจะต้องกำหนดชิ้นงาน (task) ที่ประกอบด้วย

1. ความสัมพันธ์เกี่ยวกับความสำคัญของแนวคิดทางคณิตศาสตร์
2. มีแนวทางในการหาคำตอบได้หลายวิธี
3. การให้นักเรียนได้ใช้ตัวแทน (Representations) ที่อย่างหลากหลาย
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย แสดงเหตุผล และการคาดเดา ในการแก้ปัญห

การอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูจะมีบทบาทในการให้คำแนะนำ โดยที่ครูเดินไปตามกลุ่ม และรับฟังการตอบคำถามที่แตกต่างกันของนักเรียน

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 280-285) ยังได้เสนอเพิ่มเติมว่า นักเรียนควรเรียนที่จะเปรียบเทียบพิจารณาและใช้การสื่อความหมายในรูปแบบต่างๆ สำหรับจำนวนเต็ม ร้อยละ ทศนิยม และเศษส่วน นักเรียนควรจะเรียนที่จะใช้การสื่อความหมายในรูปของเลขยกกำลัง หรือสัญลักษณ์ของจำนวนต่างๆ สำหรับจำนวนที่มีค่ามากๆ หรือน้อยมากๆ นักเรียนควรเรียนที่จะใช้เครื่องมือทางกราฟฟิกเพื่อสื่อความหมายและวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ หากนักเรียนเข้าใจการสื่อความหมายได้หลายรูปแบบนักเรียนจะมีความเข้าใจมากขึ้น ดังนั้นต้องส่งเสริมการสื่อความหมายในหลายๆ รูปแบบ ต้องให้นักเรียนใช้การสื่อความหมายในการแก้ปัญหขนาดใหญ่อะไรก็ตามที่เป็นตัวแบบ (model) ของสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ สังคมหรือปรากฏการณ์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นในการพัฒนาการสื่อความหมายควรปฏิบัติ ดังนี้

1. ครูต้องช่วยให้นักเรียนรู้ที่จะใช้การสื่อความหมายที่ยืดหยุ่น และเหมาะสม โดยการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างและใช้การสื่อความหมายเพื่อส่งเสริมความคิดและการสื่อสาร
2. ครูต้องช่วยให้นักเรียนสื่อความหมาย โดยการฟัง การถาม และพยายามที่จะเข้าใจสิ่งที่นักเรียนพยายามสื่อด้วยรูปวาด การเขียน โดยเฉพาะการสื่อความหมายอย่างไม่เป็นทางการ
3. การสื่อความหมายอย่างเป็นทางการใช้ได้อย่างกว้างขวางและเข้าใจได้ทั่วถึง แต่ต้องอาศัยความพร้อม ดังนั้นครูควรช่วยตัดสินว่าเมื่อไรนักเรียนควรจะพัฒนาไปสู่การสื่อความหมาย

อย่างเป็นทางการ

4. ครูมีบทบาทสำคัญในการช่วยนักเรียนพัฒนาความสามารถในการสื่อความหมาย เช่น ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจเรื่องตัวแปร

5. ครูต้องให้ประสบการณ์ในการใช้การสื่อความหมายที่เป็นสิ่งที่มองเห็นได้อย่าง หลากหลาย และแนะนำการสื่อความหมายรูปแบบใหม่ที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา

6. ครูต้องช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจและมีความสามารถในการสร้างการสื่อ ความหมายของตนเองเมื่อมีการแก้ปัญหาที่ท้าทายและเลือกการสื่อความหมายที่เป็นทางการ ที่ยืดหยุ่นและเหมาะสม

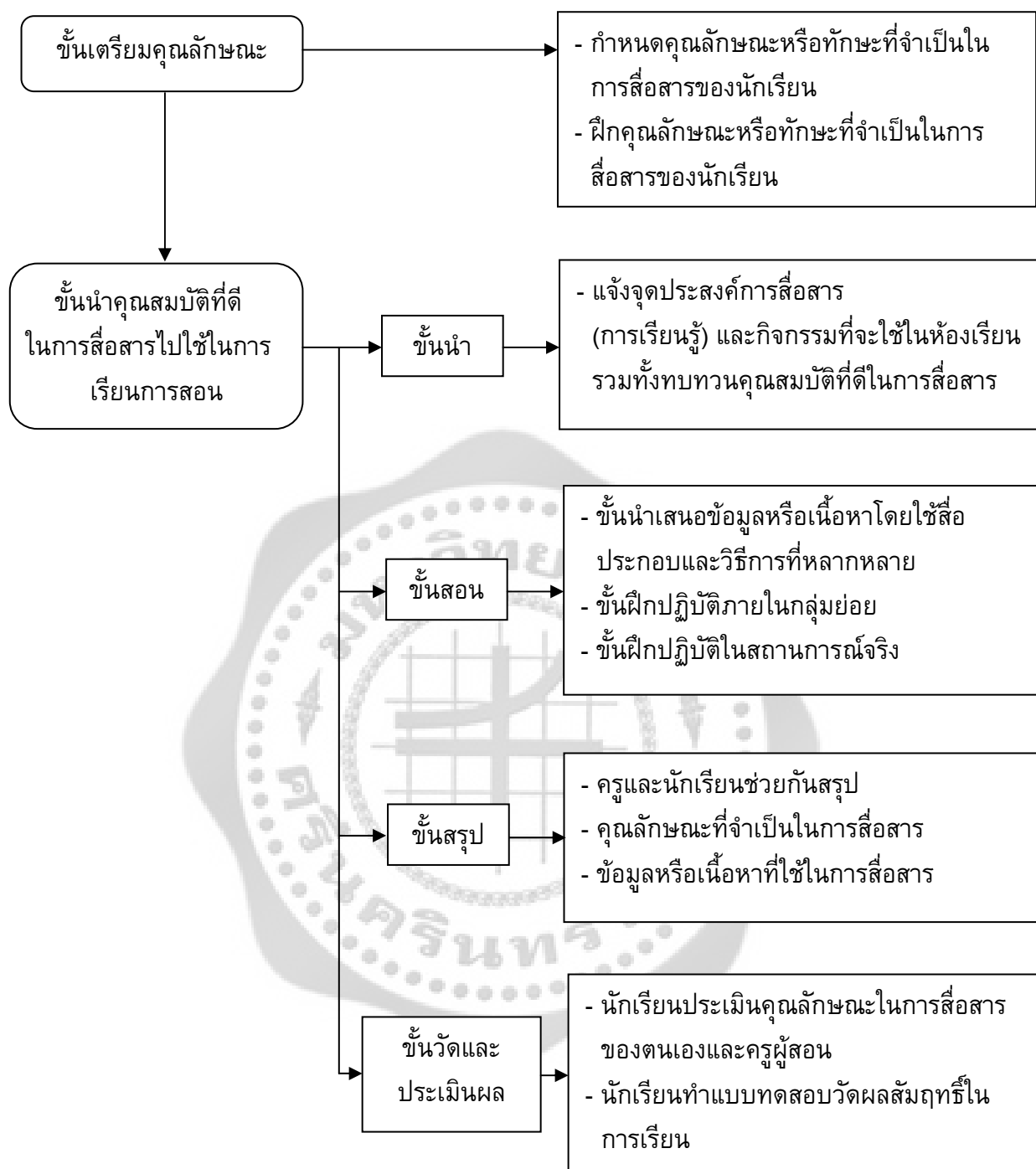
7. ครูต้องช่วยให้นักเรียนได้ใช้การสื่อความหมายอย่างเหมาะสม

8. ครูสามารถติดตามพัฒนาการในด้านการสื่อความหมายโดยการส่งเสริมให้นักเรียน อภิปราย รูปภาพกราฟ หรือสัญลักษณ์ที่นักเรียนใช้ในงานของนักเรียน

9. นักเรียนจะประเมินการสื่อความหมายและตระหนักถึงคุณลักษณะที่ทำให้การสื่อ ความหมาย มีความยืดหยุ่น เหมาะสม และมีประโยชน์ เมื่อเห็นว่าผู้อื่นแปลความหมายสิ่งที่นักเรียน ประทับใจในความง่ายและมีประสิทธิภาพของการสื่อความหมายแบบทางการและบทบาทของการสื่อ ความหมายที่ช่วยในการสื่อสารกับผู้อื่น

กองวิจัยทางการศึกษา (2542: 57-58) ได้ระบุถึงรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาศักยภาพ ทักษะการสื่อสารว่า ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อฝึกทักษะการสื่อสารของเด็กให้ หลากหลายและนำไปสู่การปฏิบัติจริงทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนในการวางแผน การสอน ครู จะต้องกำหนดกิจกรรมในขั้นตอนการสอนทั้งขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป และขั้นวัดและประเมินผลให้ ชัดเจนและให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ดังแสดงในภาพประกอบ 5





ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนของรูปแบบการสอนเพื่อฝึกทักษะการสื่อสาร

ที่มา: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ. (2542). การสังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาศักยภาพของเด็กไทยด้านทักษะการสื่อสาร. หน้า 58.

สสวท. (2551: 74-75) ได้เสนอว่า เพื่อให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ ครูควรให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ดังนี้

1. มีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉง (active participation) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารมีโอกาสได้ซักถามหลังจากที่ฟังคำอธิบาย มีโอกาสนำเสนอแนวคิดหรือเหตุผลที่ต่างออกไป หรือได้ลองลงมือปฏิบัติ
2. มีโอกาสทราบผลการกระทำทันที (immediate feedback) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้รับคำติชมวิพากษ์วิจารณ์ทันทีในโอกาสแรกที่เป็นไปได้ ทั้งนี้เพื่อจะได้ทราบว่าผู้รับสารสามารถรับสารได้ดีเพียงใด
3. มีความรู้สึกภาคภูมิใจและประสบการณ์ที่เป็นความสำเร็จ (success expression) กล่าวคือ มีโอกาสท้าทายให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้คิดหรือได้ทำ ทั้งนี้เพราะเมื่อทำได้สำเร็จก็จะเกิดความภาคภูมิใจ
4. มีโอกาสได้รับสารทีละน้อยตามลำดับขั้น (gradual approximation) กล่าวคือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้ใคร่ครวญตามทีละน้อยจากง่ายไปยาก จนเข้าใจในเนื้อหาของสารที่จะได้รับ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า บทบาทของครูในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถทำได้หลากหลายวิธี แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว การส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นจะเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและคิดวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ด้วยตนเอง จึงจะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียนอย่างแท้จริง โดยมีครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะแนวทาง และคอยใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นออกมาไม่ว่าจะเป็นการเขียนหรือการพูด

### 3.5 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เทอร์เบอร์ (Thurber. 1976: 514-534) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ควรจัดดังนี้

1. ศัพท์ทางคณิตศาสตร์ (The Vocabulary of Mathematics) ซึ่งให้ผู้เรียนได้เข้าใจที่มาและความหมายของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์หรือการสร้างคำศัพท์
2. การนำเสนอด้วยปากเปล่า (Oral Presentations) ได้แก่ การให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมดังนี้

2.1 การสรุปรายงานในห้องเรียนหรือการรายงานสั้นๆ ที่ให้ผู้เรียนได้ออกมาพูดหน้าชั้นและมีคำถามตอบจากเพื่อนในชั้น

2.2 พุดนำเสนอเมื่อได้รับการฟัง การอ่านหนังสือ หรือการดูภาพยนตร์  
ครูมอบหมายให้ผู้เรียนไปอ่าน หรือให้ชมภาพยนตร์เรื่องที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ แล้วนำมาพุดรายงาน โดยมีวัตถุประสงค์ของการพุดและการรายงาน

2.3 การนำเสนอเป็นกลุ่ม การทำงานเป็นทีมของผู้เรียนโดยให้เตรียมเรื่องที่สนใจที่ต้องการพูด และนำเสนออภิปราย

2.4 เกมทางคณิตศาสตร์อาจจะให้เล่นเกมในเวลาสั้นๆ โดยการเขียนที่ให้แสดงจินตนาการ หรือกำหนดสถานการณ์มา และให้คิดแก้ปัญหา

2.5 รายการโทรทัศน์และวิทยุ ให้ดูรายการที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ อาจจัดกิจกรรมกำหนดเวลาสั้นๆ ให้ และให้มีการนำเสนอความคิดจากการดูรายการโทรทัศน์หรือวิทยุ

3. การเขียนที่ดีและเพิ่มการเขียนให้มากกว่าเดิม โดยสนับสนุนการเขียนของผู้เรียน อาจให้ผู้เรียนได้มีการสรุปจากบทเรียนที่ได้เรียนมา หรือในการให้ผู้เรียนได้เขียนจากประสบการณ์ โดยไม่ต้องจำกัดหน้าในการเขียน

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 4-5) ได้ระบุถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ถามนั้น ถือเป็นส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแสดงเหตุผล โดยการเปิดโอกาสให้อธิบายเหตุผลกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน หรือการคิดค้นหาคำตอบจากคำถามที่เกี่ยวกับบางสิ่ง เช่น ปริศนาต่างๆ ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอันลึกซึ้งในความคิดของพวกเขา การจัดลำดับที่จะติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับแนวคิดของคนอื่นๆ ให้ผู้เรียนหลายคนตอบสนองอย่างเปิดเผยตรงไปตรงมาในการเรียนรู้ การจัดระบบ และรวบรวมแนวคิดของพวกเขาเข้าด้วยกัน ผู้เรียนควรจะได้รับ การสนับสนุนเพื่อพัฒนาความสามารถเฉพาะตัวของพวกเขาเองอย่างชัดเจนและต่อเนื่องตลอดเวลา เมื่อพวกเขาอายุมากขึ้นรูปแบบที่ตกลงกันของพวกเขาและการพูดอภิปราย ไม่ควรจะยึดติดกฎเกณฑ์แต่ควรมีการพิสูจน์เพื่อให้ได้แบบแผน และผู้เรียนควรจะทราบมากขึ้นเกี่ยวกับการระลึกถึงและการตอบสนอง การรับฟังของผู้เรียนการส่งเสริมความสามารถพิเศษเกี่ยวกับการเขียนคณิตศาสตร์ที่ควรมีโดยเฉพาะในแต่ละระดับที่กำหนดในหลักสูตรการทำงานเพื่อที่จะแก้ปัญหา ร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน ผู้เรียนจะได้มีโอกาสในการแสดงทัศนคติ และวิธีอื่นๆ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และประเมินค่าแนวความคิดอื่นๆ รู้จักการสร้างแนวความคิดใหม่ๆ ยกตัวอย่าง เช่น ให้ผู้เรียนลองแก้ปัญหาที่มีคำถามลักษณะพีชคณิตที่ได้แสดงไว้ดังต่อไปนี้

“มีกระต่ายอยู่จำนวนหนึ่งและมีกรงใส่กระต่ายอยู่อีกจำนวนหนึ่ง ถ้าเรานำกระต่ายใส่ในกรง กรงละ 1 ตัว จะมีกระต่ายเหลือ 1 ตัวที่ต้องอยู่นอกกรง และถ้าเราใส่กระต่ายไว้กรงละ 2 ตัว จะมีกรงเหลือ 1 กรงที่ว่างอยู่ ถามว่ามีกระต่ายทั้งหมดกี่ตัวและมีกรงใส่กระต่ายกี่กรง”

นักเรียนอาจจะช่วยเหลือและอาศัยความเข้าใจของนักเรียนผู้ที่สามารถมองเห็นปัญหา และสามารถอธิบายให้เพื่อนเข้าใจได้ นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ถึงจุดเด่นและจุดด้อย หรือขีดจำกัดของตนเองที่แตกต่างกันของนักเรียนในแต่ละคนที่จะใช้วิธีในการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้การสื่อสารจึงเป็นสิ่งจำเป็นของนักคิดทางคณิตศาสตร์

มังกร ทองสุขดี (2535: 143-151) กล่าวว่า การฝึกทักษะทางภาษาและทักษะการสื่อความหมายทางวิชาคณิตศาสตร์ อาจทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การอ่านหนังสือ (Reading Skills) เพื่อต้องการให้เด็กค้นหาข้อเท็จจริง หลักเกณฑ์ รวมทั้งข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในอันที่จะช่วยให้เกิดความคิด เพิ่มพูนสติปัญญาหรือความประทับใจ ครูควรจะต้องเลือกสรรเรื่องราวที่เด็กควรรู้ และควรจะมีใจให้เด็กทราบถึงจุดประสงค์ของการอ่านแต่ละเรื่องแต่ละครั้งว่าจะมีประโยชน์อย่างไรบ้าง เพราะการอ่านเกี่ยวกับคณิตศาสตร์นั้นจะมีเป้าหมายของการอ่านที่แตกต่างไปจากการอ่านหนังสือประเภทอื่น ๆ ในห้องสมุดก็ดีหรือในห้องเรียนก็ดี ควรจะได้มีการเสาะหาหนังสือเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ประเภทต่าง ๆ เช่น ตำราวารสาร เอกสาร บทความให้มีจำนวนมากพอแก่ความต้องการ

2. การพัฒนาศัพท์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Vocabulary Development) ศัพท์คณิตศาสตร์ คือคำที่บัญญัติขึ้น เพื่ออธิบายความหมายในเนื้อหาของวิชาการ มักเป็นคำเฉพาะที่นักเรียนจะได้พบเห็นและต้องศึกษาอยู่เสมอ การทำความเข้าใจในศัพท์จะช่วยให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีหลายวิธีดังนี้

- 2.1 ให้นักเรียนรู้ศัพท์ใหม่ขณะที่ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.2 ให้นักเรียนรู้ศัพท์ทางสื่อทัศนูปกรณ์ เช่น สอนให้เด็กจัดป้ายนิเทศ
- 2.3 ให้นักเรียนรู้ศัพท์จากการรายงาน เช่น การพูดและการฟัง
- 2.4 ให้นักเรียนรู้ศัพท์โดยการสร้างความคิดรวบยอดหรือสังกัป
- 2.5 ให้นักเรียนรู้ศัพท์จากการอ่านหนังสือ
- 2.6 ให้นักเรียนรู้ศัพท์จากการใช้พจนานุกรม
- 2.7 ให้นักเรียนรู้ศัพท์จากอุปกรณ์ที่เด็กทำขึ้นเอง เช่น แผนภูมิ กราฟ

3. ฝึกให้นักเรียนมีทักษะทางการพูดและการอภิปราย (Speaking and Discussion Skills) ในการสอนคณิตศาสตร์อาจจะฝึกให้นักเรียนมีทักษะเกี่ยวกับการถ่ายทอดความรู้โดยระบบการสื่อสารอยู่ 2 วิธีการ คือ รายงานโดยปากเปล่ากับการอภิปรายซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยสร้างทักษะทางสังคมให้แก่นักเรียนอีกด้วย ในการนำเสนอปากเปล่านักเรียนจะต้องพยายามถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจของตนเองให้แก่เพื่อนอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ฉะนั้นการใช้ภาษาพูดอย่างถูกต้อง จึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุดกับการอภิปรายเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด ครูจะต้องพยายามอธิบายให้นักเรียนทราบว่าการอภิปราย คือ ความพยายามร่วมกันที่จะแก้ปัญหาเพื่อต้องการทดสอบข้อเท็จจริงหรือเสนอข้อคิดเห็น ครูต้องเป็นบุคคลสำคัญของการเป็นผู้นำเพื่อให้เกิดความร่วมมือระหว่างนักเรียน และครูต้องเป็นผู้วางแผนให้เด็กได้ทราบว่าเขาจะต้องกระทำอย่างไรบ้าง เช่น นักเรียนจะต้องรู้จักอำนาจหน้าที่ของตนเองและรู้ว่าตนเองจะต้องมีความรับผิดชอบอย่างไร

4. ฝึกให้เด็กมีทักษะในการฟัง (Listening Skills) ในการเรียนของนักเรียนย่อมจะต้องอาศัยการฟังเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่ง นักเรียนที่มีทักษะในการฟังย่อมทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และทักษะในการฟังนั้นเป็นสิ่งที่สามารถจะปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นได้ และมีวัตถุประสงค์อยู่หลายประการ เช่น

4.1 ฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการฟังเพื่อความถูกต้อง เช่น ฝึกให้นักเรียนฟังเกี่ยวกับคำชี้แจง ฟังเพื่อตอบปัญหา ฟังเพื่อติดตามเรื่องราว ฟังเพื่อให้ระลึกถึงสิ่งที่ผ่านมาแล้ว

4.2 ฝึกให้มีทักษะในการฟังเพื่อพินิจพิจารณาและวิเคราะห์ เช่น ฝึกให้นักเรียนฟังเกี่ยวกับคุณค่า ให้อรรถกถาข้อแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับความคิดเห็นเพื่อสรุปความหรือแสดงความคิด

4.3 ฝึกให้มีทักษะในการฟังเพื่อให้เกิดความซาบซึ้ง เช่น ฟังเรื่องราวเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ คำประพันธ์หรือละคร

4.4 ฝึกให้มีทักษะในการฟังเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เช่น ช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดใหม่ๆ แปลกๆ ภายหลังที่นักเรียนได้ฟังเกี่ยวกับการทดลอง การสาธิต การวิจัย เรื่องราวทางคณิตศาสตร์ หรือสื่อใหม่ๆ เป็นต้น

5. ฝึกให้มีทักษะในการเขียน (Writing Skills) นักเรียนมีโอกาสที่แสดงความสามารถในการเขียนได้มากมาย เช่น การทำการบ้าน การตอบปัญหา การเขียนรายงาน การฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการเขียนจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้เด็กได้รู้จักการรวบรวมความรู้ต่างๆ เข้ามาเป็นหมวดหมู่ สร้างกฎเกณฑ์ และการนำเอาไปประยุกต์ใช้ ครูต้องคำนึงถึงความสามารถของเด็กและช่วยให้เด็กเกิดประสบการณ์มากขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ในชีวิตประจำวันและหลีกเลี่ยงการคัดลอกจากตำราให้มากที่สุด

6. ฝึกให้มีทักษะในการใช้ห้องสมุด (Library Skills) ครูควรจัดหาทางย้วยหรือกระตุ้นให้เด็กเข้าห้องสมุดเพื่อศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริง และสะสมความรู้ให้กว้างขวางอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นครูควรแนะนำให้เด็กรู้จักการใช้ห้องสมุด โดยแนะนำให้รู้จักเลือกหาหนังสือ วารสาร เอกสาร หนังสืออ้างอิง

สสวท. (2543: 286-287) ได้ระบุถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ว่าความสามารถในการสื่อสารเป็นคุณลักษณะที่ต้องฝึกซ้ำๆ และสามารถฝึกทักษะในการสื่อสารได้ดังนี้

1. การเล่าหรือการพูดทางคณิตศาสตร์เป็นการให้ข้อมูลข่าวสาร และแนวคิดสำคัญทางคณิตศาสตร์ที่มีเหตุผล การเล่าหรือการเขียนสรุปเรื่องราวทางคณิตศาสตร์ที่อ่านจากวารสาร หนังสือพิมพ์หนังสือต่างๆ จากการดูโทรทัศน์หรือการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต โดยครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้า แล้วนำมาเล่าหรือเขียนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการฝึกทักษะในการสื่อสารอีกวิธีหนึ่ง

2. การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษาหรือการศึกษาภาคสนาม ในโอกาสที่นักเรียนกลับมาจากทัศนศึกษาหรือศึกษาภาคสนามแล้วให้เขียนรายงานสรุปถึงความรู้สึกรู้สึกคิดในบางเรื่องที่ได้รับจากการไปทัศนศึกษาแต่ละครั้ง เช่น เมื่อพาไปสำรวจข้อมูลจำนวนนักเรียนในโรงเรียนใกล้เคียง นักเรียนควรจะสามารถเขียนบรรยายสรุปเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทั่วไปในบริเวณโรงเรียน ลักษณะนิสัยของนักเรียนที่พบเห็น รวมทั้งข้อคิดเห็นที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมในโรงเรียน ซึ่งผลสุดท้ายอาจให้นักเรียนแสดงข้อมูลออกมาในรูปแบบของแผนภูมิรูปวงกลม แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิเส้น เป็นต้น

3. การเล่นหรือบันทึกสิ่งที่สังเกตเห็นในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง กิจกรรมในส่วนนี้อาจทำได้ดังตัวอย่างเช่น ครูอาจให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่สังเกตเห็นได้จากข้อแตกต่างของการนำเสนอข้อมูลในลักษณะต่างๆ

4. การจัดแสดงผลงานหรือการนำเสนอผลงานทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือจากการสังเกตที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ในการนำเสนอควรมีการนำเสนอด้วยวาจาและผลงาน

นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้ในหลักสูตรสามารถใช้ฝึกทักษะในการนำเสนอผลงานทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนเขียนสรุปผลการศึกษาแล้วนำมาเล่าให้เพื่อนฟังก่อนที่จะเรียนครั้งต่อไป และถือว่าการนำเสนอเข้าสู่บทเรียนไปด้วย ทั้งนี้อาจมอบหมายให้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเป็นผู้เล่า

1. การพูดหรือการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ใช้ฝึกทักษะในการสื่อสารได้วิธีหนึ่งโดยให้นักเรียนช่วยกันระบุเรื่องที่จะพูดหรืออภิปราย กำหนดให้นักเรียนขึ้นมาพูดหรืออภิปรายเป็นกลุ่มมีการปรึกษาหารือกันในประเด็นที่จะพูด แบ่งกันไปอ่าน และค้นคว้าหาข้อมูลมาประกอบในการพูด หรืออภิปราย

2. การสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ ซึ่งพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศทั้งในด้านรู้จักข้อมูลที่ตรงตามจุดประสงค์ รู้จักเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม รู้จักประมวลผลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ รู้จักใช้การสื่อสารด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งในด้านค้นคว้าหาข้อมูลและหาความรู้

จากการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

1. กิจกรรมพัฒนาศัพท์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เข้าใจที่มาและความหมายของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ โดยการให้นักเรียนได้เรียนรู้คำศัพท์ใหม่ๆ อยู่เสมอในขณะที่เข้าร่วมกิจกรรม จากการอ่านหนังสือ หรือจากอุปกรณ์ที่นักเรียนทำขึ้นเอง เช่น แผนภูมิกราฟ

2. กิจกรรมการนำเสนอด้วยปากเปล่า เช่น การสรุปรายงานหน้าชั้นเรียน และมีการตั้งคำถามจากเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถามนั้น ถือเป็นการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนที่เป็นผู้ตอบจะมีโอกาสได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแสดงเหตุผลเพื่อตอบคำถามต่างๆ ทำให้นักเรียนได้เกิดความเข้าใจอันลึกซึ้งในความคิด ในการจัดระบบและรวบรวมแนวคิดของตนเองเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและตรงประเด็น รวมถึงการพูดสรุปความจากเรื่องที่อ่าน จากการดูภาพยนตร์ จากการฟังเพื่อนหรือครู และสามารถพูดสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจและตรงประเด็น และผู้ฟังก็ฟังอย่างตั้งใจ เข้าใจในเรื่องที่ผู้อื่นกำลังพูด อีกทั้งยังสามารถจดหรือเขียนบันทึกอย่างเป็นระบบเพื่อให้ตนเองเข้าใจได้ จะเห็นว่าการจัดกิจกรรมด้วยการนำเสนอด้วยปากเปล่าจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสื่อสารทั้งทางด้านการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียนไปพร้อมๆ กัน

3. กิจกรรมการเขียน จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแสดงทัศนคติและวิธีการในการแสดงการแก้ปัญหาต่างๆ ผ่านตัวอักษร หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และครูควรมีการสนับสนุนการเขียนของนักเรียนอาจทำให้นักเรียนได้มีการสรุปบทเรียนที่ได้เรียนมา หรือการให้นักเรียนได้เขียนเรื่องราวจากประสบการณ์ของตนเองโดยไม่ต้องจำกัดหน้าในการเรียน

4. กิจกรรมการอ่าน ครูควรจัดมุมหนังสือในห้องเรียน และเลือกสรรเรื่องราวที่นักเรียนควรรู้ หรือหนังสือเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ประเภทต่างๆ เช่น ตำรา วารสาร ให้มีจำนวนมากพอแก่ความต้องการ เพื่อจะทำให้นักเรียนได้ค้นหาข้อเท็จจริง หลักเกณฑ์ รวมทั้งข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่างๆ ในอันที่จะช่วยให้เกิดความคิด เพิ่มพูนสติปัญญา

### 3.6 ประโยชน์ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

รีเดเซล (Riedesel. 1990: 377) ได้นำเสนอประโยชน์ของการสื่อสารโดยการเขียน ดังนี้

1. เป็นการประเมินการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพราะสิ่งที่ผู้เรียนเขียนบรรยายจะแสดงระดับความเข้าใจที่แตกต่างกัน
2. เป็นเครื่องมือช่วยวิจัยกระบวนการคิดของผู้เรียน
3. เป็นทักษะที่จำเป็นช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนในการคิด
4. เป็นทักษะที่จะช่วยเสริมทักษะการอ่าน และการเขียนในรายวิชาอื่นโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้การบรรยายในสิ่งที่ค้นพบ
5. เป็นวิธีในการเรียนคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ปกติผู้เรียนไม่ค่อยได้ใช้
6. เป็นทักษะที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดในระดับสูง เพื่อตอบคำถามว่า อย่างไร (How) และทำไม (Why) มากกว่าตอบว่าอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When)
7. เป็นการร่วมมือกันในการทำกิจกรรมเดียวกัน ทำให้ผู้เรียนรู้สึกทราบดีว่าสมาชิกในกลุ่มประสบความสำเร็จร่วมกัน เกิดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในการเรียนรู้

มัมมี และเชฟเฟอร์ด (Mumme; & Shepherd. 1993: 7-11) ได้เสนอประโยชน์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการส่งเสริมการสื่อสาร ดังนี้

1. การสื่อสารจะช่วยส่งเสริมความเข้าใจคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้อธิบายความคิดของเขา มีความสนใจในสิ่งที่จะได้อภิปราย และการฟังก็จะช่วยให้ผู้เรียนคนอื่นๆ เข้าใจได้อย่างลึกซึ้ง การฟังจะช่วยให้ผู้เรียนได้พิจารณาความคิดของคนอื่นที่แตกต่างกันออกไปของผู้เรียน แม้จะอยู่ในสถานการณ์เดียวกันก็ตาม การสื่อสารจะสนับสนุนการสร้างความรู้แก่ผู้เรียน โดยการสื่อสารจะช่วยขยายความคิด
2. การสื่อสารจะช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยน (Share) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน ผู้เรียนส่วนมากมักจะล้มเหลวในการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อผู้เรียนได้นำเสนอกฎเกณฑ์และกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์โดยการจำมากกว่าการคิดแบบค้นพบด้วยตนเอง

และการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน ครูจำเป็นต้องให้เกิดการสื่อสารมากขึ้น เพื่อให้บุคคลหนึ่งได้เชื่อมต่อกับความคิดทางคณิตศาสตร์ไปยังอีกบุคคลหนึ่ง โดยการอภิปรายและการแลกเปลี่ยนความคิดกัน ครูต้องให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทางภาษาคณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจในบทบาทของคำนิยามและกระบวนการในการอภิปรายและขยายสมมติฐานให้ชัดเจน

3. การสื่อสารจะช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ เมื่อครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนความคิดของผู้เรียน เพื่อให้ครูแน่ใจในความสามารถทางการสื่อสารความคิดของผู้เรียนอย่างแท้จริง ผู้เรียนควรฝึกการใช้ศักยภาพและควบคุมการเรียนรู้ของพวกเขาให้มาก เพื่อให้ผู้เรียนจะได้กลายเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ (Empowerment) ด้วยตนเอง

4. การสื่อสารเป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การพูดและการฟังบุคคลอื่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ เป็นวิธีการที่จะทำให้เราหลุดพ้นจากความวิตกกังวลในการแสดงความคิด การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนจะเป็นการให้ความสนุกสนานในการเรียนแก่ผู้เรียน การอำนวยความสะดวก และสังคมจะมีอิทธิพลต่อความเต็มใจที่จะพูดเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดของผู้เรียน

5. การสื่อสารจะช่วยให้ครูผู้สอนได้รับประโยชน์ในการหยั่งรู้ถึงความคิดของผู้เรียน ครูจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการคิดของผู้เรียนเป็นอย่างมาก โดยการฟังการอธิบายและการให้เหตุผลของผู้เรียน ความสามารถที่เป็นทักษะการสื่อสารจะเป็นการอธิบายโดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ทั้งหมดอย่างคล่องแคล่วโดยผู้เรียนจะต้องนำไปใช้และมีการฝึกปฏิบัติบ่อยๆ

จากการศึกษาถึงประโยชน์ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีประโยชน์ดังนี้

1. ช่วยในการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพราะสิ่งที่ผู้เรียนเขียนบรรยายหรืออธิบายจะแสดงระดับความเข้าใจที่แตกต่างกัน และที่สำคัญช่วยให้ครูสามารถหยั่งรู้ถึงความคิดของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

2. ช่วยส่งเสริมความเข้าใจคณิตศาสตร์แก่นักเรียน เนื่องจากนักเรียนได้อธิบายแนวความคิดของตนเอง มีความสนใจในการที่จะอภิปรายหรือพูดให้ผู้อื่นเข้าใจ และการฟังก็จะช่วยให้ให้นักเรียนคนอื่นๆ เข้าใจได้อย่างลึกซึ้ง และส่งผลให้นักเรียนกลายเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง

3. ช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้มีการพัฒนาภาษาทางคณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจในบทบาทของคำนิยามและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น

4. เป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การพูด และการฟังบุคคลอื่นในการทำงานร่วมกัน และการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานในการเรียนรู้ และเต็มใจที่จะพูดเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน



### 3.7 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 214-217) ได้ระบุว่าการประเมินผลความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอของผู้เรียนควรให้ผู้เรียนมีความสามารถดังนี้

1. บรรยายความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน สานิตให้เห็นภาพได้
2. เข้าใจ แปลความหมาย และประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่พบเห็นจากสิ่งที่นำเสนอในรูปแบบการเขียน หรือจากสิ่งที่มีการนำเสนอในรูปแบบปากเปล่าได้
3. ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ในการนำเสนอความคิดที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 112) ได้แบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)
  - 1.1 ไม่ใช่หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
  - 1.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
  - 1.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
  - 1.4 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
2. การใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Representations)
  - 2.1 ไม่ใช่ตัวแทนทางคณิตศาสตร์
  - 2.2 มีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์
  - 2.3 ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
  - 2.4 ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ ชัดเจน
3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)
  - 3.1 การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)
  - 3.2 การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
  - 3.3 การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์

สสวท. (2546: 18-19) ได้ระบุถึงการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม
2. ใช้ข้อความศัพท์ สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล
3. บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล
4. สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้
5. เสนอความคิดที่เหมาะสมกับปัญหา

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2547: 174-175) ได้แบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. การใช้ภาษาคณิตศาสตร์

คะแนน 1 หมายถึง ไม่มีการใช้หรือใช้ภาษาคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสมทั้งหมด

คะแนน 2 หมายถึง ใช้ภาษาคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมในบางส่วน

คะแนน 3 หมายถึง ใช้ภาษาคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่

คะแนน 4 หมายถึง ใช้ภาษาคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมกระชับและสละสลวย

2. การใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์

คะแนน 1 หมายถึง ไม่มีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์

คะแนน 2 หมายถึง มีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน

คะแนน 3 หมายถึง ใช้ตัวแทนคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเหมาะสม

คะแนน 4 หมายถึง มีแนวคิดในการประยุกต์ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้อย่างกว้างขวาง

3. ความชัดเจนในการนำเสนอ

คะแนน 1 หมายถึง การนำเสนอไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์ ไม่มีรายละเอียด

คะแนน 2 หมายถึง การนำเสนอมีบางส่วนชัดเจน

คะแนน 3 หมายถึง การนำเสนอส่วนใหญ่ชัดเจน

คะแนน 4 หมายถึง การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ มีรายละเอียด เรียบเรียงดี

โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ใน 4 ด้าน คือ

1. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง หมายถึง ความสามารถในการรับรู้จากเสียงที่ได้ยินอย่างเข้าใจ สามารถจับประเด็น วิเคราะห์ ตีความ ประเมินคุณค่าและจัดบันทึกได้ ซึ่งวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังจำนวน 2 ข้อ ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการฟังเป็นแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของสมเดช บุญประจักษ์ (2540: 334) และสัญญา ภัทรากกร (2552: 135)

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวความคิดที่เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม ซึ่งวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดจำนวน 2 ข้อ ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการพูดเป็นแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) โดยผู้วิจัยปรับปรุงเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของเคนเนดี และทิปปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 112) ปริญา สองสีดา (2550: 61) และจิตติมา ชอบเอียด (2551: 77-79)

3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบวัด

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านที่เป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ที่มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) ที่ผู้วิจัยปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของสมเดช บุญประจักษ์ (2540: 334) ปริญญา สองสีดา (2550: 62) และสัญญา ภัทรากร (2552: 133)

4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดแนวคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผล โดยใช้ตัวอักษร ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่เป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ที่มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) ที่ผู้วิจัยปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของศิริพรรณ ศรีอุทธา (2548: 59) ปริญญา สองสีดา (2550: 62) และจิตติมา ชอบเอียด (2551: 79)

### 3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

#### งานวิจัยต่างประเทศ

โจแฮนนิ่ง (Johanning. 2000: 151-160) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเขียนและการทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียนมัธยมศึกษาในการศึกษาวิชาพีชคณิตเบื้องต้น มีการปฏิรูปโดยการส่งเสริมให้นักเรียนอ่าน เขียน อภิปรายทางคณิตศาสตร์ การศึกษาค้นคว้านี้ได้ให้ความสำคัญกับการเขียนซึ่งจะช่วยให้เด็กนักเรียนคิดไปพร้อมๆ กันโดยพิจารณาจากผลงานของเด็กนักเรียน เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาความเข้าใจของเด็กนักเรียนระดับมัธยมศึกษาว่ามีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย กลุ่มตัวอย่างคือเด็กนักเรียนระดับเกรด 7 และ 8 จำนวน 48 คน เป็นเด็กนักเรียนเกรด 7 จำนวน 14 คน และเกรด 8 จำนวน 34 คน การดำเนินการโดยใช้การเขียนและการทำงานกลุ่มในการเรียนพีชคณิตเบื้องต้น ใช้ระยะเวลาการทดลอง 1 ปี โดยการแบ่งเด็กนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 7 คน ซึ่งประกอบด้วยเด็กนักเรียนเกรด 8 จำนวน 4 คน (ผู้ชาย 1 คน ผู้หญิง 3 คน) เด็กนักเรียนเกรด 7 จำนวน 3 คน (ผู้ชาย 2 คน ผู้หญิง 1 คน) เพื่อให้เกิดการสมดุลงของกลุ่มตัวอย่าง การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยบันทึกภาพการมีส่วนร่วมและการอภิปรายกลุ่ม และการสัมภาษณ์เด็กนักเรียน ผลการศึกษาค้นคว้า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นเด็กนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อเด็กนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนเองลงบนกระดาษและถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่ม ทำให้มั่นใจว่าเด็กนักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะพบครูกับเพื่อนๆ การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานกลุ่มโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้ เด็กนักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิดและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย

โรดิเฮฟเวอร์ (Rodeheaver. 2000: 60-03A) ได้ทำการศึกษา กรณีศึกษาระหว่าง นักศึกษาครูและความร่วมมือของครูที่สอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อศึกษาว่าการ สื่อสารอะไรบางอย่างที่จะมีผลต่อการเรียนการสอน และทำการประเมินข้อมูลย้อนกลับจากนักศึกษาครู ผลปรากฏว่า ข้อมูลย้อนกลับของนักศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าครูได้ให้ความสำคัญกับการสื่อสารเป็น อย่างมาก โดยมีการจัดการสื่อสารเข้าไปในกระบวนการเรียนการสอน แต่คุณภาพของการสื่อสารนั้น ไม่ดีเท่าที่ควรเนื่องจากครูมีการเน้นเพียงให้บรรลุจุดมุ่งหมายเท่านั้น ไม่ได้เน้นในด้านปฏิบัติ ที่ถือ ว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่จะส่งเสริมการใช้การสื่อสารให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คลาร์ค (Clark. 2005: 1) ได้ศึกษากลยุทธ์เกี่ยวกับการสร้างการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย 4 กลยุทธ์ คือ 1) การตั้งคำถาม 2) การสร้างสรรค์ด้วยสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย 3) การถามเพื่อให้อธิบายและแยกแยะผลเฉลย และ 4) กระบวนการคิดอย่างมีชีวิตชีวา ผลปรากฏ ว่า กลยุทธ์ต่างๆ มีประสิทธิภาพสำหรับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และเป็นกลยุทธ์ที่ครูผู้สอน สามารถนำไปใช้ในชั้นเรียนเพื่อฝึกนักเรียนในด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

แอสซัวฮ์ (Assuah. 2010: i-ii) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยการพูดในชั้นเรียนของนักเรียนและครูเกี่ยวกับพีชคณิตและเรขาคณิต โดยใช้แบบสอบถามใน การสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียน พีชคณิตและเรขาคณิตและครูในโรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ครูและนักเรียนมีพฤติกรรมในการ สื่อสารด้วยการพูดเกี่ยวกับพีชคณิตได้ดีกว่าเรขาคณิต และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยการพูด เป็นพฤติกรรมที่ครูสามารถสนับสนุนนักเรียนในการทำความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการพูด ยังส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง

### งานวิจัยในประเทศ

ประภาวดี เทพทอง (2545: 50-54) ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการสอนโดยใช้กระบวนการสื่อสาร กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 94 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 47 คน ผลการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนชั้นประถม ศึกษาศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้การเรียนการสอนด้วยกระบวนการสื่อสารมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2546: 69-75) ได้สร้างชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถใน การแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วน และร้อยละ โดยชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้เน้นการฝึกแก้ปัญหาผ่านกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา และแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตของวิลสัน เพอร์มันเดซ และฮาตาเวย์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้นักเรียน

ได้มีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมอย่างเต็มที่ มีโอกาสได้พูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และเขียนแสดงแนวคิด ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2547: 91-97) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่องเมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จัดการเรียนรู้การสอนเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนได้ร่วมมือช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิดอธิบายแนวคิดในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเรื่องเมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ปรากฏว่า นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยร้อยละ 79.94 เป็นความสามารถที่จัดอยู่ในระดับดี

ทินรัตน์ กาญจนกฤษ (2550: 112) ได้ศึกษาผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร จำนวน 1 ห้องเรียนจำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” เรื่องแคลคูลัสเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ 80.88/82.57 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิตติมา ชอบเอียด (2551: 91) ได้ศึกษาการใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิด และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สัญญา ภัทรการ (2552: 152) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จะพบว่าการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นอีกทักษะหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนนั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นและยังช่วยให้เกิดการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูกับนักเรียนหรือระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นอกจากนี้การสื่อสารยังช่วยให้นักเรียนนั้นได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้รับการเรียนรู้จากกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นอย่างแท้จริง

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 174 คน

##### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 34 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบความสามารถ

##### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

##### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ซึ่งใช้เวลาในการทดลอง 19 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแบ่งเป็น ทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ ดำเนินการสอน 15 คาบ และทดสอบหลังเรียน 2 คาบ

## การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ SSCS
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน
3. แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง
4. แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

### ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ SSCS

แผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 7 แผน รวม 15 คาบ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545
2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)
4. ศึกษาคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ
5. ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
6. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
7. วิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อกำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้
8. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ 7 แผน โดยจัดแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายคาบดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ประโยคภาษาและประโยคสัญลักษณ์	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุ	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเงิน	จำนวน 2 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ	จำนวน 3 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว	จำนวน 2 คาบ
	รวม 15 คาบ

ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย

- 8.1 มาตรฐานการเรียนรู้
- 8.2 ตัวชี้วัด
- 8.3 สาระสำคัญ
- 8.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน
  - 8.4.1 ด้านความรู้
  - 8.4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ
  - 8.4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 8.5 สาระการเรียนรู้
- 8.6 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้
  - 8.6.1 ขั้นนำ
  - 8.6.2 ขั้นสอน
    - 8.6.2.1 ขั้น Search: S
    - 8.6.2.2 ขั้น Solve: S
    - 8.6.2.3 ขั้น Create: C
    - 8.6.2.4 ขั้น Share: S
  - 8.6.3 ขั้นสรุป
- 8.7 ชิ้นงาน/ภาระงาน
- 8.8 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้
- 8.9 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
- 8.10 บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

9. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการ เพื่อตรวจสอบความชัดเจน และความถูกต้องของมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ และผลจากการพิจารณาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขในส่วนของ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ให้มากที่สุด และในการสร้างใบกิจกรรมต่างๆ ควรสร้างสรรค์ปัญหาที่มีความหลากหลายและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันของนักเรียนต่อไป



10. นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของ  
ประธานและกรรมการ จากนั้นนำเสนอประธานและกรรมการ เพื่อตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง

11. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขจากประธานและกรรมการ  
เรียบร้อยแล้ว ไปเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ทรงวิทย์  
สุวรรณธาดา อาจารย์ป้าจริย์ วิชชวัลคุ และอาจารย์นงคราญ สุนทรวัฒน์ เพื่อตรวจสอบความ  
เที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจน และความถูกต้องของมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับ  
สาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับการวัด  
และการประเมินผลการเรียนรู้ ผลจากการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้  
ดังกล่าวควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับการใช้ภาษา ซึ่งควรให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่ายขึ้น

12. นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องตามคำแนะนำและ  
ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตาม  
คำแนะนำและข้อเสนอแนะเรียบร้อยแล้ว เสนอประธานและกรรมการ เพื่อตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง  
แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อยแล้วเพื่อนำไปใช้ในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

### **ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน**

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน  
การอ่านและด้านการเขียน เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและ  
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียนของกลุ่มตัวอย่าง เป็นแบบทดสอบอัตนัย  
จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 24 คะแนน รวมเป็น 120 คะแนน โดยแต่ละข้อแบ่งเป็นการวัดความสามารถใน  
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 14 คะแนน วัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน  
การอ่าน 4 คะแนน และด้านการเขียน 6 คะแนน ใช้เวลา 50 นาที ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง  
แบบทดสอบ ดังนี้

1. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และตัวชี้วัด
2. ศึกษาหลักการและวิธีการในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการ  
แก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง
3. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ด้านการอ่านและด้านการเขียน โดยสร้างแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 10 ข้อ
4. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและ  
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบ  
วิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละด้าน  
ดังต่อไปนี้

4.1 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของรีส์ ซุยแดม และลินควิสต์ (Reys; Suydam; & Lindquist. 1995: 313) อรรถ ญบุญเดิม (2550: 59) และศรีวิรินทร์ ทองย่น (2552: 62)

4.2 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านได้ปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของสมเดช บุญประจักษ์ (2540: 334) ปริญญา สองสีดา (2550: 62) และสัญญา ภัทรากร (2552: 133)

4.3 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ได้ปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของศิริพรรณ ศรีอุทธา (2548: 59) ปริญญา สองสีดา (2550: 62) และจิตติมา ชอบเอียด (2551: 79)

5. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียนพร้อมเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอประธาน กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ทรงวิทย์ สุวรรณชาติ อาจารย์ป้าจริย์ วิชชวัลคุ และอาจารย์นงคราญ สุนทรวันต์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ซึ่งผลการพิจารณาค่า IOC ของข้อสอบแต่ละข้อมีค่าเท่ากับ 1 และจากการพิจารณาตรวจสอบจากประธาน กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียนควรมีการแก้ไขในเรื่องการปรับปรุงภาษาที่ใช้ในโจทย์ โดยแก้ไขภาษาที่ใช้ในโจทย์ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น และปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนให้มีความชัดเจนมากขึ้น และแบ่งเป็นส่วนๆ ให้ชัดเจน จากนั้นผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขตามคำชี้แนะจากประธาน กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญต่อไป

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียนที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของประธาน กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว จำนวน 10 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 50 คน ที่เคยเรียนเรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้ว เพื่อหาค่าความง่ายและค่าอำนาจจำแนก

7. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อโดยพิจารณาจากค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) พร้อมกับคัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าความง่าย ( $P_E$ ) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยได้ค่าความง่าย ( $P_E$ ) ตั้งแต่ 0.41-0.62 และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตั้งแต่ 0.69-0.94 โดยคัดเลือกให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 5 ข้อ

8. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 50 คน ที่เคยเรียนเรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้ว นำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยอีก 1 คนในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ จากนั้นนำคะแนนของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนน

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.95 ได้ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านเท่ากับ 0.98 และได้ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนเท่ากับ 0.96 แสดงว่าการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดมีความเชื่อถือได้

9. นำแบบทดสอบแบบอัตนัยทั้งฉบับมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .80 แล้วนำค่าความเชื่อมั่นที่ได้ของแบบทดสอบนำเสนอต่อประธานและกรรมการเพื่อตรวจสอบก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

10. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน



ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ด้านการอ่านและด้านการเขียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

คำชี้แจง จงเขียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาและหาคำตอบของปัญหาต่อไปนี้

(0) ปัจจุบันพ่อมีอายุเป็น 2 เท่าของลูก เมื่อ 2 ปีที่แล้วพ่อและลูกมีอายุรวมกันได้ 68 ปี

อยากทราบว่าปัจจุบันพ่อและลูกมีอายุรวมกันเท่าไร

ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร.....

.....

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง.....

.....

วางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร  
ทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน**

(0) ปัจจุบันพ่อมีอายุเป็น 2 เท่าของลูก เมื่อ 2 ปีที่แล้วพ่อและลูกมีอายุรวมกันได้ 68 ปี  
อยากทราบว่าปัจจุบันพ่อและลูกมีอายุรวมกันเท่าไร

**ทำความเข้าใจปัญหา**

**โจทย์ต้องการหาอะไร**

อายุของพ่อและลูกรวมกันเป็นเท่าไร

**โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง**

1. ปัจจุบันพ่อมีอายุเป็น 2 เท่าของลูก
2. เมื่อ 2 ปีที่แล้วพ่อและลูกมีอายุรวมกันได้ 68 ปี

**วางแผนแก้ปัญหา**

ให้ ปัจจุบันลูกมีอายุ	$x$	ปี
ปัจจุบันพ่อมีอายุ	$2x$	ปี
เมื่อ 2 ปีที่แล้วลูกมีอายุ	$x - 2$	ปี
เมื่อ 2 ปีที่แล้วพ่อมีอายุ	$2x - 2$	ปี
จะได้สมการ	$(x - 2) + (2x - 2) = 68$	

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

แก้สมการ	$(x - 2) + (2x - 2) = 68$
	$x - 2 + 2x - 2 = 68$
	$x + 2x = 68 + 2 + 2$
	$3x = 72$
	$x = \frac{72}{3}$
	$x = 24$

จะได้ว่า ปัจจุบัน ลูกมีอายุ 24 ปี พ่อมีอายุ  $2 \times 24 = 48$  ปี

ดังนั้น พ่อและลูกมีอายุรวมกันเป็น  $24 + 48 = 72$  ปี

**ตรวจสอบผล**

ให้ปัจจุบันลูกมีอายุ 24 ปี และปัจจุบันพ่อมีอายุ  $2 \times 24 = 48$  ปี

และ เมื่อ 2 ปีที่แล้ว ลูกมีอายุ  $24 - 2 = 22$  ปี

เมื่อ 2 ปีที่แล้ว พ่อมีอายุ  $48 - 2 = 46$  ปี

โดยเมื่อ 2 ปีที่แล้ว และลูกมีอายุรวมกัน  $46 + 22 = 68$  ปี ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์

**ตอบ** ในปัจจุบันพ่อและลูกมีอายุรวมกัน 72 ปี

ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
ความเข้าใจปัญหา 1. โจทย์ต้องการหาอะไร	1	คำตอบถูกต้อง
	0	คำตอบไม่ถูกต้อง
2. โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง	2	คำตอบถูกต้อง ครบตามที่โจทย์กำหนด
	1	คำตอบถูกต้อง แต่ไม่ครบตามที่กำหนด
	0	คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ
วางแผนแก้ปัญหา	4	บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหา บอกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์
	3	บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหา ได้ถูกต้อง บอกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องได้เป็นส่วนใหญ่
	2	บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหา ได้บางส่วนบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1	บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหา ได้เพียงเล็กน้อย บอกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเพียงเล็กน้อย
	0	ไม่ตอบคำถามหรือบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง
ดำเนินการแก้ปัญหา	4	แสดงวิธีทำ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง
	3	แสดงวิธีทำ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีเหตุผลได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ คำนวณผิดพลาดบางส่วน
	2	แสดงวิธีทำ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีเหตุผล ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน คำนวณผิดพลาดบางส่วน
	1	แสดงวิธีทำบางส่วนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้บางส่วนคำนวณผิดพลาด
	0	ไม่แสดงวิธีทำหรือตอบผิดไม่ตรงกับการวางแผนการแก้ปัญหา
ตรวจสอบผล	3	แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง สรุปคำตอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์
	2	แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้ด้วยวิธีการที่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ สรุปคำตอบได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
	1	แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สรุปคำตอบได้เพียงบางส่วน
	0	ไม่ตรวจสอบคำตอบหรือตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน  
(พิจารณาการให้คะแนนในส่วนของการทำความเข้าใจปัญหา)

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	การแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการอ่านที่ปรากฏให้เห็น
โจทย์ต้องการหาอะไร	2	บอกรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	บอกรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้อย่างคร่าวๆ ไม่ชัดเจนในบางส่วน
	0	ไม่สามารถบอกรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้
โจทย์กำหนดข้อมูล	2	บอกรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	บอกรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างคร่าวๆ ไม่ชัดเจนในบางส่วน
	0	ไม่สามารถบอกรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้

ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน  
(พิจารณาการให้คะแนนในส่วนของการวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา  
และการตรวจสอบผล)

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	การแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
การวางแผนแก้ปัญหา	2	เขียนอธิบายการวางแผนการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการได้อย่างถูกต้องชัดเจน
	1	เขียนอธิบายการวางแผนการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่มีการเขียนอธิบายวิธีการวางแผนแก้ปัญหา หรือเขียนอธิบายการวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การดำเนินการแก้ปัญหา	2	เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์
	1	เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นบางส่วน
	0	ไม่มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์
การตรวจสอบผล	2	เขียนอธิบายการตรวจสอบผลโดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการ และอธิบายสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องชัดเจน
	1	เขียนอธิบายการตรวจสอบผล โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการ และอธิบายสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่มีการตรวจสอบผล หรือตรวจสอบผลไม่ถูกต้อง และไม่มีการอธิบายสรุปคำตอบ



## ขั้นตอนในการสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

### ด้านการฟัง

แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง จำนวน 2 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง ดังนี้

1. ศึกษาหลักการและวิธีการในการสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. สร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง จำนวน 2 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของสมเดช บุญประจักษ์ (2540: 334) และ สัญญา ภัทรการ (2552: 135)
5. นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังพร้อมเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอประธาน กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ทรงวิทย์ สุวรรณชาติ อาจารย์ปาริย์ วิชชวัลคุ และอาจารย์นงคราญ สุนทรวันต์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ และความครอบคลุมในเกณฑ์ที่ผู้วิจัยจะนำมาวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังของนักเรียน โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ซึ่งผลการพิจารณาค่า IOC ของแบบวัดแต่ละข้อมีค่าเท่ากับ 1 และจากการพิจารณาตรวจสอบจากประธาน กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ควรมีการปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น จากนั้นผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขตามคำชี้แนะจากประธาน กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญต่อไป
6. นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังที่ผ่านการแก้ไขแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการ เพื่อตรวจสอบแก้ไข
7. นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

### ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง

คำชี้แจง ให้พิจารณาข้อความในช่องซ้ายมือเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังของนักเรียนแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงหรือสอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนน

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง ที่ต้องการวัด	เกณฑ์การให้คะแนน				
	4	3	2	1	0
1. เมื่อฟังคำถามแล้วนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง					
2. นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญจากการฟังได้					

ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	การแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังที่ปรากฏให้เห็น
1. เมื่อฟังคำถามแล้วนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง	4	เมื่อฟังคำถามแล้วสามารถตอบคำถามถูกต้องให้รายละเอียดของคำตอบได้อย่างชัดเจน
	3	เมื่อฟังคำถามแล้วสามารถตอบคำถามถูกต้อง แต่จะให้รายละเอียดได้เมื่อผู้ถามบอกรายละเอียดหรือถามต่อ
	2	เมื่อฟังคำถามแล้วมีความลังเล ไม่ตอบทันทีแต่เมื่อถามซ้ำสามารถตอบได้ถูกต้อง
	1	เมื่อฟังคำถามแล้วตอบผิด หรือตะกุกตะกักในครั้งแรก แต่สามารถแก้ไขให้ถูกต้องได้บ้างเมื่อได้รับการถามซ้ำ
	0	สำหรับผู้ที่ฟังคำถามแล้วไม่เข้าใจคำถาม และไม่พูดเลย
2. นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญจากการฟังได้	4	นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญจากการฟังได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์
	3	นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญจากการฟังได้เกือบครบถ้วนสมบูรณ์
	2	นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญจากการฟังได้เพียงบางส่วน
	1	นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญจากการฟังได้เพียงเล็กน้อย พอมองเห็นสิ่งที่เป็นประเด็นสำคัญ หรือมีสิ่งที่ยุ่งซึ่งถึงความพยายามในการจับประเด็นสำคัญจากการฟัง
	0	นักเรียนไม่สามารถจับประเด็นสำคัญจากการฟังได้เลย

## ขั้นตอนในการสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

### ด้านการพูด

แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด จำนวน 2 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดดังนี้

1. ศึกษาหลักการและวิธีการในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร/ตำราที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. สร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด จำนวน 2 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) ของเคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 112) ปริญา สอนสีดา (2550: 61) และจิตติมา ชอบเอียด (2551: 77-79)
5. นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดพร้อมเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอประธาน กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ทรงวิทย์ สุวรรณชาติ อาจารย์ปาริย์ วิชชวัลคุ และอาจารย์นงคราญ สุนทรวันต์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ และความครอบคลุมในเกณฑ์ที่ผู้วิจัยจะนำมาวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ซึ่งผลการพิจารณาค่า IOC ของแบบวัดแต่ละข้อมีค่าเท่ากับ 1 และจากการพิจารณาตรวจสอบจากประธาน กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ควรมีการปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น จากนั้นผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขตามคำชี้แนะจากประธาน กรรมการ และผู้เชี่ยวชาญต่อไป
6. นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่ผ่านการแก้ไขแล้วเสนอต่อประธานและกรรมการ เพื่อตรวจสอบแก้ไข
7. นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

### ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

คำชี้แจง ให้พิจารณาข้อความในช่องซ้ายมือเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงหรือสอดคล้อง กับเกณฑ์การให้คะแนน

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ที่ต้องการวัด	เกณฑ์การให้คะแนน				
	4	3	2	1	0
1. ใช้ภาษาพูดในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา					
2. ใช้ภาษาพูดในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์					

ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	การแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่ปรากฏให้เห็น
1. ใช้ภาษาพูดในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา	4	ใช้ภาษาพูดในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และครบถ้วน
	3	ใช้ภาษาพูดในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้เป็นส่วนใหญ่
	2	ใช้ภาษาพูดในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
	1	ใช้ภาษาพูดในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ไม่ค่อยชัดเจน
	0	ใช้ภาษาพูดในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาไม่ได้
2. ใช้ภาษาพูดในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	4	ใช้ภาษาพูดในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้องและชัดเจน
	3	ใช้ภาษาพูดในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจนเป็นส่วนใหญ่
	2	ใช้ภาษาพูดในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจนบางส่วน
	1	ใช้ภาษาพูดในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้เพียงเล็กน้อย พอมองเห็นแนวคิด หรือมีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามในการพยายามพูดแสดงแนวคิด
	0	ใช้ภาษาพูดในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One - Group Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 248-249) ดังตาราง 9

ตาราง 9 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS

T<sub>1</sub> แทน การสอบก่อนที่จะกระทำการทดลอง (Pretest)

T<sub>2</sub> แทน การสอบหลังจากที่จัดกระทำการทดลอง (Posttest)

### การดำเนินการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ที่ทำการทดลองซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในระหว่างวันที่ 14 มกราคม - 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554

2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามได้ถูกต้อง

3. ขอความร่วมมือจากผู้ช่วยวิจัยในการเป็นผู้ช่วยประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูดระหว่างการดำเนินกิจกรรมในช่วงการเก็บคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

4. ชี้แจงให้ผู้ช่วยวิจัยทราบถึงการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด พร้อมเกณฑ์การให้คะแนน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ช่วยวิจัยมีความเข้าใจอย่างถูกต้องในการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูดของกลุ่มตัวอย่าง

5. เก็บคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ซึ่งคะแนนที่ได้ให้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยการให้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ทำกิจกรรมดังต่อไปนี้

5.1 คาบที่ 1 ของการทดลอง ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

5.2 คาบที่ 2 ของการทดลอง ทำการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด ด้วยแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย หลังจากมีการประเมินเสร็จสิ้น จะนำคะแนนของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อดูความสอดคล้องการให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยว่ามีการให้คะแนนแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ผลปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังเท่ากับ 0.98 และด้านการพูดเท่ากับ 1.00 ซึ่งจะเห็นว่ามีความสอดคล้องกันสูงมาก นั้นแสดงว่า ผู้วิจัยและผู้ช่วยมีการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารด้านการฟังและด้านการพูดที่แตกต่างกันน้อยมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกคะแนนในส่วนของผู้วิจัยไว้เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pretest) เพื่อนำคะแนนดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

6. คาบที่ 3-17 รวมทั้งสิ้น 15 คาบ ดำเนินการทดลองสอน โดยทำการสอนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

7. เมื่อดำเนินการทดลองสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรียบร้อยแล้ว ทำการเก็บคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ซึ่งคะแนนที่ได้ให้เป็นคะแนนทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยการให้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ทำกิจกรรมดังต่อไปนี้

7.1 คาบที่ 18 ของการทดลอง ทำการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด ด้วยแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย หลังจากมีการประเมินเสร็จสิ้น จะนำคะแนนของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อดูความสอดคล้องการให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยว่ามีการให้คะแนนแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ผลปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด เท่ากับ 1.00 ทั้งสองด้าน ซึ่งจะเห็นว่ามีความสอดคล้องกันสูงมาก นั้นแสดงว่า ผู้วิจัยและผู้ช่วยมีการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูดไม่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยอาจจะเลือกคะแนนหลังเรียนในส่วนของผู้วิจัยหรือผู้ช่วยวิจัย ไว้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest) เพื่อนำคะแนนดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน



7.2 คาบที่ 19 ของการทดลอง ทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

8. เมื่อตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน รวมถึงการให้คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูดเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

## การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้สถิติ t - test for Dependent Samples

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ โดยใช้สถิติ t - test for One Sample

3. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้สถิติ t - test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ โดยใช้สถิติ t - test for One Sample

### สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

#### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร

(ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2550: 33)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล
	$n$	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 60)

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

เมื่อ	$s$	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดยกกำลังสอง
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของข้อมูลแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$n$	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

## 2. สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item - Objective Congruence: IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน การเขียน การฟัง และการพูด โดยคำนวณจากสูตรของโรวีเนลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli; & Hambleton) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 249)

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

เมื่อ	$IOC$	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ ลักษณะพฤติกรรม
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	$N$	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความง่ายของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียนเป็นรายข้อ โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยเทคนิค 25 เปอร์เซนต์ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด ซึ่งคำนวณจากสูตรของวิทนีเย่และซาเบอร์ (Whitney; & Sabers) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 199-200)

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

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

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน โดยคำนวณจากสูตรของวิทนีเย่และ ซาเบอร์ (D.R. Whitney; & D.L. Sabers) (ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 201)

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

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

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) โดยคำนวณจากสูตรของครอนบัค (Cronbach) (ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 218)

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

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	$k$	แทน	จำนวนข้อสอบ
	$s_i^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อหาได้จากสูตร

$$s_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N^2}$$

โดยที่ $\sum X_i$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ $i$
$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ $i$
$N$	แทน	จำนวนคนเข้าสอบ
$s^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ คำนวณจากสูตร

$$s^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

โดยที่ $\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

2.5 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน การเขียน การฟัง และการพูด โดยใช้สูตรคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product-moment coefficient correlation) (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 312)

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

เมื่อ $r$	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $X$
$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $Y$
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $X$ แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $Y$ แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง $X$ กับ $Y$
$N$	แทน	จำนวนคนหรือสิ่งที่ศึกษา

### 3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - test for Dependent Samples เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน การเขียน การฟัง

การพูด และโดยรวมของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากสูตรของเฟอร์กูสัน (Ferguson. 1981: 180)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; \quad df = n-1$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
	$D$	แทน	ความแตกต่างของคะแนนรายคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t - test for One Sample เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน การเขียน การฟัง การพูด และโดยรวม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ร้อยละ 70 จากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 134)

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

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	$s$	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$s$	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$k$	แทน	คะแนนเต็ม
$\mu_0$	แทน	เกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่ตั้งไว้ ( $\mu_0 = 70\%$ )
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
$df$	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom)
$t$	แทน	ค่าสถิติของการแจกแจงแบบ $t$ - Distribution

#### การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้สถิติ  $t$  - test for Dependent Samples
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ โดยใช้สถิติ  $t$  - test for One Sample
3. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้สถิติ  $t$  - test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ โดยใช้สถิติ t - test for One Sample

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาทดลอง ตามแผนการทดลองแบบ One - Group Pretest - Posttest Design ข้อมูลที่ได้สามารถแสดงค่าสถิติ โดยจำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา ได้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้สถิติ t - test for Dependent Samples

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยได้ทำการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง แล้วนำคะแนนมาคำนวณเพื่อวิเคราะห์ ปรากฏผลดังตาราง 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

กลุ่มตัวอย่าง	$n$	$\bar{X}$	$s$	$\Sigma D$	$\Sigma D^2$	$t$
ก่อนทดลอง	34	7.12	3.29			
หลังทดลอง	34	59.50	5.14	1,781	94,381	53.19**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 ที่ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น  
ตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ โดยใช้สถิติ t - test for One Sample

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยได้ทำ  
การทดสอบหลังการทดลอง แล้วนำคะแนนมาคำนวณเพื่อวิเคราะห์ ปรากฏผลดังตาราง 11

ตาราง 11 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการ  
เชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่าง	$n$	$k$	$\bar{X}$	$s$	$\mu_0 (70\%)$	$t$
	34	70	59.50	5.14	49	11.93**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 11 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  
.01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 59.50 คิดเป็นร้อยละ 85 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ที่ว่า  
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS  
ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

3. การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน  
การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ  
SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้สถิติ t - test for Dependent  
Samples

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด  
การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียน โดยได้ทำการประเมินก่อนและหลังการทดลอง แล้วนำ  
คะแนนมาคำนวณเพื่อวิเคราะห์ ปรากฏผลดังตาราง 12



ตาราง 12 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน	n	ก่อน		หลัง		$\Sigma D$	$\Sigma D^2$	t
		$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s			
การฟัง	34	3.18	1.36	6.24	1.18	104	338	22.98**
การพูด	34	2.91	1.58	6.32	1.09	116	426	20.78**
การอ่าน	34	8.15	3.77	19.59	0.82	389	4,921	17.67**
การเขียน	34	1.62	2.28	24.26	2.50	770	17,804	39.67**
โดยรวม	34	15.85	4.80	56.41	4.38	1,379	56,531	55.45**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 12 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 ที่ว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS

4. การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ โดยใช้สถิติ t - test for One Sample

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียน โดยได้ทำการประเมินหลังการทดลอง แล้วนำคะแนนมาคำนวณเพื่อวิเคราะห์ ปรากฏผลดังตาราง 13

ตาราง 13 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน	<i>n</i>	<i>k</i>	$\bar{X}$	<i>s</i>	$\mu_c(70\%)$	<i>t</i>
การฟัง	34	8	6.24	1.18	5.60	3.13**
การพูด	34	8	6.32	1.09	5.60	3.86**
การอ่าน	34	20	19.59	0.82	14.00	39.70**
การเขียน	34	30	24.26	2.50	21.00	7.61**
โดยรวม	34	66	56.41	4.38	46.20	13.60**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 13 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ ด้านการฟังเท่ากับ 6.24 ด้านการพูดเท่ากับ 6.32 ด้านการอ่านเท่ากับ 19.59 ด้านการเขียนเท่ากับ 24.26 และโดยรวมเท่ากับ 56.41 คิดเป็นร้อยละ 78.00, 79.00, 97.95, 80.87 และ 85.47 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 4 ที่ว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS กับเกณฑ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS กับเกณฑ์

#### สมมติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

#### วิธีดำเนินการวิจัย

##### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 34 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบความสามารถ

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ SSCS
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน
3. แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง
4. แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

### การดำเนินการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ที่ทำการทดลองซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในระหว่างวันที่ 14 มกราคม - 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
3. ขอความร่วมมือจากผู้ช่วยวิจัยในการเป็นผู้ช่วยประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูดระหว่างการดำเนินกิจกรรมในช่วงการเก็บคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
4. ชี้แจงให้ผู้ช่วยวิจัยทราบถึงการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด พร้อมเกณฑ์การให้คะแนน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ช่วยวิจัยมีความเข้าใจอย่างถูกต้องในการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูดของกลุ่มตัวอย่าง
5. เก็บคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ซึ่งคะแนนที่ได้ให้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยการให้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ทำกิจกรรมดังต่อไปนี้
  - 5.1 คาบที่ 1 ของการทดลอง ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ
  - 5.2 คาบที่ 2 ของการทดลอง ทำการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด ด้วยแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย หลังจากมีการประเมินเสร็จสิ้น จะนำคะแนนของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อดูความสอดคล้องการให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยว่ามีการให้คะแนนแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ผลปรากฏว่า

ได้ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังเท่ากับ 0.98 และด้านการพูดเท่ากับ 1.00 ซึ่งจะเห็นว่ามีความสอดคล้องกันสูงมาก นั้นแสดงว่า ผู้วิจัยและผู้ช่วยมีการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารด้านการฟังและด้านการพูดที่แตกต่างกันน้อยมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกคะแนนในส่วนของผู้วิจัยไว้เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pretest) เพื่อนำคะแนนดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

6. คาบที่ 3-17 รวมทั้งสิ้น 15 คาบ ดำเนินการทดลองสอน โดยทำการสอนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

7. เมื่อดำเนินการทดลองสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรียบร้อยแล้ว ทำการเก็บคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ซึ่งคะแนนที่ได้ให้เป็นคะแนนทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยการให้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล ทำกิจกรรมดังต่อไปนี้

7.1 คาบที่ 18 ของการทดลอง ทำการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด ด้วยแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย หลังจากมีการประเมินเสร็จสิ้น จะนำคะแนนของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เพื่อดูความสอดคล้องการให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยว่ามีการให้คะแนนแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ผลปรากฏว่า ได้ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด เท่ากับ 1.00 ทั้งสองด้าน ซึ่งจะเห็นว่ามีความสอดคล้องกันสูงมาก นั้นแสดงว่า ผู้วิจัยและผู้ช่วยมีการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยอาจจะเลือกคะแนนหลังเรียนในส่วนของผู้วิจัยหรือผู้ช่วยวิจัย ไว้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest) เพื่อนำคะแนนดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

7.2 คาบที่ 19 ของการทดลอง ทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

8. เมื่อตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน รวมถึงการให้คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูดเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้ สถิติ t - test for Dependent Samples

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ โดยใช้สถิติ t - test for One Sample

3. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้สถิติ t - test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ โดยใช้สถิติ t - test for One Sample

### สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เป็นรูปแบบการสอนที่มีกระบวนการและขั้นตอนที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้นำรูปแบบการสอนดังกล่าวมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านกระบวนการแก้ปัญหาของรูปแบบ SSCS 4 ขั้นตอน โดยใช้โจทย์ปัญหาที่หลากหลายและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ได้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดังนี้

ขั้น Search: S เป็นขั้นของการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การแยกแยะประเด็นของปัญหา และการแสวงหาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับปัญหา โดยผู้วิจัยให้นักเรียนได้ศึกษาจากใบกิจกรรมต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น เริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องตอบคำถามให้ได้ว่า โจทย์ปัญหาในแต่ละข้อต้องการหาอะไร โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง และในการจัดกิจกรรมในแต่ละคาบผู้วิจัยให้นักเรียนได้ศึกษาและค้นหาข้อมูลจากโจทย์ปัญหาด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ซึ่งนักเรียนได้มีการระดมความคิดเห็น วิเคราะห์ และทำความเข้าใจปัญหา เพื่อค้นหาข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหาให้ได้ครบถ้วน ดังนั้น สิ่งสำคัญที่นักเรียนต้องกระทำ คือ นักเรียนต้องมีการจัดระบบของข้อมูลที่ได้ให้เป็นลำดับขั้นตอน โดยเฉพาะในการตอบคำถามว่า โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง นักเรียนต้องลำดับความสำคัญจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ทั้งนี้ เพื่อนำไปสู่ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา และเลือกดำเนินการแก้ปัญหาในขั้นนั้นๆ ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของเพรสซีเซน (Presseisen, 1985: 34-48) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ในการที่จะแก้ปัญหาที่ตื้นนั้น ทักษะสำคัญสำหรับการแก้ปัญหาที่พืงมี นั่นคือ ทักษะในการจัดระบบข้อมูล และตัดสินใจว่ามีข้อมูลอะไรบ้างที่มีความจำเป็นที่ต้องการหาเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่ทางเลือกของวิธีการแก้ปัญหาและทำการบูรณาการข้อมูลให้อยู่ในระดับที่สามารถอธิบายให้เข้าใจได้มากที่สุด เพื่อประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาต่อไป อีกทั้งในระหว่างที่นักเรียนดำเนินกิจกรรมการค้นหาปัญหานั้นผู้วิจัยได้มีการสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน เพื่อดูว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์หรือทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด พบว่า มีนักเรียนบางคนไม่สามารถค้นหาข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบถ้วน จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถวางแผนในการแก้ปัญหาต่อไปได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนได้ลองค้นหาข้อมูลอีกครั้ง โดยการกระตุ้นด้วยคำถาม รวมถึงในกรณีที่เป็นกรณี

ทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้วิจัยให้นักเรียนลองตั้งคำถามกันเองในโจทย์ปัญหาข้อนั้น พบว่า หลังจากที่ครูกระตุ้นด้วยคำถาม หรือนักเรียนถามกันเอง สามารถทำให้นักเรียนค้นหาข้อมูลได้ครบถ้วน รวมถึงได้ฝึกฝนให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ที่ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของชิน (Chin, 1997: 9-10) ที่ได้กล่าวว่า ถ้าครูมีเทคนิคในการตั้งคำถามที่ดีเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดค้นสำรวจค้นหาข้อมูล และให้โอกาสนักเรียนตั้งคำถามกันเอง จะทำให้นักเรียนสามารถค้นหาหรือสืบเสาะข้อมูลของปัญหาได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ อีกทั้งยังเป็นการสร้างแรงจูงใจและความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ของนักเรียนอีกด้วย ดังนั้น ในขั้น Search ของการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS นี้จึงทำให้นักเรียนสามารถที่จะเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นนั่นเอง

ขั้น Solve: S เป็นขั้นตอนของการวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ให้นักเรียนได้ศึกษาไปกิจกรรมเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม โดยในแต่ละกิจกรรมจะเริ่มจากปัญหาที่ง่ายไปจนถึงปัญหาที่มีความซับซ้อนขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นในขั้นนี้นักเรียนจึงได้มีการพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร ปัญหาที่ให้มานั้นมีความสัมพันธ์กับปัญหาที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อนหรือไม่ และในขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างยากสำหรับนักเรียน ซึ่งนักเรียนบางคนไม่สามารถนำข้อมูลจากขั้น Search มาสัมพันธ์กันได้ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างสมการจากโจทย์ปัญหาได้ อีกทั้งในช่วงการทำกิจกรรมในระยะแรกๆ นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับปัญหา จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงมีการกระตุ้นความคิดของนักเรียนอย่างต่อเนื่องเพื่อนำไปสู่การวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และเมื่อดำเนินกิจกรรมการวางแผนการแก้ปัญหาโดยให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่หลากหลายและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างสม่ำเสมอในทุกคาบ พบว่า นักเรียนเริ่มมีแนวคิดในการแก้ปัญหา และเชื่อมโยงกับปัญหาที่นักเรียนเคยแก้มาก่อน จึงทำให้ใช้เวลาน้อยลงในการทำกิจกรรม และค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง จนส่งผลให้นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสิริพร ทิพย์คง (2544: 13-16) ที่ได้กล่าวว่า ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น ถ้านักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี และยังสอดคล้องกับวิจัยของบงกชรัตน์ สมานสินธุ์ (2551: 78) พบว่า การฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาอยู่เป็นประจำจะทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป

ขั้น Create: C เป็นการนำผลที่ได้มาจัดกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ และสามารถสื่อสารกับคนอื่นได้ โดยการให้นักเรียนนำข้อมูลจากขั้น Solve มาดำเนินการแก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากัน ได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวก และสมบัติการคูณ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของสมการ พบว่า นักเรียนสามารถแก้สมการได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องการแก้สมการให้กับนักเรียนมาก่อน จึงทำให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ที่เพียงพอที่จะนำไปแก้สมการอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ชัดเจน และ



หาคำตอบได้ถูกต้อง จากนั้นเมื่อนักเรียนได้ดำเนินการหาคำตอบของปัญหาแล้ว ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนมีการตรวจสอบผลคำตอบเพิ่มเติม เพื่อพิจารณาว่าคำตอบที่ได้เป็นไปตามเงื่อนไขในโจทย์ปัญหาหรือไม่ โดยนักเรียนต้องมีการจัดกระทำข้อมูลให้ออกมาในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจ และสามารถสื่อสารกับคนอื่นได้ ซึ่งพบว่า ในขั้นการตรวจสอบผลนี้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถจะเขียนอธิบายตามเงื่อนไขจากโจทย์ได้ แต่นักเรียนจะมีการตรวจสอบโดยการนำคำตอบที่ได้ไปแทนในสมการทันที ซึ่งเป็นวิธีการตรวจคำตอบของการแก้สมการแบบที่นักเรียนคุ้นเคย ดังนั้น ในช่วงแรกของการดำเนินการในขั้นนี้ ผู้วิจัยได้มีการอธิบายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และชี้ให้เห็นว่า ในการตรวจสอบผลของโจทย์ปัญหานี้ นักเรียนต้องเริ่มจากคำตอบและทำย้อนกลับไปจนไปสู่เงื่อนไขทั้งหมดของโจทย์ปัญหาในแต่ละข้อ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ในขั้นนี้สามารถช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน และสามารถเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ออกมาเป็นขั้นๆ ได้ จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสิริพร ทิพย์คง (2536: 157) กล่าวว่า การเป็นคนรู้จักคิดอย่างเป็นระบบ มีระเบียบขั้นตอนในการคิด และรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล จะส่งผลให้การแก้ปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้น Share: S เป็นขั้นตอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา และข้อสรุปที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยหลังจากที่นักเรียนมีการดำเนินการหาคำตอบของปัญหาในข้อนั้นๆ รวมถึงการตรวจสอบผลครบถ้วนตามกระบวนการเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนได้ออกมานำเสนอผลงานของตนเอง ซึ่งได้มาจากการสุ่ม หรือให้นักเรียนอาสาสมัครด้วยตนเอง และในช่วงการนำเสนอผู้วิจัยให้นักเรียนได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาจนกระทั่งได้คำตอบที่ถูกต้องพร้อมทั้งตรวจสอบผลที่ได้ ที่ตนเองหรือทางกลุ่มได้ติดตามจนเสร็จสิ้น หลังจากนำเสนอเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้มีการซักถามนักเรียนที่เหลือเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหานักเรียนที่ได้ออกมานำเสนอ ว่ามีข้อดีหรือข้อจำกัดอย่างไรบ้าง หรือมีนักเรียนคนใดหรือกลุ่มใดที่มีวิธีการที่แตกต่างจากเพื่อนที่ได้นำเสนอไปหรือไม่ เพื่อให้นักเรียนทั้งห้องได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยในระหว่างที่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันนั้น พบว่า นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างครู และระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง ซึ่งออกมาในรูปแบบของคำถามหรือการเสนอแนะเพื่ออธิบายให้เพื่อนเข้าใจวิธีการของตน จึงทำให้นักเรียนทุกคนเกิดการเรียนรู้ และเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาหรือการสรุปประเด็นต่างๆ ไปในทางเดียวกัน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในวิธีการแก้ปัญหาและสามารถที่จะแก้ปัญหามาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพิชชินี และเชพพาร์ดสัน (Pizzini; & Shepardson. 1991: 348-352) ที่ได้ศึกษาการตั้งคำถาม และการอภิปรายของนักเรียนระดับเกรด 5-8 ระหว่างที่ครูสอนด้วยวิธีแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS กับการสอนด้วยวิธีที่ครูเป็นผู้นำในการทดลองปฏิบัติมีผลต่อการแก้ปัญหานักเรียนหรือไม่ ผลการวิจัยพบว่า การตั้งคำถามและการอภิปรายของนักเรียนระหว่างการสอนแบบ SSCS และแบบครูเป็นผู้นำในการทดลองปฏิบัติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการสอนแบบ SSCS ทำให้นักเรียนมีการตั้งคำถามและการอภิปรายมากขึ้น จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น และยังคงสอดคล้องกับแนวคิดของ สสวท. (2551: 180-186) ที่ได้กล่าวว่า

แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพนั้น ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระกับเพื่อนนักเรียนในชั้นเรียนเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่แต่ละคนได้ทำ แล้วร่วมกันพิจารณาและหาข้อสรุปถึงวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS 4 ขั้นตอนที่กำลังกล่าวมาข้างต้น ซึ่งผู้วิจัยได้มีการฝึกฝนนักเรียนตามกระบวนการขั้นตอนดังกล่าวอย่างสม่ำเสมอ จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของเซียพเพทต้าและรัสเซลล์ (Chiappetta; & Russell. 1982: 85-93) ที่ได้กล่าวว่า ในการสอนแก้ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นลำดับขั้นตอนจะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและนักเรียนยังตระหนักถึงกระบวนการแก้ปัญหามากกว่าที่จะสนใจผลลัพธ์ของปัญหา และยังคงสอดคล้องกับวิจัยของวิลเลียม (William. 2003: 185-187) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหว่าสามารถช่วยส่งเสริมการทำงานแก้ปัญหาได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเริ่มต้นเรียนพีชคณิตจำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนการแก้ปัญหาผ่านขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหามีการทำงานแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม และนักเรียนกลุ่มทดลองมีการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาก็เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีการสอนด้วย 4 ขั้นตอนสามารถทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เป็นรูปแบบการสอนที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยผู้วิจัยได้มีการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การทำกิจกรรมกลุ่ม การเล่นเกมก่อนนำเข้าสู่บทเรียน การร่วมกันอภิปรายหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน เกิดความร่วมมือกันระหว่างนักเรียน และส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารที่ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของบาร์ดูดี (Baroody. 1993: 2-9) ที่ได้กล่าวว่า การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันและสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน อีกทั้งในรูปแบบการสอนแบบ SSCS ยังมีขั้นตอนต่างๆ ที่สามารถทำให้การสื่อสารในด้านต่างๆ ของนักเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนี้

ขั้น Search: S เป็นขั้นของการค้นหาปัญหา ว่าโจทย์ต้องการหาอะไร และโจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง ซึ่งนักเรียนต้องมีการสังเกต และวิเคราะห์ออกมาให้ได้ ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การ

วางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง โดยผู้วิจัยได้เริ่มจากการให้นักเรียนทั้งห้องอ่านโจทย์ปัญหาพร้อมกันดั่งๆ หรือสุมให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาเป็นรายบุคคล และจากการทำกิจกรรมดังกล่าวพบว่า นักเรียนทุกคนสามารถอ่านหนังสือได้คล่อง ถูกต้อง และชัดเจน แต่ปัญหาที่พบคือ มีนักเรียนบางคนไม่สามารถตอบคำถาม หรือจับประเด็นจากการอ่านได้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่สามารถที่จะติดตาม วิเคราะห์ หรือแยกแยะประเด็นปัญหาจากโจทย์ที่นักเรียนได้อ่าน ดังนั้น ในการดำเนินกิจกรรมผู้วิจัยจึงให้นักเรียนฝึกการอ่านในใบกิจกรรมทุกใบอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์จากสิ่งที่นักเรียนได้อ่าน และหลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินกิจกรรมในลักษณะดังกล่าวไปได้ระยะเวลาหนึ่ง พบว่า นักเรียนที่เคยมีปัญหาเกี่ยวกับการอ่านแล้วจับประเด็น หรือวิเคราะห์ไม่ได้ สามารถพัฒนาทักษะการอ่านของตนเองให้ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ นักเรียนสามารถรับรู้ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเข้าใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งสามารถตอบคำถามได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ไพฑูริย์ สินลารัตน์ และคณะ (2535: 66-67) ซึ่งกล่าวว่า การอ่านบ่อยๆ จะช่วยเพิ่มพูนสติปัญญา ทำให้ทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา ตลอดจนสามารถวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากสิ่งที่ได้อ่านเป็นอย่างดี ดังนั้นในขั้นนี้จึงสามารถที่จะส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียนให้ดีขึ้นได้

ขั้น Solve: S และขั้น Create: C เป็นขั้นการเขียนเพื่อวางแผนในการแก้ปัญหาและจัดกระทำข้อมูลให้ออกมาในรูปแบบอย่างง่าย ที่สามารถจะสื่อสารกับคนอื่นได้ ซึ่งผู้วิจัยให้นักเรียนได้ลงมือเขียนด้วยตนเองก่อน เพื่อดูแนวการเขียนและแนวคิดของนักเรียน โดยการให้นักเรียนได้มีการเขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการหาคำตอบ จนกระทั่งการตรวจสอบผลเพื่อถ่ายทอดแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวอักษร ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และจากการดำเนินกิจกรรมในสองขั้นนี้ พบว่า ในช่วงระยะแรกของการดำเนินกิจกรรมมีนักเรียนบางคนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ แต่ไม่สามารถที่จะเขียนแสดงแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีการฝึกทักษะการเขียนอย่างสม่ำเสมอให้กับนักเรียน ทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ แนวคิด ผ่านตัวอักษรอย่างเป็นระบบและเป็นที่เข้าใจของผู้อื่นได้อย่างชัดเจน พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการเขียนที่ดีขึ้นเป็นลำดับ และมีการถ่ายทอดแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของโจแฮนนิ่ง (Johanning. 2000: 151-160) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเขียนของนักเรียนมัธยมศึกษาในการ ศึกษาวิชาพีชคณิตเบื้องต้น การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ให้ความสำคัญกับการเขียนซึ่งจะช่วยให้เด็กเรียนคิดไปพร้อมๆ กันโดยพิจารณาจากผลงานของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนเองลงบนกระดาษและถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนอธิบายก่อนการอภิปราย ทำให้มั่นใจว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะพบครูกับเพื่อนๆ การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้น และสามารถถ่ายทอดแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้น Search: S เป็นขั้นของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างครูกับนักเรียน หรือระหว่างนักเรียนด้วยกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายผล

แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันให้มากที่สุด โดยที่นักเรียนแต่ละคนได้ทำหน้าที่ทั้งในส่วนของพูดและผู้ฟัง แต่จากการทำกิจกรรมในขั้นนี้ พบว่า มีนักเรียนบางคนที่ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ทั้งที่นักเรียนผู้นั้นสามารถคิดและวางแผนแก้ปัญหาได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีการกระตุ้นด้วยคำถาม และสร้างความเชื่อมั่นให้กับนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนกล้าพูด กล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความมั่นใจในตนเองมากขึ้น และกล้าแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งยังทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของมัมมี และเซฟเฟอर्ट (Mumme; & Shepherd. 1993: 7-9) ที่ได้กล่าวว่า เมื่อครูตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนตอบคำถามในรูปของการพูด ก็จะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในความสามารถเกี่ยวกับความคิดทางคณิตศาสตร์ จากการนำเสนอในสิ่งที่นักเรียนคิดว่าสำคัญ เพราะนักเรียนจะต้องใช้ศักยภาพและควบคุมการเรียนรู้ในการค้นคว้าเพิ่มเติม และในที่สุดพวกเขาจะเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ (Empowerment) ด้วยตนเอง ส่วนนักเรียนที่เป็นผู้ฟังก็จะทำหน้าที่เป็นผู้ฟังที่ดี โดยการตั้งใจฟังในสิ่งที่ครูหรือเพื่อนกำลังนำเสนอ ซึ่งนักเรียนต้องฟังอย่างเข้าใจ สามารถจับประเด็น วิเคราะห์ ดีความ ประเมินคุณค่าและจดบันทึกได้ โดยผู้วิจัยได้มีการเรียกถามนักเรียนเป็นระยะๆ หลังจากที่นักเรียนมีการนำเสนอ อภิปราย หรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทั้งนี้เพื่อตรวจสอบดูว่านักเรียนตั้งใจฟัง และจับประเด็นได้หรือไม่ จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่ผู้วิจัยได้ฝึกฝนให้ผู้เรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาของรูปแบบ SSCS 4 ขั้นตอนอย่างสม่ำเสมอ สามารถที่จะพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคัสมาแวน (Kusmawan. 2005: 1-5) พบว่า หลังจากการใช้รูปแบบ SSCS กับนักเรียนอย่างสม่ำเสมอสามารถทำให้ทัศนคติของนักเรียนต่อความรู้และความตระหนักในสถานการณ์ต่างๆ ของปัญหาดีขึ้น อีกทั้งทักษะการสื่อสาร และการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีการสอนด้วย 4 ขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น สามารถทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมสูงขึ้น และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

### ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. ในการชี้แจงการทำกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS อย่างละเอียด ชัดเจนและมีการแจ้งจุดมุ่งหมายในการจัดการเรียนการสอนนั้น ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจเรียนมากขึ้น สังเกตจากการร่วมมือในการทำกิจกรรมซึ่งนักเรียนแต่ละคนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

2. ในคาบที่ 1-2 ของการดำเนินกิจกรรมที่ผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น นักเรียนส่วนใหญ่จะไม่ค่อยกล้าแสดงออก ไม่กล้าพูด หรือแสดงความคิดเห็นใดๆ แต่หลังจากคาบที่ 3 เป็นต้นไปนักเรียนเริ่มมีความกล้าแสดงออกมากขึ้น

3. นักเรียนมีความสนใจในการเรียน ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ในการเรียน และมีความกระตือรือร้นในการเรียน สังเกตได้จากเมื่อนักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยก็จะซักถามครู หรือซักถามกันเองระหว่างเรียน กล้าแสดงออก และกล้าที่จะตอบคำถาม

4. การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านขั้นตอน 4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS โดยครูมีหน้าที่แนะนำและช่วยเหลือ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน นักเรียนมีความสุขในการเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สามารถที่จะสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง

5. การตรวจใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะอย่างสม่ำเสมอทำให้ทราบถึงความก้าวหน้าในขณะเดียวกันทำให้ทราบข้อบกพร่องต่างๆ ของนักเรียน ซึ่งทำให้ครูแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนได้

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูผู้สอนควรศึกษาความรู้เกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ เพื่อที่จะได้นำความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนสอนให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ครูผู้สอนควรจัดบรรยากาศในการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาการเรียนรู้ ความเข้าใจแก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรักและเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเอื้ออาทรและเข้าใจในความแตกต่างในความสามารถของแต่ละบุคคล

3. ในชั้น Share ของการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS นักเรียนไม่ค่อยกล้าแสดงออก หรือไม่กล้าแสดงความคิดเห็นในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ดังนั้นก่อนการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนควรสร้างความคุ้นเคยให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความกล้าขยับเขยื้อน และมีความมั่นใจมากขึ้น อีกทั้งในระหว่างการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ถ้านักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม ครูผู้สอนอาจจะใช้วิธีการกระตุ้นด้วยคำถาม เพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดและพร้อมที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครูผู้สอนหรือเพื่อนในชั้นเรียนต่อไป

4. ในการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS แต่ละครั้ง กิจกรรมบางกิจกรรม เช่น กิจกรรมต้นท่อนเท่าไร กิจกรรมขายเท่าไรดี หรือกิจกรรม on the road เป็นต้น ซึ่งต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก ครูผู้สอนควรประมาณช่วงเวลาให้เหมาะสมกับแต่ละกิจกรรม

5. ครูผู้สอนควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ไปใช้ในการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่องเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ และส่งผลให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้

### ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่นๆ เช่น ความน่าจะเป็น อัตราส่วนตรีโกณมิติ การให้เหตุผล เป็นต้น

2. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS กับตัวแปรอื่นๆ เช่น ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความคงทนในการเรียนรู้ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน และการมีจิตสาธารณะ เป็นต้น

3. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS กับวิธีการสอนแบบอื่นๆ เช่น การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) การสอนแบบร่วมมือ การสอนโดยใช้ตัวแทน (Representation) เป็นต้น





บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสูงขวัญ. (2528). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการ  
แนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประสานมิตร.
- กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*.  
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *110 ปี กระทรวงศึกษาธิการ: คุณภาพและความเสมอภาคทาง  
การศึกษา*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- (2546). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๔๒ และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒)  
พ.ศ. ๒๕๔๕ พร้อมกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้อง และ พระราชบัญญัติการศึกษาภาคบังคับ  
พ.ศ. ๒๕๔๕*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตาม  
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม  
สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤษณา ศักดิ์ศรี. (2530). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บำรุงสาส์น.
- กองทัพเรือ. (2542). *การใช้ภาษาไทย*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- กองวิจัยทางการศึกษา. (2531). *รายงานผลการประชุมเกี่ยวกับกระบวนการคิดและความรู้สึก  
โครงการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนทางด้านความรู้ความคิด*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- (2542). *การสังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาศักยภาพของเด็กไทยด้านทักษะการสื่อสาร*.  
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อรุณ  
การพิมพ์.
- กิติมา สุรสนธิ. (2548). *ความรู้ทางการสื่อสาร*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.
- จิตติมา ชอบเอียด. (2551). *การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการ  
สื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท กศ.ม.  
(การมัธยมศึกษา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
ถ่ายเอกสาร.
- จิตติมา วรณศรี. (2552, มกราคม-มีนาคม). *คุณภาพการศึกษากับสมรรถนะของครูที่พึงประสงค์.  
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 32(1): 1.
- ฉวี วิชญเนติชัย; และ เกษมศรี เหมวราพรชัย. (2526). *ชุดการเรียนรู้วิชาจิตวิทยาการศึกษา*.  
นนทบุรี: สถานสงเคราะห์หญิงปากเกร็ด.
- ฉวีวรรณ เศวตมาลย์. (2544). *ปกิณกะคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.



- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2530). *หลักการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2539). *เอกสารประกอบการสอน รายวิชา การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในโรงเรียน*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน.
- (2542). *ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการจัดค่ายคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- (2543). *เอกสารคำสอนรายวิชาหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 10. นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจอินเทอร์เน็ต โปรเกรสซิฟ.
- ฐิติพร บริพันธ์. (2548). *ผลของการสอนโดยใช้รูปแบบเอสเอสซีเอสที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ. ถ่ายเอกสาร.
- ณรงค์ สมพงษ์. (2543). *การสื่อสารมวลชนเพื่องานส่งเสริม*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐ สิทธิกร. (2551). *ผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระดานตะปูในกิจกรรมตามความสนใจคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนนวม. (2533). *การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2547). *ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. ใน ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. พร้อมพรรณ อุดมสิน; และ อัมพร ม้าคอง. หน้า 6. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ดวงเดือน อ่อนนวม และคนอื่นๆ. (2537). *เรื่องน่ารู้สำหรับครูคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ดารณี อุทัยรัตนกิจ. (2545). *โปรแกรมการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นประสบการณ์การแก้ปัญหา*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

- ไตรรงค์ เจนการ. (2548). การประเมิน การอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๔๘. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ทองหล่อ วงษ์อินทร์. (2537). การวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้านกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาและเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญและไม่ชำนาญในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ด.(จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ทวี ท่อแก้ว; และอบรม สันภิบาล. (2517). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ทวีสิทธิ์ สุขกุล. (2538). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องสมมูลกล โดยใช้การสอนแบบเอสเอสซีเอส การสอนแบบเรียนเพื่อรอบรู้และการสอนตามคู่มือครู สสวท. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (ศึกษาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.
- ทินรัตน์ กาญจนกฤษ. (2550). ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลัก “สุ จิ ปุ ลิ” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทิตนา แคมมณี. (2552). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.
- ธนาวุฒิ ลาตวงษ์. (2548). ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ เอสเอสซีเอสที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ธนู ทดแทนคุณ; และกานต์วี แพทย์พิทักษ์. (2552). ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- นวลจันทร์ ผลอุตทา. (2545). ผลของการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นันทวัน คำสียา. (2551). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบ LT การเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบ SSCS. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- บงกชรัตน์ สมานสินธุ์. (2551). ผลการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2549). ทำไมจึงจำเป็นต้องจัดการเรียนรู้แบบใฝ่รู้ในระดับอุดมศึกษา. วารสารการจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 1(1): 1-7.
- บันลือ พงกษะวัน. (2533). พัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- บุญศรี ปราบณศักดิ์ และศิริพร จิรวัดน์กุล. (2538). การสื่อสารเพื่อคุณภาพการพยาบาล. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประภาวดี เทพทอง. (2545). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการสอนโดยใช้กระบวนการสื่อสาร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ปรัชญา อากาศกุล; และการุณนันทน์ รัตนแสนวงษ์. (2541). ศิลปะการใช้ภาษา การพูด การเขียน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- ปริญญา ผลิเจริญสุข. (2552). คู่มือส่งเสริมผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เล่ม 5. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- ปริญญา สองสีดา. (2550). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537, พฤศจิกายน-ธันวาคม). “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์. 38(434-435 ): 62-67, 81-82.
- (2538). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปิยะนาถ เหมวิเศษ. (2551). การสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พยอม วงศ์สารศรี. (2526). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจิตวิทยาและการแนะแนว คณะศึกษาศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนดุสิต.

- พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล. (2547). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้  
หลักการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2545). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.  
พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2547). การประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยทางเลือกใหม่. ใน *ประมวลบทความ  
หลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*.  
พร้อมพรรณ อุดมสิน; และอัมพร ม้าคอง. หน้า 173-175. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- เพ็ญพรรณ จำปา. (2536). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้รูปแบบการสอน SSCS MODEL และ  
การสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. (2547). คำนำฉบับที่. ใน *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการ  
เรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. พร้อมพรรณ อุดมสิน; และอัมพร ม้าคอง.  
หน้า ก. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ และคณะ. (2535). ภาษาไทย 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มงคล วงศ์พยัคฆ์. (2546). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Problem Solving). 60 ปี  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: ประมวลบทความทางการศึกษาการจัดการศึกษาตามแนว  
ปฏิรูปการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2537). *แนวการศึกษาชุดวิชาสารัตถะและวิถีวิธีทางวิชา  
คณิตศาสตร์ (หน่วยที่ 8-15)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- (2543). ภาษาไทย 1=Thai: 1 หน่วยที่ 1-8. พิมพ์ครั้งที่ 9. นนทบุรี: มหาวิทยาลัย  
สุโขทัยธรรมมาธิราช.
- มังกร ทองสุขดี. (2535). การสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2539). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- รวิวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์. (2533). เอกสารคำสอนวิชา วม 306: การวัดทัศนคติเบื้องต้น.  
ชลบุรี: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542.

กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์.

รุ่ง แก้วแดง. (2540). ปฏิบัติการศึกษไทย. กรุงเทพฯ: มติชน.

ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5.

กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

----- (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วนิช บรรจง และคนอื่นๆ. (2515). วิชาการศึกษ จิตวิทยาการศึกษา ตรงตามหลักสูตร

ประกาศนียบัตรประโยคครูประถม. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครปฐม: วิทยาลัยครูนครปฐม.

วรรณ ขุนศรี. (2546, มีนาคม). การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. วารสารวิชาการ. 6(3): 74.

วารสารณ์ ทองสัมฤทธิ์; และวิภาวรรณ อยู่เย็น. (2549). การพัฒนาทักษะการรับสาร. ใน

ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร. หน้า 100. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัฒนาพร ระวังทุกข์. (2541). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. พิมพ์ครั้งที่ 1.

กรุงเทพฯ: ดันอ้อ.

----- (2545). เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

วัลลภ มานักษ์อ้ง. (2549). การพัฒนาชุดกิจกรรมด้วยวิธีการสอนแบบ SSCS เรื่อง อสมการเชิง

เส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.

(หลักสูตรและการสอน). พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.

วิชชุดา งามอักษร. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ

การทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือ

ครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร

วิชัย พาณิชย์สวาย. (2546). สอนอย่างไรให้เด็กเก่งใจหายปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนา

คุณภาพวิชาการ.

วิฑูร แสงทอง. (2548). การศึกษาความสามารถและความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง

กำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.

ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ถ่ายเอกสาร.

วีระพล สุวรรณนันต์. (2534). กระบวนการแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: ไทยพีริเมียร์พริ้นติ้ง.

- ศรีภรณ์ ณะวงศ์ษา. (2542). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ TEAMS-GAMES-TOURNAMENT แบบ STUDENTS TEAMS-ACHIEVEMENT DIVISION และการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศรีวรินทร์ ทองย่น. (2552). ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อปรับอิทธิพลของความสามารถด้านเหตุผล. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร รัตนโกสินทร์. (2546). การสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร ลิ้มตระการ. (2533). เขียนอังกฤษให้เก่ง. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริพรรณ ศรีอุทธา. (2548). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เรื่องเซต สำหรับนักเรียนในช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4). วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ศิวัชญ์ ราชพัฒน์. (2552, มกราคม-ธันวาคม). การพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. ฉบับพิเศษ 2552: 193.
- ศูนย์พัฒนาหลักสูตร. (2540). เอกสารเสริมความรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา: อันดับที่ 8 เรื่อง ทักษะการแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- (2541). เอกสารเสริมความรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา อันดับที่ 9 เรื่อง การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2552). ค่าสถิติพื้นฐานคะแนน O-NET มัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2552. สืบค้นเมื่อ 25 มิถุนายน 2553 จาก <http://www.niets.or.th/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2543). มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: สสวท.
- (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สสวท.
- (2550). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

- (2551). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: หจก.ส. เจริญการพิมพ์.
- (2553). *เอกสารประกอบการแถลงข่าวผลการวิจัยโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ ปี พ.ศ. 2550 (Trends in International Mathematics and Science Study 2007, TIMSS-2007)*. สืบค้นเมื่อ 25 มิถุนายน 2553, จาก [www.ipst.ac.th/research/project.shtml](http://www.ipst.ac.th/research/project.shtml)
- สนิท ตั้งทวี. (2529). *การใช้ภาษาเชิงปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมเดช โสภณพินิจ. (2543, พฤศจิกายน-ธันวาคม). *ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (กับการสอน)*. *วารสารคณิตศาสตร์*. 44(506-508): 41-52.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค; และสมเดช บุญประจักษ์. (2545). *กิจกรรมส่งเสริมการคิดและแก้ปัญหา คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: Learn and Play MATHGROUP มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- สมศักดิ์ คำศรี. (2534). *จิตวิทยาการศึกษา*. มหาสารคาม: ภาควิชาจิตวิทยาและการแนะแนว วิทยาลัยครูมหาสารคาม.
- สัญญา ภัทรการ. (2552). *ผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2549). *รายงานผลการวิจัย เรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2547). *แนวคิดการวัดผลประเมินผลอิงมาตรฐานการเรียนรู้ควบคู่กับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- สิริพร ทิพย์คง. (2536). *เอกสารคำสอนวิชา 158522: ทฤษฎีและวิธีสอนวิชาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- (2544). *หนังสือเสริมประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

- (2551, พฤศจิกายน-ธันวาคม; 2552, มกราคม). จำนวนและการดำเนินการช่วงชั้นที่ 1 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3). *วารสารคณิตศาสตร์*. 53(602-604): 9.
- สิริวรรณ นันทจันทูล; และสมเกียรติ รัชฌ์มณี. (2549). การพัฒนาทักษะการรับสาร. ใน *ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร*. หน้า 83. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุชา จันท์เอม; และสุรางค์ จันท์เอม. (2518). *จิตวิทยาการศึกษา*. ชลบุรี: โรงพิมพ์จรัสสนิทวงศ์.
- สุทพร รัตนกุล. (2551). *อารยธรรมกับการสื่อสาร (Civilization and Communication)*. นนทบุรี: เพชรรุ่งการพิมพ์.
- สุนันทา มั่นเศรษฐวิทย์. (2543). *หลักและวิธีการอ่านภาษาไทย*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2546, กันยายน-ตุลาคม). คณิตศาสตร์ไม่เข้มแข็ง: เพราะอะไร. *วารสารการศึกษาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี*. 31(126): 6-7.
- สุนีย์ คล้ายนิล; ปรีชาญ เดชศรี; & อัมพิกา ประโมจันย์. (2550). *บทสรุปเพื่อการบริหารการรู้วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวัย 15 ปี: รายงานจากการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2006*. กรุงเทพฯ: เซเว่น พรินติ้ง กรุ๊ป.
- สุรัชย์ จามรเนียม. (2548). *ผลของการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์บูรณาการเชิงเนื้อหา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรที่มีต่อความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุริเยส สุขแสง. (2548). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุรินทร์*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุวรรณ กาญจนมยุร. (2542). *เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา เล่ม 3*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- อรรช ภูบุญเต็ม. (2550). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์สมการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้ตัวแทน (Representation)*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรอุมา กลิ่นโลกัย. (2549). *การสร้างบทเรียนเรื่องความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สถานการณ์จำลองที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การสอนคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.



- อภิชาติ เพชรพลอย. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพร ม้าคอง. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ใน *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. พร้อมพรรณ อุดมสิน; และอัมพร ม้าคอง. หน้า 102-103. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- อัมพร เจียรโนรส. (2548). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้ VTAPER Model ร่วมกับเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจเรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อิสราวุฒ สัมซ่า. (2549). ผลของการสอนแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. ถ่ายเอกสาร.
- อุไรวรรณ รักจวน. (2542). ผลของการสอนโดยใช้รูปแบบเอสเอสซีเอสที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- Assuah, Charles K. (2010, May). *Student and Teacher Perceptions of Teacher Oral Communication Behavior in Algebra and Geometry Classrooms*. Retrieved August 28, 2010, from <http://proquest.umi.com>.
- Ausubel, David P. (1968). *Educational Psychology : A Cognitive View*. New York: Holt Rinehart.
- Awang, Halizah; & Ramly, Ishak. (2008). Creative Thinking Skill Approach Through Problem-Based Learning: Pedagogy and Practice in the Engineering Classroom. *International Journal of Social Sciences*. 3(1): 22.
- Baroody, Arthur J. (1987). *Children's Mathematical Thinking*. New York: Teachers College Press.
- (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8 Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan.
- Bitter, Gary G.; Hatfield, Mary M.,; & Edwards, Nancy T. (1989). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle School : A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn and Bacon.

- Bransford, J.D.; & Stein, B.S. (1984). *The IDEAL Problem Solver: A Guide to Improving Thinking*. New York, NY: W.H. Freeman & Co.
- Buschman, Larry. (1995, February). Communicating in the Language of Mathematics. *Teaching Children Mathematics*. 1(6): 324-329.
- Butts, David F.; & Jones, Howard L. (1966, August). Inquiry Training and Problem Solving in Elementary School Children. *Journal of Research in Science Teaching*. 4(1): 21-27.
- Chiappetta, E. L., & Russell, J. M. (1982, January). The Relationship among Logical Thinking, Problem Solving Instruction, and Knowledge and Application on Earth Science Subject Matter. *Science Education*. 66(1): 85-93.
- Chin, Christine. (1997, October). Promoting Higher Cognitive Learning in Science Through a Problem-Solving Approach. *National Institute of Education (Singapore)*. 1(5): 9-10.
- Chun-Yen Chang. (1999, January). The Use of a Problem-solving-based Instructional Model in Initiating Change in Students' Achievement and Alternative Frameworks. *International Journal of Science Education*. 21(4): 373-388.
- Clark, Karen K. (2005). Strategies for Building Mathematical Communication in the Middle School Classroom: Modeled in Professional Development, Implemented in the Classroom. *Current Issues in Middle Level Education*. 11( 2): 1.
- Clyde, Corle G. (1967). *Teaching Mathematics in the Elementary School*. New York: Ronald Press.
- Conbach, Lee J. (1970). *Essentials of Psychological Testing*. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Harper and Row.
- Costa, A. L.; & et al. (1985). Other Meditative Strategies. In A. L. Costa (Ed.), *Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking*. pp. 166-170. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Cruikshank, Douglas E.; & Sheffield, Linda Jensen. (1992). *Teaching and Elementary and Middle School Mathematics*. New York: Maxwell Macmillan International.
- Davis, Frederic B. (1964). *Educational Measurement and Their Interpretation*. California: Wadsworth.
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. New York, NY: Collier.
- (1959). *Dictionary of Education*. New York: Philosophical Library.

- Fensell, Francis; & Rowan, Tom. (2001, January). Representation: An Important Process for Teaching and Learning Mathematics. *Teaching Children mathematics*. 7(5): 188-302.
- Ferguson, George A. (1981). *Statistical Analysis in Psychology and Education*. 5<sup>th</sup> ed. Tokyo: McGraw-Hill.
- Fiksdal, Janel Kay. (1996, September). The Effects of Instruction in Heuristics of the Use of Problem Solving Strategies and Problem Solving Performance of Preservice Elementary Education Majors. *Dissertation Abstracts International*. 57(3): 1064.
- Freundlich, L. (1978, January). The Problem in Inquiry. *The Science Teacher*. 45(1): 19-22.
- Gagné, Robert M. (1970). *The Condition of Learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- (1985). *The Condition of Learning*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: CBS College.
- Glatthorn, A. A.; & Baron, J. (1985). The Good Thinker. In *Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking*. pp. 49-53. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Gray, Lillian; & Reese, Dora. (1957). *Teaching Children to Read*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Ronald Press.
- Greeno, James G. (1978). Natures of Problem-solving Abilities. In *Handbook of Learning and Cognitive Process, V.5*. pp. 239-270. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- (1980). *Some Examples of Cognitive Task Analysis with Instructional Implications*. New Jersey: Elbaum.
- Harnack, Victor R.; & Fest, Thorrell. (1964). *Group Discussion*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Hatfield, Mary M.; et al. (2000). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle Schools*. 4<sup>th</sup> ed. New York: John Wiley & Sons.
- Heddens, James W.; & Speer, William R. (1992). *Problem Solving Decision Making and Communicating in Mathematics*. 7<sup>th</sup> ed. New York: Macmillan.
- (2001). *Today's Mathematics; Part 1: Concepts and Classroom Methods*. 10<sup>th</sup> ed. New York: John Wiley & Sons.
- Heimer, R.T.; & Trueblood, C.R. (1977). *Strategies for Teaching Children Mathematics*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.

- Hoffer, Alan R.; & et al. (1992). *Teacher's Edition Mathematics in Action*. New York: Macmillan/McGraw-Hill.
- Hopkins, Christine; Gifford, Sue; & Pepperell, Sandy. (1999). *Mathematics in the Primary School: A Sense of Progression*. London: Fulton.
- Johanning, I. Debra. (2000, March). An Analysis of Writing and Postwriting Group Collaboration In Middle School Pre- Algebra. *School Science and Mathematics*. 100(3): 151-160.
- Kennedy, Leonard M. (1984). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 4<sup>th</sup> ed. California: Wadsworth.
- Kennedy, Leonard M.; & Tipps, Steve. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 7<sup>th</sup> ed. California: Wadsworth.
- (1997). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 8<sup>th</sup> ed. California: Wadsworth.
- Kirkley, Jamie. (2003). *Principles for Teaching Problem Solving*. India: PLATO Learning.
- Krulik, Stephen.; & Rudnick, Jesse A. (1993). *Reasoning and Problem Solving : A Handbook for Elementary School Teachers*. Boston: Allyn and Bacon.
- (1996). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Junior and Senior High School*. Boston: Allyn and Bacon.
- Kurlock, Elizabeth B. (1955). *Adolescence Development*. New York: McGraw-Hill Book.
- Kusmawan , Udan. (2005). *Values Infusion into Scientific Actions in Environmental Learning*. Retrieved June 14, 2010, from <http://www.aare.edu.au/05pap/kus05200.pdf>
- Lampert, Magdalene; & Blunk, Merrie. (1998). *Talking Mathematics in School Studies of Teaching and Learning*. U.S.A.: Cambridge University Press.
- Lappan, Glenda; & Schram, Pamela W. (1989). Communication and Reasoning: Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics. *New Directions for Elementary School Mathematics 1989 Yearbook*. p. 14-30. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Lester, Frank K. (1977, November). Ideas about Problem Solving: A Look at some Psychological. *Arithmetic Teacher*. 25(2): 12.
- Lester, Frank K.; & Kroll, Diana L. (1991, April) Evaluation a New Vision. *The Mathematics Teacher*. 84(4): 276-284.
- Li Li, Tan. (1996). *Teaching Problem Solving*. Retrieved June 14, 2010, from <http://www.aare.edu.au/96pap/tanl196465.txt>

- Mayer, Richard E. (1975, December). Information Processing Variables in Learning to Solve Problem. *Review of Education Research*. 45(4): 525-541.
- McCutchan, Nell. (1980). *Focus on Reading*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Mehrens, William A.; & Lehmann, Irvin J. (1973). *Measurement and Evaluation in Education and Psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Mitchell, William E.; & Kowalik, Thomas F. (1989). *Creative Problem Solving*. Retrieved August 17, 2010, from <http://www.qub.ac.uk/directorates/sgc/learning/Resources/Managingstress/Filetoupload,119297,en.pdf>
- Morgan, Candia. (1998). *Writing Mathematically: The Discourse of Investigation*. Great Britain: Biddles.
- Mumme, Judith.; & Shepherd, Nancy. (1993). Communication in Mathematics. In *Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standards*. Virginia: NCTM.
- Musser, Gary L.; Burger, William F.; & Peterson, Blake E. (2000). *Mathematics for Elementary Teachers: A Contemporary Approach*. New York: John Wiley & Sons.
- National Council of Supervisors of Mathematics (NCSM). (1977, October). Position Paper on Basic Skills. *Arithmetic Teacher*. 25(1): 19-22.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1980). *An Agenda for Action: Recommendations for School Mathematics of the 1980s*. Reston, VA: NCTM.
- (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, VA.: NCTM.
- (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM.
- Newcomb, Theodore M. (1965). *Social Psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Nunnally, Jum C., Jr. (1970). *Introduction to Psychological Measurement*. New York: McGraw-Hill.
- Pandiscio, Eric A. (2002). Exploring the Link between Preservice Teachers' Conception of Proof and the Use of Dynamic Geometry Software. *School Science and Mathematics*. 102(5): 216-220.
- Perdikaris, S.C. (1993, May-June). Applications of Ergodic Chains to Problem Solving. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 24 (3): 423-427.

- Perveen, Kousar. (2010, March). Effect of the Problem-Solving Approach on Academic Achievement of Students in Mathematics at the Secondary Level. *Education Research*. 3(3): 9.
- Pimm, David. (1987). *Speaking Mathematically: Communication in Mathematics Classrooms*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Pizzini, Edward L.; & Abell, Sandra K. (1992, September). The Effect of a Problem In-service Program on the Classroom Behaviors and Attitudes of Middle School Science Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(7): 649.
- Pizzini, Edward L.; & Shepardson, Daniel P. (1991, December). Student Questioning in the Presence of the Teacher During Problem Solving in Science. *School Science and Mathematics*. 91(8): 348-352.
- Pizzini, Edward L.; & Shepardson; & Abell, Sandra K. (1989, September). A Rationale for and the Development of a Problem Solving Model of Instruction in Science Education. *Science Education*. 73(5): 523-534.
- Polya, George. (1957). *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. New York: Doubleday.
- (1980). *On Solving Mathematics; 1980 Year book*. Virginia: NCTM.
- (1985). *How to Solve it : A New Aspect of Mathematical Method*. New York: Doubleday and Garden City.
- Powell, Marvin. (1963). *The Psychology of Adolescence*. New York: Bobbs-Merrill.
- Presseisen, B. (1985). Thinking Skills: Meaning and Models. In *Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking*. pp. 34-48. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Randall, Charles.; & Lester, Frank K. (1982). *Teaching Problem Solving What, Why & How*. Boston: Dale Seymour.
- Reys, Robert E.; Suydam, Marilyn N.; & Lindquist, Mary M. (1995). *Helping Children Learn Mathematics*. 4<sup>th</sup> ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Reys, Robert E., & et al. (2001). *Helping Children Learn Mathematics*. 6<sup>th</sup> ed. New York: John Wiley and Sons.
- Rickert, R. (1967, February). Development Critical Thinking. *Science Education*. 51(1): 24-27.
- Riedesel, C. Alan. (1990). *Teaching Elementary School Mathematics*. 5<sup>th</sup> ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

- Riedesel, C. Alan.; Schwartz, James E.; & Clements, Douglas H. (1996).  
*Teaching Elementary School Mathematics*. Boston: Allyn and Bacon.
- Rodeheaver, Lounette Reeves. (2000). A Case Study of Communication Between  
 Secondary Mathematics Teachers and the Cooperative Teacher. *Dissertation  
 Abstracts International*. (Online). 53-05A.
- Rost, Michael. (1991). *Listening in Action: Activities for Development Listening in Language  
 Teaching*. Great Britain: Prentice Hall International (UK).
- Rowan, Thomas E.; & Morrow, Lorna J. (1993). *Implementing K-8 Curriculum and  
 Evaluation Standards : Reading from the Arithmetic Teacher*. Virginia: NCTM.
- Russel, P.V. (1961). *Essentials of Mathematics*. New York: John Wiley & Sons.
- Schoenfeld, A.H. (1989). *Teaching Mathematics in the Elementary School*. New  
 York: Ronald Press.
- Schoenfeld, A.H. (1989). *Teaching Mathematics in the Elementary School*.  
 New York: Ronald Press.
- Shepardson, Daniel Philip. (1991, March). *The Relationships between Problem-solving  
 Phase, Student Interactions, and Thinking Skills among Middle School Students  
 Taught within the SSCS Problem-solving Instructional Model*. Retrieved July 20,  
 2010, from [http://proquest.umi.com/pqdweb?index=0&did=744600981&  
 SrchMode=1&sid=1&Fmt=2&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD  
 &TS=1279625412&clientId=61839](http://proquest.umi.com/pqdweb?index=0&did=744600981&SrchMode=1&sid=1&Fmt=2&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1279625412&clientId=61839)
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: A Triarchic Theory of Human Intelligence*. New York:  
 Cambridge University Press.
- (1986). Critical Thinking: Its Nature, Measurement, and Improvement. In F. R.  
 Link (Ed.), *Essays on the Intellect*. pp. 45–65. Alexandria, VA: Association for  
 Supervision and Curriculum Development.
- Stewart, J. (1982, October). Two Aspects of Meaningful Problem Solving in Science.  
*Science Education*. 66(5): 731-741.
- Thorndike, Robert L.; & Hagen, Elizabeth. (1969). *Measurement and Evaluation in  
 Psychology and Education*. 3<sup>rd</sup> ed. New York: John Wiley & Sons.
- Thurber, Walter A. (1976). *Teaching Science in Today's Secondary Schools*. Boston: Allyn  
 and Bacon.
- Tougaw, Paul William. (1994, February). A Study of the Effect of Using an Open Approach  
 to Teaching Mathematics upon the Mathematical Problem Solving Behaviors of  
 Secondary School Students. *Dissertation Abstracts International*. 54(8): 2934-A.

- Underwood, Mary. (1989). *Teaching Listening*. New York: Longman.
- Van, Garderen D. (2006). Spatial Visualization, Visual Imagery and Mathematical Problem Solving of Students with Varying Abilities. *Dissertation Abstracts International*. 39(6): 496.
- Wavering, Michael J. (1980, December). What are the basics of science education? What is important to know, how to use knowledge or how to obtain answer?. *School Science and Mathematics*. 80(8): 633-636.
- Wibawati, Fina. (2009). *Penerapan Pembelajaran Kooperatif SSCS (Search Solve Create and Share) Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Pokok Bahasan Ekosistem Di Kelas Vii E Semester II Smp Al Islam 1 Surakarta Tahun Ajaran 2008/2009*. Retrieved June 14, 2010, from <http://etd.eprints.ums.ac.id/4326/1/A420050100.pdf>
- Wiest, Lynda R. (1997). The Role of Fantasy and Real-World Problem Contexts in Fourth-Grade and Six-Grade Students' Mathematical Problem Solving. *Dissertation Abstracts International -A*. 57(1): 5091.
- William, Kenneth M. (2003, March). Writing about the Problem-Solving Process to Improve Problem-solving Performance. *Mathematics Teacher*. 96(3): 185.
- Wilmot, W. W. (1987). *Dyadic Communication*. New York: Random House.
- Wilson, Julie Luft. (1995, October). *The Effects of a Demonstration Classroom on Elementary Teachers involved in a Problem-solving Inservice Program*. Retrieved July 20, 2010, from <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=742018171&sid=1&Fmt=2&clientId=PQD>
- Winne, P.; & Mark, P. (1977, December). Reconceptualizing research on teaching. *Journal of Education Psychology*. 69(6): 668-678.
- Zoller, U. (1987). The Fostering of Question-Asking Capability: A Meaningful Aspect of Problem-solving in Chemistry. *Journal of Chemical Education*. 64: 510-512.





ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

### ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน
- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด
- ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน
- ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน
- ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
- ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
- ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด หลังการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
- ค่า  $\sum x_i$  ค่า  $\sum x_i^2$  และค่า  $s_i^2$  เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ  
วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน

ผู้เชี่ยวชาญ	ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	คนที่ 1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
คนที่ 2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
คนที่ 3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IOC		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ด้านการอ่านและด้านการเขียนเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณา  
จากค่า IOC  $\geq .50$  จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 จำนวน 10 ข้อ

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะของแบบวัดความสามารถ  
ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง

ผู้เชี่ยวชาญ	ข้อที่	1	2
	คนที่ 1		1
คนที่ 2		1	1
คนที่ 3		1	1
IOC		1	1

คัดเลือกแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง  
เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC  $\geq .50$  จึงคัดเลือก  
ข้อที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 จำนวน 2 ข้อ

ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ผู้เชี่ยวชาญ \ ข้อที่	1	2
คนที่ 1	1	1
คนที่ 2	1	1
คนที่ 3	1	1
IOC	1	1

คัดเลือกแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า  $IOC \geq .50$  จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 จำนวน 2 ข้อ

ตาราง 17 ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน

ข้อที่	$P_E$	$D$	ผลการพิจารณา
1	0.62	0.69	คัดเลือก
2	0.73	0.23	คัดออก
3	0.38	0.73	คัดออก
4	0.50	0.91	คัดเลือก
5	0.41	0.82	คัดเลือก
6	0.41	0.45	คัดออก
7	0.24	0.47	คัดออก
8	0.47	0.94	คัดเลือก
9	0.25	0.50	คัดออก
10	0.46	0.91	คัดเลือก

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียนเฉพาะที่มีค่าความง่าย ( $P_E$ ) อยู่ระหว่าง 0.41 - 0.62 ซึ่งเป็นความง่ายพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตั้งแต่ 0.69 - 0.94 ซึ่งเป็นข้อที่แยกคนได้ และสามารถนำไปใช้ครั้งต่อไป โดยคัดเลือกแบบทดสอบนี้ทั้งหมด 5 ข้อ

ตาราง 18 ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย ( $X$ )	คะแนนจากผู้ตรวจให้ คะแนนคนที่ 2 ( $Y$ )	$X^2$	$Y^2$	$XY$
1	50	49	2,500	2,401	2,450
2	69	69	4,761	4,761	4,761
3	52	53	2,704	2,809	2,756
4	55	53	3,025	2,809	2,915
5	58	60	3,364	3,600	3,480
6	63	62	3,969	3,844	3,906
7	65	63	4,225	3,969	4,095
8	54	56	2,916	3,136	3,024
9	56	57	3,136	3,249	3,192
10	50	49	2,500	2,401	2,450
11	59	60	3,481	3,600	3,540
12	50	49	2,500	2,401	2,450
13	57	56	3,249	3,136	3,192
14	65	67	4,225	4,489	4,355
15	52	50	2,704	2,500	2,600
16	58	57	3,364	3,249	3,306
17	56	54	3,136	2,916	3,024
18	58	57	3,364	3,249	3,306
19	57	56	3,249	3,136	3,192
20	53	54	2,809	2,916	2,862
21	60	59	3,600	3,481	3,540
22	59	61	3,481	3,721	3,599
23	60	59	3,600	3,481	3,540
24	61	60	3,721	3,600	3,660
25	66	65	4,356	4,225	4,290
26	60	61	3,600	3,721	3,660
27	63	61	3,969	3,721	3,843
28	65	61	4,225	3,721	3,965

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ตรวจให้ คะแนนคนที่ 2 (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
29	56	57	3,136	3,249	3,192
30	56	57	3,136	3,249	3,192
31	57	59	3,249	3,481	3,363
32	64	62	4,096	3,844	3,968
33	61	60	3,721	3,600	3,660
34	55	56	3,025	3,136	3,080
35	62	59	3,844	3,481	3,658
36	65	63	4,225	3,969	4,095
37	53	54	2,809	2,916	2,862
38	66	67	4,356	4,489	4,422
39	67	65	4,489	4,225	4,355
40	52	53	2,704	2,809	2,756
41	58	60	3,364	3,600	3,480
42	61	60	3,721	3,600	3,660
43	60	58	3,600	3,364	3,480
44	65	63	4,225	3,969	4,095
45	60	59	3,600	3,481	3,540
46	60	62	3,600	3,844	3,720
47	54	56	2,916	3,136	3,024
48	54	53	2,916	2,809	2,862
49	57	55	3,249	3,025	3,135
50	62	61	3,844	3,721	3,782

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัยและผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2 โดยการใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

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

เมื่อ	$r$	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $X$
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $Y$
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $X$ แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $Y$ แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง $X$ กับ $Y$
	$N$	แทน	จำนวนคนหรือสิ่งที่ศึกษา

จากตาราง จะได้  $\sum X = 2,936$ ,  $\sum Y = 2,917$ ,  $\sum X^2 = 173,558$ ,  
 $\sum Y^2 = 171,939$ ,  $\sum XY = 172,334$ ,  $N = 50$

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{(50)(172,334) - (2,936)(2,917)}{\sqrt{[(50)(173,558) - (2,936)^2][(50)(171,239) - (2,917)^2]}} \\
 &= \frac{8,616,700 - 8,564,312}{\sqrt{[8,677,900 - 8,620,096][8,561,950 - 8,508,889]}} \\
 &= \frac{52,388}{\sqrt{[57,804][53,061]}} \\
 &= \frac{52,388}{\sqrt{3067,138,044}} \\
 &= \frac{52,388}{55,381.75} \\
 &= 0.95
 \end{aligned}$$

ตาราง 19 ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ด้านการอ่าน

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย ( $X$ )	คะแนนจากผู้ตรวจให้ คะแนนคนที่ 2 ( $Y$ )	$X^2$	$Y^2$	$XY$
1	18	18	324	324	324
2	19	19	361	361	361
3	18	17	324	289	306
4	17	17	289	289	289
5	18	18	324	324	324
6	20	20	400	400	400
7	20	20	400	400	400
8	19	19	361	361	361
9	16	16	256	256	256
10	17	17	289	289	289
11	16	16	256	256	256
12	15	15	225	225	225
13	18	18	324	324	324
14	20	20	400	400	400
15	16	16	256	256	256
16	16	16	256	256	256
17	17	17	289	289	289
18	17	17	289	289	289
19	16	16	256	256	256
20	16	15	256	225	240
21	16	17	256	289	272
22	16	17	256	289	272
23	20	20	400	400	400
24	20	20	400	400	400
25	20	20	400	400	400
26	18	19	324	361	342
27	20	20	400	400	400



ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย ( $X$ )	คะแนนจากผู้ตรวจให้ คะแนนคนที่ 2 ( $Y$ )	$X^2$	$Y^2$	$XY$
28	20	20	400	400	400
29	16	16	256	256	256
30	16	17	256	289	272
31	16	16	256	256	256
32	20	20	400	400	400
33	18	18	324	324	324
34	16	16	256	256	256
35	20	20	400	400	400
36	18	18	324	324	324
37	16	16	256	256	256
38	20	20	400	400	400
39	19	19	361	361	361
40	17	17	289	289	289
41	20	20	400	400	400
42	20	20	400	400	400
43	20	20	400	400	400
44	20	20	400	400	400
45	17	17	289	289	289
46	17	17	289	289	289
47	18	18	324	324	324
48	17	17	289	289	289
49	16	16	256	256	256
50	17	17	289	289	289

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ด้านการอ่านของผู้วิจัยและผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2 โดยการใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่าย  
ของเพียร์สัน

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

เมื่อ	$r$	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $X$
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $Y$
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $X$ แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $Y$ แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง $X$ กับ $Y$
	$N$	แทน	จำนวนคนหรือสิ่งที่ศึกษา

จากตาราง จะได้  $\sum X = 893$ ,  $\sum Y = 895$ ,  $\sum X^2 = 16,085$ ,  $\sum Y^2 = 16,155$ ,  
 $\sum XY = 16,117$ ,  $N = 50$

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{(50)(16,117) - (893)(895)}{\sqrt{[(50)(16,085) - (893)^2][(50)(16,155) - (895)^2]}} \\
 &= \frac{805,850 - 799,235}{\sqrt{[804,250 - 797,449][807,750 - 801,025]}} \\
 &= \frac{6,615}{\sqrt{[6,801][6,725]}} \\
 &= \frac{6,615}{\sqrt{45,736,725}} \\
 &= \frac{6,615}{6,762.89} \\
 &= 0.98
 \end{aligned}$$

ตาราง 20 ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ด้านการเขียน

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย ( $X$ )	คะแนนจากผู้ตรวจให้ คะแนนคนที่ 2 ( $Y$ )	$X^2$	$Y^2$	$XY$
1	18	18	324	324	324
2	30	30	900	900	900
3	23	22	529	484	506
4	20	21	400	441	420
5	22	21	484	441	462
6	25	24	625	576	600
7	25	26	625	676	650
8	24	25	576	625	600
9	22	21	484	441	462
10	20	21	400	441	420
11	23	23	529	529	529
12	20	21	400	441	420
13	23	23	529	529	529
14	25	24	625	576	600
15	20	19	400	361	380
16	22	21	484	441	462
17	21	20	441	400	420
18	21	22	441	484	462
19	22	23	484	529	506
20	22	23	484	529	506
21	21	22	441	484	462
22	22	21	484	441	462
23	28	27	784	729	756
24	24	25	576	625	600
25	30	30	900	900	900
26	23	24	529	576	552
27	27	26	729	676	702

ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย ( $X$ )	คะแนนจากผู้ตรวจให้ คะแนนคนที่ 2 ( $Y$ )	$X^2$	$Y^2$	$XY$
28	28	27	784	729	756
29	25	25	625	625	625
30	20	20	400	400	400
31	22	22	484	484	484
32	23	23	529	529	529
33	25	25	625	625	625
34	24	24	576	576	576
35	26	26	676	676	676
36	24	24	576	576	576
37	25	24	625	576	600
38	27	26	729	676	702
39	23	22	529	484	506
40	21	21	441	441	441
41	26	27	676	729	702
42	27	27	729	729	729
43	25	26	625	676	650
44	24	23	576	529	552
45	26	26	676	676	676
46	22	21	484	441	462
47	25	25	625	625	625
48	22	22	484	484	484
49	23	23	529	529	529
50	25	25	625	625	625

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ด้านการเขียนของผู้วิจัยและผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2 โดยการใช้สถิติสหสัมพันธ์  
อย่างง่ายของเพียร์สัน

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

เมื่อ	$r$	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $X$
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $Y$
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $X$ แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $Y$ แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง $X$ กับ $Y$
	$N$	แทน	จำนวนคนหรือสิ่งที่ศึกษา

จากตาราง จะได้  $\sum X = 1,181$ ,  $\sum Y = 1,177$ ,  $\sum X^2 = 28,235$ ,  $\sum Y^2 = 28,039$ ,  
 $\sum XY = 28,122$ ,  $N = 50$

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{(50)(28,122) - (1,181)(1,177)}{\sqrt{[(50)(28,235) - (1,181)^2][(50)(28,039) - (1,177)^2]}} \\
 &= \frac{1,406,100 - 1,390,037}{\sqrt{[1,411,750 - 1,394,761][1,401,950 - 1,385,329]}} \\
 &= \frac{16,063}{\sqrt{[16,989][16,621]}} \\
 &= \frac{16,063}{\sqrt{282,374,169}} \\
 &= \frac{16,063}{16,803.99} \\
 &= 0.96
 \end{aligned}$$

ตาราง 21 ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง  
ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ช่วยวิจัย (Y)	$X^2$	$Y^2$	XY
1	0	0	0	0	0
2	5	5	25	25	25
3	2	2	4	4	4
4	2	2	4	4	4
5	3	3	9	9	9
6	3	3	9	9	9
7	4	4	16	16	16
8	2	2	4	4	4
9	3	3	9	9	9
10	5	5	25	25	25
11	4	4	16	16	16
12	3	3	9	9	9
13	3	3	9	9	9
14	5	5	25	25	25
15	2	2	4	4	4
16	2	2	4	4	4
17	4	4	16	16	16
18	3	3	9	9	9
19	3	3	9	9	9
20	2	2	4	4	4
21	1	1	1	1	1
22	2	2	4	4	4
23	4	4	16	16	16
24	5	5	25	25	25
25	6	6	36	36	36
26	2	2	4	4	4
27	4	4	16	16	16
28	5	4	25	16	20

ตาราง 21 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย ( $X$ )	คะแนนจากผู้ช่วยวิจัย ( $Y$ )	$X^2$	$Y^2$	$XY$
29	4	4	16	16	16
30	5	4	25	16	20
31	2	2	4	4	4
32	3	3	9	9	9
33	3	2	9	4	6
34	2	2	4	4	4

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ด้านการฟังของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

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

เมื่อ	$r$	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $X$
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $Y$
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $X$ แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด $Y$ แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง $X$ กับ $Y$
	$N$	แทน	จำนวนคนหรือสิ่งที่ศึกษา

จากตาราง จะได้  $\sum X = 108$ ,  $\sum Y = 105$ ,  $\sum X^2 = 404$ ,  $\sum Y^2 = 381$ ,  
 $\sum XY = 391$ ,  $N = 34$

$$\begin{aligned} r_{xy} &= \frac{(34)(391) - (108)(105)}{\sqrt{[(34)(404) - (108)^2][(34)(381) - (105)^2]}} \\ &= 0.98 \end{aligned}$$

ตาราง 22 ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ด้านการพูด ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ช่วยวิจัย (Y)	$X^2$	$Y^2$	$XY$
1	0	0	0	0	0
2	5	5	25	25	25
3	2	2	4	4	4
4	2	2	4	4	4
5	4	4	16	16	16
6	4	4	16	16	16
7	4	4	16	16	16
8	2	2	4	4	4
9	2	2	4	4	4
10	6	6	36	36	36
11	4	4	16	16	16
12	4	4	16	16	16
13	4	4	16	16	16
14	5	5	25	25	25
15	0	0	0	0	0
16	2	2	4	4	4
17	2	2	4	4	4
18	2	2	4	4	4
19	2	2	4	4	4
20	2	2	4	4	4
21	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1
23	4	4	16	16	16
24	4	4	16	16	16
25	6	6	36	36	36
26	1	1	1	1	1
27	2	2	4	4	4
28	5	5	25	25	25



ตาราง 22 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ช่วยวิจัย (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
29	4	4	16	16	16
30	4	4	16	16	16
31	2	2	4	4	4
32	2	2	4	4	4
33	3	3	9	9	9
34	2	2	4	4	4

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ด้านการพูดของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

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

เมื่อ	r แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$ แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X
	$\sum Y$ แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y
	$\sum X^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$ แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
	N แทน	จำนวนคนหรือสิ่งที่ศึกษา

จากตาราง จะได้  $\sum X = 99$ ,  $\sum Y = 99$ ,  $\sum X^2 = 371$ ,  $\sum Y^2 = 371$ ,  
 $\sum XY = 371$ ,  $N = 34$

$$\begin{aligned} r_{xy} &= \frac{(34)(371) - (99)(99)}{\sqrt{[(34)(371) - (99)^2][(34)(371) - (99)^2]}} \\ &= 1.00 \end{aligned}$$

ตาราง 23 ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง  
หลังการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ช่วยวิจัย (Y)	$X^2$	$Y^2$	$XY$
1	4	4	16	16	16
2	8	8	64	64	64
3	5	5	25	25	25
4	6	6	36	36	36
5	7	7	49	49	49
6	7	7	49	49	49
7	8	8	64	64	64
8	5	5	25	25	25
9	5	5	25	25	25
10	8	8	64	64	64
11	7	7	49	49	49
12	7	7	49	49	49
13	7	7	49	49	49
14	7	7	49	49	49
15	5	5	25	25	25
16	5	5	25	25	25
17	7	7	49	49	49
18	6	6	36	36	36
19	7	7	49	49	49
20	5	5	25	25	25
21	5	5	25	25	25
22	6	6	36	36	36
23	8	8	64	64	64
24	7	7	49	49	49
25	8	8	64	64	64
26	5	5	25	25	25
27	6	6	36	36	36
28	7	7	49	49	49

ตาราง 23 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ช่วยวิจัย (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
29	7	7	49	49	49
30	7	7	49	49	49
31	5	5	25	25	25
32	5	5	25	25	25
33	5	5	25	25	25
34	5	5	25	25	25

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ด้านการฟังของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

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

เมื่อ	r แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$ แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X
	$\sum Y$ แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y
	$\sum X^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$ แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
	N แทน	จำนวนคนหรือสิ่งที่ศึกษา

จากตาราง จะได้  $\sum X = 212$ ,  $\sum Y = 212$ ,  $\sum X^2 = 1,368$ ,  $\sum Y^2 = 1,368$ ,  
 $\sum XY = 1,368$ ,  $N = 34$

$$r_{xy} = \frac{(34)(1,368) - (212)(212)}{\sqrt{[(34)(1,368) - (212)^2][(34)(1,368) - (212)^2]}}$$

$$= 1.00$$

ตาราง 24 ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ด้านการพูด หลังการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ช่วยวิจัย (Y)	$X^2$	$Y^2$	XY
1	5	5	25	25	25
2	8	8	64	64	64
3	6	6	36	36	36
4	6	6	36	36	36
5	7	7	49	49	49
6	6	6	36	36	36
7	8	8	64	64	64
8	5	5	25	25	25
9	6	6	36	36	36
10	8	8	64	64	64
11	7	7	49	49	49
12	7	7	49	49	49
13	7	7	49	49	49
14	7	7	49	49	49
15	5	5	25	25	25
16	6	6	36	36	36
17	7	7	49	49	49
18	7	7	49	49	49
19	7	7	49	49	49
20	5	5	25	25	25
21	5	5	25	25	25
22	5	5	25	25	25
23	7	7	49	49	49
24	7	7	49	49	49
25	8	8	64	64	64
26	5	5	25	25	25
27	6	6	36	36	36
28	7	7	49	49	49

ตาราง 24 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ช่วยวิจัย (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
29	7	7	49	49	49
30	8	8	64	64	64
31	5	5	25	25	25
32	5	5	25	25	25
33	5	5	25	25	25
34	5	5	25	25	25

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ด้านการพูดของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

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

เมื่อ	r แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$ แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X
	$\sum Y$ แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y
	$\sum X^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$ แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
	N แทน	จำนวนคนหรือสิ่งที่ศึกษา

จากตาราง จะได้  $\sum X = 215$ ,  $\sum Y = 215$ ,  $\sum X^2 = 1,399$ ,  $\sum Y^2 = 1,399$ ,  
 $\sum XY = 1,399$ ,  $N = 34$

$$r_{xy} = \frac{(34)(1,399) - (215)(215)}{\sqrt{[(34)(1,399) - (215)^2][(34)(1,399) - (215)^2]}}$$

$$= 1.00$$

ตาราง 25 ค่า  $\sum x_i$  ค่า  $\sum x_i^2$  ค่า  $s_i^2$  เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน

ข้อที่	$\sum x_i$	$\sum x_i^2$	$s_i^2$
1	980	19,500	5.84
2	908	16,856	7.33
3	1,029	21,329	3.04
4	1,018	20,894	3.35
5	1,075	23,309	3.93

หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s^2} \right)$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	$k$	แทน	จำนวนข้อสอบ
	$s_i^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	$\sum s_i^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

จากตาราง จะได้  $k = 5$ ,  $\sum s_i^2 = 23.50$ ,  $s^2 = 65.40$

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{5}{5-1} \left( 1 - \frac{23.50}{65.40} \right) \\ &= \frac{5}{4} (1 - 0.36) \\ &= (1.25)(0.64) \\ &= 0.80 \end{aligned}$$

### ภาคผนวก ข

- การวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ  
กลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ **SSCS** โดยใช้สถิติ  
**t - test for Dependent Samples**
- การวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ  
กลุ่มตัวอย่าง หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ **SSCS** กับเกณฑ์ โดยใช้สถิติ  
**t - test for One Sample**
- การวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน  
การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวม ของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลัง  
ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ **SSCS** โดยใช้สถิติ **t - test for Dependent Samples**
- การวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน  
การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวม ของกลุ่มตัวอย่าง หลังได้รับการ  
จัดการเรียนรู้แบบ **SSCS** กับเกณฑ์ โดยใช้สถิติ **t - test for One Sample**

ตาราง 26 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว (คะแนนเต็ม 70 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน ( $X$ )	$D$	$D^2$	$X^2$
1	12	55	43	1,849	3,025
2	11	69	58	3,364	4,761
3	2	49	47	2,209	2,401
4	7	60	53	2,809	3,600
5	7	63	56	3,136	3,969
6	1	61	60	3,600	3,721
7	8	61	53	2,809	3,721
8	3	53	50	2,500	2,809
9	16	52	36	1,296	2,704
10	13	67	54	2,916	4,489
11	5	60	55	3,025	3,600
12	6	57	51	2,601	3,249
13	11	62	51	2,601	3,844
14	6	64	58	3,364	4,096
15	7	58	51	2,601	3,364
16	6	61	55	3,025	3,721
17	7	63	56	3,136	3,969
18	6	62	56	3,136	3,844
19	3	67	64	4,096	4,489
20	3	56	53	2,809	3,136
21	8	54	46	2,116	2,916
22	9	50	41	1,681	2,500
23	12	64	52	2,704	4,096
24	6	62	56	3,136	3,844
25	6	66	60	3,600	4,356
26	6	60	54	2,916	3,600
27	7	50	43	1,849	2,500
28	10	65	55	3,025	4,225



ตาราง 26 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน ( $X$ )	$D$	$D^2$	$X^2$
29	5	56	51	2,601	3,136
30	9	62	53	2,809	3,844
31	5	55	50	2,500	3,025
32	5	60	55	3,025	3,600
33	5	61	56	3,136	3,721
34	9	58	49	2,401	3,364

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

จากสูตร 
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; \quad df = n-1$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
	$D$	แทน	ความแตกต่างของคะแนนรายคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก  $\sum D = 1,781$ ,  $\sum D^2 = 94,381$ ,  $n = 34$

ดังนั้น 
$$t = \frac{1,781}{\sqrt{\frac{(34)(94,381) - (1,781)^2}{34 - 1}}} = \frac{1,781}{\sqrt{\frac{3,208,954 - 3,171,961}{33}}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1,781}{\sqrt{\frac{36,993}{33}}} \\
 &= \frac{1,781}{\sqrt{1,121}} \\
 &= \frac{1,781}{33.48} \\
 &= 53.19
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.73 ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 เมื่อ  $df = 34 - 1 = 33$ )

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์

จากสูตร 
$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}; \quad df = n - 1$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน $t$ - Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	$s$	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$n$	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

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

เนื่องจาก  $\sum X = 2,023$ ,  $\sum X^2 = 121,239$ ,  $n = 34$

ดังนั้น 
$$\bar{X} = \frac{2,023}{34} = 59.50$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สูตร 
$$s = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{(34)(121,239) - (2,023)^2}{34(34-1)}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{4,122,126 - 4,092,529}{1,122}} \\
 &= \sqrt{\frac{29,597}{1,122}} \\
 &= \sqrt{26.38} \\
 &= 5.14
 \end{aligned}$$

เนื่องจาก  $\bar{X} = 59.50$ ,  $\mu_0 = 49$ ,  $s = 5.14$ ,  $n = 34$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{59.50 - 49}{\frac{5.14}{\sqrt{34}}} \\
 &= \frac{10.50}{\frac{5.14}{\sqrt{34}}} \\
 &= \frac{10.50 \times \sqrt{34}}{5.14} \\
 &= \frac{10.50 \times 5.83}{5.14} \\
 &= \frac{61.22}{5.14} \\
 &= 11.93
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.73 ที่ระดับนัยสำคัญ  
ที่ .01 เมื่อ  $df = 34 - 1 = 33$ )

ตาราง 27 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังของนักเรียน  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของ  
 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (คะแนนเต็ม 8 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน ( $X$ )	$D$	$D^2$	$X^2$
1	0	4	4	16	16
2	5	8	3	9	64
3	2	5	3	9	25
4	2	6	4	16	36
5	3	7	4	16	49
6	3	7	4	16	49
7	4	8	4	16	64
8	2	5	3	9	25
9	3	5	2	4	25
10	5	8	3	9	64
11	4	7	3	9	49
12	3	7	4	16	49
13	3	7	4	16	49
14	5	7	2	4	49
15	2	5	3	9	25
16	2	5	3	9	25
17	4	7	3	9	49
18	3	6	3	9	36
19	3	7	4	16	49
20	2	5	3	9	25
21	1	5	4	16	25
22	2	6	4	16	36
23	4	8	4	16	64
24	5	7	2	4	49
25	6	8	2	4	64
26	2	5	3	9	25
27	4	6	2	4	36
28	5	7	2	4	49

ตาราง 27 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน ( $X$ )	$D$	$D^2$	$X^2$
29	4	7	3	9	49
30	5	7	2	4	49
31	2	5	3	9	25
32	3	5	2	4	25
33	3	5	2	4	25
34	2	5	3	9	25

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS  
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

จากสูตร 
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; \quad df = n-1$$

เมื่อ  $t$  แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution  
 $D$  แทน ความแตกต่างของคะแนนรายคู่  
 $\sum D$  แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน  
 การทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้  
 แบบ SSCS  
 $(\sum D)^2$  แทน ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง  
 คะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการ  
 เรียนรู้แบบ SSCS  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก  $\sum D = 104$ ,  $\sum D^2 = 338$ ,  $n = 34$

ดังนั้น 
$$t = \frac{104}{\sqrt{\frac{(34)(338) - (104)^2}{34-1}}}$$

$$= \frac{104}{\sqrt{\frac{11,492 - 10,816}{33}}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{104}{\sqrt{\frac{676}{33}}} \\
 &= \frac{104}{\sqrt{20.48}} \\
 &= \frac{104}{4.53} \\
 &= 22.98
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.73 ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 เมื่อ  $df = 34 - 1 = 33$ )

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์

จากสูตร 
$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}; \quad df = n - 1$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน $t$ - Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	$s$	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$n$	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

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

เนื่องจาก  $\sum X = 212, \sum X^2 = 1,368, n = 34$

ดังนั้น 
$$\bar{X} = \frac{212}{34} = 6.24$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สูตร 
$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{(34)(1,368) - (212)^2}{34(34-1)}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{46,512 - 44,944}{1,122}} \\
 &= \sqrt{\frac{1,568}{1,122}} \\
 &= \sqrt{1.40} \\
 &= 1.18
 \end{aligned}$$

เนื่องจาก  $\bar{X} = 6.24$ ,  $\mu_0 = 5.6$ ,  $s = 1.18$ ,  $n = 34$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{6.24 - 5.6}{\frac{1.18}{\sqrt{34}}} \\
 &= \frac{0.64 \times \sqrt{34}}{1.18} \\
 &= \frac{0.64 \times 5.83}{1.18} \\
 &= \frac{3.73}{1.18} \\
 &= 3.13
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.73 ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 เมื่อ  $df = 34 - 1 = 33$ )

ตาราง 28 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของ  
 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (คะแนนเต็ม 8 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน ( $X$ )	$D$	$D^2$	$X^2$
1	0	5	5	25	25
2	5	8	3	9	64
3	2	6	4	16	36
4	2	6	4	16	36
5	4	7	3	9	49
6	4	6	2	4	36
7	4	8	4	16	64
8	2	5	3	9	25
9	2	6	4	16	36
10	6	8	2	4	64
11	4	7	3	9	49
12	4	7	3	9	49
13	4	7	3	9	49
14	5	7	2	4	49
15	0	5	5	25	25
16	2	6	4	16	36
17	2	7	5	25	49
18	2	7	5	25	49
19	2	7	5	25	49
20	2	5	3	9	25
21	1	5	4	16	25
22	1	5	4	16	25
23	4	7	3	9	49
24	4	7	3	9	49
25	6	8	2	4	64
26	1	5	4	16	25
27	2	6	4	16	36
28	5	7	2	4	49



ตาราง 28 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน ( $X$ )	$D$	$D^2$	$X^2$
29	4	7	3	9	49
30	4	8	4	16	64
31	2	5	3	9	25
32	2	5	3	9	25
33	3	5	2	4	25
34	2	5	3	9	25

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS  
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

จากสูตร 
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; \quad df = n-1$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
	$D$	แทน	ความแตกต่างของคะแนนรายคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน การทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบ SSCS
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง คะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบ SSCS
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก  $\sum D = 116$ ,  $\sum D^2 = 426$ ,  $n = 34$

ดังนั้น 
$$t = \frac{116}{\sqrt{\frac{(34)(426) - (116)^2}{34 - 1}}}$$

$$= \frac{116}{\sqrt{\frac{14,484 - 13,456}{33}}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{116}{\sqrt{\frac{1,028}{33}}} \\
 &= \frac{116}{\sqrt{31.15}} \\
 &= \frac{116}{5.58} \\
 &= 20.78
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.73 ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 เมื่อ  $df = 34 - 1 = 33$ )

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์

จากสูตร 
$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}; \quad df = n - 1$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน $t$ - Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	$s$	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$n$	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

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

เนื่องจาก  $\sum X = 215, \sum X^2 = 1,399, n = 34$

ดังนั้น 
$$\bar{X} = \frac{215}{34} = 6.32$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สูตร 
$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{(34)(1,399) - (215)^2}{34(34-1)}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{47,566 - 46,225}{1,122}} \\
 &= \sqrt{\frac{1,341}{1,122}} \\
 &= \sqrt{1.19} \\
 &= 1.09
 \end{aligned}$$

เนื่องจาก  $\bar{X} = 6.32$ ,  $\mu_0 = 5.6$ ,  $s = 1.09$ ,  $n = 34$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{6.32 - 5.6}{\frac{1.09}{\sqrt{34}}} \\
 &= \frac{0.72 \times \sqrt{34}}{1.09} \\
 &= \frac{0.72 \times 5.83}{1.09} \\
 &= \frac{4.20}{1.09} \\
 &= 3.86
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.73 ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 เมื่อ  $df = 34 - 1 = 33$ )

ตาราง 29 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียน  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของ  
 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน ( $X$ )	$D$	$D^2$	$X^2$
1	7	16	9	81	256
2	6	19	13	169	361
3	3	20	17	289	400
4	9	19	10	100	361
5	10	19	9	81	361
6	1	19	18	324	361
7	7	19	12	144	361
8	4	20	16	256	400
9	17	20	3	9	400
10	4	20	16	256	400
11	7	20	13	169	400
12	8	19	11	121	361
13	15	20	5	25	400
14	8	20	12	144	400
15	9	20	11	121	400
16	8	20	12	144	400
17	10	20	10	100	400
18	7	19	12	144	361
19	4	20	16	256	400
20	4	20	16	256	400
21	8	20	12	144	400
22	12	20	8	64	400
23	17	20	3	9	400
24	8	20	12	144	400
25	7	20	13	169	400
26	8	20	12	144	400
27	10	20	10	100	400
28	4	20	16	256	400

ตาราง 29 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน ( $X$ )	$D$	$D^2$	$X^2$
29	7	20	13	169	400
30	14	19	5	25	361
31	7	20	13	169	400
32	7	20	13	169	400
33	7	18	11	121	324
34	13	20	7	49	400

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS  
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

จากสูตร 
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; \quad df = n-1$$

เมื่อ  $t$  แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution  
 $D$  แทน ความแตกต่างของคะแนนรายคู่  
 $\sum D$  แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน  
 การทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้  
 แบบ SSCS  
 $(\sum D)^2$  แทน ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง  
 คะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการ  
 เรียนรู้แบบ SSCS  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก  $\sum D = 389$ ,  $\sum D^2 = 4,921$ ,  $n = 34$

ดังนั้น 
$$t = \frac{389}{\sqrt{\frac{(34)(4,921) - (389)^2}{34 - 1}}}$$

$$= \frac{389}{\sqrt{\frac{167,314 - 151,321}{33}}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{389}{\sqrt{\frac{15,993}{33}}} \\
 &= \frac{389}{\sqrt{484.64}} \\
 &= \frac{389}{22.01} \\
 &= 17.67
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.73 ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 เมื่อ  $df = 34 - 1 = 33$ )

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์

จากสูตร 
$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}; \quad df = n - 1$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน $t$ - Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	$s$	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$n$	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

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

เนื่องจาก  $\sum X = 666$ ,  $\sum X^2 = 13,068$ ,  $n = 34$

ดังนั้น 
$$\bar{X} = \frac{666}{34} = 19.59$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สูตร 
$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{(34)(13,068) - (666)^2}{34(34-1)}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{444,312 - 443,556}{1,122}} \\
 &= \sqrt{\frac{756}{1,122}} \\
 &= \sqrt{0.67} \\
 &= 0.82
 \end{aligned}$$

เนื่องจาก  $\bar{X} = 19.59$ ,  $\mu_0 = 14$ ,  $s = 0.82$ ,  $n = 34$   
 ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{19.59 - 14}{\frac{0.82}{\sqrt{34}}} \\
 &= \frac{5.59}{\frac{0.82}{\sqrt{34}}} \\
 &= \frac{5.59 \times \sqrt{34}}{0.82} \\
 &= \frac{5.59 \times 5.83}{0.82} \\
 &= \frac{32.59}{0.82} \\
 &= 39.70
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.73 ที่ระดับนัยสำคัญ  
 ที่ .01 เมื่อ  $df = 34 - 1 = 33$ )

ตาราง 30 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของ  
 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน ( $X$ )	$D$	$D^2$	$X^2$
1	4	20	16	256	400
2	5	30	25	625	900
3	2	24	22	484	576
4	6	25	19	361	625
5	2	26	24	576	676
6	2	24	22	484	576
7	3	27	24	576	729
8	0	23	23	529	529
9	4	24	20	400	576
10	5	25	20	400	625
11	0	29	29	841	841
12	0	21	21	441	441
13	0	24	24	576	576
14	0	25	25	625	625
15	5	24	19	361	576
16	0	23	23	529	529
17	0	23	23	529	529
18	9	21	12	144	441
19	2	22	20	400	484
20	0	20	20	400	400
21	1	22	21	441	484
22	0	23	23	529	529
23	0	28	28	784	784
24	0	24	24	576	576
25	1	28	27	729	784
26	0	21	21	441	441
27	1	27	26	676	729
28	3	27	24	576	729



ตาราง 30 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน ( $X$ )	$D$	$D^2$	$X^2$
29	0	26	26	676	676
30	0	22	22	484	484
31	0	24	24	576	576
32	0	23	23	529	529
33	0	25	25	625	625
34	0	25	25	625	625

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS  
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

จากสูตร 
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; \quad df = n-1$$

เมื่อ  $t$  แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution  
 $D$  แทน ความแตกต่างของคะแนนรายคู่  
 $\sum D$  แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน  
 การทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้  
 แบบ SSCS  
 $(\sum D)^2$  แทน ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง  
 คะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการ  
 เรียนรู้แบบ SSCS  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก  $\sum D = 770$ ,  $\sum D^2 = 17,804$ ,  $n = 34$

ดังนั้น 
$$t = \frac{770}{\sqrt{\frac{(34)(17,804) - (770)^2}{34-1}}} = \frac{770}{\sqrt{\frac{605,336 - 592,900}{33}}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{770}{\sqrt{\frac{12,436}{33}}} \\
 &= \frac{770}{\sqrt{376.85}} \\
 &= \frac{770}{19.41} \\
 &= 39.67
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.73 ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 เมื่อ  $df = 34 - 1 = 33$ )

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์

จากสูตร 
$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}; \quad df = n - 1$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน $t$ - Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	$s$	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$n$	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

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

เนื่องจาก  $\sum X = 825$ ,  $\sum X^2 = 20,225$ ,  $n = 34$

ดังนั้น 
$$\bar{X} = \frac{825}{34} = 24.26$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สูตร 
$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{(34)(20,225) - (825)^2}{34(34-1)}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{687,650 - 680,625}{1,122}} \\
 &= \sqrt{\frac{7,025}{1,122}} \\
 &= \sqrt{6.26} \\
 &= 2.50
 \end{aligned}$$

เนื่องจาก  $\bar{X} = 24.26$ ,  $\mu_0 = 21$ ,  $s = 2.50$ ,  $n = 34$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{24.26 - 21}{\frac{2.50}{\sqrt{34}}} \\
 &= \frac{3.26}{\frac{2.50}{\sqrt{34}}} \\
 &= \frac{3.26 \times \sqrt{34}}{2.50} \\
 &= \frac{19.01}{2.50} \\
 &= 7.61
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.73 ที่ระดับนัยสำคัญ  
ที่ .01 เมื่อ  $df = 34 - 1 = 33$ )

ตาราง 31 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้น  
ตัวแปรเดียว (คะแนนเต็ม 66 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน ( $X$ )	$D$	$D^2$	$X^2$
1	11	43	32	1,024	1,849
2	21	65	44	1,936	4,225
3	9	53	44	1,936	2,809
4	19	52	33	1,089	2,704
5	19	59	40	1,600	3,481
6	10	56	46	2,116	3,136
7	18	58	40	1,600	3,364
8	8	49	41	1,681	2,401
9	26	55	29	841	3,025
10	20	61	41	1,681	3,721
11	15	63	48	2,304	3,969
12	15	54	39	1,521	2,916
13	22	58	36	1,296	3,364
14	18	59	41	1,681	3,481
15	16	50	34	1,156	2,500
16	12	54	42	1,764	2,916
17	16	57	41	1,681	3,249
18	21	53	32	1,024	2,809
19	11	56	45	2,025	3,136
20	8	50	42	1,764	2,500
21	11	49	38	1,444	2,401
22	15	49	34	1,156	2,401
23	25	63	38	1,444	3,969
24	17	58	41	1,681	3,364
25	20	64	44	1,936	4,096
26	11	50	39	1,521	2,500
27	17	59	42	1,764	3,481
28	17	61	44	1,936	3,721

ตาราง 31 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน ( $X$ )	$D$	$D^2$	$X^2$
29	15	60	45	2,025	3,600
30	23	56	33	1,089	3,136
31	11	49	38	1,444	2,401
32	12	48	36	1,296	2,304
33	13	44	31	961	1,936
34	17	46	29	841	2,116

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยรวม  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS  
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

จากสูตร 
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; \quad df = n-1$$

เมื่อ  $t$  แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution  
 $D$  แทน ความแตกต่างของคะแนนรายคู่  
 $\sum D$  แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน  
 การทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้  
 แบบ SSCS  
 $(\sum D)^2$  แทน ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง  
 คะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการ  
 เรียนรู้แบบ SSCS  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก  $\sum D = 1,379$ ,  $\sum D^2 = 56,531$ ,  $n = 34$

ดังนั้น 
$$t = \frac{1,379}{\sqrt{\frac{(34)(56,531) - (1,379)^2}{34-1}}}$$

$$= \frac{1,379}{\sqrt{\frac{1,922,054 - 1,901,641}{33}}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1,379}{\sqrt{\frac{20,413}{33}}} \\
 &= \frac{1,379}{\sqrt{618.58}} \\
 &= \frac{1,379}{24.87} \\
 &= 55.45
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.73 ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 เมื่อ  $df = 34 - 1 = 33$ )

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์

จากสูตร 
$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}; \quad df = n - 1$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน $t$ - Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	$s$	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$n$	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

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

เนื่องจาก  $\sum X = 1,918$ ,  $\sum X^2 = 108,830$ ,  $n = 34$

ดังนั้น 
$$\bar{X} = \frac{1,918}{34} = 56.41$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สูตร 
$$s = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{(34)(108,830) - (1,918)^2}{34(34-1)}}$$


$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{370,0220 - 3,678,724}{1,122}} \\
 &= \sqrt{\frac{21,496}{1,122}} \\
 &= \sqrt{19.16} \\
 &= 4.38
 \end{aligned}$$

เนื่องจาก  $\bar{X} = 56.41$ ,  $\mu_o = 46.20$ ,  $s = 4.38$ ,  $n = 34$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{56.41 - 46.20}{\frac{4.38}{\sqrt{34}}} \\
 &= \frac{10.21}{\frac{4.38}{\sqrt{34}}} \\
 &= \frac{10.21 \times \sqrt{34}}{4.38} \\
 &= \frac{10.21 \times 5.83}{4.38} \\
 &= \frac{59.54}{4.38} \\
 &= 13.60
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.73 ที่ระดับนัยสำคัญ  
ที่ .01 เมื่อ  $df = 34 - 1 = 33$ )



ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียนพร้อมเกณฑ์การตรวจให้คะแนน  
แบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric)
- แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด  
พร้อมเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric)



## บทที่ 3 การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เกี่ยวกับอายุ

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน  
ภาคเรียนที่ 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
จำนวน 2 คาบ

#### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

ค 4.2: ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

ค 6.1: มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

#### 2. ตัวชี้วัด

ค 4.2 ม.2/1 : แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ค 6.1 ม.1 - 3/1 : ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ค 6.1 ม.1 - 3/2 : ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.1 - 3/3 : ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.1 - 3/4 : ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

ค 6.1 ม.1 - 3/5 : เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ

ค 6.1 ม.1 - 3/6 : มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

#### 3. สาระสำคัญ

1. สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีประโยชน์ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุซึ่งเป็นปัญหาที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ของอายุกับอดีต ปัจจุบัน และอนาคตโดยมีวิธีคิดที่มีหลักเกณฑ์

2. การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอายุ สามารถทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา โดยการวิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการหาอะไร โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง จากนั้นวางแผนการแก้ปัญหาอาจจะโดยการเขียนภาพ ใช้เส้นจำนวน หรือใช้ตารางวิเคราะห์โจทย์ แล้วสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเป็นตัวแทนโจทย์ปัญหา และดำเนินการแก้สมการหาค่าตัวแปรจากสมการที่สร้างขึ้น จากนั้นจึงหาคำตอบของโจทย์ปัญหา แล้วตรวจคำตอบเพื่อตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้เป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือไม่

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

**ด้านความรู้ :** นักเรียนสามารถ

1. ใช้ความรู้เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุได้
2. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

**ด้านทักษะ/กระบวนการ :** นักเรียนมีความสามารถในการ

1. แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ
3. เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
4. คิดริเริ่มสร้างสรรค์

**ด้านคุณลักษณะ :** นักเรียนมี

1. ความรับผิดชอบ
2. ระเบียบวินัย
3. การทำงานเป็นระบบ รอบคอบ

#### 5. สารการเรียนรู้

**ความสัมพันธ์ของอายุกับอดีต ปัจจุบัน อนาคต**

อายุในอดีต **เท่ากับ** อายุในปัจจุบัน – จำนวนปีที่ล่วงมาแล้ว  
 อายุในอนาคต **เท่ากับ** อายุในปัจจุบัน + จำนวนปีที่จะมาถึงข้างหน้า

**โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เกี่ยวกับอายุ**

**ตัวอย่างที่ 1** ปัจจุบันกอล์ฟอายุเป็น 5 เท่าของไมค์ อีก 9 ปีข้างหน้า กอล์ฟจะมีอายุเป็นสองเท่าของอายุของไมค์ จงหาอายุปัจจุบันของไมค์

**วิธีทำ**

**ทำความเข้าใจปัญหา**

โจทย์ต้องการหาอะไร : อายุปัจจุบันของไมค์

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง

1. ปัจจุบันกอล์ฟอายุเป็น 5 เท่าของไมค์
2. อีก 9 ปีข้างหน้า กอล์ฟจะมีอายุเป็นสองเท่าของอายุของไมค์

**วางแผนแก้ปัญหา**

ให้ ปัจจุบันไมค์มีอายุ  $x$  ปี  
จากโจทย์กำหนดข้อมูลมาให้  
สามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้

	อายุปัจจุบัน		อายุอีก 9 ปีข้างหน้า
ไมค์	$x$	→	$x+9$
กอล์ฟ	$5x$	→	$5x+9$

**ในอีก 9 ปีข้างหน้า** กอล์ฟจะมีอายุ **เท่ากับ** สองเท่าของอายุของไมค์

$$\text{นั่นคือ } 5x+9 = 2(x+9)$$

ดังนั้น จะได้สมการ คือ  $5x+9 = 2(x+9)$

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

$$\text{แก้สมการ } 5x+9 = 2(x+9)$$

$$5x+9 = 2x+18$$

$$5x-2x = 18-9$$

$$3x = 9$$

$$x = 3$$

ดังนั้น ปัจจุบันไมค์มีอายุ 3 ปี

**ตรวจสอบผล**

อายุปัจจุบันของไมค์ คือ 3 ปี

จะได้ว่า ปัจจุบันกอล์ฟ มีอายุเป็น  $5 \times 3 = 15$  ปี

และ อีก 9 ปีข้างหน้า ไมค์จะมีอายุ  $3+9 = 12$  ปี

อีก 9 ปีข้างหน้า กอล์ฟจะมีอายุ  $15+9 = 24$  ปี

จะเห็นว่า 24 เป็นสองเท่าของ 12 จริง  
แสดงว่า อีก 9 ปีข้างหน้า กอล์ฟจะมีอายุเป็นสองเท่าของอายุของไมค์  
ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์  
ตอบ อายุปัจจุบันของไมค์ คือ 3 ปี

ตัวอย่างที่ 2 ปัจจุบันอายุของน้ำหวานเป็นสองเท่าของอายุของเหมย และอายุของเหมยเป็นสองเท่าของอายุของโรมมี เมื่อ 2 ปีที่แล้ว อายุของคนทั้งสามรวมกันจะเป็น 57 ปี จงหาว่าปัจจุบันแต่ละคนมีอายุเท่าไร

วิธีทำ

ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร

ปัจจุบัน น้ำหวาน เหมย และ โรมมี มีอายุเท่าไร

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง

1. ปัจจุบันอายุของน้ำหวานเป็นสองเท่าของอายุของเหมย
2. อายุของเหมยเป็นสองเท่าของอายุของโรมมี
3. เมื่อ 2 ปีที่แล้ว อายุของคนทั้งสามรวมกันจะเป็น 57 ปี

วางแผนแก้ปัญหา

ให้ อายุปัจจุบันของโรมมี คือ  $x$  ปี

จากโจทย์กำหนดข้อมูลมาให้

สามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้

	อายุ 2 ปีที่แล้ว		อายุปัจจุบัน
โรมมี	$x - 2$	←	$x$
เหมย	$2x - 2$	←	$2x$
น้ำหวาน	$4x - 2$	←	$2(2x) = 4x$

เมื่อ 2 ปีที่แล้ว อายุของโรมมี เหมย และน้ำหวาน รวมกัน เป็น 57 ปี

ดังนั้น จะได้สมการ คือ  $(x - 2) + (2x - 2) + (4x - 2) = 57$

ดำเนินการแก้ปัญหา

$$\text{แก้สมการ} \quad (x - 2) + (2x - 2) + (4x - 2) = 57$$

$$7x - 6 = 57$$

$$7x = 57 + 6$$

$$7x = 63$$

$$x = 9$$

ดังนั้น อายุปัจจุบันของโรมมีคือ 9 ปี อายุของเหมยเป็น  $2 \times 9 = 18$  ปี และ  
อายุของน้ำหวานเป็น  $4 \times 9 = 36$  ปี

#### ตรวจสอบผล

อายุปัจจุบันของโรมมีคือ 9 ปี อายุของเหมยเป็น  $2 \times 9 = 18$  ปี

และอายุของน้ำหวานเป็น  $4 \times 9 = 36$  ปี

เมื่อ 2 ปีที่แล้ว โรมมีจะมีอายุ  $9 - 2 = 7$  ปี

เหมยจะมีอายุ  $18 - 2 = 16$  ปี

น้ำหวานจะมีอายุ  $36 - 2 = 34$  ปี

จะเห็นว่า เมื่อ 2 ปีที่แล้ว อายุของคนทั้งสามรวมกันจะเป็น  $7 + 16 + 34 = 57$  ปี

ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์

ตอบ ปัจจุบัน โรมมีมีอายุ 9 ปี เหมยมีอายุ 18 ปี และน้ำหวานมีอายุ 34 ปี

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้



### ขั้นนำ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทุกคนทราบ
2. ครูทบทวนเรื่องการเขียนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์โดยการให้นักเรียนเล่นเกมตามล่าหาคู่ ดังนี้

2.1 ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 2 - 3 คน โดยละความสามารถ

2.2 ครูสุ่มแจกบัตรประโยคภาษาให้นักเรียน 6 กลุ่ม และบัตรประโยคสัญลักษณ์ให้

นักเรียน 6 กลุ่ม

2.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตามล่าหาคู่ของตัวเองที่อาจจะอยู่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยบัตรเกมของทั้งสองกลุ่มต้องมีความสัมพันธ์กัน ถ้ากลุ่มใดได้คู่ของตัวเองแล้วคิดว่าถูกต้อง ให้นำนั่งลงพร้อมกับตะโกนคำว่า "Math Hey" ถ้ากลุ่มใดที่ได้นั่งพร้อมกับตะโกนคำว่า "Math Hey" เป็นกลุ่มแรก รวมถึงคำตอบถูกต้อง กลุ่มนั้นก็จะเป็นกลุ่มที่ชนะ และรองลงมาตามลำดับ เมื่อกิจกรรมการเล่นเกมน่าสนใจ นั่นคือ นักเรียนทุกกลุ่มนั่งลงกับพื้นหมดแล้ว จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

## ขั้นสอน

### ขั้น Search: S (การค้นหาปัญหา)

3. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3.1 “ค้นหาอายุ” ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านโจทย์ปัญหาเพื่อศึกษา และทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาไปพร้อมๆ กัน

4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ว่าปัญหาในใบกิจกรรม ต้องการให้หาอะไร และค้นหาว่าปัญหานั้นกำหนดอะไรมาให้บ้าง โดยการร่วมกันอภิปราย และ ระดมสมองกับเพื่อนในกลุ่มเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มครูจะคอย ดูแลและให้คำชี้แนะแก่นักเรียนเมื่อนักเรียนสงสัย หรือถ้าสังเกตเห็นว่านักเรียนไม่สามารถดำเนินการ ค้นหาข้อมูลได้หรือได้ข้อมูลไม่ครบถ้วน ครูอาจจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิด เช่น

- ปัญหาข้อนี้เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับอะไร
- ข้อความสำคัญ/คำสำคัญที่ปรากฏในปัญหามีอะไรบ้าง
- ปัญหานี้ต้องการหาอะไร
- ปัญหานี้กำหนดอะไรมาให้บ้าง

5. ครูให้นักเรียนบันทึกผลที่ได้ลงใบกิจกรรมในส่วนของทำความเข้าใจปัญหา

### ขั้น Solve: S (การแก้ปัญหา)

6. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ลองวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาดังกล่าวด้วย กลุ่มของตนเองก่อน โดยนำข้อมูลจากขั้น Search มาวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาตามความ เข้าใจของนักเรียนจนนำไปสู่การสร้างสมการที่สามารถนำไปหาคำตอบได้ถูกต้อง

7. ถ้านักเรียนกลุ่มใดยังมีข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาไม่เพียงพอ ครูจะ ให้นักเรียนกลับไปค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมอีกครั้ง โดยมีครูคอยชี้แนะเพิ่มเติม

8. ในระหว่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการวางแผนแก้ปัญหา จะมีครูคอยดูแลและคอย ชี้แนะให้กับนักเรียนเมื่อนักเรียนสงสัย และถ้านักเรียนกลุ่มใดไม่สามารถดำเนินการวางแผนได้ เนื่องจากอาจค้นหาข้อมูลได้ไม่เพียงพอมาประกอบการดำเนินการ ครูอาจให้นักเรียนกลับไปค้นหา ข้อมูลเพิ่มเติม หรือครูอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการแก้ปัญหา เช่น

- คำว่า “ของ” ในโจทย์ปัญหาหมายความว่าอย่างไร (การคูณ)
- โจทย์ปัญหาดังกล่าวได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของอายุระหว่าง ปัจจุบัน อดีต และอนาคต อย่างไร และมีคำสำคัญใดที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ดังกล่าว (โจทย์ปัญหาได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ ระหว่างปัจจุบันกับอนาคต โดยมีคำว่า “อีก 9 ปีข้างหน้า” เป็นตัวบ่งบอกถึงความสัมพันธ์)

9. หลังจากที่ครูให้เวลานักเรียนลงมือปฏิบัติแล้ว (ซึ่งอาจจะมึนักเรียนบางกลุ่มที่สามารถ วางแผนแก้ปัญหาได้ หรือวางแผนไม่ได้) จากนั้นเพื่อให้นักเรียนทั้งห้องเข้าใจและวางแผนแก้ปัญหา ได้ถูกต้อง ครูและนักเรียนจะร่วมกันสนทนาถึงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาอีกครั้ง โดยครูจะแสดง วิธีการวางแผนการแก้ปัญหานั้นโดยการถามตอบประกอบการอธิบายเพื่อนำไปสู่การสร้าง สมการจากโจทย์ปัญหาที่ถูกต้อง

10. ครูให้นักเรียนบันทึกผลการวางแผนลงในใบกิจกรรมในส่วนของวางแผนแก้ปัญหา  
**ขั้น Create: C (การสร้างคำตอบ)**

11. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลที่ได้จากขั้น Solve มาจัดกระทำเป็นขั้นตอน เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจและสามารถสื่อสารกับคนอื่นได้ พร้อมทั้งตรวจสอบคำตอบ

12. ครูให้นักเรียนบันทึกการการสร้างคำตอบของปัญหาในใบกิจกรรมในส่วนของการดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผล

**ขั้น Share: S (การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น)**

13. ครูและนักเรียนสนทนาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 3.1

14. ครูสุ่มเรียกนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอการแก้ปัญหา โดยครูและนักเรียนที่เหลือร่วมกันพิจารณาคำตอบเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

15. ครูให้โอกาสนักเรียนที่เหลือซักถามสิ่งที่สงสัยกับนักเรียนที่ออกไปนำเสนอ

16. ครูถามนักเรียนว่ามีกลุ่มใดบ้างที่มีวิธีการแก้สมการที่ต่างจากที่เพื่อนนำเสนอไปแล้ว ครูให้นักเรียนกลุ่มที่มีวิธีการแก้สมการที่ต่างจากเพื่อนมานำเสนอให้เพื่อนฟังโดยครูร่วมแสดงความเห็นด้วย

17. ครูให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายผลจากการแก้ปัญหา และความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา

18. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3.2 “ทายซิ อายุเท่าไร” ให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคลแต่สามารถปรึกษากันได้ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยครูคอยสังเกตการดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนทั้งชั้นพร้อมทั้งคอยให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนมีปัญหา เมื่อนักเรียนทำเสร็จแล้วครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบ และวิธีการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว

**ขั้นสรุป**

19. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปผลจากทำใบกิจกรรมแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุ เพื่อให้ นักเรียนได้มองเห็นความสัมพันธ์ของอายุ ระหว่างปัจจุบัน กับอนาคต

20. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการในการแก้ปัญหาว่าโดยหลักการแล้วประกอบด้วย การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผล

21. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกทักษะที่ 3.1 เป็นกรบ้าน



## คาบที่ 2

### ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบและวิธีทำในแบบฝึกทักษะที่ 3.1 จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปขั้นตอนเกี่ยวกับการแก้โจทย์สมการ และวิธีการตรวจสอบคำตอบของสมการ โดยครูคอยแนะนำเบื้องต้นและสนับสนุนแนวคิดที่ถูกต้อง

### ขั้นสอน

#### ขั้น Search: S (การค้นหาคำตอบ)

2. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3.3 “ใครแก่กว่าใคร (1)” ให้นักเรียนแต่ละคนอ่านโจทย์ปัญหาเพื่อศึกษาและทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ว่าปัญหามองการให้หาอะไร และค้นหาว่าปัญหานั้นกำหนดอะไรมาให้บ้าง โดยการร่วมกันอภิปราย และระดมสมองกับเพื่อนที่นั่งใกล้เคียงกัน ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มครูจะคอยดูแลและให้คำชี้แนะแก่นักเรียนเมื่อนักเรียนสงสัย หรือถ้าสังเกตเห็นว่านักเรียนไม่สามารถดำเนินการค้นหาข้อมูลได้หรือได้ไม่ครบถ้วน ครูอาจจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิด เช่น

- ปัญหาข้อนี้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร
- ข้อความสำคัญ/คำสำคัญที่ปรากฏในปัญหามีอะไรบ้าง
- ปัญหานี้ต้องการหาอะไร
- ปัญหานี้กำหนดอะไรมาให้บ้าง

4. ครูให้นักเรียนบันทึกผลที่ได้ลงใบกิจกรรมในส่วนของการทำความเข้าใจปัญหา

#### ขั้น Solve: S (การแก้ปัญหา)

5. ครูให้นักเรียนแต่ละคนได้ลองวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาจากโจทย์ปัญหาดังกล่าว ด้วยกลุ่มของตนเองก่อน โดยนำข้อมูลจากขั้น Search มาวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาตามความเข้าใจของนักเรียนจนนำไปสู่การสร้างสมการที่สามารถนำไปหาคำตอบได้ถูกต้อง

6. ถ้านักเรียนคนใดยังมีข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาไม่เพียงพอ ครูจะให้นักเรียนกลับไปค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมอีกครั้ง โดยมีครูคอยชี้แนะเพิ่มเติม

7. ในระหว่างที่นักเรียนแต่ละคนดำเนินการวางแผนแก้ปัญหา จะมีครูคอยดูแลและคอยชี้แนะให้นักเรียนเมื่อนักเรียนสงสัย และถ้านักเรียนคนใดไม่สามารถดำเนินการวางแผนได้เนื่องจากอาจค้นหาข้อมูลได้ไม่เพียงพอมาประกอบการดำเนินการ ครูอาจให้นักเรียนกลับไปค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม หรือครูอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการแก้ปัญหา เช่น

- คำว่า “ของ” ในโจทย์ปัญหาหมายความว่าอย่างไร (การคูณ)
- คำว่า “รวมกัน” ในโจทย์ปัญหาหมายความว่าอย่างไร (การบวก)



- โจทย์ปัญหาดังกล่าวได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ของอายุระหว่าง ปัจจุบัน อดีต และอนาคต  
อย่างไร และมีคำสำคัญใดที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ดังกล่าว (โจทย์ปัญหาได้กล่าวถึงความสัมพันธ์  
ระหว่างปัจจุบันกับอดีต โดยมีคำว่า “เมื่อ 2 ปีที่แล้ว” เป็นตัวบ่งบอกความสัมพันธ์)

8. หลังจากที่ครูให้เวลานักเรียนลงมือปฏิบัติแล้ว (ซึ่งอาจจะมีนักเรียนบางคนที่สามารถ  
วางแผนแก้ปัญหาก็ได้ หรือวางแผนไม่ได้) จากนั้นเพื่อให้นักเรียนทั้งห้องเข้าใจและวางแผนแก้ปัญห  
ได้ถูกต้อง ครูและนักเรียนจะร่วมกันสนทนาถึงวิธีการวางแผนการแก้ปัญห่อีกครั้ง โดยครูจะแสดง  
วิธีการวางแผนการแก้ปัญหบนกระดานโดยการถามตอบประกอบการอธิบายเพื่อนำไปสู่การสร้าง  
สมการจากโจทย์ปัญหาที่ถูกต้อง

9. ครูให้นักเรียนบันทึกผลการวางแผนลงในใบกิจกรรมในส่วนของวางแผนแก้ปัญห  
**ขั้น Create: C (การสร้างคำตอบ)**

10. ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำผลที่ได้จากขั้น Solve มาจัดกระทำเป็นขั้นตอน เพื่อให้ง่ายต่อ  
ความเข้าใจและสามารถสื่อสารกับคนอื่นได้ พร้อมทั้งตรวจสอบคำตอบ

11. ครูให้นักเรียนบันทึกการการสร้างคำตอบของปัญหาในใบกิจกรรมในส่วนของการ  
ดำเนินการแก้ปัญห และการตรวจสอบผล

**ขั้น Share: S (การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น)**

12. ครูสนทนาซักถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหในใบกิจกรรมที่ 3.3

13. ครูสุ่มเรียกนักเรียนออกมานำเสนอการแก้ปัญห โดยครูและนักเรียนที่เหลือร่วมกัน  
พิจารณาคำตอบเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

14. ครูให้โอกาสนักเรียนที่เหลือซักถามสิ่งที่สงสัยกับนักเรียนที่ออกไปนำเสนอ

15. ครูถามนักเรียนว่ามีใครบ้างที่มีวิธีการแก้สมการที่ต่างจากที่เพื่อนนำเสนอไปแล้ว ครูให้  
นักเรียนที่มีวิธีการแก้สมการที่ต่างจากเพื่อนมานำเสนอให้เพื่อนฟังโดยครูร่วมแสดงความคิดเห็น  
ด้วย

16. ครูให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายผลจากการแก้ปัญห และความรู้ที่ได้จากการ  
แก้ปัญห

17. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3.4 “ใครแก่กว่าใคร (2)” ให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคลแต่สามารถ  
ปรึกษากันได้ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยครูคอยสังเกตการดำเนินการแก้ปัญหของ  
นักเรียนทั้งชั้นพร้อมทั้งคอยให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนมีปัญหา เมื่อนักเรียนทำเสร็จแล้วครูและนักเรียน  
ร่วมกันเฉลยคำตอบ และวิธีการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว

**ขั้นสรุป**

18. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปผลจากทำใบกิจกรรมแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุ เพื่อให้  
นักเรียนได้มองเห็นความสัมพันธ์ของอายุ ระหว่างอดีต ปัจจุบัน และอนาคต

19. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการในการแก้ปัญหาว่าโดยหลักการแล้วประกอบด้วย การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล

20. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกทักษะที่ 3.2 เป็นการบ้าน

21. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำใบงาน “กิจกรรมแต่งโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุ” นอกเวลาเรียน

## 7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

7.1 ใบงาน “กิจกรรมแต่งโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุ”

## 8. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

8.1 ใบกิจกรรมที่ 3.1 “ค้นหาอายุ”

8.2 ใบกิจกรรมที่ 3.2 “ทายซิ อายุเท่าไร”

8.3 ใบกิจกรรมที่ 3.3 “ใครแก่กว่าใคร (1)”

8.4 ใบกิจกรรมที่ 3.4 “ใครแก่กว่าใคร (2)”

8.5 แบบฝึกทักษะที่ 3.1 - 3.2



## 9. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
<p>ด้านความรู้</p> <p>1. ใช้ความรู้เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุได้</p> <p>2. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้</p>	<p>ตรวจจากการทำ</p> <p>- ใบกิจกรรม</p> <p>- แบบฝึกทักษะ</p> <p>- ใบงาน</p>	<p>- ใบกิจกรรมที่ 3.1 – 3.4</p> <p>- แบบฝึกทักษะที่ 3.1 – 3.2</p> <p>- ใบงาน</p>	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
<p>ด้านทักษะ/กระบวนการ</p> <p>1. แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>2. การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ</p> <p>3. เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์</p> <p>4. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</p>	<p>1. ตรวจจากการทำ</p> <p>- ใบกิจกรรม</p> <p>- แบบฝึกทักษะ</p> <p>- ใบงาน</p> <p>2. สังเกตจากพฤติกรรมระหว่างเรียน</p>	แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
<p>ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์</p> <p>1. ความรับผิดชอบ</p> <p>2. ความมีระเบียบวินัย</p> <p>3. ทำงานเป็นระบบ รอบคอบ</p>	ประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียนและหลังการเรียนรู้	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

## 10. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

### ผลการจัดการเรียนรู้

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกความสัมพันธ์ของอายุระหว่างอดีต ปัจจุบัน และอนาคตจาก โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

ในการทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันแก้ปัญหาโจทย์ที่ได้รับมอบหมายดีมาก มีการบริหารจัดการในกลุ่มดี นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีความสนใจและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี

ในขั้นการแก้ปัญหา (Solve) มีนักเรียนบางคนสามารถเขียนภาพประกอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ เพื่อให้ดูเป็นรูปธรรมได้ดีมาก

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เกี่ยวกับอายุตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบตามขั้นตอนที่ครูกำหนดให้ และถูกต้อง

ในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่กล้าที่จะซักถามในส่วนที่นักเรียนที่สงสัย และกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นเมื่อครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ส่วนในการประเมินผลจุดประสงค์การเรียนรู้ ปรากฏผลดังนี้

**ด้านความรู้** นักเรียนทุกคนสามารถใช้ความรู้เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุได้ และมีความตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

**ด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์** นักเรียนทุกคนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และมีความคิดริเริ่มสร้างผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยอยู่ระหว่างร้อยละ 78 – 100

**ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์** โดยภาพรวมผ่านเกณฑ์การประเมิน อยู่ในระดับดีมาก

### ปัญหาและอุปสรรค

- นักเรียนบางคนแก้โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ถูกต้องคิดคำตอบได้อย่างรวดเร็ว แต่ไม่สามารถเขียนแสดงวิธีทำได้

- ในแต่ละใบกิจกรรม ในขั้นการแก้ปัญหาค่า (Solve) ค่อนข้างจะใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนด และบางครั้งนักเรียนไม่สามารถคิดเองได้

- ในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวตามขั้นตอนที่ได้กำหนดมาให้ มีการเขียนค่อนข้างเยอะ จึงทำให้นักเรียนบางคนที่ยื่นเข้าไม่สามารถทำกิจกรรมให้เสร็จพร้อมกับเพื่อนคนอื่นๆ ได้

- นักเรียนบางคนยังเขียนการตรวจสอบผลไม่ถูกต้องและไม่ชัดเจน ซึ่งนักเรียนอ้างว่านักเรียนไม่เคยเจอการตรวจสอบผลที่ต้องเขียนมากมายขนาดนี้ และมีนักเรียนบางคนเขียนการตรวจสอบผลในลักษณะที่มีการตรวจคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแบบที่เคยทำมา นั่นคือนำคำตอบไปแทนในสมการปกติ โดยไม่มีการเขียนรายละเอียดการตรวจสอบผลใดๆ ทั้งสิ้น แล้วสรุปคำตอบทันที

### ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

- ครูให้คำแนะนำ และอธิบายนักเรียนเป็นรายบุคคล
- ในระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหา ครูจะคอยดูแลและคอยแนะนำชี้แนะให้กับนักเรียน และถ้านักเรียนคนใดไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ครูอาจจะให้นักเรียนลองกลับค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมในขั้นการค้นหาปัญหา (Search) หรือครูอาจจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการแก้ปัญหาต่อไป
- ครูคอยให้กำลังใจนักเรียนที่ทำงานช้า และพยายามดำเนินกิจกรรมให้นักเรียนทุกคนได้ทำกิจกรรมให้เสร็จเรียบร้อยไปพร้อมๆ กัน
- ครูอธิบายชี้แนะให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการตรวจสอบผล ซึ่งก็คือการนำคำตอบที่ได้มาเขียนย้อนกลับไปในโจทย์ที่กำหนดให้นั่นเอง และครูเน้นย้ำให้นักเรียนตั้งใจและมีความพยายามในการเขียน เนื่องจากเวลาสอบทุกขั้นตอนจะมีการให้คะแนนทั้งสิ้น



นางสาวสันนิสา สมัยอยู่  
ผู้สอน  
21, 24 มกราคม 2554

## เกม ตามล่าหาคู่

### วิธีการเล่น

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหาความสัมพันธ์ระหว่างประโยคภาษาและประโยคสัญลักษณ์ตามทีละกลุ่มของนักเรียนที่ได้รับ เช่น ถ้ากลุ่ม A ได้บัตรเกมเป็นประโยคภาษา กลุ่ม A ต้องพิจารณาถึงประโยคดังกล่าวว่าถ้าเปลี่ยนเป็นประโยคสัญลักษณ์แล้วจะเป็นอย่างไร แล้วตามล่าหาบัตรที่เป็นประโยคสัญลักษณ์ของประโยคภาษาของกลุ่ม A ให้เจอ เมื่อทั้งสองกลุ่มมาพบกันแล้วและพิจารณาแล้วว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ก็ให้ทั้งสองกลุ่มนั่งลงพร้อมกับพูดว่า "MATH HEY!!!"



### ตัวอย่างบัตรเกม ตามล่าหาคู่

บัตรประโยคภาษา	บัตรประโยคสัญลักษณ์
จำนวนจำนวนหนึ่งซึ่งเมื่อเอา 6 คุณแล้วลบออกด้วย 9 จะเท่ากับเมื่อเอา 4 คุณจำนวนนั้นแล้วบวกด้วย 11	$6x - 9 = 4x + 11$
สามเท่าของจำนวนหนึ่งมีค่าน้อยกว่าสิบสองอยู่แปด	$12 - 3x = 8$
ผลต่างของ 104 กับ 3 คูณด้วยจำนวนหนึ่งได้ 40	$x(104 - 3) = 40$
ผลบวกของจำนวน 3 จำนวนติดกันเท่ากับ 63	$x + (x + 1) + (x + 2) = 63$
7 เท่าของจำนวนหนึ่งมากกว่า 43 มีค่าเท่ากับ 2 เท่าของจำนวนนั้นมากกว่า 8	$7x - 43 = 2x - 8$
ถ้าเอา 4 ลบออกจาก 7 เท่าของจำนวนหนึ่ง ผลลัพธ์จะเท่ากับ 2 เท่าของจำนวนนั้นบวกด้วย 56 อยากทราบว่าจำนวนนั้นคืออะไร	$7x - 4 = 2x + 56$



ใบกิจกรรมที่ 3.1  
“ค้นหาอายุ”

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ แล้วดำเนินการหาคำตอบโดยการ  
แก้ปัญหาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้



“ปัจจุบันกอล์ฟอายุเป็น 5 เท่าของไมค์ อีก 9 ปีข้างหน้า  
กอล์ฟจะมีอายุเป็นสองเท่าของอายุของไมค์  
จงหาอายุปัจจุบันของไมค์”

ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร.....

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง.....

วางแผนแก้ปัญหา

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





## ใบกิจกรรมที่ 3.2 “ทายซิ อายุเท่าไร”

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ แล้วดำเนินการหาคำตอบโดยการ  
แก้ปัญหตามขั้นตอนที่กำหนดให้



สามเท่าของอายุนิรมลในอีก 3 ปีข้างหน้า มากกว่าสาม  
เท่าของอายุของเธอเมื่อสามปีที่ผ่านมาเป็นจำนวนเท่ากับครึ่งหนึ่ง  
ของอายุปัจจุบัน ปัจจุบันนิรมลอายุเท่าไร

ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร.....

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง.....

วางแผนแก้ปัญหา

ดำเนินการแก้ปัญหา

ตรวจสอบผล



## เฉลยใบกิจกรรมที่ 3.2

สามเท่าของอายุนิรมลในอีก 3 ปีข้างหน้า มากกว่าสามเท่าของอายุของเธอเมื่อสามปีที่ผ่านมาเป็นจำนวนเท่ากับครึ่งหนึ่งของอายุปัจจุบัน ปัจจุบันนิรมลอายุเท่าไร

**ทำความเข้าใจปัญหา**

**โจทย์ต้องการหาอะไร :** อายุปัจจุบันของนิรมล

**โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง**

สามเท่าของอายุนิรมลในอีก 3 ปีข้างหน้า มากกว่าสามเท่าของอายุของเธอเมื่อสามปีที่ผ่านมาเป็นจำนวนเท่ากับครึ่งหนึ่งของอายุปัจจุบัน

**วางแผนแก้ปัญหา**

ให้ปัจจุบันนิรมลมีอายุ  $x$  ปี

อายุนิรมลในอีก 3 ปีข้างหน้า เป็น  $x+3$  ปี

สามเท่าของอายุนิรมลในอีก 3 ปีข้างหน้า เป็น  $3(x+3)$  ปี

อายุของนิรมลเมื่อสามปีที่ผ่าน เป็น  $x-3$  ปี

สามเท่าของอายุของเธอเมื่อสามปีที่ผ่าน เป็น  $3(x-3)$  ปี

และสามเท่าของอายุนิรมลในอีก 3 ปีข้างหน้า มากกว่าสามเท่าของอายุของเธอเมื่อสามปีที่ผ่าน คือ  $3(x+3) - 3(x-3)$

จะได้สมการคือ  $3(x+3) - 3(x-3) = \frac{x}{2}$

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

แก้สมการ

$$3(x+3) - 3(x-3) = \frac{x}{2}$$

$$3x+9-3x+9 = \frac{x}{2}$$

$$18 = \frac{x}{2}$$

$$x = 36$$

ดังนั้น ปัจจุบันนิรมลมีอายุ 36 ปี

**ตรวจสอบผล**

ถ้าปัจจุบันนิรมลมีอายุ 36 ปี

สามเท่าของอายุนิรมลในอีก 3 ปีข้างหน้า เป็น  $3(36+3) = 117$  ปี

สามเท่าของอายุของเธอเมื่อสามปีที่ผ่าน เป็น  $3(36-3) = 99$  ปี

จะได้ว่าสามเท่าของอายุนิรมลในอีก 3 ปีข้างหน้า มากกว่าสามเท่าของอายุของเธอ

เมื่อสามปีที่ผ่านมาเป็น  $117 - 99 = 18$  ซึ่งเท่ากับครึ่งหนึ่งของอายุปัจจุบันของนิรมล

ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์ **ตอบ** ปัจจุบันนิรมลมีอายุ 36 ปี

**แบบฝึกทักษะที่ 3.1**  
**“โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุ”**

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

**คำชี้แจง** จงเขียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาและหาคำตอบของปัญหาต่อไปนี้

1. นิภา มีอายุน้อยกว่าสองเท่าของอายุของนทีอยู่ 3 ปี แต่มากกว่าอายุของนัทอยู่ 1 ปี ถ้านับอายุของนิภา นที และนัท รวมกันได้ 38 ปีแล้ว จงหาอายุของนิภา นที และนัท

**ทำความเข้าใจปัญหา**

โจทย์ต้องการหาอะไร.....

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง.....

.....

**วางแผนแก้ปัญหา**

.....

.....

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

.....

.....

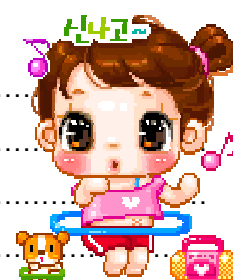
.....

.....

**ตรวจสอบผล**

.....

.....



2. ปัจจุบันแดงมีอายุเป็น 5 เท่าของตึก อีก 9 ปีเขาจะมีอายุเป็น 2 เท่าของอายุหล่อน จงหาอายุของ ทั้งสองคน

ทำความเข้าใจปัญหา

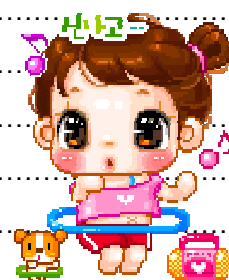
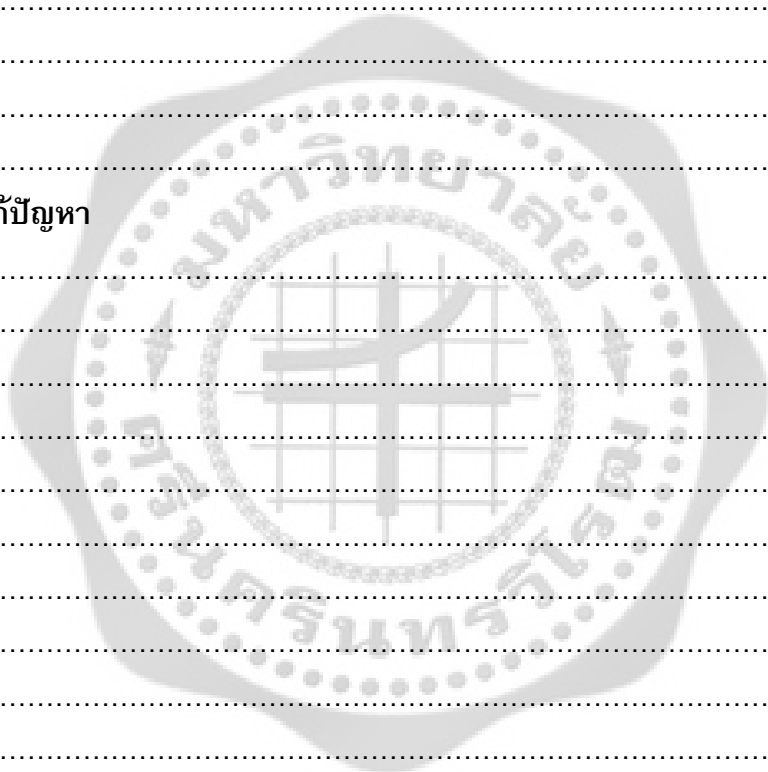
โจทย์ต้องการหาอะไร.....

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง.....

วางแผนแก้ปัญหา

ดำเนินการแก้ปัญหา

ตรวจสอบผล



### เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 3.1

1. นิกามีอายุน้อยกว่าสองเท่าของอายุของนทีอยู่ 3 ปี แต่มากกว่าอายุของนัทอยู่ 1 ปี ถ้านับอายุของนิกา นที และนัท รวมกันได้ 38 ปีแล้ว จงหาอายุของนิกา นที และนัท

**ทำความเข้าใจปัญหา**

**โจทย์ต้องการหาอะไร**

อายุของ นิกา นที และนัท

**โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง**

1. นิกามีอายุน้อยกว่าสองเท่าของอายุของนทีอยู่ 3 ปี แต่มากกว่าอายุของนัทอยู่ 1 ปี
2. อายุของนิกา นที และนัท รวมกันได้ 38 ปี

**วางแผนแก้ปัญหา**

ให้นทีมีอายุ  $x$  ปี

นิกามีอายุน้อยกว่าสองเท่าของอายุของนทีอยู่ 3 ปี จะได้ว่านิกามีอายุ  $2x - 3$  ปี

แต่มากกว่าอายุของนัทอยู่ 1 ปี จะได้ว่านัทมีอายุ  $2x - 4$  ปี

อายุของนิกา นที และนัท รวมกันได้ 38 ปี

จะได้สมการ  $x + (2x - 3) + (2x - 4) = 38$

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

$$\text{แก้สมการ} \quad x + (2x - 3) + (2x - 4) = 38$$

$$5x - 7 = 38$$

$$5x = 45$$

$$x = 9$$

ดังนั้น นทีอายุ 9 ปี นิกาอายุ  $2(9) - 3 = 15$  ปี และนัทอายุ  $2(9) - 4 = 14$  ปี

**ตรวจสอบผล**

ถ้านทีอายุ 9 ปี นิกาอายุ 15 ปี และนัทอายุ 14 ปี

จะได้อายุทั้งสามคนรวมกันเป็น  $9 + 15 + 14 = 38$  ปี

ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์

**ตอบ** นทีมีอายุ 9 ปี นิกามีอายุ 15 ปี และนัทมีอายุ 14 ปี

2. ปัจจุบันแดงมีอายุเป็น 5 เท่าของติก อีก 9 ปีเขาจะมีอายุเป็น 2 เท่าของอายุติก จงหาอายุของทั้งสองคน

### ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร

อายุของ แดงและติก

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง

1. ปัจจุบันแดงมีอายุเป็น 5 เท่าของติก
2. อีก 9 ปีเขาจะมีอายุเป็น 2 เท่าของอายุหล่อน

### วางแผนแก้ปัญหา

ให้ติกมีอายุ  $x$  ปี

แดงมีอายุ  $5x$  ปี

อีก 9 ปีข้างหน้า จะได้ว่า ติกมีอายุ  $x + 9$  ปี และแดงมีอายุ  $5x + 9$  ปี

จะได้สมการ  $5x + 9 = 2(x + 9)$

### ดำเนินการแก้ปัญหา

แก้สมการ

$$5x + 9 = 2(x + 9)$$

$$5x + 9 = 2x + 18$$

$$5x - 2x = 18 - 9$$

$$3x = 9$$

$$x = 3$$

ดังนั้น ติกมีอายุ 3 ปี และแดงมีอายุ  $5 \times 3 = 15$  ปี

### ตรวจสอบผล

ถ้าติกมีอายุ 3 ปี และแดงมีอายุ 15 ปี

อีก 9 ปีข้างหน้า ติกจะมีอายุ  $3 + 9 = 12$  ปี และแดงจะมีอายุ  $15 + 9 = 24$  ปี

ซึ่งจะเห็นว่า แดงจะมีอายุเป็นสองเท่าของติก

ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์

**ตอบ** นทีมีอายุ 9 ปี นิภามีอายุ 15 ปี และนัทมีอายุ 14 ปี



### ใบกิจกรรมที่ 3.3 “ใครแก่กว่าใคร (1)”

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ แล้วดำเนินการหาคำตอบโดยการ  
แก้ปัญหตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ปัจจุบันอายุของน้ำหวานเป็นสองเท่าของอายุของเหมย และอายุของ  
เหมยเป็นสองเท่าของอายุของโรมมี เมื่อ 2 ปีที่แล้ว อายุของคนที่  
สามรวมกันจะเป็น 57 ปี จงหาว่าปัจจุบันแต่ละคนมีอายุเท่าไร

**ทำความเข้าใจปัญหา**

โจทย์ต้องการหาอะไร.....

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง.....

**วางแผนแก้ปัญหา**

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





**ใบกิจกรรมที่ 3.4**  
**“ใครแก่กว่าใคร (2)”**

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ แล้วดำเนินการหาคำตอบโดยการ  
แก้ปัญหตามขั้นตอนที่กำหนดให้

ปัจจุบันวรณชมีอายุมากกว่าววรรณ 13 ปี หนึ่งในสามของอายุของววรรณเมื่อ 5 ปี  
ก่อนมากกว่า  $\frac{1}{10}$  ของอายุวรณชใน 7 ปีข้างหน้าอยู่ 1 ปี จงหาอายุของทั้งสองคนในปัจจุบัน

ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร.....

.....

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....

.....

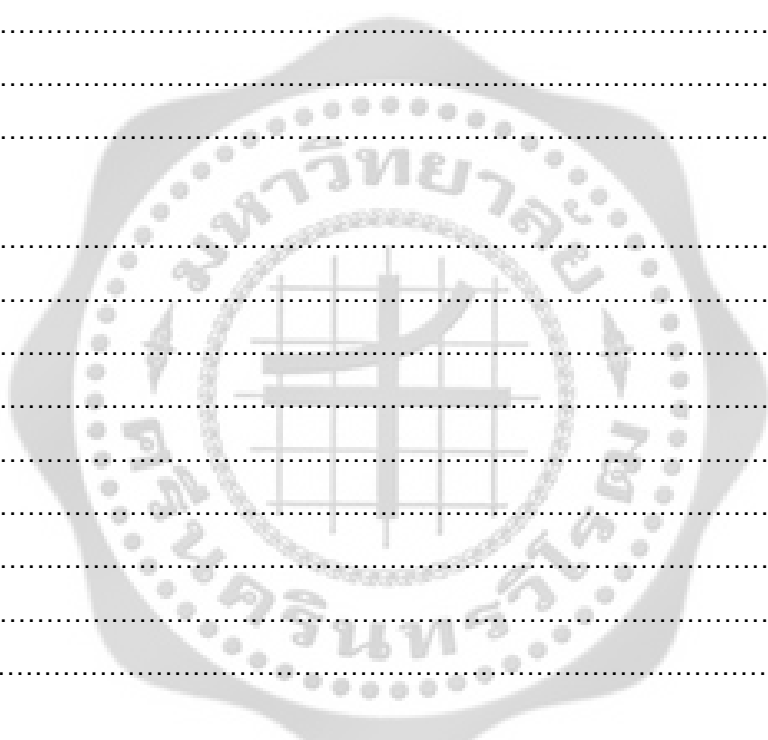
.....

.....

.....

.....

.....



### เฉลยใบกิจกรรมที่ 3.4

ปัจจุบันวรณชมีอายุมากกว่าวรวรรณ 13 ปี หนึ่งในสามของอายุของวรวรรณเมื่อ 5 ปีก่อนมากกว่า  $\frac{1}{10}$  ของอายุวรณชใน 7 ปีข้างหน้าอยู่ 1 ปี จงหาอายุของทั้งสองคนในปัจจุบัน

ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร : อายุปัจจุบันของวรณชและวรวรรณ

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง

1. ปัจจุบันวรณชมีอายุมากกว่าวรวรรณ 13 ปี
2. หนึ่งในสามของอายุของวรวรรณเมื่อ 5 ปีก่อนมากกว่า  $\frac{1}{10}$  ของอายุวรณชใน 7 ปีข้างหน้าอยู่ 1 ปี

วางแผนแก้ปัญหา

ให้ปัจจุบันวรวรรณมีอายุ  $x$  ปี

วรณชมีอายุ  $x + 13$  ปี

อายุของวรวรรณเมื่อ 5 ปีก่อน คือ  $x - 5$  ปี

และอายุของวรณชในอีก 7 ปีข้างหน้า คือ  $x + 13 + 7 = x + 20$  ปี

สามเท่าของอายุของเธอเมื่อสามปีที่ผ่าน เป็น  $3(x - 3)$  ปี

จะได้สมการคือ  $\frac{1}{3}(x - 5) - \frac{1}{10}(x + 20) = 1$

ดำเนินการแก้ปัญหา

แก้สมการ  $\frac{1}{3}(x - 5) - \frac{1}{10}(x + 20) = 1$  นำ 30 คูณตลอดสมการ

$$10(x - 5) - 3(x + 20) = 30$$

$$10x - 50 - 3x - 60 = 30$$

$$10x - 3x = 30 + 50 + 60$$

$$7x = 140$$

$$x = 20$$

ดังนั้น วรวรรณมีอายุ 20 ปี และวรณชมีอายุ  $20 + 13 = 33$  ปี

ตรวจสอบผล

ถ้าปัจจุบันวรวรรณมีอายุ 20 ปี และวรณชมีอายุ 33 ปี

จะได้ว่าวรณชมีอายุมากกว่าวรวรรณ  $33 - 20 = 13$  ปี

เมื่อ 5 ปีก่อน วรวรรณมีอายุ  $20 - 5 = 15$  ปี

และอีก 7 ปีข้างหน้าวรณจะมีอายุ  $33 + 7 = 40$  ปี

จะได้ว่าหนึ่งในสามของอายุของวรณเมื่อ 5 ปีก่อนมากกว่า  $\frac{1}{10}$  ของอายุวรณใน 7 ปี

เท่ากับ  $\frac{1}{5}(15) - \frac{1}{10}(40) = 5 - 4 = 1$  ปี

ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์

**ตอบ** ปัจจุบันนิรมลมีอายุ 36 ปี



**แบบฝึกทักษะที่ 3.2**  
**“โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุ”**

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

**คำชี้แจง** จงเขียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาและหาคำตอบของปัญหาต่อไปนี้

1. เมื่อ 18 ปีที่แล้ว รุจมีอายุเป็น  $\frac{2}{3}$  เท่าของอายุของริท แต่อีก 6 ปีข้างหน้าอายุของรุจจะเป็น  $\frac{5}{6}$  เท่าของอายุของริท จงหาอายุของรุจและริทในปัจจุบัน

**ทำความเข้าใจปัญหา**

โจทย์ต้องการหาอะไร.....

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง.....

**วางแผนแก้ปัญหา**

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

**ตรวจสอบผล**



2. เมื่อปี พ.ศ. 2538 เบิ้ลมีอายุเป็น 3 เท่าของ เป้ย แต่ในปี พ.ศ. 2553 เป้ยจะมีอายุมากกว่า  $\frac{2}{3}$  เท่าของอายุเบิ้ลอยู่ 2 ปี จงหาว่าเป้ยเกิด พ.ศ. อะไร

ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร.....

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง.....

.....

วางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....



### เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 3.2

1. เมื่อ 18 ปีที่แล้ว รุจมีอายุเป็น  $\frac{2}{3}$  เท่าของอายุของริท แต่อีก 6 ปีข้างหน้าอายุของรุจจะเป็น  $\frac{5}{6}$  เท่าของอายุของริท จงหาอายุของรุจและริทในปัจจุบัน

**ทำความเข้าใจปัญหา**

**โจทย์ต้องการหาอะไร**

อายุปัจจุบันของ รุจ และริท

**โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง**

1. เมื่อ 18 ปีที่แล้ว รุจมีอายุเป็น  $\frac{2}{3}$  เท่าของอายุของริท
2. อีก 6 ปีข้างหน้าอายุของรุจจะเป็น  $\frac{5}{6}$  เท่าของอายุของริท

**วางแผนแก้ปัญหา**

ให้ เมื่อ 18 ปีที่แล้ว ริทอายุ  $x$  ปี

เมื่อ 18 ปีที่แล้ว รุจมีอายุ  $\frac{2}{3}x$  ปี

ดังนั้น ปัจจุบัน รุจมีอายุ  $\frac{2}{3}x + 18$  ปี

ริทมีอายุ  $x + 18$  ปี

อีก 6 ปีข้างหน้า รุจมีอายุ  $\frac{2}{3}x + 18 + 6 = \frac{2}{3}x + 24$  ปี

ริทมีอายุ  $x + 18 + 6 = x + 24$  ปี

จะได้สมการ  $\frac{2}{3}x + 24 = \frac{5}{6}(x + 24)$

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

$$\text{แก้สมการ} \quad \frac{2}{3}x + 24 = \frac{5}{6}(x + 24)$$

$$4x + 144 = 5x + 120$$

$$x = 24$$

ดังนั้น ปัจจุบัน รุจมีอายุ  $\left(\frac{2}{3} \times 24\right) + 18 = 34$  ปี และริทมีอายุ  $24 + 18 = 42$  ปี

**ตรวจสอบผล**

ถ้าปัจจุบัน รุจมีอายุ 34 ปี และริทมีอายุ 42 ปี

เมื่อ 18 ปีที่แล้ว รุจมีอายุ  $34 - 18 = 16$  ปี และริทอายุ  $42 - 18 = 24$  ปี

จะได้ว่าอายุของรุจเป็น  $\frac{2}{3} \times 24 = 16$  ปี

และอีก 6 ปีข้างหน้า รุจอายุ  $34 + 6 = 40$  ปี และริทอายุ  $42 + 6 = 48$  ปี

จะได้ว่า รุจมีอายุเป็น  $\frac{5}{6} \times 48 = 40$

ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์

ตอบ ปัจจุบัน รุจมีอายุ 34 ปี และริทมีอายุ 42 ปี

2. เมื่อปี พ.ศ. 2538 เปิ้ลมีอายุเป็น 3 เท่าของเป้ย แต่ในปี พ.ศ. 2553 เป้ยจะมีอายุมากกว่า  $\frac{2}{3}$  เท่าของอายุเปิ้ลอยู่ 2 ปี จงหาว่าเป้ยเกิด พ.ศ. อะไร

**ทำความเข้าใจปัญหา**

โจทย์ต้องการหาอะไร

เป้ยเกิด พ.ศ. อะไร

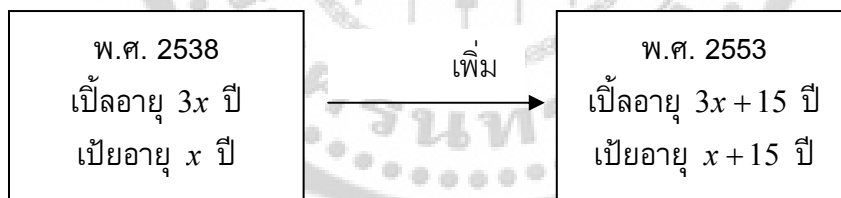
โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง

1. เมื่อปี พ.ศ. 2538 เปิ้ลมีอายุเป็น 3 เท่าของเป้ย

2. แต่ในปี พ.ศ. 2553 เป้ยจะมีอายุมากกว่า  $\frac{2}{3}$  เท่าของอายุเปิ้ลอยู่ 2 ปี

**วางแผนแก้ปัญหา**

ให้เป้ยมีอายุ  $x$  ปี เมื่อ พ.ศ. 2538



ในปี พ.ศ. 2553 เป้ยมี  $\frac{2}{3}(3x + 15)$  ปี

จะได้สมการ  $(x + 15) - \frac{2}{3}(3x + 15) = 2$

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

$$\text{แก้สมการ} \quad (x + 15) - \frac{2}{3}(3x + 15) = 2$$

$$3x + 45 - 6x - 30 = 6$$

$$3x - 6x = 6 + 30 - 45$$

$$-3x = -9$$

$$x = 3$$



ดังนั้น ในปี พ.ศ. 2538 เปี้ยมีอายุ 3 ปี เปี้ยจึงเกิดใน พ.ศ.  $2538 - 3 = 2535$   
 และเปิ้ลมีอายุ  $3 \times 3 = 9$  ปี

#### ตรวจสอบผล

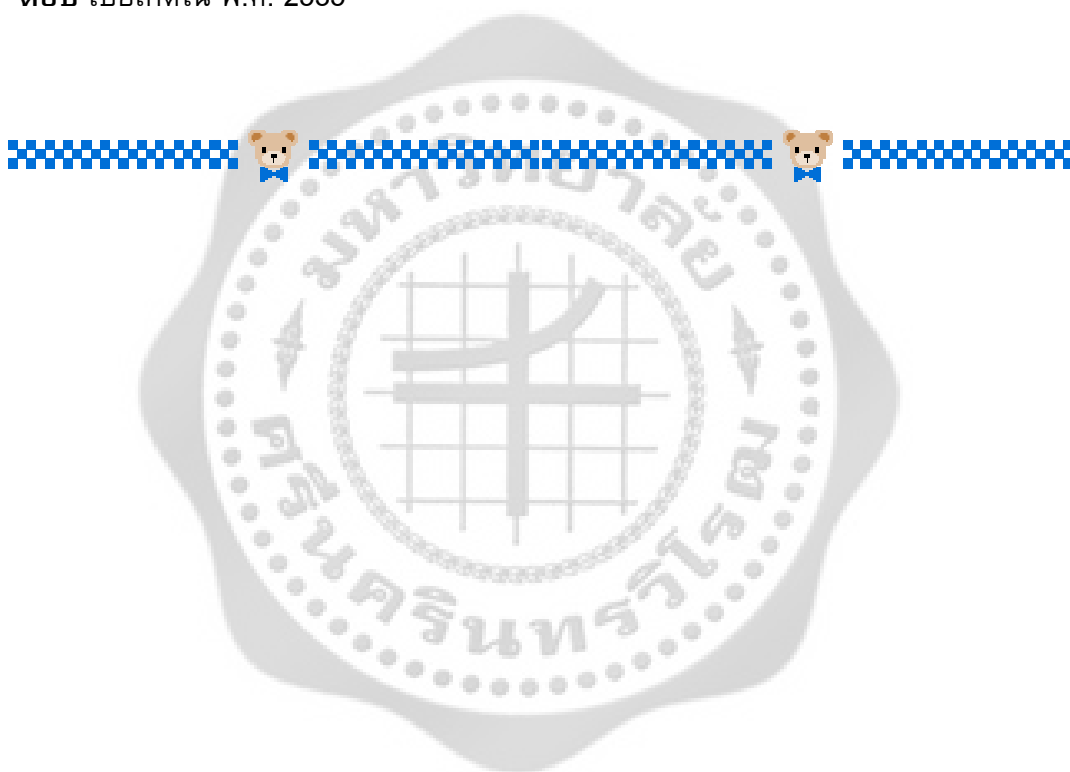
ถ้าเปี้ยเกิดใน พ.ศ. 2535 และในปี พ.ศ. 2538 เปี้ยมีอายุ 3 และเปิ้ลมีอายุ 9 ปี  
 ซึ่งเป็นสามเท่าของเปี้ย

และในปี พ.ศ. 2553 เปิ้ลอายุ  $(3 \times 3) + 15 = 24$  ปี เปี้ยอายุ  $3 + 15 = 18$  ปี

เปี้ยจะมีอายุมากกว่า  $\frac{2}{3}$  เท่าของอายุเปิ้ลอยู่ 2 ปี นั่นคือ  $18 - \frac{2}{3}(24) = 2$  ปี

ซึ่งเป็นไปจริงเงื่อนไขในโจทย์

ตอบ เปี้ยเกิดใน พ.ศ. 2535





ใบงาน  
“กิจกรรมแต่งโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุ”

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

“กิจกรรมแต่งโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอายุ”

คำชี้แจง

ให้นักเรียนวางแผนนำความรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปใช้แก้โจทย์ปัญหา  
ที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน  
โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับอายุและเชื่อมโยงกับสถานการณ์  
ในชีวิตประจำวันแล้วนำมาแต่งเป็นโจทย์ปัญหา  
พร้อมทั้งแสดงแนวคิดในการวิเคราะห์โจทย์ แสดงวิธีทำ  
และหาคำตอบของโจทย์ปัญหา  
คนละ 1 ปัญหา

เกณฑ์การประเมิน

ความซับซ้อน ความยากง่ายของโจทย์ปัญหาและแสดงขั้นตอนการหาคำตอบได้ถูกต้อง

กำหนดส่ง คาบแรกของอาทิตย์ถัดไปค่ะ





### แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน												รวม	
		ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์			ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ			ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์			ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์				
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0		
1															
2															
3															
4															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนน 7 - 8 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 5 - 6 หมายถึง ดี

คะแนน 3 - 4 หมายถึง ปานกลาง

คะแนน 0 - 2 หมายถึง ควรปรับปรุง

### เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
คะแนน	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
2	นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สำเร็จ และมีประสิทธิภาพ
1	นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สำเร็จเพียงบางส่วน
0	นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่มีร่องรอยการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	
คะแนน	การแสดงความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอที่ปรากฏให้เห็น
2	นักเรียนมีการใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และมีการนำเสนอข้อมูลเป็นลำดับขั้นตอน มีระบบ กระชับ และชัดเจน
1	นักเรียนมีการใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนและมีการนำเสนอข้อมูลได้ชัดเจนบางส่วน
0	นักเรียนไม่มีการใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เลย

ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	
คะแนน	การแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
2	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้ อย่างสอดคล้องเหมาะสม
1	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้เพียงบางส่วน
0	นักเรียนไม่มีการเชื่อมโยงใดๆ

ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	
คะแนน	การแสดงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ปรากฏให้เห็น
2	นักเรียนมีแนวคิด/วิธีการที่แปลกใหม่และสามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
1	นักเรียนมีแนวคิด/วิธีการที่ไม่แปลกใหม่แต่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
0	นักเรียนไม่มีแนวคิดหรือผลงานใดๆ

### แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน												รวม
		ความรับผิดชอบ				มีระเบียบวินัย				การทำงานเป็นระบบ รอบคอบ				
		3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	
1														
2														
3														
4														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														

การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนน 7 – 9 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 5 - 6 หมายถึง ดี

คะแนน 3 - 4 หมายถึง ปานกลาง

คะแนน 0 - 2 หมายถึง ควรปรับปรุง

### เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ด้านความรับผิดชอบ	
คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3	ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลานัดหมาย
2	ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้
1	ส่งงานช้ากว่ากำหนด
0	ไม่ส่งงานเลย

ด้านความมีระเบียบวินัย	
คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันอย่างเคร่งครัด
2	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันอย่างเคร่งครัดเป็นส่วนใหญ่
1	ปฏิบัติตนให้อยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ
0	ไม่ปฏิบัติตามข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกัน

ด้านการทำงานเป็นระบบ รอบคอบ	
คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3	มีการวางแผนการปฏิบัติกิจกรรมอย่างเป็นระบบ ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนและเรียงลำดับความสำคัญได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
2	มีการวางแผนการปฏิบัติกิจกรรมอย่างเป็นระบบ ปฏิบัติกิจกรรมไม่ตรงตามขั้นตอนและผิดพลาดบ้าง และเรียงลำดับความสำคัญได้เป็นส่วนใหญ่
1	มีการวางแผนการปฏิบัติกิจกรรมไม่ค่อยเป็นระบบ ปฏิบัติกิจกรรมไม่มีขั้นตอนมีผิดพลาดต้องแก้ไข และเรียงลำดับความสำคัญได้เป็นเพียงบางส่วน
0	มีการทำงานไม่เป็นระบบ และผิดพลาด

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา  
และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา  
และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน  
เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว  
วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2553 จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 120 คะแนน เวลา 50 นาที

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียนจากการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
3. ข้อสอบทุกข้อมีเกณฑ์การให้คะแนน ข้อละ 24 คะแนน โดยแบ่งเป็นดังนี้
  - 3.1 วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อละ 14 คะแนน
  - 3.2 วัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน ข้อละ 4 คะแนน
  - 3.3 วัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ข้อละ 6 คะแนน
4. ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาและหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้





1. ปัจจุบันพ่อมีอายุเป็น 2 เท่าของลูก เมื่อ 2 ปีที่แล้วพ่อและลูกมีอายุรวมกันได้ 68 ปี  
อยากทราบว่าปัจจุบันพ่อและลูกมีอายุรวมกันเท่าไร

**ทำความเข้าใจปัญหา**

โจทย์ต้องการหาอะไร.....

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง.....

.....

**วางแผนแก้ปัญหา**

.....

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

.....

**ตรวจสอบผล**

.....

2. ในกระเป๋าถือของลูกเกตุมีเหรียญ 3 ชนิด คือ เหรียญหนึ่งบาท เหรียญห้าบาท และเหรียญสิบบาท ปราบกฏว่ามีเหรียญห้าบาทมากกว่าเหรียญสิบบาท 32 เหรียญ และมีเหรียญบาทมากกว่าเหรียญห้าบาทอยู่ 41 เหรียญ ถ้าในกระเป๋าใบนี้มีเงินทั้งสิ้น 473 บาท จงหาว่าในกระเป๋าของลูกเกตุมีเหรียญแต่ละชนิดอย่างละกี่เหรียญ

**ทำความเข้าใจปัญหา**

โจทย์ต้องการหาอะไร.....

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง.....

.....

**วางแผนแก้ปัญหา**

.....

.....

.....

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

.....

.....

.....

.....

.....

**ตรวจสอบผล**

.....

.....

.....

.....

3. โทโนต้องการทำป้ายรูปสี่เหลี่ยมเพื่อนำไปใช้ในงานวันปีใหม่ โดยทางร้านคิดตารางเมตรละ 150 บาท โดยขนาดแผ่นป้ายที่โทโนต้องการมีด้านยาวยาวเป็น 2 เท่าของด้านกว้าง ถ้าความยาวของด้านทั้งสี่ของแผ่นป้ายนี้รวมกันเป็น 720 เซนติเมตร จงหาว่าโทโนต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำแผ่นป้ายเท่าไร (กำหนดให้ 100 เซนติเมตร = 1 เมตร)

**ทำความเข้าใจปัญหา**

โจทย์ต้องการหาอะไร.....

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง.....

.....

**วางแผนแก้ปัญหา**

.....

.....

.....

.....

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

.....

.....

.....

.....

.....

**ตรวจสอบผล**

.....

.....

.....

.....

4. พ่อค้าคนหนึ่งซื้อส้มสองชนิดมาผสมกันให้ได้ 150 กิโลกรัม เขาซื้อส้มชนิดที่หนึ่งมากิโลกรัมละ 40 บาท และชนิดที่สองมากิโลกรัมละ 50 บาท เมื่อนำมาผสมกันแล้ว เขาขายไปได้กำไร 20% คิดเป็นกำไร 1,400 บาท อยากทราบว่าพ่อค้าซื้อส้มแต่ละชนิดอย่างละกี่กิโลกรัม

#### ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร.....

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง.....

.....

#### วางแผนแก้ปัญหา

.....

#### ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

#### ตรวจสอบผล

.....

5. รถสองคัน คันหนึ่งอยู่ที่กรุงเทพฯ อีกคันหนึ่งอยู่ที่นครราชสีมา ซึ่งอยู่ห่างกันเป็นระยะทาง 256 กิโลเมตร ออกเดินทางพร้อมๆ กัน โดยคันที่อยู่กรุงเทพฯ มุ่งไปสู่นครศรีธรรมราช และคันที่อยู่นครศรีธรรมราชก็มุ่งหน้าสู่กรุงเทพฯ ถ้าคันแรกวิ่งได้ 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง และคันที่สองวิ่งได้ 34 กิโลเมตร/ชั่วโมง และทั้งสองคันวิ่งไม่หยุดเลย อยากทราบว่ารถทั้งสองคันจะพบกันเมื่อใด

**ทำความเข้าใจปัญหา**

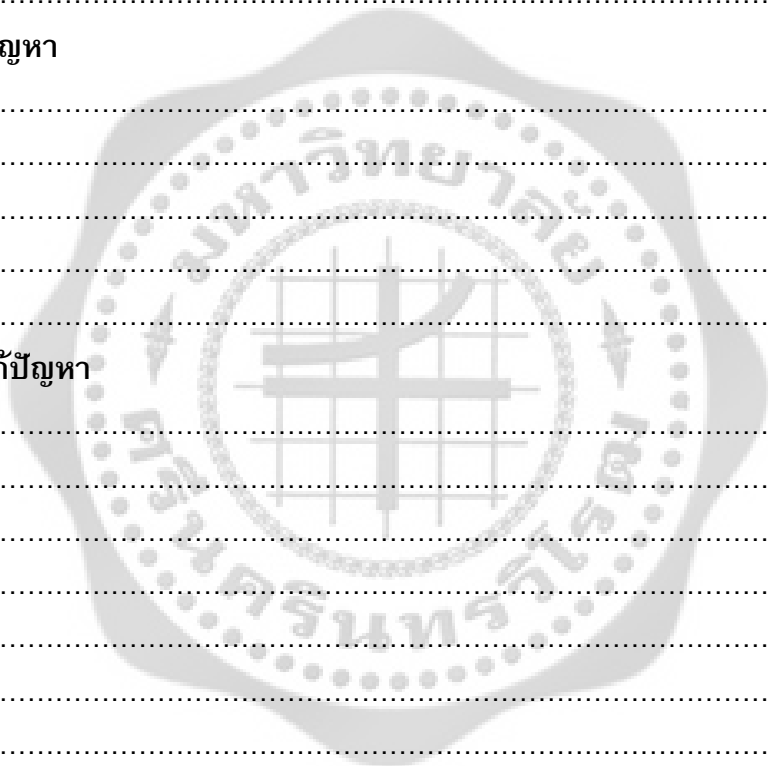
โจทย์ต้องการหาอะไร.....

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง.....

**วางแผนแก้ปัญหา**

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

**ตรวจสอบผล**



**เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา  
และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว**

1. ปัจจุบันพ่อมีอายุเป็น 2 เท่าของลูก เมื่อ 2 ปีที่แล้วพ่อและลูกมีอายุรวมกันได้ 68 ปี  
อยากทราบว่าปัจจุบันพ่อและลูกมีอายุรวมกันเท่าไร

**ทำความเข้าใจปัญหา**

**โจทย์ต้องการหาอะไร**

อายุของพ่อและลูกรวมกัน

**โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง**

1. ปัจจุบันพ่อมีอายุเป็น 2 เท่าของลูก
2. เมื่อ 2 ปีที่แล้วพ่อและลูกมีอายุรวมกันได้ 68 ปี

**วางแผนแก้ปัญหา**

ให้ ปัจจุบันลูกมีอายุ	$x$	ปี
ปัจจุบันพ่อมีอายุ	$2x$	ปี
เมื่อ 2 ปีที่แล้วลูกมีอายุ	$x - 2$	ปี
เมื่อ 2 ปีที่แล้วพ่อมีอายุ	$2x - 2$	ปี
จะได้สมการ	$(x - 2) + (2x - 2) = 68$	

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

$$\begin{aligned}
 \text{แก้สมการ} \quad (x - 2) + (2x - 2) &= 68 \\
 x - 2 + 2x - 2 &= 68 \\
 x + 2x &= 68 + 2 + 2 \\
 3x &= 72 \\
 x &= \frac{72}{3} \\
 x &= 24
 \end{aligned}$$

จะได้ว่า ปัจจุบัน ลูกมีอายุ 24 ปี

พ่อมีอายุ  $2 \times 24 = 48$  ปี

ดังนั้น พ่อและลูกมีอายุรวมกันเป็น  $24 + 48 = 72$  ปี

**ตรวจสอบผล**

ให้ปัจจุบันลูกมีอายุ 24 ปี

และปัจจุบันพ่อมีอายุ  $2 \times 24 = 48$  ปี

และ เมื่อ 2 ปีที่แล้ว ลูกมีอายุ  $24 - 2 = 22$  ปี

เมื่อ 2 ปีที่แล้ว พ่อมีอายุ  $48 - 2 = 46$  ปี

โดยเมื่อ 2 ปีที่แล้ว และลูกมีอายุรวมกัน  $46 + 22 = 68$  ปี ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์

ตอบ ในปัจจุบันพ่อและลูกมีอายุรวมกัน 72 ปี

2. ในกระเป๋าถือของลูกเกตุมีเหรียญ 3 ชนิด คือ เหรียญหนึ่งบาท เหรียญห้าบาท และเหรียญสิบบาท ปรากฏว่ามีเหรียญห้าบาทมากกว่าเหรียญสิบบาท 32 เหรียญ และมีเหรียญบาทมากกว่าเหรียญห้าบาทอยู่ 41 เหรียญ ถ้าในกระเป๋าใบนี้มีเงินทั้งสิ้น 473 บาท จงหาว่าในกระเป๋าของลูกเกตุมีเหรียญแต่ละชนิดอย่างละกี่เหรียญ

**ทำความเข้าใจปัญหา**

โจทย์ต้องการหาอะไร

จำนวนเหรียญบาท เหรียญห้าบาท และเหรียญสิบบาท

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง

1. เหรียญห้าบาทมากกว่าเหรียญสิบบาท 32 เหรียญ
2. เหรียญหนึ่งบาทมากกว่าเหรียญห้าบาทอยู่ 41 เหรียญ
3. เหรียญบาท เหรียญห้าบาท และเหรียญสิบบาท รวมกันได้ 473 บาท

**วางแผนแก้ปัญหา**

ให้มีเหรียญสิบบาท  $x$  เหรียญ คิดเป็นเงิน  $10x$  บาท

$\therefore$  มีเหรียญห้าบาท  $x + 32$  เหรียญ คิดเป็นเงิน  $5(x + 32)$  บาท

มีเหรียญหนึ่งบาท  $x + 32 + 41 = x + 73$  เหรียญ คิดเป็นเงิน  $x + 73$  บาท

และในกระเป๋าใบนี้มีเงินทั้งสิ้น 473 บาท

จะได้สมการ  $10x + 5(x + 32) + x + 73 = 473$

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

แก้สมการ  $10x + 5(x + 32) + x + 73 = 473$

$$10x + 5x + 160 + x + 73 = 473$$

$$16x + 233 = 473$$

$$16x = 473 - 233$$

$$16x = 240$$

$$x = \frac{240}{16} = 15$$

ดังนั้น ในกระเป๋าลูกเกต มีเหรียญสิบบาท จำนวน 15 เหรียญ

มีเหรียญห้าบาท จำนวน  $15 + 32 = 47$  เหรียญ

มีเหรียญหนึ่งบาท จำนวน  $15 + 73 = 88$  เหรียญ

#### ตรวจสอบผล

ลูกเกต มีเหรียญสิบบาท จำนวน 15 เหรียญ คิดเป็นเงิน  $15 \times 10 = 150$  บาท

มีเหรียญห้าบาท จำนวน 47 เหรียญ คิดเป็นเงิน  $47 \times 5 = 235$  บาท

มีเหรียญหนึ่งบาท จำนวน 88 เหรียญ คิดเป็นเงิน  $88 \times 1 = 88$  บาท

รวมเงินตุ้กตาทั้งหมด  $150 + 235 + 88 = 473$  ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์

ตอบ ในกระเป๋าลูกเกตมีเหรียญหนึ่งบาท 15 เหรียญ เหรียญห้าบาท 47 เหรียญ

และเหรียญสิบบาท 15 เหรียญ

3. โทโนต้องการทำป้ายรูปสี่เหลี่ยมเพื่อนำไปใช้ในงานวันปีใหม่ โดยทางร้านคิดตารางเมตรละ 150 บาท โดยขนาดแผ่นป้ายที่โทโนต้องการมีด้านยาวยาวเป็น 2 เท่าของด้านกว้าง ถ้าความยาวของด้านทั้งสี่ของแผ่นป้ายนี้รวมกันเป็น 720 เซนติเมตร จงหาว่าโทโนต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำแผ่นป้ายเท่าไร (กำหนดให้ 100 เซนติเมตร = 1 เมตร)

#### ทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร

ค่าใช้จ่ายในการทำแผ่นป้าย

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง

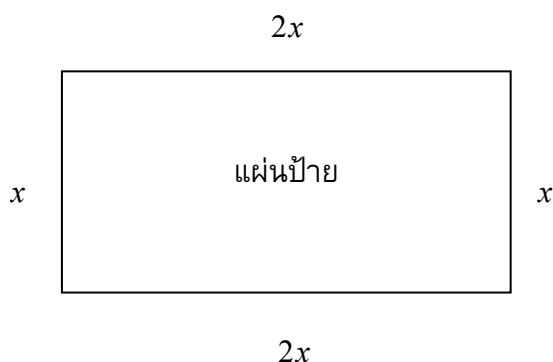
1. ด้านยาวของแผ่นป้าย ยาวเป็น 2 เท่าของด้านกว้าง
2. ความยาวทั้งสี่ด้านของแผ่นป้าย รวมเป็น 720 เซนติเมตร
3. ทางร้านคิดค่าจ้างทำแผ่นป้าย ตารางเมตรละ 80 บาท

#### วางแผนแก้ปัญหา

1. ให้ด้านกว้างเป็น  $x$  เซนติเมตร

ด้านยาวเป็น  $2x$  เซนติเมตร

วาดรูปประกอบได้ดังนี้





- จากรูปจะได้ความยาวรอบป่าย คือ  $x + x + 2x + 2x = 720$  เซนติเมตร
2. จากนั้นนำความกว้างและความยาวของแผ่นป่ายที่ได้มาหาพื้นที่เพื่อนำไปคิดค่าใช้จ่าย  
จากสูตร พื้นที่ = กว้าง x ยาว (อาจจะแปลงหน่วยด้านยาวและด้านกว้างจากเซนติเมตรไป  
เป็นเมตรก่อน หรืออาจจะแปลงทีหลังก็ได้ โดย 100 เซนติเมตร = 1 เมตร)
3. จากนั้น นำค่าที่ได้จากข้อ 3 มาคำนวณเพื่อหาค่าใช้จ่ายต่อไป

### ดำเนินการแก้ปัญหา

1. แก้มการ  $x + x + 2x + 2x = 720$

$$6x = 720$$

$$x = \frac{720}{6}$$

$$x = 120$$

ดังนั้น แผ่นป่าย ด้านกว้าง 120 เซนติเมตร คิดเป็น  $\frac{120}{100} = 1.2$  เมตร

และ ด้านยาว  $2 \times 120 = 240$  เซนติเมตร คิดเป็น  $\frac{240}{100} = 2.4$  เมตร

2. หาพื้นที่ของแผ่นป่าย จาก พื้นที่ = กว้าง x ยาว

$$= 1.2 \times 2.4$$

$$= 2.88 \text{ ตารางเมตร}$$

3. ทางร้านคิดค่าแผ่นป่ายตารางเมตรละ 150 บาท

ดังนั้น ค่าใช้ในการทำแผ่นป่าย คิดเป็น  $2.88 \times 150 = 432$  บาท

### ตรวจสอบผล

แผ่นป่าย ด้านกว้างเป็น 120 เซนติเมตร

ด้านยาว เป็น 240 เซนติเมตร

ความยาวทั้งสิ้นด้านของแผ่นป่ายรวมเป็น  $120 + 120 + 240 + 240 = 720$  ตารางเซนติเมตร

หรือคิดเป็นพื้นที่  $1.2 \times 2.4 = 2.88$  ตารางเมตร คิดเป็นค่าใช้จ่ายในการทำแผ่นป่าย

$2.88 \times 150 = 432$  บาท ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์

**ตอบ** โทโน่เสียค่าในการทำแผ่นป่าย 432 บาท

4. พ่อค้าคนหนึ่งซื้อส้มสองชนิดมาผสมกันให้ได้ 150 กิโลกรัม เขาซื้อส้มชนิดที่หนึ่งมากิโลกรัมละ 40 บาท และชนิดที่สองมากิโลกรัมละ 50 บาท เมื่อนำมาผสมกันแล้ว เขาขายไปได้กำไร 20% คิดเป็นกำไร 1,400 บาท อยากทราบว่าพ่อค้าซื้อส้มแต่ละชนิดอย่างละกี่กิโลกรัม

### ทำความเข้าใจปัญหา

#### โจทย์ต้องการหาอะไร

พ่อค้าซื้อส้มแต่ละชนิดอย่างละกี่กิโลกรัม

#### โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง

1. พ่อค้าคนหนึ่งซื้อส้มชนิดที่หนึ่งและชนิดที่สองเพื่อนำมาผสมกันให้ได้ 150 กิโลกรัม
2. ส้มชนิดที่หนึ่ง กิโลกรัมละ 40 บาท และส้มชนิดที่สองกิโลกรัมละ 50 บาท
3. เมื่อนำมาผสมกันแล้ว ขายไปได้กำไร 20% คิดเป็นกำไร 1,400 บาท

### วางแผนแก้ปัญหา

ให้พ่อค้าซื้อส้มชนิดที่หนึ่ง  $x$  กิโลกรัม

และซื้อส้มชนิดที่สอง  $100 - x$  กิโลกรัม

ซื้อส้มชนิดที่หนึ่งเป็นเงิน  $40x$  บาท

ซื้อส้มชนิดที่สองเป็นเงิน  $50(150 - x)$  บาท

ขายข้าวผสมได้กำไร 20% คิดเป็นเงิน 1,400 บาท

จะได้สมการ  $\frac{20}{100} [40x + 50(150 - x)] = 1,400$

### ดำเนินการแก้ปัญหา

แก้สมการ  $\frac{20}{100} [40x + 50(150 - x)] = 1,400$

$$\frac{1}{5} [40x + 7,500 - 50x] = 1,400$$

$$\frac{1}{5} (7,500 - 10x) = 1,400$$

$$7,500 - 10x = 1,400 \times 5$$

$$7,500 - 10x = 7,000$$

$$-10x = 7,000 - 7,500$$

$$-10x = -500$$

$$x = 50$$

ดังนั้น พ่อค้าซื้อส้มชนิดที่หนึ่ง 50 กิโลกรัม

และซื้อส้มชนิดที่สองมา  $150 - 50 = 100$  กิโลกรัม

**ตรวจสอบผล**

พ้อค่าซื้อสัมชนิดที่หนึ่งมา 50 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน  $40 \times 50 = 2,000$  บาท

และซื้อสัมชนิดที่สองมา  $150 - 50 = 100$  กิโลกรัม คิดเป็นเงิน  $50 \times 100 = 5,000$  บาท

พ้อค่าซื้อสัมทั้งสองชนิดเป็น  $50 + 100 = 150$  กิโลกรัม

รวมเป็นเงิน  $2,000 + 5,000 = 7,000$  บาท

และหลังจากผสมข้าวทั้งสองชนิดแล้ว พ้อค่าขายไปได้กำไร 20%

คิดเป็น  $\frac{20}{100} \times 7,000 = 1,400$  บาท ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์

**ตอบ** พ้อค่าซื้อสัมชนิดที่หนึ่งมา 50 กิโลกรัม และซื้อสัมชนิดที่สองมา 100 กิโลกรัม

5. รถสองคัน คันหนึ่งอยู่ที่กรุงเทพฯ อีกคันหนึ่งอยู่ที่นครราชสีมา ซึ่งอยู่ห่างกันเป็นระยะทาง 256 กิโลเมตร ออกเดินทางพร้อมๆ กัน โดยคันที่อยู่กรุงเทพฯ มุ่งไปสู่นครศรีธรรมราช และคันที่อยู่ นครศรีธรรมราชก็มุ่งหน้าสู่กรุงเทพฯ ถ้าคันแรกวิ่งได้ 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง และคันที่สองวิ่งได้ 34 กิโลเมตร/ชั่วโมง และทั้งสองคันวิ่งไม่หยุดเลย อยากทราบว่ารถทั้งสองคันจะพบกันเมื่อใด

**ทำความเข้าใจปัญหา****โจทย์ต้องการหาอะไร**

เวลาที่รถทั้งสองจะพบกันหลังจากรถออกวิ่ง

**โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง**

1. กรุงเทพฯ และ นครราชสีมา ห่างกันเป็นระยะทาง 256 กิโลเมตร
2. รถทั้งสองออกเดินทางพร้อมๆ กัน และไม่หยุดวิ่งตลอดระยะเวลาการเดินทาง
3. รถคันแรกวิ่งจากกรุงเทพฯ มุ่งไปสู่นครศรีธรรมราช ด้วยอัตราเร็ว 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง
4. รถคันที่สองวิ่งจากนครศรีธรรมราช มุ่งไปสู่อุบลราชธานี ด้วยอัตราเร็ว 34 กิโลเมตร/ชั่วโมง

**วางแผนแก้ปัญหา**

ให้  $x$  คือ จำนวนชั่วโมงที่รถทั้งสองพบกันเมื่อออกวิ่งไปแล้ว

จะได้ว่า รถคันแรกวิ่งได้  $30x$  กิโลเมตร

รถคันที่สองวิ่งได้  $34x$  กิโลเมตร

จะได้สมการ  $30x + 34x = 276$

**ดำเนินการแก้ปัญหา**

แก้สมการ  $30x + 34x = 276$

$$64x = 276$$

$$x = \frac{276}{64}$$

$$x = 4$$

ดังนั้น รถทั้งสองคันจะพบกันเมื่อเดินทางไป 4 ชั่วโมง

**ตรวจสอบผล**

รถคันแรกวิ่งได้ระยะทาง  $30(4) = 120$  กิโลเมตร

รถคันที่สองวิ่งได้ระยะทาง  $34(4) = 136$  กิโลเมตร

รวมระยะห่างจาก กรุงเทพฯ และนครราชสีมา คือ  $120 + 136 = 256$  กิโลเมตร

ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์

**ตอบ** รถทั้งสองคันจะพบกันเมื่อเดินทางไป 4 ชั่วโมง

---



เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
ความเข้าใจปัญหา 1. โจทย์ต้องการหาอะไร	1	คำตอบถูกต้อง
	0	คำตอบไม่ถูกต้อง
2. โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง	2	คำตอบถูกต้อง ครบตามที่โจทย์กำหนด
	1	คำตอบถูกต้อง แต่ไม่ครบตามที่กำหนด
	0	คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ
วางแผนแก้ปัญหา	4	บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหา บอกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์
	3	บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหา ได้ถูกต้อง บอกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องได้เป็นส่วนใหญ่
	2	บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหา ได้บางส่วนบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1	บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหา ได้เพียงเล็กน้อย บอกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเพียงเล็กน้อย
	0	ไม่ตอบคำถามหรือบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง
ดำเนินการแก้ปัญหา	4	แสดงวิธีทำ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง
	3	แสดงวิธีทำ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีเหตุผลได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ จำนวนผิดพลาดบางส่วน
	2	แสดงวิธีทำ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีเหตุผล ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน จำนวนผิดพลาดบางส่วน
	1	แสดงวิธีทำบางส่วนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้บางส่วนจำนวนผิดพลาด
	0	ไม่แสดงวิธีทำหรือตอบผิดไม่ตรงกับการวางแผนการแก้ปัญหา
ตรวจสอบผล	3	แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง สรุปคำตอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์
	2	แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้ด้วยวิธีการที่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ สรุปคำตอบได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
	1	แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สรุปคำตอบได้เพียงบางส่วน
	0	ไม่ตรวจสอบคำตอบหรือตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน  
(พิจารณาการให้คะแนนในส่วนของการทำความเข้าใจปัญหา)

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	การแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการอ่านที่ปรากฏให้เห็น
โจทย์ต้องการหาอะไร	2	บอกรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	บอกรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้อย่างคร่าวๆ ไม่ชัดเจนในบางส่วน
	0	ไม่สามารถบอกรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้
โจทย์กำหนดข้อมูล	2	บอกรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน
	1	บอกรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างคร่าวๆ ไม่ชัดเจนในบางส่วน
	0	ไม่สามารถบอกรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน  
(พิจารณาการให้คะแนนในส่วนของการวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา  
และการตรวจสอบผล)

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	การแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนที่ปรากฏให้เห็น
การวางแผนแก้ปัญหา	2	เขียนอธิบายการวางแผนการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการได้อย่างถูกต้องชัดเจน
	1	เขียนอธิบายการวางแผนการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่มีการเขียนอธิบายวิธีการวางแผนแก้ปัญหา หรือเขียนอธิบายการวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การดำเนินการแก้ปัญหา	2	เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์
	1	เขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์เป็นบางส่วน
	0	ไม่มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์
การตรวจสอบผล	2	เขียนอธิบายการตรวจสอบผลโดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการ และอธิบายสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องชัดเจน
	1	เขียนอธิบายการตรวจสอบผล โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการ และอธิบายสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ไม่มีการตรวจสอบผล หรือตรวจสอบผลไม่ถูกต้อง และไม่มีการอธิบายสรุปคำตอบ

**แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์**  
**ด้านการฟังและด้านการพูด**

**แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง**

คำชี้แจง ให้พิจารณาข้อความในช่องซ้ายมือเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังของนักเรียนแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงหรือสอดคล้อง กับเกณฑ์การให้คะแนน

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง ที่ต้องการวัด	เกณฑ์การให้คะแนน				
	4	3	2	1	0
1. เมื่อฟังคำถามแล้วนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง					
2. นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญจากการฟังได้					





เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟัง

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	การแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังที่ปรากฏให้เห็น
1. เมื่อฟังคำถามแล้วนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง	4	เมื่อฟังคำถามแล้วสามารถตอบคำถามถูกต้องให้รายละเอียดของคำตอบได้อย่างชัดเจน
	3	เมื่อฟังคำถามแล้วสามารถตอบคำถามถูกต้อง แต่จะให้รายละเอียดได้เมื่อผู้ถามบอกรายละเอียดหรือถามต่อ
	2	เมื่อฟังคำถามแล้วมีความลังเล ไม่ตอบทันทีแต่เมื่อถามซ้ำสามารถตอบได้ถูกต้อง
	1	เมื่อฟังคำถามแล้วตอบผิด หรือตะกุกตะกักในครั้งแรก แต่สามารถแก้ไขให้ถูกต้องได้บ้างเมื่อได้รับการถามซ้ำ
	0	สำหรับผู้ที่ฟังคำถามแล้วไม่เข้าใจคำถาม และไม่พูดเลย
2. นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญจากการฟังได้	4	นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญจากการฟังได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์
	3	นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญจากการฟังได้เกือบครบถ้วนสมบูรณ์
	2	นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญจากการฟังได้เพียงบางส่วน
	1	นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญจากการฟังได้เพียงเล็กน้อย พอมองเห็นสิ่งที่เป็นประเด็นสำคัญ หรือมีสิ่งที่ยุ่งชี้ถึงความพยายามในการจับประเด็นสำคัญจากการฟัง
	0	นักเรียนไม่สามารถจับประเด็นสำคัญจากการฟังได้เลย

### แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

คำชี้แจง ให้พิจารณาข้อความในช่องซ้ายมือเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงหรือสอดคล้อง กับเกณฑ์การให้คะแนน

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ที่ต้องการวัด	เกณฑ์การให้คะแนน				
	4	3	2	1	0
1. ใช้ภาษาพูดในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา					
2. ใช้ภาษาพูดในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์					

☆☆

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	การแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่ปรากฏให้เห็น
1. ใช้ภาษาพูดในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา	4	ใช้ภาษาพูดในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และครบถ้วน
	3	ใช้ภาษาพูดในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้เป็นส่วนใหญ่
	2	ใช้ภาษาพูดในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
	1	ใช้ภาษาพูดในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ไม่ค่อยชัดเจน
	0	ใช้ภาษาพูดในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาไม่ได้
2. ใช้ภาษาพูดในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	4	ใช้ภาษาพูดในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้องและชัดเจน
	3	ใช้ภาษาพูดในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจนเป็นส่วนใหญ่
	2	ใช้ภาษาพูดในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจนบางส่วน
	1	ใช้ภาษาพูดในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้เพียงเล็กน้อย พอมองเห็นแนวคิด หรือมีสิ่งบ่งชี้ถึงความพยายามในการพยายามพูดแสดงแนวคิด
	0	ใช้ภาษาพูดในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง



ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านและด้านการเขียน แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการฟังและด้านการพูด

1. อาจารย์ทรงวิทย์ สุวรรณชาติ

ตำแหน่ง ครู คศ.3

โรงเรียนวัดราชบพิศ

2. อาจารย์ปารย์ย์ วัชชวัลคุ

ตำแหน่ง ครู คศ.3

โรงเรียนสตรีวิทยา

3. อาจารย์นงคราญ สุนทรวัฒน์

ตำแหน่ง ครู คศ.3

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน





ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวสันนิสา สมัยอยู่
วันเดือนปีเกิด	13 มกราคม 2526
สถานที่เกิด	อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	6 หมู่ 1 ตำบลทุ่งหว้า อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล 91120
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนละงูพิทยาคม อำเภอละงู จังหวัดสตูล

## ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2545	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยสตูล อำเภอเมือง จังหวัดสตูล
พ.ศ. 2548	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
พ.ศ. 2550	ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2554	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร