

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด(Think-Pair-Share)เรื่องอัตราส่วน
และร้อยละที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
พฤษภาคม 2559

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด(Think-Pair-Share)เรื่องอัตราส่วน
และร้อยละที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

พฤษภาคม 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด(Think-Pair-Share)เรื่องอัตราส่วน
และร้อยละที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
พฤษภาคม 2559

เพ็ญลดาทูโปเราะ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญานิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) และเปรียบเทียบกับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสงวนหญิง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 1 ห้องเรียนรวม 48 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม ด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบความสามารถใช้เวลาทดลอง จำนวน 20 คาบ คาบละ 50 นาที เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยใช้แผนการทดลอง One-Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานคือสถิติ t-test for Dependent Samples และ t-test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน และด้านการพูดของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และการพูดของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

THE EFFECTS OF ORGANIZING SSCS MODEL TOGETHER WITH THE THINK-PAIR-SHARE
TECHNIQUE ON RATIO AND PERCENTAGE ON MATHEMATICAL PROBLEM
SOLVING ABILITIES AND MATHEMATICS COMMUNICATION OF GRADE EIGHT STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
PENLADA TOOPRIOA



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Educational Science and Learning Management
at Srinakharinwirot University

November 2016

Penlada Toopriao. (2016). *The Effects of Organizing SSCS Model with the Think-Pair-Share Technique on the Ratio and Percentage of Mathematical Problem-Solving Abilities and Mathematics Communication of Grade Eight Students*. Master's thesis, M.Ed. (Educational Science and Learning Management). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee. Asst. Prof. Dr. Chommanad Cheausuwantavee.

The purposes of this research were to compare the before-and-after problem solving ability and the mathematical communication of grade eight students on the ratio and percentage by using a SSCS model, in conjunction with the Think-Pair-Share technique and comparison criteria.

The subjects of this study consisted of forty eight grade eight students in the second semester of 2016 academic year from Sa-nguan Ying School, Muang, Suphanburi Province. They were selected by using the cluster random sampling technique. The duration of the experiment was twenty periods of fifty minutes each. The One-Group Pretest-Posttest Design was employed in this study. The research instruments included the SSCS model, Think-Pair-Share Technique, lesson plans, a mathematical problem solving ability test, a mathematical writing communication ability test and a mathematical speaking communication ability test. The data were statistically analyzed using mean, standard deviation and a t-test for dependent samples and a t-test for one sample.

The findings of this study were as follows: 1) The mathematical problem solving ability of the students, after being taught with the SSCS model and the Think-Pair-Share technique were higher than they were before being taught, at a statistically significant level of .05. 2) The mathematical problem solving ability of the students, after being taught with the SSCS model and the Think-Pair-Share technique were significantly higher than the criterion of seventy percent, at a statistically significant level of .05. 3) The mathematical writing and speaking communication of the students, after being taught with the SSCS model and the Think-Pair-Share Technique were higher than that before being taught, at a statistically significant level of .05. 4) The mathematical writing and speaking communication of the students, after being taught with the SSCS model together with the Think-Pair-Share Technique were significantly higher than the criterion of seventy percent at a statistically significant level of .05.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด(Think-Pair-Share)เรื่องอัตราส่วน
และร้อยละที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2

ของ

เพ็ญลดา หูไผเราะ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
วันที่ เดือน..... พ.ศ. 2559

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี) (รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิรัตน์ะ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณาช่วยเหลือ และการให้คำปรึกษาด้วยความเอาใจใส่ยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เพื่อสุวรรณทวิ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ตลอดจน รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ประธานกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ อาจารย์ดร.สุณิสา สุมิตรณะ กรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ อาจารย์ ดร.รุ่งทิวา แยมรุ่ง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัช มีชาญ คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญานิพนธ์ มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์บุญสม ศรีศักดิ์ อาจารย์มานัส ทิพย์สัมฤทธิ์กุลและอาจารย์ มนต์ทิพย์ แก้วเจริญ ผู้เชี่ยวชาญที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งบุคคลที่ผู้วิจัยได้อ้างอิงทางวิชาการตามที่ปรากฏในบรรณานุกรม

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ โรงเรียนสงวนหญิงและคณะครูโรงเรียนสงวนหญิงทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิงที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณนางเพ็ญณี ทุ้ไพเราะ นายปรีดา ทุ้ไพเราะ นางสาวปรียาณี ทุ้ไพเราะ และญาติพี่น้องทุกท่านที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนทั้งด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตสาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและส่งเสริมกำลังใจตลอดมา นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้ทั้งหมด จึงขอขอบคุณทุกท่านไว้ในโอกาสนี้ด้วย

คุณค่าทั้งหลายที่ได้รับจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแด่เวทีแต่บิดา มารดา และบูรพาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

เพ็ญลดา ทุ้ไพเราะ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	5
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	5
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	5
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
สมมติฐานในการวิจัย.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS.....	10
ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS.....	10
แนวทางการจัดการเรียนรู้.....	16
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS.....	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบ SSCS.....	25
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share).....	28
ความหมายของการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด.....	28
ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด.....	29
ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด.....	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด.....	33
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	34
ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	34
องค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	37

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
ขั้นตอนและวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	40
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	45
การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	46
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	49
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	52
ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	52
ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	53
การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	55
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	57
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	60
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง.....	60
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	61
การกำหนดแบบแผนในการทดลอง.....	74
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	75
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	85
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	85
สมมติฐานในการวิจัย.....	85
วิธีดำเนินการวิจัย.....	85
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	85

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	86
การดำเนินการวิจัย.....	86
สรุปผลการวิจัย.....	87
อภิปรายผล.....	87
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	94
ข้อเสนอแนะ.....	94
บรรณานุกรม.....	96
ภาคผนวก.....	108
ภาคผนวก ก.....	109
ภาคผนวก ข.....	118
ภาคผนวก ค.....	145
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	147

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
1 ความสัมพันธ์ของการสอนการแก้ปัญหาระหว่างรูปแบบ SSCS รูปแบบ IDEAL และรูปแบบ CPS.....	12
2 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการสอน SSCS.....	19
3 พฤติกรรมของครูในการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS.....	21
4 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยา.....	46
5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคเพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์.....	56
6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	68
7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน....	72
8 แบบแผนการวิจัย.....	75
9 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share).....	82
10 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับเกณฑ์.....	83
11 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและ ด้านการพูดของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)	83
12 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและ ด้านการพูดของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับ เทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม.....	84
13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด(Think-Pair-Share).....	110
14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	110

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน.....	111
16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อความในการประเมินในแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดกับพฤติกรรมการสื่อสารด้านการพูด.....	111
17 ค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	112
18 ค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบวัดความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียน.....	113
19 ให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	114
20 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน.....	116

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย	8
2 วัฏจักรของรูปแบบการสอน SSCS	16
3 ขั้นตอนการสอนตามรูปแบบ SSCS	22
4 ลำดับขั้นของการแก้ปัญหา	43



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบมีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 56) อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือนำไปสู่ การคิดค้น และสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี เศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนเป็นพื้นฐาน สำหรับการวิจัยทุกประเภท นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้สามารถคิด อย่างมีระบบ มีเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วิสุทธิ คงกัลป์. 2552: ออนไลน์) อีกทั้งคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ การแก้ปัญหาทั้งในด้านชีวิตประจำวัน และด้านอื่นๆ นั้นล้วนมีการให้เหตุผลที่ต้องอาศัยคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานทั้งสิ้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การนำ ความรู้เนื้อหาหลักการทางคณิตศาสตร์ในระดับที่เหมาะสมกับผู้เรียน (สำนักวิชาการและมาตรฐาน การศึกษา. 2555: 64)

ปัญหาสำคัญของประเทศไทยตั้งแต่อดีตต่อเนื่องมาถึงปัจจุบัน ซึ่งได้มีการปฏิรูปการศึกษา มาแล้วเป็นระยะๆ ปัญหาบางเรื่องได้รับการแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น บางเรื่องต้องแก้ไขปรับปรุงหรือ ปฏิรูปต่อไป โดยเฉพาะเมื่อมีการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ถือเป็น จุดเริ่มต้นของการปฏิรูปการศึกษาคครั้งสำคัญ โดยมีการดำเนินการปฏิรูปการศึกษารอบแรกระหว่าง พ.ศ. 2542-2551 แต่ผลของการปฏิรูปนั้นพบว่าระบบการศึกษาของไทยยังไม่สามารถพัฒนาผู้เรียน ให้มีคุณภาพได้ตามที่ตั้งไว้ และปัจจุบันอยู่ในช่วงของการปฏิรูปการศึกษารอบสอง หรือที่เรียกว่า “การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง พ.ศ. 2552-2561” (สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. 2557: 1) แม้ว่าปัจจุบันอยู่ในช่วงของการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง พ.ศ. 2552-2561 ซึ่งดำเนินการ ไปแล้วกว่า 7 ปี แต่ปัญหาคุณภาพการศึกษาไทยโดยรวมอาจกล่าวได้ว่าเป็นปัญหาอยู่ ดังจะเห็นได้ จากการประเมินผลการจัดการศึกษาระดับชาติ (O-NET) จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) ในปี 2558 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศพบว่าวิชาคณิตศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ย 32.40 คะแนน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 26.59 คะแนน ซึ่งยังไม่ถึง ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2558: ออนไลน์) และรายงานผลการประเมินนักเรียนนานาชาติ

(Program for International Student Assessment:PISA) ซึ่งเป็นโครงการขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) โดยประเมินศักยภาพของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปีในปี 2012 พบว่าการรับรู้ในด้านคณิตศาสตร์ของประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ย 427 คะแนนซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD เกือบถึงหนึ่งระดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). 2557: 43) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS 2011) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ที่ 427 ซึ่งอยู่ในอันดับที่ 28 จาก 45 ประเทศ ซึ่งลดลงจากปี 2007 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2556: 10) เมื่อมองผลการประเมินจากมุมมองของประเทศไทยนักเรียนวัยจบการศึกษาภาคบังคับของไทยเมื่อเทียบกับประเทศสมาชิก OECD และประเทศที่เข้าร่วมโครงการในภูมิภาคเอเชียตะวันออกแล้ว ผลการประเมินชี้ว่าไทยต้องปรับปรุงอย่างเร่งด่วน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2556: 8) ผลสืบเนื่องมาจากการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และผลการวิจัยโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาด้านคณิตศาสตร์นานาชาติ (TIMSS) ชี้ให้เห็นว่าเด็กไทยทำได้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้มีการจัดประชุมชี้แจงโครงการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Thailand Mathematics Evaluation) โดยร่วมมือกับ Korea Education Report and Evaluation Institute(KEREI) สาธารณรัฐเกาหลี เพื่อพัฒนาศักยภาพด้านคณิตศาสตร์ของเด็กไทย (สสวท. 2557: ออนไลน์)

เนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องอาศัยความคิดรวบยอดทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎและสูตรต่างๆ นำไปใช้แก้ปัญหา โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อชีวิตและสามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ ในการสอนนักเรียนให้รู้จักแก้ปัญหาจะช่วยส่งเสริมให้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผน และรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง (สิริพร ทิพย์คง. 2544: 4) แต่การจัดกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผ่านมาในประเทศไทย ครูมุ่งเน้นที่เนื้อหา คณิตศาสตร์มากกว่าทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้ครูไม่คุ้นเคยกับการเรียนการสอนที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ปัญหา โดยทั่วไปการเรียนการสอนในห้องเรียนมักเริ่มต้นที่ปัญหาที่กำหนดให้และดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนที่เหมาะสมกับปัญหานั้นๆ เมื่อเปลี่ยนเป็นปัญหาอื่นที่มีบริบทและวิธีแก้ปัญหาแตกต่างจากเดิม ผู้เรียนก็จะได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างออกไป การเรียนการสอนการแก้ปัญหามักเป็นเช่นนี้ ทำให้ผู้เรียนไม่ได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ (อัมพร ม้าคอง. 2553: 40)

นอกจากความสามารถในการแก้ปัญหาแล้วทักษะที่สำคัญทางคณิตศาสตร์อีกทักษะหนึ่งคือ ความสามารถในการสื่อสารเพราะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการอธิบาย ชี้แจง แสดง ความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ ตัวอย่างของการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์คือ การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย การ อธิบายลำดับ ขั้นตอนการทำงาน การแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตาราง กราฟ หรือ ค่าสถิติ ในการอธิบายหรือการนำเสนอข้อมูล การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการทำให้ เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้สื่อสารกับผู้รับสาร (อัมพร ม้าคอง. 2547: 98) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าว ของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Council of Teacher of Mathermatics. 1989: 26) ซึ่งกล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า ช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาทาง คณิตศาสตร์เป็นสะพานเชื่อมโยงสาระหรือความคิดที่ไม่เป็นทางการหรือสามัญสำนึกไปสู่ภาษาที่เป็น นามธรรม และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสร้างความ เชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นวัตถุ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ต่างๆ คำพูด และการแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิด ความเข้าใจที่ลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน

ในการส่งเสริมการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพนั้นจะช่วยให้เกิดประโยชน์ดังที่มีมี และเชฟเฟอร์ด (พรภัทร สินดี. 2557: 68-69; อ้างอิงจาก Mumme; & Shepardson. 1993: 7-11) กล่าวไว้ดังนี้ 1.การสื่อสารจะช่วยส่งเสริมความเข้าใจคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้อธิบายความคิดของเขา การสื่อสารจะสนับสนุนการสร้างความรู้แก่ผู้เรียน โดยการสื่อสารจะช่วยขยายความคิด 2.การสื่อสาร จะช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยน (Share) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน ผู้เรียนส่วนมากมักจะ ล้มเหลวในการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อผู้เรียนได้นำเสนอกฎเกณฑ์และกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์โดยการจำมากกว่าการค้นพบด้วยตนเอง 3.การสื่อสารจะช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนเป็น ผู้เรียนรู้ เมื่อครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนความคิดของผู้เรียน เพื่อให้ครูแน่ใจในความสามารถ ทาง การสื่อสารความคิดของผู้เรียนอย่างแท้จริง 4.การสื่อสารเป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้การพูดและการฟังบุคคลอื่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ เป็นวิธีหลุดพ้น จากความวิตกกังวลในการแสดงความคิด

กระบวนการสอนแบบ SSCS (Pizzini, Shepardson; & Abell. 1989: 523-534) เป็นวิธีการสอน อย่างหนึ่งที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาและให้นักเรียนใช้ขั้นตอนการคิดอย่างมีเหตุผล มุ่งเน้นให้นักเรียน เรียนรู้ด้วยตนเองโดยครูเป็นเพียงผู้นำเสนอปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนคิดและค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งมี 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 Search : S เป็นขั้นของการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและแยกแยะประเด็นปัญหา

ขั้นที่ 2 Solve : S เป็นขั้นของการวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ

ขั้นที่ 3 Create : C เป็นขั้นของการนำผลที่ได้มาจัดการกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อ

ความเข้าใจ

ขั้นที่ 4 Share : S เป็นขั้นของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหา

รวมทั้งเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบหนึ่ง ที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์จากการทำกิจกรรมร่วมกันทำให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนอธิบายความคิด หรือความรู้ที่เชื่อมโยงมาใช้ในการแก้ปัญหาให้เพื่อนฟังทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้น และกล้าที่จะสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ออกมาได้อย่างมั่นใจในการทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนและบรรลุเป้าหมายร่วมกัน (ศิริพรรณ ศรีอุทธา. 2548: 4) และยังทำให้นักเรียน ได้ฝึกทักษะการคิดและทักษะการสื่อสารให้คู่ของตนเข้าใจ (สมบัติ การจนารักพงศ์. 2547: 12)

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำรูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) มาใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสาร เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องในการพิจารณาเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม นำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง ตำบลท่าพี่เลี้ยง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 12 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 490 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง ตำบลท่าพี่เลี้ยง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 48 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit) ด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 16 คาบ 8 แผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง อัตราส่วน	จำนวน 6 คาบ	3 แผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง สัดส่วน	จำนวน 4 คาบ	2 แผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง ร้อยละ	จำนวน 6 คาบ	3 แผนการจัดการเรียนรู้

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

ตัวแปรตาม	คือ	1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
		2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS หมายถึง การเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการแก้ปัญหาโดยยึดนักเรียนเป็นสำคัญ ช่วยส่งเสริมความสามารถในกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ส่งเสริมความมั่นใจในการคิด โดยมีกระบวนการ 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 Search : S เป็นขั้นของการแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและแยกแยะประเด็นปัญหา

ขั้นที่ 2 Solve : S เป็นขั้นของการวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสมหรือการหาคำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 3 Create : C เป็นขั้นของการนำผลจากขั้น Solve มาจัดการกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจสามารถนำไปสื่อสารกับผู้อื่นได้

ขั้นที่ 4 Share : S เป็นขั้นของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลรวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา

2. เทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) หมายถึง การเรียนแบบร่วมมือ ที่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เป็นคู่ๆ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมหรือแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าที่จะสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์และมีความมั่นใจในการทำกิจกรรมมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) Think เป็นขั้นตอนที่กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดในประเด็นปัญหาต่างๆ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด

2) Pair เป็นขั้นตอนที่จัดให้นักเรียนจับคู่กัน ร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด

3) Share เป็นขั้นตอนสุดท้าย ให้นักเรียนแต่ละคู่แบ่งปันความคิดของนักเรียนกับเพื่อนๆ ในชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปผล

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการแก้ปัญหาโดยยึดนักเรียนเป็นสำคัญ โดยมีกระบวนการใช้รูปแบบ SSCS 4 ขั้นตอนและสอดแทรกเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think – Pair - Share) ในขั้นตอนของ SSCS เพื่อช่วยสร้างความเข้าใจ ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 Search : S เป็นขั้นของการแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและแยกแยะประเด็นปัญหา โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ในขั้นนี้สอดแทรกเทคนิคเพื่อนคู่คิดในขั้นตอนการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด (Think)

ขั้นที่ 2 Solve : S เป็นขั้นของการวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสมหรือการหาคำตอบของปัญหาโดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ในขั้นนี้สอดแทรกเทคนิคเพื่อนคู่คิดในขั้นตอนการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด (Think) และให้นักเรียนจับคู่ ร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ (Pair)

ขั้นที่ 3 Create : C เป็นขั้นของการนำผลจากขั้น Solve มาจัดการกระทำเป็นขั้นตอน เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจสามารถนำไปสื่อสารกับผู้อื่นได้ ในขั้นนี้สอดแทรกเทคนิคเพื่อนคู่คิดในขั้นตอนให้นักเรียนจับคู่ ร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ (Pair)

ขั้นที่ 4 Share : S เป็นขั้นของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหา ขั้นนี้สอดแทรกเทคนิคเพื่อนคู่คิดในขั้นตอนสุดท้าย (Share) โดยให้นักเรียนแต่ละคู่แบ่งปันความคิดของนักเรียนกับเพื่อนๆ ในชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปผล

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์และการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ วัดความสามารถ 4 ด้านดังนี้

1) ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่สามารถแยกแยะสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่ต้องการหา

2) ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่สามารถพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ข้อมูลกำหนดมาให้และสิ่งที่ต้องการหา รวมทั้งออกแบบวิธีแก้ปัญห

3) ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาตามแผน หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่สามารถลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยแสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่วางแผนไว้

4) ความสามารถในการตรวจสอบผล หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่สามารถตรวจสอบคำตอบที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าสมเหตุสมผลหรือไม่หรือใช้วิธีการอื่นในการแก้ปัญหาเพื่อตรวจสอบผล

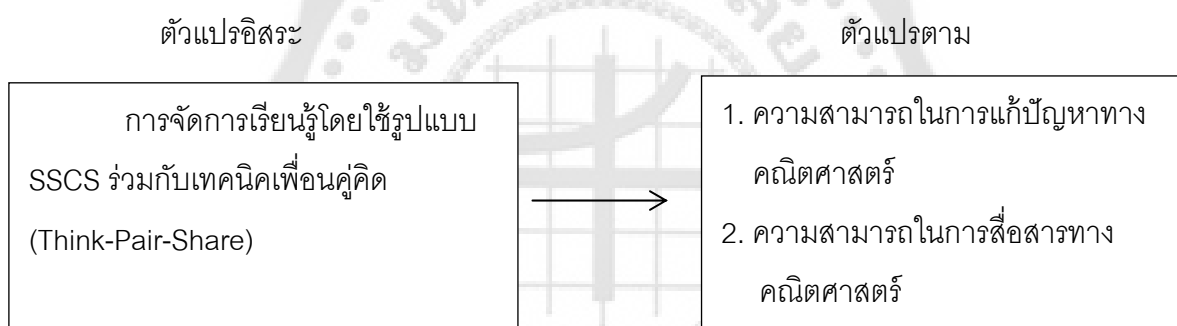
5. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมการอธิบาย ชี้แจง แสดงความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้มีความเข้าใจตรงกันระหว่างผู้รับสารและผู้ส่งสาร ตลอดจนแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น โดยใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย และการนำเสนอโดยทำการวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน คือ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

5.1 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หมายถึง พฤติกรรมการอธิบาย ชี้แจง แสดงความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยการเขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องตามลำดับขั้นตอนชัดเจน เหมาะสม

5.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด หมายถึง พฤติกรรมการอธิบาย ชี้แจง แสดงความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยการพูดอธิบายแนวคิด อธิบายขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา และสามารถพูดสรุปวิธีการแก้ปัญหของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบ SSCS ของพิซซินีเชพเพิร์ดสัน และเอเบลล์ (Pizzini; Shepardson; & Abell. 1989) โดยเป็นรูปแบบการสอนการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 Search : S เป็นขั้นของการแสวงหาข้อมูล ขั้นที่ 2 Solve : S เป็นขั้นของการวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 Create : C เป็นขั้นของการนำผลจากขั้น Solve มาจัดการกระทำสร้างคำตอบ ขั้นที่ 4 Share : S เป็นขั้นของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และศึกษาเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) Think เป็นขั้นตอนที่กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด 2) Pair เป็นขั้นตอนที่จัดให้นักเรียนจับคู่กันร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ 3) Share เป็นขั้นให้นักเรียนแต่ละคู่แบ่งปันความคิดของนักเรียนกับเพื่อนๆ ในชั้นเรียน โดยนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-pair-share) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
 - 1.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS
 - 1.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้
 - 1.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS
 - 1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบ SSCS
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)
 - 2.1 ความหมายของการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด
 - 2.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด
 - 2.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด
 - 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 องค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 ขั้นตอนและวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 การวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 4.3 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS

1.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS

การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการสอนแก้ปัญหาให้กับนักเรียนโดยนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา โดยการสอนแก้ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหานั้นนอกจากนักเรียนจะได้เรียนรู้การแก้ปัญหานั้นๆ แล้ว นักเรียนยังได้เรียนรู้กระบวนการในการแก้ปัญหานั้นด้วย (นวลจันทร์ ผมอดทา. 2545: 9; อ้างอิงจาก Chiappetta; & Russell. 1982: 85-93) โดยการแก้ปัญหานั้นถือเป็นเป้าหมายที่สำคัญของการศึกษา ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตระหนักถึงกระบวนการแก้ปัญหาและการพัฒนาเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 11; อ้างอิงจาก Stewart. 1982: 731-741; & Waveing. 1980: 633-636) ซึ่งกิจกรรมการแก้ปัญหานั้นเป็นกุญแจสำคัญของการเรียนรู้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการสอนกระบวนการแก้ปัญหา ที่ครูต้องดึงศักยภาพความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนออกมา และสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหายังส่งผลให้การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นอย่างมีความหมาย (Gagne. 1970: 214) และริคเคิร์ต (Rickert. 1967: 24-27) ยังได้กล่าวว่า ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณเมื่อการเรียนการสอนนั้นได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา นอกจากนี้ ดิวอี้ (ทิสนา แซมมณี. 2551: 90; อ้างอิงจาก Dewey. 1983: 526) กล่าวว่า การประยุกต์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้กับการแก้ปัญหา โดยใช้กลยุทธ์ของการเรียนแบบการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหา การสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS นี้ได้รวมการสอนการแก้ปัญหานั้นในรูปแบบ CPS และรูปแบบ IDEAL ด้วยกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การสอนการแก้ปัญหาโดยรูปแบบ CPS ย่อมาจาก Creative Problem Solving ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย พาร์นส์ (Parnes. 1967: 109) มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาแต่ละขั้น ดังนี้

1.1 การค้นหาข้อเท็จจริง (Fact-finding) เป็นขั้นการหาข้อมูลต่างๆ ที่ปรากฏจากสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงที่ได้พบเจอ

1.2 การค้นหาปัญหา (Problem-finding) เป็นขั้นการหาปัญหาที่เกิดขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากสถานการณ์จริงที่พบเจอ

1.3 การค้นหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding) เป็นขั้นการหาวิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาลงจากที่กำหนดขอบเขตของปัญหาเรียบร้อยแล้ว

1.4 การค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา (Solution-finding) เป็นขั้นการหาวิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาลงจากที่กำหนดขอบเขตของปัญหาเรียบร้อยแล้ว

1.5 การค้นหาแนวทางที่เป็นที่ยอมรับ (Acceptance-finding) เป็นขั้นการหาเหตุผลที่จะมาช่วยสนับสนุนคำตอบของปัญหาที่ได้จากการดำเนินการแก้ไขแล้ว

2. การสอนการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ IDEAL (Identify: I, Define:D, Explore:E, Act: A and Look: L) ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย แบรินส์ฟอร์ดและสไตน์ (Bransford; & Stein. 1984; cited in Pizzini, Shepardson; & Abell. 1989: 526) เป็นรูปแบบการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

2.1 การแยกแยะปัญหา (identifying the problem) เป็นขั้นค้นหาข้อมูลจากข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ต่างๆ ที่มีอยู่เพื่อระบุตัวปัญหา

2.2 การตีความหมายและการนำเสนอ (Defining and representing the problem) เป็นขั้นการคิดค้นหาแนวทางที่แตกต่างเพื่อหาแนวทางและวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

2.3 การค้นหาวิธีการอื่นๆ (Exploring alternative strategies) เป็นขั้นการคิดค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อหาแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

2.4 การปฏิบัติตามวิธีการ (Acting on the strategies) เป็นขั้นการลงมือแก้ปัญหาตามแนวทางและวิธีการเลือกไว้เพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

2.5 การตรวจสอบย้อนกลับและมองผลกระทบ (Looking back and evaluating the effects) เป็นขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบและประเมินผลกระทบของคำตอบที่ได้

จากรูปแบบการแก้ปัญหาทั้ง 2 รูปแบบ พิซซินีและคณะลงความเห็นว่าควรจะปรับให้ขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นชัดเจนและเหมาะสมกับนักเรียน ที่เกิดจากการผสมผสานระหว่างการแก้ปัญหารูปแบบ CPS และแบบ IDEAL เพื่อให้การแก้ปัญหาที่ชัดเจนและง่ายขึ้น โดยปรับให้เป็น 4 ขั้นตอน

และให้ชื่อว่าการสอนการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS (Search: S, Solve: S, Create: C, and Share: S) (Pizzini, Shepardson; & Abell. 1989: 526-528) ดังนั้นจึงได้เสนอความสัมพันธ์ของการสอนการแก้ปัญหาทั้ง 3 รูปแบบคือ CPS, IDEAL, และ SSCS ดังตาราง 1

ตาราง 1 ความสัมพันธ์ของการสอนการแก้ปัญหาระหว่างรูปแบบ SSCS รูปแบบ IDEAL และรูปแบบ CPS

กระบวนการแก้ปัญหา			คำถาม/แนวทาง (approaches)	กระบวนการ (Processes)
SSCS	IDEAL	CPS		
การแสวงหา ข้อมูล (Search : S)	การแยกแยะปัญหา (Identify :I)	สถานการณ์ (Situation)	- การรับรู้ปัญหา ใช้ คำถาม อะไร ใคร เมื่อไร ที่ไหน อย่างไร	การระดม ความคิด การสังเกตการณ์ การวิเคราะห์ การทำความเข้าใจ การวัดค่า บรรยาย
		ค้นหาข้อเท็จจริง (Fact Finding)	ค้นหาข้อมูล เพิ่มเติม สิ่ง จำเป็นต้องรู้คือ อะไร	ตั้งคำถาม ค้นคว้าบทความ สอบถาม
	กำหนดปัญหา (Define:D)	ค้นปัญหา (Problem Finding)	ทำความเข้าใจ ปัญหาจาก สถานการณ์ ในทางไหนบ้าง	ระดมความคิด ตั้งสมมติฐาน พยากรณ์ ประเมินค่า ทดสอบ ตั้งคำถาม
	สำรวจหาวิธีการที่ หลากหลายในการ แก้ปัญหา (Exploring :E)	ค้นหาแนวคิดใน การแก้ปัญหา (Idea Finding)	บอกวิธีการ หรือ แนวคิดในการ แก้ปัญหา	การระดม ความคิด การหาจุดสำคัญ การสืบเสาะหา การเปรียบเทียบ การรวบรวม การวิเคราะห์

ตาราง 1 (ต่อ)

กระบวนการแก้ปัญหา			คำถาม/แนวทาง (approaches)	กระบวนการ (Processes)
SSCS	IDEAL	CPS		
การแก้ปัญหา (Solve:S)	การลงมือทำ (Act : A)	การค้นหาวีธีการ ในการแก้ปัญหา (Solution- finding)	อะไรคือแนว ทางการวางแผน แก้ปัญหา	การตัดสินใจ การนิยาม การคิดสร้างสรรค์ การออกแบบ
	การมอง ตรวจสอบ (Look : L)	การค้นหาแนวทาง ที่เป็นที่ยอมรับ (Acceptance- finding)	หาแนวทาง แก้ปัญหาหรือการ ประเมินตนเองใน กระบวนการ แก้ปัญหาต่างๆ	การประยุกต์ การสังเคราะห์ การทดสอบ การตรวจสอบการ พิสูจน์
การสร้างคำตอบ (Creative:C)			การสื่อสารและ การปฏิสัมพันธ์ การแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น การประเมินการ แก้ปัญหา	การยอมรับ การเปลี่ยนแปลง การปรับปรุงให้ สมบูรณ์ การสื่อสาร การแลกเปลี่ยน
การแสดงความ คิดเห็น (Share:S)			การสื่อสาร รวบรวมความคิด เข้าด้วยกัน มีข้อมูล ย้อนกลับ ซึ่งกันและกัน	การแจ้งให้ทราบ การบอกผล การตอบคำถาม การพูดคุย

ที่มา: Pizzini, E.L.; Shepardson. D.P.; &Abell, S.K. (1989). *A Rationale for and the Development of a Problem Solving Model of Instruction in Science Education*. p. 528.

จากตาราง 1 แสดงความสัมพันธ์ของการสอนการแก้ปัญหาระหว่างรูปแบบ SSCS รูปแบบ IDEAL และรูปแบบ CPS ซึ่งนวลจันทร์ ผมุดทา (2545: 16-17) ได้วิเคราะห์จุดเด่นของการเรียนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหานักเรียนทั้ง 3 รูปแบบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จุดเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบ CPS คือการพัฒนาให้นักเรียนค้นหาแนวทางที่ยอมรับหรือหมายถึง การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้เหตุผลในการอธิบายผลของการแก้ปัญหาให้มีเหตุผลเพียงพอให้เกิดความน่าเชื่อถือได้

จุดเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบ IDEAL คือการพัฒนาให้นักเรียนได้ตรวจสอบย้อนกลับไปสู่ผลกระทบของการแก้ปัญหา กล่าวคือ หลังจากการแก้ปัญหาแล้วนักเรียนต้องพิจารณาถึงผลที่เกิดขึ้นหลังจากการดำเนินการแก้ปัญหาแล้วทั้งในส่วนที่เป็นปัญหาที่ได้รับการพัฒนาหรือปรับปรุงให้ดีขึ้นหรือไม่

จุดเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบ SSCS มี 2 ประเด็น ประเด็นแรก คือการพัฒนาให้นักเรียนในขั้นการแก้ปัญหของการแก้ปัญหา (Solve: S) ซึ่งครอบคลุมทั้งการค้นหาแนวทางที่ยอมรับได้ (Acceptance-finding) ของการสอนรูปแบบ CPS และยังครอบคลุมการมองย้อนกลับและการประเมินผล (Looking back and evaluating the effect: L) ที่เกิดขึ้นในด้านต่างๆ จากผลการแก้ปัญหการสอนรูปแบบ IDEAL อีกทั้งรูปแบบการสอน SSCS ยังได้เพิ่มขั้นตอนการสร้างคำตอบ (Creative: C) ซึ่งเป็นการพัฒนาให้นักเรียนสร้างสรรค์คำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา กล่าวคือ ในขั้นการสร้างคำตอบนักเรียนต้องนำเสนอช่องทางใหม่ๆ หรือวิธีการใหม่ๆ ที่หลากหลายในการค้นหาคำตอบของปัญหาหรือการนำเสนอช่องทางใหม่ๆ ในการนำคำตอบของปัญหาไปประยุกต์ในการแก้ปัญหสถานการณ์ใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ประเด็นที่สอง คือการพัฒนาให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share: S) โดยเป็นขั้นที่ได้เพิ่มขึ้นมาในรูปแบบการสอนแบบ SSCS เช่นเดียวกับขั้นการสร้างคำตอบ (Creative: C) ซึ่งในรูปแบบการสอน CPS และรูปแบบ IDEAL ไม่มี 2 ขั้นนี้

การเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS มีจุดเด่นที่ครอบคลุมเป้าหมายการพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาให้นักเรียนได้แก้ปัญหาย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพอันจะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่อไป พิชินีและคณะจึงได้สรุปขั้นตอนและวิธีการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS ดังนี้

1. ขั้นการค้นหา (Search) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาเพื่อระบุปัญหา

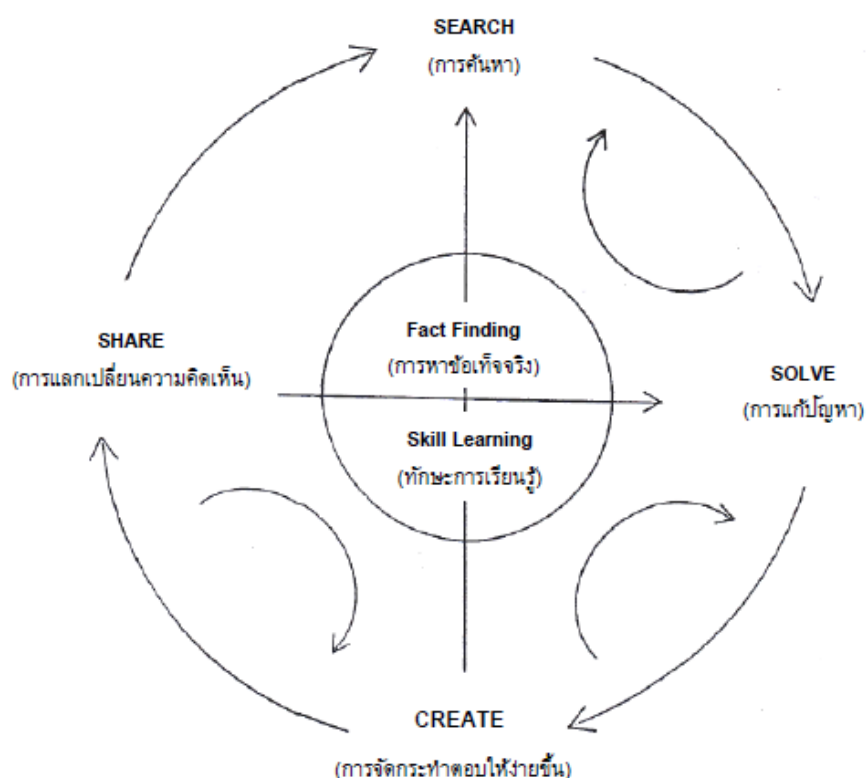
2. ขั้นการแก้ปัญหา (Solve) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องระบุสาเหตุของปัญหา ออกแบบขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้

3. ขั้นตอนการสร้างคำตอบ (Create) หมายถึง ขั้นที่ได้มาจากการจัดกระทำเป็นขั้นตอน เพื่อถ่ายทอดความเข้าใจ และเพื่อสื่อสารกับคนอื่นได้

4. ขั้นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Share) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องเสนอกระบวนการแก้ปัญหา เริ่มตั้งแต่ ระบุปัญหา แยกแยะประเด็นของปัญหา วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา คำตอบที่ค้นพบจากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ และการนำวิธีการและคำตอบที่ค้นพบจากการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้

จากตาราง 1 สามารถสรุปได้ว่าการสอนการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS นั้นได้รวมการสอนการแก้ปัญหาในรูปแบบ CPS (Creative Problem Solving) และรูปแบบ IDEAL (Identify: I, Define: D, Explore: E, Act: A and Look: L) โดยในขั้นที่ 1 การแสวงหาข้อมูล (Search : S) ได้รวม 3 ขั้นตอนของ IDEAL ไว้ด้วยกันคือ การจำแนกแยกแยะปัญหา (Identily : I) การตีความหมาย (Define: D) การค้นคว้าหาวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา (Exploring alternative : E) และยังรวมสถานการณ์ (Situation) ค้นหาข้อเท็จจริง (Fact Finding) ค้นหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea Finding) ของขั้นตอนการสอน CPS ไว้ด้วยกัน ในขั้นที่ 2 การแก้ปัญหา (Solve : S) ได้รวม 2 ขั้นตอนของ IDEAL ไว้ด้วยกันคือการลงมือปฏิบัติตามกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา (Acting on the atrategies: A) การมองย้อนกลับ และการประเมินผล (Looking back and evaluating the effect : L) และยังรวมการค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา (Solution-finding) และการค้นหาแนวทางที่ยอมรับได้ (Acceptance-finding) ของขั้นตอนการสอน CPS ไว้ด้วยกัน รวมทั้งการสอนการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS นั้นได้เพิ่มขั้นตอนการสร้างคำตอบ (Creative: C) การแสดงความคิดเห็น (Share: S) เพื่อช่วยส่งเสริมความสามารถในกระบวนการแก้ปัญหา การคิดอย่างมีขั้นตอน ตลอดจนการแสดงความคิดเห็น และส่งเสริมความสามารถด้านการสื่อสาร

นอกจากนี้ พิซซินี เชพเพิร์ดสัน และเอเบลล์ (Pizzini; Shepardson; & Abell. 1989: 527) ยังได้เสนอวัฏจักรของรูปแบบการสอน SSCS ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 วัฏจักรของรูปแบบการสอน SSCS

ที่มา: Pizzini, E.L.; Shepardson, D.P.; & Abell, S.K. (1989). *A Rationale for and the Development of a Problem Solving Model of Instruction in Science Education*. Science Education. p. 527.

จากภาพประกอบ 2 จะเห็นได้ว่าการสอนเริ่มต้นจากการค้นหาปัญหา ไปสู่การแก้ปัญหา ด้วยขั้นตอนการจัดกระทำคำตอบให้ง่ายขึ้น และสุดท้ายคือการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น นอกจากนี้ยังมี ลูกศรย้อนกลับเป็นสัญลักษณ์ให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละขั้นตอน ผลการสอนแก้ปัญหาแบบ SSCS จึงทำให้ผู้เรียนได้พบข้อเท็จจริงเพื่อช่วยส่งเสริมความสามารถ ในกระบวนการแก้ปัญหาและส่งเสริมการเรียนรู้

1.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้

1.2.1 หลักการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS

พิซซินี เชพเพิร์ดสัน และเอเบลล์ (Pizzini; Shepardson; & Abell. 1989: 528-529) ได้กล่าวถึงหลักการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS ดังนี้

1. การเรียนการสอนด้วยรูปแบบ SSCS เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ครูควรให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยสร้างสิ่งแวดล้อมที่มีปัญหาแล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาสาเหตุปัญหา ตลอดจนลงมือแก้ปัญหา และหาคำตอบ ครูทำหน้าที่เป็นผู้ที่จะต้องคอยให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ
3. ครูทำหน้าที่คอยช่วยเหลือและส่งเสริมแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาที่ใช้ในให้ประสิทธิภาพมากที่สุด
4. หากมีข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหานักเรียนในระหว่างการแก้ปัญหาคือเป็นผู้แนะนำและคอยชี้แนะ
5. ครูคอยกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อมาใช้ในการแก้ปัญหา
6. ครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นครูไม่ขัดขวางความคิดของนักเรียน

ชิน (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 22; อ้างอิงจาก Chin. 1997: 9-10) ได้กล่าวถึงหลักการสอนแบบ SSCS ไว้ดังนี้

1. ครูควรจัดประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรมเพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหายังมีความหมาย
2. ครูควรมีเทคนิคในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดค้นสำรวจวิธีการแก้ปัญหา และให้โอกาสนักเรียนในการเลือกหรือสืบเสาะปัญหาที่ตนสนใจทั้งนี้เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจและความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ของนักเรียน
3. ครูควรมีการประเมินย้อนกลับในการคิดของนักเรียน หรือผลการแก้ปัญหานักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนได้มีการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาต่อไป
4. ครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการตั้งปัญหา หรือคำถาม และหาคำตอบเพื่อต่อยอดความรู้ของตัวเองต่อไป
5. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และยอมรับด้วยตนเองเกี่ยวกับพฤติกรรมที่จำเป็นในการแก้ปัญหา
6. การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนต้องให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ โดยครูพยายามลดบทบาทหน้าที่ของตัวเอง และทำหน้าที่เป็นเพียงผู้คอยแนะนำคอยดูแลในแต่ละขั้นตอนของการสอนแบบ SSCS

จากหลักการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาและสืบค้นวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองตลอดจนต้องตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ โดยมีผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะแนวทางและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้

1.2.2 กระบวนการสอนแบบ SSCS

พิชชินี เชพเพิร์ดสัน และ เอเบลล์ (Pizzini; Shepardson; & Abell. 1989: 532) กล่าวถึง การสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS พัฒนาขึ้นมาจากพื้นฐานการค้นคว้าเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ดีที่สุดเมื่อได้รับการสอนที่มีความเกี่ยวข้องกับการค้นคว้าวิธีการแก้ปัญหการเรียนรู้ การสอนตามรูปแบบ SSCS นั้นมี 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 Search : S เป็นขั้นของการแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาค้นหาข้อมูล ต่างๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาการแยกแยะปัญหาต่างๆ ช่วยนักเรียนในด้านการมองเห็นความสัมพันธ์ต่างๆ ที่มีอยู่ในปัญหานั้นๆ นักเรียนจะต้องอธิบายและให้ขอบเขตของปัญหาด้วยคำอธิบายจากความเข้าใจ ของนักเรียนเองซึ่งต้องตรงกับจุดมุ่งหมายของบทเรียนที่ตั้งไว้ นักเรียนจะต้องค้นหาข้อมูลของปัญหา เพิ่มเติมจากการถามครูถามเพื่อนจากการอ่านวารสารบทความหรือหนังสือต่างๆ

ขั้นที่ 2 Solve : S เป็นขั้นตอนการวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ หรือการหาคำตอบของปัญหาที่เราต้องการนักเรียนต้องวางแผนการแก้ปัญหารวมถึงการวางแผนในการ ใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาด้วยตนเองการหาวิธีการในการแก้ปัญหที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญห ที่ถูกต้องโดยนำข้อมูลจากขั้นที่ 1 มาประกอบในการแก้ปัญห

ขั้นที่ 3 Create : C เป็นขั้นตอนของการนำผลที่ได้มาจัดกระทำเป็นขั้นเป็นตอนเพื่อถ่ายทอด ความเข้าใจและเพื่อนำไปสื่อสารกับคนอื่นได้การนำเอาข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหหรือวิธีการที่ได้ จากการแก้ปัญหามาจัดกระทำให้อยู่ในรูปของคำตอบที่ง่ายต่อการเข้าใจ

ขั้นที่ 4 Share : S เป็นขั้นของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการ แก้ปัญหาการที่ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอนหรือวิธีการในการแก้ปัญห ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจได้วิธีการที่แตกต่างกันหรือคำตอบที่ได้อาจจะได้รับการยอมรับหรือไม่ได้รับ การยอมรับก็ได้คำตอบที่ได้รับการยอมรับและถูกต้องนักเรียนก็จะมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ในวิธีการที่ใช้หาคำตอบ

พิชชินี เชพเพิร์ดสัน และเอเบลล์ยังกล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนแบบ SSCS มี รายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนและพฤติกรรมของครู (นวลจันทร์ วัฒนอดิตา. 2545: 17-18; อ้างอิงจาก Pizzini; Shepardson; & Abell. 1989: 528) ดังตาราง 2

ตาราง 2 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการสอน SSCS

ขั้นตอน	แนวทาง (approaches)	กระบวนการ (processes)
1. การค้นหา (Search: S)	นึกถึงปัญหา โดยการใช้คำถาม อะไร ใคร เมื่อไร ที่ไหน อย่างไร หาข้อมูลเพิ่มเติม โดยการตั้งคำถาม ว่า อะไรเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องรู้ และจะค้นหาสิ่งเหล่านั้นได้จากที่ไหน แยกประเด็นของปัญหาและความคิด จากสถานการณ์ เช่น มีทางใดบ้างที่สามารถแก้ปัญหาได้ หรือขั้นตอนในการแก้ปัญหา มีทางใดบ้างที่เราควรเลือกทำ เขียนวิธีการหรือแนวความคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา	การระดมสมอง การสังเกต การวิเคราะห์ การจำแนกแยกแยะ การบรรยาย อธิบาย การตั้งคำถาม การค้นหาจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง การสืบเสาะหา การระดมสมอง การตั้งสมมติฐาน การคาดคะเน การประเมิน การระดมสมอง การหาจุดสำคัญ การเปรียบเทียบ การแยกแยะ การวิเคราะห์

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอน	แนวทาง (approaches)	กระบวนการ (processes)
2. การแก้ปัญหา (Solve: S)	วางแผนการแก้ปัญหา วางแผนการใช้เครื่องมือ	การตัดสินใจ การนิยาม การออกแบบ การประยุกต์ การสังเคราะห์ การทดสอบ การพิสูจน์
3. การสร้างคำตอบ (Create:C)	การจัดกระทำกับข้อมูล หรือ แนวคิด การประเมินกระบวนการ แก้ปัญหาด้วยตนเอง	การยอมรับ การปฏิเสธ การเปลี่ยนแปลง การปรับปรุง การทำให้สมบูรณ์ การสื่อสาร การแสดงผล การประเมินผล
4. การแลกเปลี่ยนความ คิดเห็น (Share:S)	การสื่อสารและการปฏิสัมพันธ์การ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น การให้ ข้อมูลย้อนกลับ การประเมินผล การแก้ปัญหา	การแสดงผล การรายงานผล การให้คำบรรยาย การตั้งคำถามการอ้างอิง การปรับปรุง

ที่มา: นวลจันทร์ ผนอดทา. (2545). ผลของการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบSSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. หน้า. 17-18.

จากตาราง 2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS นั้น ส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง มีการวางแผนการแก้ปัญหาด้วยตนเองและตรวจสอบความถูกต้อง ตลอดจนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือในกระบวนการการเรียนรู้การสอนโดยอาจใช้คำถามกระตุ้นความคิด

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS นั้น บทบาทของครูก็จะเปลี่ยนไป โดยครูจะมีหน้าที่เป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ ซึ่ง พิซซินีและคณะ (นวลจันทร์ ผมอดทา. 2545: 19; อ้างอิงจาก Pizzini; et al. 1989: 527-529) ได้ให้บทบาทของครูในการสอนแก้ปัญหาในขั้นตอนต่างๆ ดังตาราง 3

ตาราง 3 พฤติกรรมของครูในการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS

การค้นหา (Search: S)	การแก้ปัญหา (Solve: S)	การสร้างวิธีการหา คำตอบ (Create: C)	การแลกเปลี่ยนความ คิดเห็น (Share: S)
ช่วยนักเรียนในการ แยกแยะประเด็นของ ปัญหา	ช่วยนักเรียนในการแยก ประเด็นการแก้ปัญหา ชี้ประเด็นที่ผิดในความคิด ของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนคิด แก้ปัญหาในความเป็นไป ได้ทางอื่นหลายๆทาง แยกนักเรียนที่มีความคิด และไม่มีความคิดในการ แก้ปัญห่ออกจากกัน	ช่วยนักเรียนในการ แยกแยะวิธีการ แก้ปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนเลือก วิธีการที่ต้องการ	ตั้งคำถามหรือช่วยให้ นักเรียนแยกแยะวิธีการ แก้ปัญหา
	ช่วยนักเรียนให้เชื่อมโยง ประสบการณ์เพื่อให้เกิด ความคิดของเขาเอง	ช่วยนักเรียนให้ เชื่อมโยงประสบการณ์ เพื่อให้เกิดความคิดของ เขาเอง	

ที่มา: นวลจันทร์ ผมอดทา. (2545). ผลของการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบSSCS ที่มี
ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. หน้า. 19.

อแวง และแรมลี (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 24; อ้างอิงจาก Awang; & Ramly. 2008: 338)
ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้การสอนแบบ SSCS ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการสอนตามรูปแบบ SSCS

ที่มา: สันนิสา สมัยอยู่. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว. หน้า 24.

เพ็ญพรรณ จำปา (2536: 6) ได้นำรูปแบบการสอน SSCS มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการสอนที่มีความสอดคล้องกันพอสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 Search : S หมายถึง ขั้นตอนของการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและการแยกแยะประเด็นของปัญหา

ขั้นที่ 2 Solve : S หมายถึง ขั้นตอนของการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ

ขั้นที่ 3 Create : C หมายถึง ขั้นตอนของการนำผลที่ได้มาจัดกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจและเพื่อสื่อสารกับคนอื่นได้

ขั้นที่ 4 Share : S หมายถึง ขั้นตอนของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นการสอนตามรูปแบบ SSCS เป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมนักเรียนทั้งในด้านการคิดการแก้ปัญหาและการสื่อสารกับผู้อื่น เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือคิดและปฏิบัติด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ตามรูปแบบดังกล่าวแล้วทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาและนำเอากระบวนการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ โดยรูปแบบการสอนประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 Search : S เป็นขั้นตอนของการแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและแยกแยะประเด็นปัญหา

ขั้นที่ 2 Solve : S เป็นขั้นตอนของการวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสมหรือการหาคำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 3 Create : C เป็นขั้นตอนของการนำผลจากขั้น Solve ที่ได้มาจัดการกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจสามารถนำไปสื่อสารกับผู้อื่นได้

ขั้นที่ 4 Share : S เป็นขั้นตอนของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลรวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา

1.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ได้มีนักวิชาการกล่าวไว้ ดังนี้

บัทส์ และ โจนส์ (สุภาพร ปิ่นทอง. 2554: 17; อ้างอิงจาก Butts; & Jones. 1966: 21-27) กล่าวว่า การสอนแบบ SSCS พัฒนาขึ้นจากสมมติฐานที่ว่านักเรียนเรียนรู้การใช้ทักษะการแก้ปัญหาได้สมบูรณ์ที่สุดโดยผ่านประสบการณ์การแก้ปัญหาและในการที่จะแก้ปัญหาให้สำเร็จนั้นจะต้องมีองค์ประกอบในด้านทักษะการคิดที่ได้รับประสบการณ์การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

เพรสซิเซน (สุภาพร ปิ่นทอง. 2554: 17; อ้างอิงจาก Presseisen. 1985: 34-48) กล่าวไว้โดยสรุปว่า ทักษะทางความคิดที่มีความจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา คือทักษะในการจัดระบบข้อมูล และตัดสินใจว่าข้อมูลที่มีความจำเป็นอะไรบ้างที่ต้องการเพิ่มเติมหาทางเลือกของวิธีการแก้ปัญหาและทำการทดสอบทางเลือกเหล่านั้นพยายามบูรณาการข้อมูลให้อยู่ในระดับที่สามารถอธิบายให้เข้าใจได้มากที่สุด จัดความขัดแย้งต่างๆ ออกไปให้หมดและตรวจสอบความถูกต้องของวิธีแก้ปัญหาที่เลือกเพื่อใช้ดำเนินการต่อไป

สเตอร์นเบิร์ก (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 20; อ้างอิงจาก Sternberg. 1986: 41-78) ยังได้เสนอกระบวนการคิดที่นำไปสู่การแก้ปัญหาตามทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนิยามธรรมชาติของปัญหา เป็นการทบทวนปัญหาเพื่อทำความเข้าใจต่อจากนั้นเป็นการตั้งเป้าหมาย และนิยามปัญหา เพื่อจะนำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 2 การเลือกองค์ประกอบ หรือขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดขั้นตอนให้แต่ละขั้นตอนมีขนาดที่เหมาะสม ไม่กว้างเกินไปหรือไม่แคบเกินไป ขั้นแรกควรเป็นขั้นที่ง่ายไว้ก่อนเพื่อเป็นการเริ่มต้นที่ดีก่อนจะกำหนดขั้นตอนต่อไป ควรพิจารณารายละเอียดแต่ละขั้นตอนให้ถี่ถ้วน

ขั้นที่ 3 การเลือกกลวิธีในการจัดลำดับองค์ประกอบในการแก้ปัญหา ต้องแน่ใจว่ามีการพิจารณาปัญหาอย่างทั่วถึงแล้ว ไม่ด่วนสรุปในสิ่งที่เกิดขึ้น เพราะอาจเกิดการผิดพลาดได้ ต้องแน่ใจว่าการเรียงลำดับขั้นตอนเป็นไปตามลักษณะธรรมชาติหรือหลักเหตุผลที่นำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 การเลือกตัวแทนทางความคิดเกี่ยวกับข้อมูลของปัญหา ซึ่งต้องทราบรูปแบบความสามารถของตน ใช้ตัวแทนทางความคิดในรูปแบบต่างๆ จากความสามารถที่ตนมีอยู่ตลอดจนใช้ตัวแทนจากภายนอกมาเพิ่มเติม

ขั้นที่ 5 การกำหนดแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์จะต้องมีการทุ่มเทเวลาให้กับการวางแผนอย่างรอบคอบใช้ความรู้ที่มีอยู่อย่างเต็มที่ในการวางแผนและการกำหนดแหล่งข้อมูลที่จะนำมาใช้ประโยชน์ มีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงแผนและแหล่งข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ในการแก้ปัญหา และแสวงหาแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์แหล่งใหม่ๆ อยู่เสมอ

ขั้นที่ 6 การตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาว่าเป็นวิธีที่นำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้หรือไม่
ทองหล่อ วงษ์อินทร์ (2537: 36) กล่าวว่า กระบวนการคิดแก้ปัญหามตามทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. การสร้างตัวแทนปัญหา อาจใช้สัญลักษณ์ วาดรูป ทำแผนผัง หรือแผนภูมิ เพื่อทำให้เข้าใจปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. การคิดวิธีการแก้ปัญหาเป็นวิธีการรวบรวมวิธีการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบ รวมไปถึงการวางแผน และจัดลำดับขั้นตอนในการดำเนินการแก้ปัญหา

3. การลงมือแก้ปัญหา เป็นการปฏิบัติตามแผน และขั้นตอนที่กำหนดไว้

4. การประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา ว่ามุ่งไปสู่คำตอบหรือเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ ถ้าไม่อาจทบทวนวิธีการคิดตั้งแต่นั้นใหม่กว่าผิดพลาดหรือบกพร่องในจุดใดเพื่อจะได้ปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมาย

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบ SSCS ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การสอนการแก้ปัญหาแบบ SSCS มีส่วนช่วยในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เนื่องจากนักเรียนต้องเรียนรู้การแก้ปัญหาด้วยตนเองผ่านขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ศึกษาปัญหา
2. ค้นหาข้อมูลและวิธีการในการแก้ปัญหา
3. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม
4. ลงมือแก้ปัญหาดำเนินการตามวิธีการ
5. ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบ SSCS

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

พิซซินีและเชพเพิร์ดสัน (Pizzini; & Shepardson. 1991: 348-352) ได้ศึกษาการตั้งคำถามของนักเรียนระดับเกรด 5-8 ระหว่างที่ครูสอนด้วยวิธีแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ SSCS กับการสอนด้วยวิธีที่ครูเป็นผู้นำในการทดลองปฏิบัติ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าการตั้งคำถามของนักเรียนระหว่างการสอนแบบ SSCS และแบบครูเป็นผู้นำการทดลองปฏิบัติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยการสอนแบบ SSCS ทำให้นักเรียนถามคำถามมากขึ้น

เอเบลและพิซซินี (Abell; & Pizzini. 1992: 649) ได้ศึกษาผลการจัดการสอนแบบแก้ปัญหาที่มีผลต่อพฤติกรรมในห้องเรียน และทัศนคติของครูวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนขนาดกลาง พบว่าทัศนคติทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ส่วนพฤติกรรมของครูซึ่งวิเคราะห์จากเทปทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกัน ซึ่งครูไม่มีความแตกต่างกันในด้านทัศนคติอาจเป็นเพราะระยะเวลาของการอบรมไม่เพียงพอต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนคติของครูด้านพฤติกรรมหลังอบรมกลุ่มทดลอง จะสอนและบรรยายน้อยลง สังเกตนักเรียนมากขึ้น ดังนั้นการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับครูเป็นสำคัญการสร้างแรงจูงใจมีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ชุน เย็น ชาง (สุภาพร ปิ่นทอง. 2554: 28; อ้างอิงจาก Chun Yen Chang. 1999: 373-388) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกด้วยรูปแบบ SSCS และการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์โลกด้วยการเรียนการสอนแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกด้วยการเรียนการสอนตามรูปแบบ SSCS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คัสมาแวน (สุภาพร ปิ่นทอง. 2554: 28; อ้างอิงจาก Kusmawan. 2005: 1-5) ได้ศึกษาคุณค่าของการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม โดยใช้รูปแบบ SSCS ของนักเรียนในประเทศอินโดนีเซีย จากการวิจัยพบว่า หลังการใช้รูปแบบ SSCS เจตคติของนักเรียนต่อความรู้และความตระหนักในสถานการณ์ต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการสื่อสาร และการมีปฏิสัมพันธ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคัสมาแวนได้อธิบายว่ารูปแบบการสอน SSCS ซึ่งมาจาก Search (S), Solve (S), Create (C), และ Share (S) นั้น เป็นรูปแบบที่ช่วยให้นักเรียนได้ดำเนินการค้นหาในสิ่งที่ไม่รู้และได้ขยายความรู้ผ่านการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

วิบาวัตติ (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 31; อ้างอิงจาก Wibawati. 2009: 1-6) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนแบบ SSCS ที่มีต่อผลการเรียนรู้ และการเผชิญกับปัญหาต่างๆ ที่ปรากฏขึ้นในชั้นเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 7 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาเอกชน อัลอิสลาม 1 สุราการ์ตา เรื่องระบบนิเวศปีการศึกษา 2551-2552 ผลการวิจัยพบว่า การสอนแบบ SSCS สามารถช่วยยกระดับขีดความสนใจของนักเรียนในการเรียนจนกระทั่งสามารถที่จะพัฒนาระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในการเรียนที่เน้นไปที่ความรู้ ความสามารถและทักษะในการแก้ปัญหาด้วยตัวเองเป็นหลัก

งานวิจัยในประเทศ

อุไรวรรณ รักดวง (2542: 54) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยรูปแบบเอสเอสซีเอสที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS มีนักเรียนผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมดโดยมีคะแนนเฉลี่ยทั้งชั้นคิดเป็นร้อยละ 73.15 และความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ SSCS หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.5

นวลจันทร์ ผมอดทา (2545: 59) ได้ศึกษาผลการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ร้อยละ 50 ที่กำหนดไว้ และความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ SSCS สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.01

วัลลภ มานักษ์ (2549: 90-91) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมด้วยวิธีการสอนแบบ SSCS เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมด้วยวิธีการสอนแบบ SSCS สูงกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนยังมีเจตคติทางคณิตศาสตร์หลังใช้ชุดกิจกรรมด้วยวิธีการสอนแบบ SSCS สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อิศราวุฒ สัมซ่า (2549: 54) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบ SSCS พบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สันนิสา สมัยอยู่ (2554: 132) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สุภาพร ปิ่นทอง (2554: 135) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องอสมการพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กรรณก คำเพชร (2557: 33-34) ได้ศึกษาผลของการฝึกประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการฝึกประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบ SSCS หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตลอดจนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับมากขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เป็นรูปแบบการสอนที่สามารถพัฒนานักเรียนในด้านการแก้ปัญหาและด้านการสื่อสารกับผู้อื่นได้ดี โดยจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ส่วนมากเป็นการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แต่จากการศึกษาของผู้วิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการสอน SSCS ทำให้ทราบว่าสามารถนำแนวคิดหรือหลักการสอนตามรูปแบบ SSCS มาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เช่นกัน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

2.1 ความหมายของการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของเทคนิคเพื่อนคู่คิดไว้ดังนี้

เคแกน (Kagan. 1994: 1) กล่าวว่า เทคนิคเพื่อนคู่คิดเป็นเทคนิคโดยเริ่มจากปัญหาหรือโจทย์คำถาม โดยสมาชิกแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อน แล้วนำคำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนเป็นคู่ จากนั้นจึงนำคำตอบของตนเองหรือของเพื่อนเป็นคู่เล่าให้เพื่อน ๆ ทั้งชั้นฟัง

มิลลิส และคอตเทิล (Millis: & Cottell. 1998: 73-74) ได้กล่าวถึงเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ซึ่งกล่าวถึงเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิดว่า ในการเริ่มกิจกรรมการเรียนการสอนแบบคู่คตินั้น ครูตั้งคำถามที่ต้องการใช้ความเข้าใจ มักเป็นคำถามแบบการสอบสวนให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเองสัก 1-2 นาที จากนั้นให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนร่วมชั้นอีกคนหนึ่งเพื่ออภิปรายการตอบคำถามเมื่อได้ข้อสรุปนักเรียนยกมือเสนอคำตอบต่อเพื่อนในชั้นเรียนและก่อนที่ครูจะให้นักเรียนคู่ นั้นเสนอคำตอบควรรอเวลาให้นักเรียนคิดคำตอบให้ได้ก่อน และเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสในการทอ้งคำตอบกับเพื่อนก่อนที่จะพูดในชั้นเรียน เพื่อเพิ่มพูนทักษะการสื่อสารทางวาจาและความมั่นใจ

สุวิมล เขียวแก้ว และอุสมาน สารี (2541: 4) ได้กล่าวถึงเทคนิคเพื่อนคู่คิดว่า กิจกรรมนี้เป็นกลยุทธ์ที่มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงปฏิกิริยาโต้ตอบอย่างเสรีให้ผู้เรียนได้ฝึกซ้อมการแสดงความคิดเห็นก่อนที่ผู้สอนจะได้แนวคิดจากผู้เรียน กลยุทธ์นี้ใช้ได้ง่ายและประสบผลสำเร็จอย่างสูงในทุกๆ วิชาและทุกระดับชั้นของผู้เรียน โดยเริ่มต้นจากให้ผู้เรียนตั้งใจฟังคำถามของผู้สอนและให้เวลาผู้เรียนคิดประมาณ 2-5 นาที แล้วให้ผู้เรียนจับคู่เพื่อนในห้อง เพื่ออภิปรายความคิดที่เกี่ยวกับคำตอบของคำถามนั้น โดยอาจจะให้ช่วงเวลาระยะเวลาหนึ่ง เช่น 5 นาที หลังจากนั้นให้กลุ่มเสนอกลุ่มใหญ่ ผู้สอนอาจให้สัญญาณเช่น ปรบมือ 1 ครั้ง หมายถึง เวลาสำหรับคิด ปรบมือ 2 ครั้งแสดงว่าถึงเวลาอภิปรายเป็นต้น วิธีนี้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนได้มีโอกาสได้พูดแสดงความคิดเห็น

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542: 30) ได้กล่าวถึงเทคนิคคู่คิด (Think pair share) ว่าเริ่มจากครูตั้งประเด็นสั้นๆ สัก 1-2 นาที จากนั้นให้ผู้เรียนจับคู่กับเพื่อนแลกเปลี่ยนความคิด ผลัดกันเล่าความคิดหรือคำตอบของตนให้คู่ฟัง จนได้ข้อสรุปที่เห็นพ้องต้องกัน แล้วให้แต่ละคู่ไปเล่าให้ผู้อื่นๆ 2-3 คู่ฟัง หรือครูอาจสุ่มบางคู่มารายงานหน้าชั้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2545: 210) กล่าวถึงกิจกรรมการเรียนแบบคู่คิดว่าเป็นการให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ศึกษาเรื่องหรือหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งตามลำพังแต่ละคนก่อนหลังจากนั้นจึงจับคู่อภิปรายในสิ่งที่แต่ละคนได้ศึกษามาแล้วนั้นเมื่อได้รับฟังความคิดเห็นกันได้ทบทวนกันแล้วก็จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับคู่ของตนร่วมกันในชั้นด้วยวิธีการนี้มีประโยชน์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความเข้าใจในแนวคิดที่เป็นของตนเอง

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545: 39-40) กล่าวถึงเทคนิคเพื่อนคู่คิดว่าเป็นเทคนิคที่ผู้สอนนิยมใช้คู่กับวิธีสอนแบบอื่น เรียกว่าเทคนิคเพื่อนคู่คิดเป็นเทคนิคที่ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งอาจจะเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้และให้ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบของตนเองก่อนแล้วจับคู่คิดกับเพื่อนอภิปรายหาคำตอบ เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องแล้วจึงนำคำตอบไปอธิบายให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545: 138) ได้กล่าวถึง รูปแบบเทคนิคเพื่อนคู่คิดว่าเป็นรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยเริ่มจากการจับคู่กันคิดแล้วนำความคิดของทั้งคู่มาอภิปรายในกลุ่มเพื่อให้ได้ความคิดของกลุ่มเป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาพฤติกรรมทางสังคม ควบคู่กับความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think -Pair -Share) หมายถึงรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งมีลักษณะของกิจกรรม 3 ขั้นตอน โดยเริ่มจาก การคิดหาคำตอบด้วยตนเอง (Think) จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันจับคู่แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน (Pair) และ นำคำตอบมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มใหญ่ (Share)

2.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

ลีแมน (ชลธิชา ทับทวี. 2554: 27; อ้างอิงจาก Lyman. 1981: Online) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยมีขั้นตอนในการทำกิจกรรม 3 ขั้นตอนดังนี้

1. Think – (คิด) ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียนหลังจากนั้นให้เวลาเพียงเล็กน้อยสำหรับการคิดเกี่ยวกับคำถาม

2. Pair – (จับคู่) ครูจับคู่ให้กับนักเรียนโดยอาจจะให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างๆ หรือที่นั่งติดกันหลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละคู่พูดคุยเกี่ยวกับคำตอบของตนเองให้คู่ฟังทำการเปรียบเทียบคำตอบของตนเองว่าเหมือนหรือแตกต่างกับคู่ของเราอย่างไรแล้วบันทึกคำตอบที่เหมือนกันและสรุปคำตอบที่ถูกต้องที่สุดมีความน่าเชื่อถือและแตกต่างกับคู่อื่นๆ

3. Share – (มีส่วนร่วม) หลังจากที่นักเรียนแต่ละคู่ได้พูดคุยกันค้นหาถึงคำตอบครูให้นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียนโดยครูอาจจะจัดให้นักเรียนนั่งเป็นวงกลมแล้วให้แต่ละคู่บอกถึงคำตอบโดยครูจะบันทึกคำตอบของนักเรียนบนกระดานดำและร่วมกันสรุปคำตอบกับนักเรียน

ลีแมน (ชลธิชา ทับทวี. 2554: 27; อ้างอิงจาก Lyman. 1981: 109-11) กล่าวว่า เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีขั้นตอนสำคัญ 3 ข้อดังนี้

1. การคิด นักเรียนมีเวลา 30 วินาทีหรือมากกว่าเพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสมเวลาที่ใช้นี้รวมไปถึงการเขียนเพื่อจดบันทึกคำตอบ

2. การจับคู่ หลังจากใช้เวลาคิดให้นักเรียนจับคู่เพื่อแบ่งปันคำตอบและความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

3. การแบ่งปัน คำตอบของนักเรียนสามารถนำมาแบ่งปันภายในกลุ่มเดียวกันหรือทั้งชั้นเรียนในช่วงการอภิปรายเพื่อติดตามผล เทคนิคนี้ให้โอกาสแก่นักเรียนทุกคนที่จะแสดงออกถึงตนเอง รวมทั้งสะท้อนให้เห็นถึงคำตอบของตนเอง

ไบร์เลย์ (Byerley. 2002: 3) กล่าวว่า เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด จะมีขั้นตอนที่สำคัญอยู่ 3 ข้อ คือ

1. การคิด (Think) เป็นขั้นตอนแรกที่ครูจะกระตุ้นด้วยปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบ
2. การจับคู่ (Pair) เป็นขั้นตอนที่สองที่จะให้ผู้เรียนจับคู่เพื่ออภิปรายปัญหา
3. การแลกเปลี่ยน (Share) เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนและนำเสนอความรู้ที่ได้จากการค้นหาคำตอบ

เลวิน (Levin. 2008: ออนไลน์) กล่าวว่า เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดมีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. การคิด ครูกระตุ้นการคิดของนักเรียนโดยป้อนคำถามหรือสังเกตการณ์นักเรียน ควรใช้เวลาคิดสักครู่เพื่อที่จะมีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้
2. การจับคู่ ใช้การจับคู่กันตามที่กำหนดให้ เช่น จับคู่กับเพื่อนที่นั่งใกล้ๆ กันหรือกับเพื่อนที่นั่งโต๊ะติดกัน นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับคำตอบที่แต่ละคนหามาได้ แล้วเปรียบเทียบความรู้ที่ได้มาจากความคิดของแต่ละคนหรือจากบันทึกสั้นๆ ที่แต่ละคนบันทึกมาเพื่อที่จะมาพิจารณาว่าคำตอบของฝ่ายไหนที่คิดว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด น่าเชื่อถือมากที่สุด และมีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์มากที่สุด

3. การแลกเปลี่ยนความรู้ หลังจากให้นักเรียนช่วยกันคิดภายในคู่ของตนเองครูจะเรียกนักเรียนแต่ละคู่ให้มาแลกเปลี่ยนความคิดในคู่ของตนกับนักเรียนทั้งห้องเรียน

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542: 30) ได้ลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดจะมีขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม ครูแนะนำทักษะในการเรียนแบบคู่คิด การจับคู่ของนักเรียนบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียน และบอกวัตถุประสงค์ของการทำงานร่วมกัน
2. ขั้นสอน ครูนำเสนอเนื้อหาหรือบทเรียนใหม่ด้วยวิธีสอนที่เหมาะสมแล้วให้งาน
3. ขั้นทำงานกลุ่ม เมื่อได้รับคำถามจากครู นักเรียนต้องหาคำตอบด้วยตนเองก่อนแล้วจึงนำคำตอบไปปรึกษาคู่ของตนเพื่ออภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด

4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ

4.1 ตรวจผลงาน ครูดูจากงานกลุ่มที่แต่ละคู่ส่งไปและสุ่มบางคู่มาเสนอคำตอบในชั้นเรียน ขณะที่ฟังผู้นำเสนอแล้วผู้เรียนในห้องสามารถยกมือ เพื่อแสดงความคิดเห็นต่อคำตอบหรือเสนอคำตอบของตนได้

4.2 ทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยไม่มีการช่วยเหลือกัน เพื่อตรวจสอบแล้วทำการคำนวณคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มให้นักเรียนทราบ และถือว่าเป็นคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มด้วย

5. ขั้นสรุปทบทวนและประเมินผลการทำงานของกลุ่มครูและนักเรียนช่วยกันสรุปทบทวน ถ้ามีสิ่งที่ยังนักเรียนยังไม่เข้าใจครูอธิบายเพิ่มเติม ครูและนักเรียนช่วยกันประเมินผลการทำงานของกลุ่มโดยอภิปรายถึงผลงานของนักเรียน และวิธีการทำงานของนักเรียน รวมถึงวิธีการปรับปรุงการทำงานของกลุ่มด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าของตนเองทั้งทางวิชาการและด้านสังคม

ชาตรี เกิดธรรม (2545: 10) กล่าวว่า สามารถใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิดในกระบวนการเรียนการสอนตอนใดตอนหนึ่งได้เป็นกิจกรรมที่ช่วยฝึกทักษะการคิดส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์วิธีทำกิจกรรมประกอบด้วยกิจกรรม 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ครูตั้งปัญหาหรือข้อคำถาม

ขั้นที่ 2 สมาชิกทุกคนคิดหาคำตอบตามเวลาที่ครูกำหนดไว้

ขั้นที่ 3 สมาชิกจับคู่ปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ

ขั้นที่ 4 ครูสุ่มเรียกนักเรียนให้ตอบปัญหาให้ฟังทั้งห้องเรียน

สุนทร สันธพานนท์ และคณะ (2545: 40) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

1. ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งอาจเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้
2. ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง (ผู้สอนอาจตกลงกับผู้เรียนเรื่องกำหนดเวลา)
3. เมื่อผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบได้แล้ว ให้จับคู่กับเพื่อนเพื่ออภิปรายคำตอบ (ผู้สอนอาจกำหนดคู่ให้ผู้เรียนตามความเหมาะสม และอาจใช้หมายเลขประจำตัวคู่ที่ 1 ถึงคู่สุดท้าย ซึ่งมีจำนวนมากขึ้นอยู่กับตัวผู้เรียน)

4. ผู้เรียนคนหนึ่งออกไปอธิบายคำตอบให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง (ผู้สอนอาจใช้วิธีการสุ่มผู้เรียนออกไปตามหมายเลขประจำคู่ และชมเชยให้กำลังใจ)

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดเป็นการจัดการเรียนรู้โดยเริ่มจากการให้นักเรียนฝึกคิดด้วยตนเอง จากนั้นมีการจับคู่ 2 คน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันโดย แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การคิด (Think) เป็นขั้นตอนในการกระตุ้นความคิดผู้เรียนโดยการสร้างคำถามให้นักเรียนค้นหาคำตอบ
2. การจับคู่ (Pair) เป็นขั้นตอนให้ผู้เรียนจับคู่เพื่อร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็น อภิปรายเกี่ยวกับปัญหา ระหว่างคู่ของตน
3. การแลกเปลี่ยน (Share) เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะให้ผู้เรียนนำเสนอและแลกเปลี่ยนกับนักเรียนทั้งห้องเรียน

2.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

ลีแมน (ชลธิชา ทับทวี. 2554: 29; อ้างอิงจาก Lyman. 1987: 1-2) ได้สรุปประโยชน์ของเทคนิคเพื่อนคู่คิด ดังนี้

1. เป็นเทคนิคที่นำไปใช้ได้เร็ว
2. เป็นเทคนิคที่ไม่ต้องใช้เวลาเตรียมมาก
3. การโต้ตอบภายในตัวบุคคลกระตุ้นให้นักเรียนเป็นจำนวนมากมีความสนใจอย่างแท้จริงอยู่ในด้านความรู้
4. ครูสามารถตั้งคำถามได้หลายแบบและหลายระดับ
5. ทำให้รวบรวมความสนใจของนักเรียนทั้งชั้นเรียน และทำให้นักเรียนที่ไม่กล้าแสดงออกสามารถตอบคำถามได้โดยไม่ต้องลุกขึ้นต่อหน้าเพื่อนร่วมชั้นเรียน
6. ครูสามารถเข้าใจนักเรียนด้วยการฟังนักเรียนกลุ่มต่างๆ ระหว่างการทำกิจกรรมและจากการรวบรวมคำตอบในตอนท้ายชั่วโมง
7. ครูสามารถทำกิจกรรมที่ใช้หลักแบบเพื่อนคู่คิดได้หนึ่งครั้งหรือหลายๆ ครั้งในระยะเวลา 1 คาบเรียน

สมบัติ การจนารักพงศ์ (2547: 12) ได้สรุปประโยชน์ของเทคนิคเพื่อนคู่คิด ดังนี้

1. จะทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและทักษะการสื่อสารให้คู่ของตนเข้าใจ
2. ฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น
3. ช่วยให้นักเรียนแต่ละคู่มีความสนิทสนมกันมากขึ้น
4. ช่วยทำให้นักเรียนเป็นคู่หูในการช่วยกันเรียนต่อไป

จากการศึกษาประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือสรุปได้ว่าประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือต่อผู้เรียนเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) มีทั้งในด้านการมีส่วนร่วมในการเรียน การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและการทำให้ผู้เรียนรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของสังคม เพราะการเรียนแบบร่วมมือในห้องเรียนเป็นการฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบร่วมกัน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหา กล้าที่จะแสดงออกซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจและส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) งานวิจัยต่างประเทศ

ไวท์ดี (ชลธิชา ทับทวี. 2554: 31; อ้างอิงจาก Whyty. 1991: 299-31) ได้ทำการศึกษาการเรียนแบบรายบุคคลกับการเรียนแบบคู่ร่วมมือโดยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 86 คน แบ่งเป็นกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยการสุ่มเป็นกลุ่มร่วมมือจำนวน 58 คน และกลุ่มการเรียนแบบรายบุคคล จำนวน 28 คน หลังจากเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจบให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนทันที หลังจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างกรอกแบบสอบถาม ผลวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน

คาร์ส (Carss. 2007: 3-4) ได้ศึกษาผลกระทบของการเรียนร่วมมือแบบเพื่อนคู่คิดในระหว่างชั่วโมงเรียนนำร่องการอ่านโดยครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ส่วนนั่นคือ เวลาในการคิด เวลาที่ใช้ร่วมกับเพื่อนคู่คิด และเวลาที่ให้แต่ละคู่แสดงความคิดกลับไปยังกลุ่มคนที่มากขึ้น งานวิจัยทำขึ้นในชั้นเรียนกับนักเรียนเกรด 6 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มแต่ละกลุ่มมีนักเรียน 6 คน นักเรียนกลุ่มหนึ่งอ่านหนังสือเกินระดับอายุ และอีกกลุ่มหนึ่งอ่านหนังสือต่ำกว่าระดับอายุ ผลการวิจัยยืนยันผลเชิงบวกนักเรียนเหล่านั้นได้แสดงความสามารถรอบตัวของเพื่อนคู่คิดในฐานะเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมด้านการพูด และนักเรียนสามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับเป้าหมายของการเรียนรู้และความต้องการของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

งานวิจัยในประเทศ

เชวงศักดิ์ ช้อนบุญ (2546: 103) ได้ทำการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมคิด – จับคู่ – เล่าสู่กันฟังกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนคอนสวรรค์จังหวัดชัยภูมิโดยกลุ่มทดลองจำนวน 46 คนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยใช้กิจกรรมคิด – จับคู่ – เล่าสู่กันฟังและกลุ่มควบคุมจำนวน 42 คนได้รับการสอนโดยวิธีสอนปกติผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยใช้กิจกรรมคิด – จับคู่ – เล่าสู่กันฟังสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังพบว่าผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยใช้กิจกรรม คิด – จับคู่ – เล่าสู่กันฟังดีกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัชณี ภูพัชรกุล (2551: 86) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบนิรนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชลธิชา ทับทิว (2554: 66) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สำราญ ไผ่นวล (2555: 27) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนแบบวิธีร่วมมือกิจกรรมเพื่อนคู่คิด (Think Pair Share) พบว่ามีความแตกต่างกับนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาเกรดเฉลี่ย จำแนกตามวิธีสอนพบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีร่วมมือกิจกรรมแบบเพื่อนคู่คิด (Think Pair Share) มีเกรดเฉลี่ยเท่ากับ 2.16 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 แสดงว่าการสอนแบบร่วมมือแบบกิจกรรมเพื่อนคู่คิด (Think Pair Share) ทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาสูงขึ้น

สุบรรณ ตั้งศรีเสรี (2556: 8) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think Pair Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า

- 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยที่กล่าวมาพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คตินั้นช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนทัศนคติเชิงบวกในการเรียนแก่ผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บลังคา (สุจิตรา ศรีสละ. 2554: 19; อ้างอิงจาก Branca. 1980: 3-8) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นเหตุผลหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ดังนั้นในการแก้ปัญหาจึงเป็นอิสระจากคำถามหรือปัญหาเฉพาะเจาะจงใดๆ หรือวิธีการและเนื้อหาสาระใดๆ

2. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นกระบวนการสิ่งที่ถือว่าสำคัญที่สุดเมื่อมีการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการคือวิธีการยุทธวิธีหรือเทคนิคเฉพาะต่างๆ ที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาแบบต่างๆ กระบวนการแก้ปัญหาเหล่านี้จึงเป็นสาระสำคัญและเป้าหมายหลักของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นทักษะพื้นฐานเมื่อการแก้ปัญหาถูกจัดเป็นทักษะพื้นฐานการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับลักษณะเฉพาะของโจทย์ปัญหาแบบของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ควรใช้จุดเน้นอยู่ที่สาระสำคัญของการแก้ปัญหาที่ทุกคนต้องเรียนรู้และการเลือกปัญหาและเทคนิควิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้น

โพลยา (Polya. 1980: 1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิถีทางที่จะหาในสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่เพื่อจะได้ข้อลงเอย หรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นทันทีทันใด

ครูลิกและรุदनิก (สุภาพร ปิ่นทอง. 2554: 42; อ้างอิงจาก Krulik; & Rudnick. 1987: 4) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการที่แต่ละบุคคลใช้ความรู้ที่มีอยู่ก่อนเดิม ตลอดจนทักษะและความเข้าใจในการแก้สถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

บาร์ดี้ (Baroody. 1993: 2-5) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึงประเด็นปัญหาในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์ปริศนาทางคณิตศาสตร์ที่บุคคลจำเป็นต้องการหาผลเฉลยแต่ไม่สามารถหาผลเฉลยได้ทันที

ดอสเซย์ และคนอื่นๆ (สุจิตรา ศรีสละ. 2554: 20; อ้างอิงจาก Dossey; et al. 2002: 72) กล่าวว่า หมายถึงกระบวนการโดยให้ตอบคำถามหรือการจัดการกับสถานการณ์ปัญหาที่ยากและน่าเบื่อสำหรับบุคคลหนึ่งอาจเป็นเรื่องปกติและการคำนวณที่คล่องแคล่วสำหรับอีกบุคคลหนึ่งกระบวนการแก้ปัญหาจึงต้องใช้ในการสร้างองค์ความรู้ตามวิถีทางใหม่ๆ หรือที่แตกต่างจากเดิมใช้หลักในการวางแผนหรือยุทธวิธีที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการและการได้มาซึ่งความรู้ใหม่ที่เป็นไปได้เกี่ยวกับสถานการณ์นั้นๆ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 53) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึงการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาอาจต้องใช้ความรู้ความคิดและประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2539: 122) ให้ความหมายการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการที่ต้องการอาศัยสติปัญญาความรู้ความเข้าใจความคิดแบบวิเคราะห์ความพร้อมในการที่จะคิดแก้ปัญหาทำให้เกิดความรู้ใหม่ๆ ทั้งด้านเนื้อหาและวิธีการเป็นทักษะที่สำคัญที่จะต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนโดยใช้ประสบการณ์เดิมทั้งทางตรงและทางอ้อมและการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการและกระบวนการแก้ปัญหาเป็นการดำเนินการที่มีแบบแผนและขั้นตอน

ยุพิน พิพิธกุล (2539: 82) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึงกระบวนการหาวิธีเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ ความคิด ประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ประยุกต์ความรู้ที่ได้รับมาตอนแรกหรือความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่คุ้นเคย

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 103) ให้ความหมายการแก้ปัญหาหมายถึงสถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณซึ่งต้องการหาคำตอบคำตอบที่ได้จะเกี่ยวข้องกับปริมาณด้วยปัญหาทางคณิตศาสตร์มีมากมายหลายชนิดเช่นปัญหาที่ปรากฏในหนังสือปัญหาที่พบในหนังสือทั่วไป ปัญหาให้ค้นหาปัญหาให้พิสูจน์

ฉวีวรรณ เสวตมัลย์ (2544: 7) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือโจทย์คิดคำนวณเพื่อหาคำตอบ เช่นการบวก ลบ คูณ หารจำนวนในเลขคณิต การแก้สมการเพื่อหาค่าตัวแปรในพีชคณิต การคำนวณหาระยะทาง ความสูง โดยอาศัยทฤษฎีบททางเรขาคณิต หรือการหมุนของรูปสามเหลี่ยม โดยใช้ฟังก์ชันตรีโกณมิติ และการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของจำนวนโดยใช้นิยามต่างๆ ในสถิติ เป็นต้น นอกจากนี้ยังหมายถึง ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคิดและการหาเหตุผล ซึ่งมักจะใช้มากในการพิสูจน์ ทฤษฎีและสมมติฐานที่ตั้งขึ้น หรือค้นหาทฤษฎีและกฎเกณฑ์ใหม่ๆ

สิริพร ทิพย์คง (2544: 10) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือปัญหาที่พบในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที และในการแก้ปัญหาต่างๆ ต้องใช้ความสามารถในวิธีการแก้ปัญหา และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 6-7) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึงกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ ผิฝฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวผู้เรียน การเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต

ศุภกิจ ประชุมกาเยาะมาต (2552: 40) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึงกระบวนการในการหาคำตอบของปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ต่างๆ ที่ผู้แก้ปัญหาอาจไม่เคยพบเจอมาก่อน ซึ่งต้องอาศัยทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมเพื่อนำไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ โดยใช้หลักในการวางแผน หรือยุทธวิธีที่จะนำไปสู่ผลลัพธ์ของปัญหาที่ต้องการ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หมายถึงการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็ต้องใช้ความรู้ความคิดโดยนำประสบการณ์เดิมหรือพื้นฐานความรู้ที่มีมาช่วยในการแก้ปัญหา หรือหาข้อสรุปนั้นได้

3.2 องค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โคลด์ (Clyde. 1967: 112) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหานักเรียนไว้ดังนี้

1. วุฒิภาวะและประสบการณ์จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น
2. ความสามารถในการอ่าน
3. สติปัญญา

ไฮเมอร์ และทรูปลัด (อัศวิน พุ่มมรินทร์. 2556: 27; อ้างอิงจาก Heimer; & Trueblood. 1977: 31-32) ได้กล่าวว่าองค์ประกอบสำคัญบางประการที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับภาษาหรือคำพูด สรุปได้ดังนี้

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

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 66) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถด้านนี้คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เพราะนักเรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง แต่ปัญหาล้วนใหญ่อยู่ในรูปข้อความที่เป็นตัวอักษร เมื่อพบปัญหานักเรียนต้องอ่านทำความเข้าใจโดยแยกประเด็นที่สำคัญของปัญหาออกมาให้ได้ว่า ปัญหากำหนดอะไรให้บ้างและปัญหาต้องการอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นในการแก้ปัญหา การทำความเข้าใจ

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เกิดขึ้นจากการฝึกฝนทำอยู่บ่อยๆ จนเกิดความชำนาญ เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะมีโอกาสได้พบปัญหาต่างๆ หลากรูปแบบซึ่งอาจมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน ได้มีประสบการณ์ในการเลือกยุทธวิธีต่างๆ เพื่อนำไปใช้ได้

เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ก็จะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่าปัญหาใหม่นั้นมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยหรือไม่ สามารถใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหานี้ได้บ้าง นักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหาจะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผลเพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างแจ่มชัดและวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ถือว่าไม่ประสบความสำเร็จ สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผลนักเรียนต้องอธิบายให้เหตุผลนักเรียนจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานในการเขียนและการพูด นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความหมายของการพิสูจน์ และวิธีพิสูจน์แบบต่างๆ เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในแต่ละระดับชั้น

4. แรงขับ เนื่องจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคยและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ผู้แก้ปัญหาก็ต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อให้ได้คำตอบ นักเรียนจะต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดจากปัจจัยต่างๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งต้องใช้ระยะเวลายาวนานในการปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนโดยผ่านกิจกรรมต่างๆ ในการเรียนการสอน

5. ความยืดหยุ่นในการคิด ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหาโดยบูรณาการความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 107) กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหานั้นต้องอาศัยองค์ประกอบหลายประการเช่นองค์ประกอบทางด้านสติปัญญา นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ตีความแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องและสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับโจทย์ปัญหาหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ตลอดจนความสามารถในการคิดคำนวณ

สมเดช บุญประจักษ์ (2543: 24-25) ได้กล่าวว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลในการแก้ปัญหามี 3 ประการ ได้แก่

1. ตัวผู้แก้ปัญหา (Subject Variables) โดยคุณลักษณะที่สำคัญของผู้แก้ปัญหา ได้แก่ ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และให้เหตุผล ความเข้าใจในการอ่าน ทักษะการคิด คำนวณ การเลือกใช้กลวิธีการแก้ปัญหา

2. ลักษณะของโจทย์ปัญหา (Task Variables) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ภาษาที่ใช้ขนาดของตัวเลขและตัวหนังสือ ความยาวของ โจทย์ และรูปแบบหรือโครงสร้างความซับซ้อนของโจทย์ปัญหา

3. กลวิธีการสอน (Process Variables) ที่ช่วยให้การสอนการแก้โจทย์ปัญหาได้ผลดี เป็นที่ยอมรับคือการฝึกคิด วิเคราะห์โจทย์ปัญหา โดยมุ่งเน้นกระบวนการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องมากกว่า ปรับปรุงองค์ประกอบหนึ่งของสมรรถภาพในการแก้ปัญหา เรียกชื่อ เทคนิคนี้ว่า เทคนิคการสอนที่ ประยุกต์การฝึกการรู้คิด (Cognitive Variables)

ตลอดจนกล่าวถึง ลักษณะผู้ที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าควรมีทักษะและความสามารถ ที่จำเป็นดังนี้

1. ทักษะในการอ่าน คือ ความสามารถในการเข้าใจในสิ่งที่อ่าน
2. ทักษะในการคิดคำนวณ คือ ความสามารถในการคิดคำนวณพื้นฐานและเลือกวิธีการ คำนวณที่เหมาะสม
3. ความสามารถในการสืบค้น คือ ความสามารถในการค้นหาข้อมูลต่างๆ ในสถานการณ์ ปัญหาบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง มีเงื่อนไขอย่างไรและต้องการอะไร
3. ความสามารถในการสร้างข้อคาดเดา คือความสามารถในการคาดเดาถึงผลที่คาดว่าจะ เกิดขึ้นจากการดำเนินการแก้ปัญหาและความสามารถในการเลือกวิธีที่จะใช้วิธีตรวจสอบข้อคาดเดา
4. ความสามารถในการวิเคราะห์ คือ ความสามารถในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของ ข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหาและวิเคราะห์ว่าข้อมูลใดจำเป็น และจะต้องหาข้อมูลใดมาเพิ่มอีก จึงจะสามารถแก้ปัญหาได้
6. ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบผล คือ ความสามารถในการ บูรณาการทักษะและความสามารถต่างๆ ข้างต้นมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สันนิสา สมัยอยู่ (2554: 47) กล่าวถึงองค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ มีอยู่ 6 ประการ คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ
2. ความสามารถในการอ่าน แปลความ และตีความ
3. ความสามารถในการรับรู้ วิเคราะห์ และสังเคราะห์
4. ความสามารถในการคิดคำนวณ
5. เจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
6. สติปัญญา วุฒิภาวะและประสบการณ์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

1. ความสามารถในการอ่านและคิดคำนวณพื้นฐาน
2. ความสามารถในการวิเคราะห์และเลือกวิธีการคำนวณที่เหมาะสม
3. ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบผล
4. วุฒิภาวะ ประสพการณ์เดิมและความตั้งใจ
5. ทักษะคติเชิงบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์

3.3 ขั้นตอนและวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บลูม (บุญชม ศรีสะอาด. 2541; อ้างอิงจาก Bloom. 1956: 122) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาดังนี้

- ขั้นที่ 1 ผู้เรียนพบปัญหาผู้เรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็นเกี่ยวกับปัญหา
- ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ผลจากขั้นที่หนึ่งมาสร้างรูปของปัญหาขึ้นมาใหม่
- ขั้นที่ 3 จำแนกแยกแยะปัญหา
- ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิดและวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา
- ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

โพลยา (อัมพร ม้าคอง. 2547: 41; อ้างอิงจาก Polya. 1985) ได้เสนอ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ มีการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหายังเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องหรือผลเฉลยที่เป็นเหตุเป็นผลจากการแก้ปัญหา ขั้นตอนของกระบวนการดังกล่าวมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา ขั้นนี้เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา โดยอาจหาว่าสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร มีข้อมูลอะไรบ้าง เงื่อนไขคืออะไร จะแก้ปัญหตามเงื่อนไขได้หรือไม่ เงื่อนไขที่ให้มาเพียงพอที่จะหาสิ่งที่ต้องการหรือไม่ ในขั้นนี้ การวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ การแบ่งเงื่อนไขออกเป็นส่วยย่อยๆ อาจช่วยให้เข้าใจปัญหาคีขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนงาน ขั้นนี้เป็นขั้นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในปัญหากับสิ่งที่ต้องการทราบ หากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ทันทีอาจต้องใช้ปัญหาคืออื่นช่วยให้ได้แผนงานแก้ปัญหาในที่สุด ผู้แก้ปัญหาอาจเริ่มต้นด้วยการคิดว่าตนเคยเห็นปัญหาลักษณะนี้จากที่ไหนมาก่อนหรือไม่ หรือเคยเห็นปัญหาในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันนี้หรือไม่ จะใช้ความรู้หรือวิธีการใดแก้ปัญหา จะแก้ปัญหาล้วนใดได้ก่อนบ้าง จะแปลงข้อมูลที่มีอยู่ใหม่เพื่อให้สิ่งที่ต้องการทราบกับข้อมูลที่มีอยู่สัมพันธ์กันมากขึ้นได้หรือไม่ ได้ใช้ข้อมูลและเงื่อนไขที่มีอยู่อย่างเหมาะสมแล้วหรือยัง

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน ขั้นนี้เป็นขั้นการลงมือทำงานตามสิ่งที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นย่อย ๆ ของงานที่ทำว่าถูกต้องหรือไม่ จะแน่ใจได้อย่างไร เป็นการกำกับการทำงานตามแผน

ขั้นที่ 4 การตรวจย้อนกลับ ขั้นนี้เป็นขั้นการตรวจสอบคำตอบหรือเฉลยที่ได้ว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ และมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการขยายความคิดจากผลหรือคำตอบที่ได้ และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา

ดิวิตี (ทิสนา แชมมณี. 2551: 90; อ้างอิงจาก Dewey. 1976: 130) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ หมายถึง การรับรู้ และเข้าใจปัญหาเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นคนส่วนใหญ่จะพบกับความตึงเครียด ความสงสัย และความยากลำบากที่จะพยายามแก้ปัญหาให้หมดไปในขั้นต้น ผู้ประสบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจตัวปัญหานั้นก่อนว่า ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นๆ คืออะไร

2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง การระบุและแจกแจงลักษณะของปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกัน มีระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขได้แตกต่างกัน จึงต้องพิจารณาสืบต่อไปนี้

2.1 มีตัวแปรต้น หรือมีองค์ประกอบอะไรบ้าง

2.2 มีอะไรบ้างที่ต้องทำในการแก้ปัญหา

2.3 ต้องจัดการมองปัญหาในวงกว้างไป โดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะแก้ปัญหาไปที่ละตอน

2.4 ต้องรู้จักถามคำถามที่จะเป็นกุญแจนำไปสู่การแก้ปัญหา

3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึงการหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการเป็นการรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาเพื่อการตั้งสมมติฐาน

3.1 จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาอย่างไร ใครเป็นผู้ให้ข้อมูลนั้น

3.2 สร้างสมมติฐานหรือคำถามที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

4. ขั้นตรวจสอบผล หมายถึงขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าผลลัพธ์ไม่ได้ผลที่ถูกต้อง ต้องมีการเสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใช้ หมายถึงการนำวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้าเมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

ครูลิด และรุदनิก (อัศวิน พุ่มรินทร์. 2556: 33; อ้างอิงจาก Krulik; & Rudnick. 1993: 39-57) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการอ่านและคิด (Read and Think) เป็นขั้นที่นักเรียนได้อ่านข้อปัญหาตีความจากภาษา สร้างความสัมพันธ์ และนึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน วิเคราะห์ปัญหา ซึ่งปัญหาจะประกอบด้วยข้อเท็จจริงและคำถามอยู่รวมกันอาจทำให้เกิดการไขว้เขวได้ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องแยกแยะข้อเท็จจริงและข้อคำถาม มองเห็นภาพของเหตุการณ์ บอกรายละเอียดและมองเห็นวิธีการและกล่าวถึงปัญหาในภาษาของตนเองได้

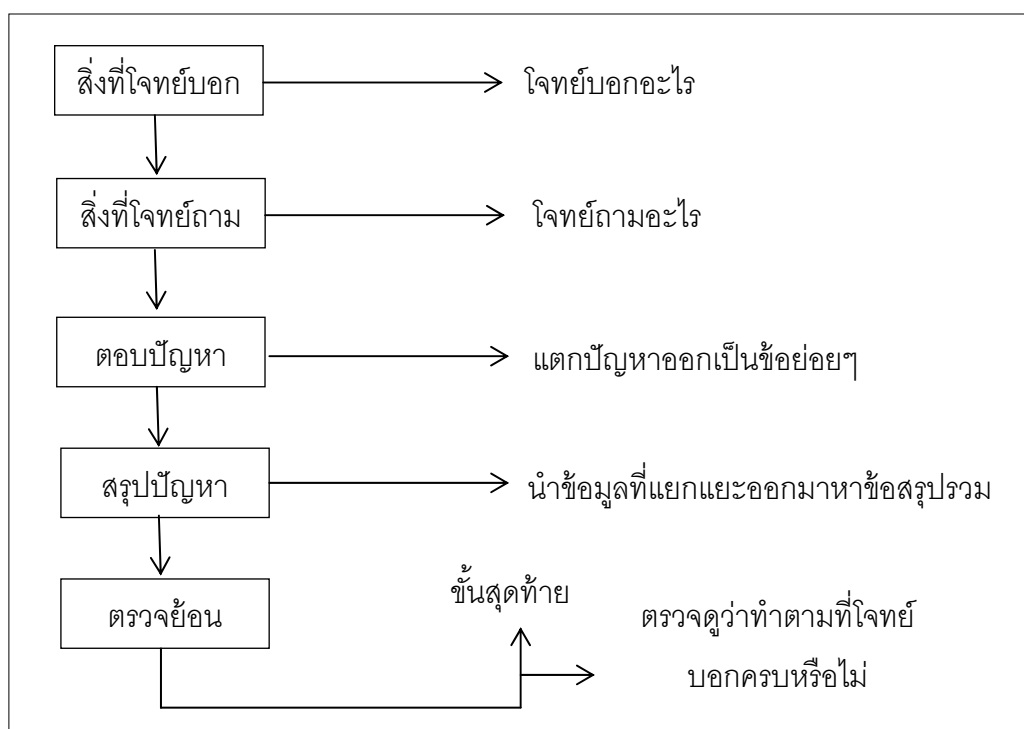
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและวางแผน (Explore and Plan) ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา รวบรวมข้อมูล พิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับความรู้เดิม เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ แล้ววางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยนำเอาข้อมูลที่มีอยู่มาสร้างเป็นแผนภาพหรือรูปแบบต่างๆ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

ขั้นที่ 3 ขั้นการเลือกวิธีแก้ปัญหา (Select a Strategy) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด แต่ละบุคคลจะเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไป และในการแก้ปัญหาหนึ่ง ปัญหาอาจจะมีการนำเอาหลายๆ วิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหานั้นก็ได้ ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาเหล่านี้ได้แก่ การค้นหาแบบรูป (Pattern Recognition) การทำย้อนกลับ (Working Backwards) การคาดเดาและตรวจสอบ (Guess and Test) การแสดงบทบาทสมมติหรือการทดลอง (Simulation or Experimentation) การสรุป รวบรวม หรือการขยายความ (Reduction/Expansion) การแจงรายกรณีอย่างเป็นระบบ (Organized Listing/ Exhaustive Listing) การให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ (Logical Deduction) และการจำแนกแบ่งแยก

ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ (Find and Answer) เมื่อเข้าใจปัญหาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้แล้ว นักเรียนควรประมาณคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นนี้นักเรียนควรลงมือปฏิบัติด้วย วิธีการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยพื้นฐานทักษะการคำนวณเกี่ยวกับจำนวนเต็ม ทศนิยมและเศษส่วน สมบัติเมทริกซ์ และพีชคณิตเบื้องต้นซึ่งจะต้องอาศัยการประมาณค่า ที่ผู้คำนวณต้องใช้ให้เหมาะสม

ขั้นที่ 5 การมองย้อนกลับและการขยายผล (Reflect and Extend) ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ใช่ผลที่ต้องการก็ต้องย้อนกลับไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องใหม่ และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นต่อไป ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย การตรวจสอบคำตอบ การค้นพบทางเลือกที่นำไปสู่ผลลัพธ์ การมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถามการขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจ

ยุพิน พิพิธกุล (2530: 136) ได้เสนอแผนผังของลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา

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

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

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยทักษะการแปลความหมาย การวิเคราะห์ข้อมูล โจทย์ถามอะไรและให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แยกออกจากกัน

ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา สมมติสัญลักษณ์อย่างไร จะต้องหาว่าข้อมูลต่างๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร สิ่งที่ไม่รู้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่รู้แล้วอย่างไร หาวิธีการแก้ปัญหาโดยนำกฎเกณฑ์ หลักการ ทฤษฎีต่างๆ ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วเสนอออกมาในรูปของวิธีการ

ขั้นที่ 3 การคิดคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง เป็นขั้นที่ต้องคิดคำนวณแก้สมการคิดหาคำตอบ ที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดของปัญหา โดยวิธีการตามแผนที่วางไว้ จะต้องรู้จักวิธีการคำนวณที่เหมาะสม ตลอดจนตรวจสอบวิธีการและคำตอบด้วย

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

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ระบุสิ่งที่ต้องการ ระบุข้อมูลที่กำหนดให้ และระบุเงื่อนไขเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดให้
2. วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ ระบุปัญหาย่อย และการเลือกใช้ยุทธศาสตร์ที่เหมาะสม ได้แก่ การสังเกต รูปแบบการคิด จากปลายเหตุย้อนสู่ต้นเหตุ การเดาและการทดสอบ การทดลองและสร้างสถานการณ์จำลอง การลดความซับซ้อนของปัญหา การแบ่งปัญหาค่อยๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ การใช้วิธีอนุมานทางตรรกวิทยา และการรายงานแจกแจงสมาชิกทั้งหมด

3. ดำเนินการตามแผน ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการตามวิธีที่เลือกเพื่อแก้ปัญหา

4. ตรวจสอบกระบวนการและคำตอบในขั้นนี้เป็นการตรวจคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่าวิธีการที่เลือกได้หรือไม่

ทิศนา ขัมมณี (2551: 138) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ผู้เรียนและผู้สอนมีการร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจหรือความต้องการของผู้เรียน
2. ผู้สอนและผู้เรียนมีการออกไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริงหรือผู้สอนมีการจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา
3. ผู้สอนและผู้เรียนมีการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา
4. ผู้เรียนมีการวางแผนแก้ปัญหาร่วมกัน
5. ผู้สอนมีการให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการแสวงหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล
6. ผู้เรียนมีการศึกษาค้นคว้าและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
7. ผู้สอนมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลายและพิจารณาเลือกวิธีการที่เหมาะสม
8. ผู้เรียนมีการลงมือแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและประเมินผล
9. ผู้สอนมีการติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียน และให้คำปรึกษา
10. ผู้สอนมีการประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งด้านผลงานและกระบวนการจากการที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนและวิธีในการแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับปัญหา
2. ค้นหาข้อมูลและเลือกวิธีการแก้ปัญหาลดจนวางแผนการแก้ปัญหา
3. ดำเนินการตามแผนเพื่อค้นหาคำตอบ
4. ตรวจสอบกระบวนการและการหาคำตอบ

3.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กาเย่ (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 43; อ้างอิงจาก Gagne. 1985: 186-187) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) หมายถึง ความสามารถในการนำกฎ สูตร ความคิดรวบยอด หรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทักษะทางปัญญาคือความรู้ที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาก่อน

2. ลักษณะของปัญหา (Problem Scheme) หมายถึงข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการกับสิ่งที่กำหนดให้ ข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ คำศัพท์ และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่างๆ

3. การวางแผนหาคำตอบ (Planning Strategies) หมายถึงความสามารถในการใช้ทักษะทางปัญญาและลักษณะของปัญหาในการวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนหาคำตอบเป็นกลวิธีการคิด (Cognitive Strategies) อย่างหนึ่ง

4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating Answer) หมายถึง ความสามารถในการตรวจย้อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาลดจนกระบวนการ

กองวิจัยทางการศึกษา (2531: 10-18) ได้ระบุว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือกระบวนการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความสามารถในการเข้าใจโจทย์ ความสามารถในการหาวิธีการได้ถูกต้อง ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 5) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการใช้ความรู้ ทักษะและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหานักเรียน ทั้งปัญหาธรรมดา และปัญหาแปลกใหม่

ชมพูนุท วณสันเทียะ (2552: 64) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็น กระบวนการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การนำเสนอความคิดรวบยอด กฎ สูตร ทฤษฎี บท นิยามต่างๆ ความสามารถในการให้เหตุผล การแยกแยะความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างกัน ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล การตีความหมาย มาช่วยเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับปัญหาลดจนความสามารถตรวจสอบความถูกต้องความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในการดำเนินการแก้ปัญหาหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นที่ใหม่ และปัญหาเดิม ตลอดจนสามารถตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาได้

3.5 การวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการคิดที่สำคัญมากต่อการศึกษา กระบวนการหนึ่ง ผู้สอนต้องสร้างแบบวัดหรือแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่กระตุ้นความคิดและท้าทายความคิดของนักเรียน โดยนักวิชาการและนักการศึกษาได้กล่าวถึง รูปแบบการวัดและประเมินผลดังนี้

โพลยา (สุภาพร ปิ่นทอง. 2554: 83; อ้างอิงจาก Polya. 1973: 5-40) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียดดังตาราง

ตาราง 4 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยา

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	- หลังจากอ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไร
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	- ใช้เงื่อนไขความเป็นจริงในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	- ความสามารถในการสร้างตาราง เขียนไดอะแกรม เขียนสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือทักษะการคำนวณ
ขั้นตรวจคำตอบ	- การพิจารณาความสมเหตุสมผลและการสรุปความหมายของคำตอบ

ที่มา: สุภาพร ปิ่นทอง. (2554). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL. หน้า. 83.

สิริพร ทิพย์คง (2544: 113-114) กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาควจะมีวิธีการที่มากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง และได้เสนอเกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา
 - 2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
 - 1 คะแนน สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง
 - 0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา
 - 2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูกต้อง
 - 1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกแต่ยังมีส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
 - 0 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา
 - 2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
 - 1 คะแนน สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง
 - 0 คะแนน สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
4. การตอบ
 - 2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์
 - 1 คะแนน สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด
 - 0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2559: 38-39) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4(ดีมาก)	ได้คำตอบถูกต้องสมบูรณ์ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่เหมาะสมและแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน
3(ดี)	ได้คำตอบถูกต้องดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่เหมาะสมแต่เขียนอธิบายได้ไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	ได้คำตอบถูกต้องแต่ไม่ได้แสดงวิธีการแก้ปัญหามีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการคิดคำนวณนำไปสู่การหาคำตอบที่ผิดพลาด
1 (ผ่าน)	พยายามแก้ปัญหด้วยวิธีที่ไม่เหมาะสมไม่คิดหาวิธีอื่น
0 (ควรปรับปรุง)	ไม่ได้แสดงการแก้ปัญหาหรือคัดลอกข้อมูลจากปัญหา

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2559). *คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. หน้า 38-39.

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะวัดเป็นลำดับขั้นตอน โดยแบ่งขั้นตอนการให้คะแนน 4 ขั้นตอนคือ

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏเห็น
การทำความเข้าใจปัญหา 1. โจทย์ต้องการหาอะไร 2. โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง	1	คำตอบถูกต้อง
	0	คำตอบไม่ถูกต้อง
	1	คำตอบถูกต้อง
	0	คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ
การวางแผนแก้ปัญหา	4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้และบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์
	3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้และบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
	2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้และบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้และบอกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องได้เพียงเล็กน้อย
	0	แสดงวิธีแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบตาม
การดำเนินการแก้ปัญหา	4	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผลถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง
	3	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผลถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ คำตอบถูกต้อง
	2	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผลถูกต้องบางส่วน คำนวณผิดพลาดบางส่วน
	1	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผลถูกต้องบางส่วน คำนวณผิด
	0	ตอบผิดไม่ตรงกับการวางแผนหรือไม่แสดงวิธีทำ
การตรวจสอบผล	2	แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้ด้วยวิธีการที่ถูกต้องสรุปคำตอบครบถ้วนสมบูรณ์
	1	แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้ด้วยวิธีการที่ถูกต้องสรุปครบถ้วนเพียงบางส่วน
	0	ตรวจคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตรวจคำตอบ

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยต่างประเทศ

ทูกอร์ (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 72; อ้างอิงจาก Tougaw. 1994: 2934-A) ได้ศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาที่เป็นแบบเปิดกว้าง (Open approach) ในการสอนคณิตศาสตร์ โดยศึกษาถึงพฤติกรรม การแก้ปัญหาและเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยการแก้ปัญหาแบบเปิดกว้าง หมายถึง การคาดเดา การสืบค้น การอภิปราย การพิสูจน์ และการหา รูปแบบไป ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนต้องใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการคิดและเจตคติทางบวกเป็นพื้นฐาน ผลการทดลองพบว่านักเรียนผ่านการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิดกว้างมีเจตคติทางบวกต่อการเรียน และเพศไม่มีความแตกต่างต่อพฤติกรรมในการแก้ปัญหา

แพนดิสซิโอ (Pandiscio. 2002: 216-220) ได้ทำการวิจัยโดยสำรวจการเชื่อมโยงมโนคติการพิสูจน์กับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาฝึกสอน โดยใช้นักศึกษาฝึกสอน 4 คน (ชาย 2 คน หญิง 2 คน) แก้ปัญหาเรขาคณิตที่ไม่คุ้นเคย โดยใช้พื้นฐานมโนคติของยูคลิดจำนวน 2 ข้อ ให้สร้างการพิสูจน์ตามรูปแบบที่ให้ผลออกมาเป็นรูปแบบกรณีทั่วไป และให้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิต ผลปรากฏว่า นักศึกษาฝึกสอน 4 คนยอมรับว่าแม้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตจะไม่ช่วยในการพิสูจน์ แต่เป็นเครื่องมือช่วยสร้างการรับรู้ให้เกิดความเข้าใจสามารถเชื่อมโยงในปัญหาหรือทฤษฎีบท แล้วนำไปใช้ในการพิสูจน์ได้

วิลเลียม (William. 2003: 185-187) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาว่าสามารถช่วยส่งเสริมการทำงานแก้ปัญหาได้ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองสามารถแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนจำนวน 75% มีความพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้และนักเรียนจำนวน 80% บอกว่ากิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้น

แอนนาเบิล (สุภาพร ปิ่นทอง. 2554: 87; อ้างอิงจาก Annable. 2006: Abstract) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในนักเรียนระดับเกรด 6 การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของประสบการณ์ลักษณะของห้องพักรูถึงการเปลี่ยนแปลงแหล่งที่มาที่แตกต่างกันรวมทั้งการตรวจสอบเจตคติของนักเรียน การทดสอบการวิเคราะห์ การบันทึกการแก้ปัญหาขึ้นงานการเรียนรู้ที่สมบูรณ์การบันทึกภาคสนาม สมุดบันทึกประจำตัวนักเรียน และการสัมภาษณ์ นอกเหนือจากหลักสูตรของการศึกษา ทั้งนักเรียนและครูก็เผชิญหน้าอย่างท้าทายในการปรับตัวของลักษณะวิชาคณิตศาสตร์ การตอบสนองถึงวิธีการสอนทั้งหมดที่แตกต่างกันจากนักเรียนถึงนักเรียน นั่นคือประสบการณ์เรียนรู้และเวลาของการเติบโต

งานวิจัยในประเทศ

สุริเยศ สุขแสง (2548: 75) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา กับนักเรียนที่เรียนปกติ พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

มะลิวรรณ ผ่องราษี (2549: 110 - 111) ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสื่อสารแนวความคิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสื่อสารแนวความคิดมีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับที่ 1 ถึงระดับที่ 4 ซึ่งพิจารณาจากผลการทำใบงานและแบบฝึกหัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสื่อสารแนวความคิดสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

อรชร ภูบุญเดิม (2550: 67) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์สมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ตัวแทน (Representation) ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้ตัวแทนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้ตัวแทนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ปิยะนาถ เหมวิเศษ (2551: 80) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชมพูนุท วนสันเทียะ (2552: 201) ได้ทำการศึกษาความคิดรวบยอดและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราชวินิตบางเขน โดยใช้วิธีการสอนแบบโยนิโสมนัสการร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ ผลจากการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบโยนิโสมนัสการร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สุคนธ์ธำ ธรรมพุกโธ (2552: 125) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการเน้นกระบวนการกลุ่มเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น มีทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น มีทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มนนัทย์ ชาญธัญกรรม (2554: 99) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังรูปตัววี (Vee Diagrams) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่าทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังรูปตัววี เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภาพร ปิ่นทอง (2554: 135) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องอสมการ หลังจากได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และสอนโดยใช้เทคนิค KWDL สูงกว่าก่อนได้รับการสอน โดยรูปแบบ SSCS กับการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สันนิสา สมัยอยู่ (2554: 132) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

กมลวรรณ ใจอารีย์ (2556: 95) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่องปัญญานุพันธ์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่องปัญญานุพันธ์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคเพื่อนเรียน เรื่องปัญญานุพันธ์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 44.68 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.47

กรกนก คำเพชร (2557: 34) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการฝึกประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบ SSCS พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยจะเห็นได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ โดยเทคนิคและวิธีการสอนนั้นก็ปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้และใช้เทคนิคที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหอย่างต่อเนื่อง

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เทอร์เบอร์ (อัศวิน พุ่มมรินทร์. 2556: 68; อ้างอิงจาก Thurber. 1976: 513) กล่าวถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการตั้งเหตุการณ์ในกิจกรรมการเขียนหรือการพูดในเรื่องประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งจะมีผลการปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเอง เมื่อผู้เรียนได้ฝึกฝนเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ผู้เรียนมีพลังในการคิดด้วยตนเอง

ทับส์ และมอส (อัศวิน พุ่มมรินทร์. 2556: 51; อ้างอิงจาก Tubbs; & Moss. 1983: 4) กล่าวว่า การสื่อสาร เป็นกระบวนการของการร่วมกันสร้างสรรค์ความหมายระหว่างคนสองคนหรือมากกว่านั้น

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 2) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการทางคณิตศาสตร์และผลที่เกิดขึ้น

สุกัญญา บุญเดชาชัย (2550: 3) กล่าวถึงความหมายของการสื่อสารคือ การสื่อสารระหว่างมนุษย์เท่านั้นไม่รวมถึงการคมนาคมขนส่งสินค้า วัตถุสิ่งของ หรือบุคคลโดยอาศัยถนนหนทางแต่อย่างใด การสื่อสารเป็นพฤติกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับจิตใจ และการแสดงออกของคนที่ทำการสื่อสารกัน การสื่อสารจะมีการแลกเปลี่ยน “ข่าวสาร” ทักษะคิด ความคิด ฯลฯ

ปริญญา สองสีดา (2550: 33) กล่าวว่า การสื่อสารคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดเรื่องราวหรือแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียนที่เป็นตัวแทนการคิดของนักเรียนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการตามสถานการณ์จำลองต่างๆ ที่ครูผู้สอนกำหนดให้

จิตติมา ขอบเอียด (2551: 43) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นการใช้การพูด และการเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ รูปภาพและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวความคิด ซึ่งแสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องชัดเจน และรัดกุม

จิรากร สำเร็จ (2551: 15) กล่าวถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการใช้ภาษาพูดและเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวคิด แสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 70) ระบุว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ

สัญญา ภัทรกร (2552: 118) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การถ่ายทอด ความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างแนวคิดและอธิบายแนวคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม

อัมพร ม้าคนอง (2553: 56) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการสื่อสารและสื่อ ความหมายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร ให้มีความเข้าใจตรงกัน โดยนักเรียน ในฐานะผู้ส่งสารต้องมีความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับ คณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ เช่น การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย การอธิบายลำดับขั้นตอนของการทำงานการแสดงผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตารางการ วาดรูป แผนผังความคิด กราฟ หรือค่าสถิติ ในการอธิบายหรือการนำเสนอข้อมูล

จากความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การอธิบาย ชี้แจง แสดงความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้มีความเข้าใจตรงกันระหว่าง ผู้รับสารและผู้ส่งสาร ตลอดจนแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น โดยใช้ภาษา และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ในการสื่อความหมายและการนำเสนอ

4.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 26) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาทางคณิตศาสตร์เป็น สะพานเชื่อมโยงสาระหรือความคิดที่ไม่เป็นทางการหรือสามัญสำนึกไปสู่ภาษาที่เป็นนามธรรม และ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงที่ สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นวัตถุ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ต่างๆ คำพูด และ การแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิดความเข้าใจ ที่ลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน

มัมมี และเชพเพิร์ด (พรภัทร สินดี. 2557: 68-69; อ้างอิงจาก Mumme; & Shepherd. 1993: 7-9) กล่าวว่าความสำคัญของการสื่อสารคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การสื่อสารช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ด้วยการแสดงแนวคิด การอภิปราย และการรับฟังผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เชิงลึกและช่วยให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

2. การสื่อสารช่วยแบ่งปันความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการพูดอภิปราย ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้พัฒนาการใช้ภาษาอย่างง่าย การเข้าใจในกฎ นิยาม และสัญลักษณ์ต่างๆ

3. การสื่อสารสามารถเพิ่มความสามารถให้นักเรียนในฐานะผู้เรียน นักเรียนได้ฝึกฝนความสามารถ และควบคุมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาด้วยตนเอง โดยการนำเสนอสิ่งที่พวกเขาคิดด้วยการพูดและการเขียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้น

4. การสื่อสารช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้โดยการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่มให้นักเรียนได้พูดและรับฟังผู้อื่น อันเป็นการช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน

5. การสื่อสารเป็นการช่วยเหลือครูได้รู้ถึงความคิดความเข้าใจของนักเรียน โดยครูสามารถรับรู้ถึงความคิด ความเข้าใจของนักเรียนได้โดยการฟังสิ่งที่พวกเขาอธิบายหรือแสดงเหตุผล

บุญเลิศ ศุภดิolk (2548: 83) กล่าวว่า การสื่อสารเป็นพฤติกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์เช่นเดียวกับพฤติกรรมอย่างอื่น เช่นการกิน การนอน การประหยัด หรือการลงคะแนนเสียง การสื่อสารเป็นกิจกรรมหรือสิ่งที่มนุษย์คิดและทำขึ้น เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ การสื่อสารจึงดูเหมือนมีชีวิตจิตใจและวิญญาณ การสื่อสารเกิดจากการที่มนุษย์เรามีความสัมพันธ์ (relationship) ซึ่งกันและกัน ความสัมพันธ์นี้อาจเกิดขึ้นระหว่างคนเพียงสองคน หรือระหว่างบุคคลคนเดียวกับบุคคลจำนวนมากก็ได้ ในอีกสถานการณ์หนึ่งอาจเป็นความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มบุคคลองค์การ และสังคมส่วนรวมก็ได้ทั้งนี้ นอกจากนี้ความสัมพันธ์อาจปรากฏในรูประหว่างบุคคลกับสัตว์ หรือกับเครื่องยนต์กลไกก็เป็นได้

อัมพร ม้าคนอง (2547: 103) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร โดยในกระบวนการสื่อสาร ผู้สื่อสารจะต้องจัดระบบความคิดและสื่อเป็นภาษาพูดหรือเขียนให้ผู้รับสารเข้าใจตรงกัน ในขณะเดียวกันผู้รับสารจะต้องทำความเข้าใจและติดตามในสิ่งที่ผู้สื่อสารพูดหรือเขียน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญในการทำให้เกิดสิ่งต่อไปนี้

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

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 70) กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นจะช่วยให้ นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมายเข้าใจได้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้ง และจดจำได้นานมากขึ้นด้วย

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีบทบาทสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยนักเรียนได้สื่อสารเพื่อแสดงและอภิปรายแนวคิด หรือแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่นทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

4.3 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เคนเนดี และทิปส์(พรพนทิภา ทองนวล. 2554: 134 – 137; อ้างอิงจาก Kennedy; & Tipps. 1994: 112) แบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)
 - 1.1 ไม่ใช้หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
 - 1.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
 - 1.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
 - 1.4 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representations)
 - 2.1 ไม่ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
 - 2.4 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ ชัดเจน
3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)
 - 3.1 การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)
 - 3.2 การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
 - 3.3 การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
 - 3.4 การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบถ้วน)

โคจาแคบคีน และเลน (กมลวรรณ ใจอารีย์. 2556: 61 – 62; อ้างอิงจาก Cai; Jakabsin; & Lane. 1996: 238 – 246) ได้เสนอกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีด เพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีประเมินรวม (Holistics) ไว้ 5 ระดับ คือ 0 – 4 คะแนน ดังตาราง 5

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคเพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ระดับ	เกณฑ์การประเมิน
4	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ) แสดงความเชี่ยวชาญในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ อาจมีการยกตัวอย่างประกอบการให้เหตุผล
3	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์ การสื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ) แสดงการสนับสนุนการให้เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจมีช่องว่างเล็กน้อย
2	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือมีสองนัย แผนภาพประกอบบกพร่องหรือไม่ชัดเจน การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก การให้เหตุผลอาจไม่สมบูรณ์หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน
1	อธิบายคำตอบอาจหรือเข้าใจยาก แผนภาพประกอบไม่ถูกต้องตามสถานการณ์ ปัญหา หรือแผนภาพไม่ชัดเจน ตีความหมายยาก
0	การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหาแผนภาพประกอบผิดพลาด

ที่มา: Cai, Jinfa.;Jakabcsin, Mary S.; & Lane, Suzanne. (1996, May). Assessing Student's Mathematical Communication. *School Science and Mathematics*. 96(5): 242. (กมลวรรณ ใจอารีย์. 2556: 61 – 62; อ้างอิงจาก Cai; Jakabsin; & Lane. 1996: 238 – 246)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 18-19) ได้กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

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

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน คือ ความสามารถในการสื่อสารทางด้านการพูด และความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียน โดยความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดอธิบายแนวคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะเรียน และการสังเกตการนำเสนอหน้าชั้นเรียน และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนโดยประเมินผลการเขียนจากใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยต่างประเทศ

โจฮันนิง (อัศวิน พุ่มมรินทร์. 2556: 74; อ้างอิงจาก Johanning. 2000: 151-160) ได้ศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับการเขียนและการทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในวิชาพีชคณิตเบื้องต้นโดยส่งเสริมให้นักเรียนอ่านเขียนและอภิปรายทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยให้ความสำคัญกับการเขียนที่จะช่วยให้นักเรียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมพร้อมไว้ใช้ในการอภิปรายอีกทั้งการเขียนของนักเรียนยังเป็นผลงานที่ครูใช้ตรวจสอบความเข้าใจได้อีกด้วยเพื่อดูว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรคิดอย่างไรกับวิธีแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบายซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 14 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 34 คนรวมทั้งสิ้น 48 คนใช้เวลาในการดำเนินการเป็นเวลา 1 ปีมีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการตรวจสอบการเขียนของนักเรียนการบันทึกเสียงขณะการอภิปรายกลุ่มและการสัมภาษณ์นักเรียนผลการศึกษาพบว่าการเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการสื่อสารความคิดของตนลงบนกระดาษแล้วถ่ายทอดสู่บุคคลอื่นนอกจากนี้การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่มทำให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะอภิปรายร่วมกันกับครูและเพื่อนและการเขียนช่วยทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่มซึ่งบรรยากาศเช่นนี้ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเต็มที่จากการคิดการเขียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

พอร์เตอร์ (Porter. 2009: Abstract) ได้ศึกษาความสามารถในการเขียนเพื่ออธิบายความเข้าใจในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการศึกษาคณิตศาสตร์ขั้นสูงที่วิทยาลัยเซนต์แมรีโดยเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการอ่านเขียนและมีความรู้เกี่ยวกับการพิสูจน์ซึ่งเทคนิคอย่างหนึ่งของการเรียนที่เน้นการอ่านและการเขียนนี้คือให้นักเรียนเขียนอธิบายเทคนิคการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 4 หน้ากระดาษจากผลการศึกษาพบว่านักเรียนในห้องเรียนที่เรียนรู้แบบนี้สามารถเขียนการพิสูจน์แบบอุปนัยทางคณิตศาสตร์ได้ในขณะที่นักเรียนห้องอื่นที่ไม่ได้เรียนรู้แบบนี้เขียนการพิสูจน์โดยหาข้อขัดแย้งนับได้ว่าการให้นักเรียนได้เขียนอธิบายเพื่อสื่อสารแนวคิดหรือความเข้าใจนั้นเป็นประโยชน์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป

งานวิจัยในประเทศ

วัชร ชันเชื้อ (2545: 119) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นโดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการพูดและการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นโดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารนักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ร้อยละ 70

ชานนท์ ศรีม่วงงาม (2549: 76-80) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division: STAD) เรื่องจำนวนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการใช้ชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ผลการศึกษาพบว่าความก้าวหน้าของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปโดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 81.02

ปริญญา สองสีดา (2550: 76-81) ได้ศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่องทศนิยมและเศษส่วนผลการศึกษาพบว่าทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดการอ่านการเขียนและโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิตติมา ขอบเอียด (2551: 89-91) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะการให้เหตุผล และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ปัญหาปลายเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 45 คน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.67

พรณทิกา ทองนวล (2554: 194-208) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทำการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ผลการศึกษาพบว่าหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้การจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัศวิน พุ่มมรินทร์ (2556: 97) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา (CIPPA MODEL) เรื่องลำดับและอนุกรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่าการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งพัฒนาได้โดยครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการพูดและการเขียน อีกทั้งเป็นการส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกันแล้ว ยังเป็นการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ครูที่จะได้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพ่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การกำหนดแบบแผนในการทดลอง
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้การวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง ตำบลท่าพี่เลี้ยง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 12 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 490 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง ตำบลท่าพี่เลี้ยง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 48 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit) ด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 16 คาบ 8 แผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง อัตราส่วน	จำนวน 6 คาบ	3 แผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง สัดส่วน	จำนวน 4 คาบ	2 แผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง ร้อยละ	จำนวน 6 คาบ	3 แผนการจัดการเรียนรู้

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย

การศึกษาค้นคว้าดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งใช้เวลาในการทดลอง 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแบ่งเป็น ทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ ดำเนินการสอน 16 คาบ และทดสอบหลังเรียน 2 คาบ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
4. แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน 16 คาบ ตามขั้นตอนดังนี้

- 1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 1.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)
- 1.3 ศึกษาเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้จากคู่มือครูชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ
- 1.4 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think Pair Share) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.6 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ตามเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ศึกษา เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ 8 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนที่เท่ากัน	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สัดส่วน	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ร้อยละ	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ	จำนวน 2 คาบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับดอกเบี้ย	จำนวน 2 คาบ

ซึ่งแต่ละแผนมีรายละเอียด ดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้
2. ตัวชี้วัด
3. สาระสำคัญ
4. จุดประสงค์การเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน
 - 4.1 ด้านความรู้
 - 4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ
 - 4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
5. สาระการเรียนรู้
6. กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย ขั้นตอนต่อไปนี้
 - 6.1 ขั้นนำ
 - 6.2 ขั้นสอน
 - 6.3 ขั้นฝึกทักษะ
 - 6.3.1 ขั้น Search : S (Think)
 - 6.3.2 ขั้น Solve : S (Think , Pair)
 - 6.3.3 ขั้น Create : C (Pair)
 - 6.3.4 ขั้น Share : S (Share)

6.4 ขั้นสรุป

7. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้
8. การวัดและการประเมินผล
9. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องของมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างการจัดและการประเมินผลกับตัวชี้วัด แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล การศึกษา จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องของมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ผลจากพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of item-objective Congruence) ของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) จำนวน 8 แผน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องอัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน สัดส่วน โจทย์ปัญหาสัดส่วน และ โจทย์ปัญหาร้อยละ และอีก 3 แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.6 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน ร้อยละ และโจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับดอกเบี้ยผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้ปรับปรุงในเรื่องภาษา และการเขียนแสดงขั้นตอนของกระบวนการให้ละเอียดเพิ่มขึ้น (รายละเอียดแสดงในตาราง 13 ภาคผนวก ก)

1.9 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำแผนที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ เป็นแบบทดสอบ อัตนัยจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 12 คะแนน รวม 60 คะแนน ใช้เวลา 50 นาที ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสงวนหญิง ตำบลท่าพี่เลี้ยง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี

2.2 ศึกษาหลักการและวิธีในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและร้อยละโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring rubric) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของ สิริพร ทิพย์คง (2544: 113) และสันนิสา สมัยอยู่ (2554: 108)

2.4 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC: Index of item-objective Congruence) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 จำนวน 9 ข้อ และอีก 1 ข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.6 (รายละเอียดแสดงในตาราง 14 ภาคผนวก ก)

2.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เคยเรียนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละมาแล้วหนึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 48 คน ของโรงเรียนสงวนหญิง แล้วนำผลมาวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.53-0.65 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.31 - 0.50 โดยคัดเลือกให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งทั้ง 5 ข้อนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1 (รายละเอียดแสดงในตาราง 17 ภาคผนวก ก)

2.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจำนวน 5 ข้อไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เคยเรียนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละมาแล้ว อีกหนึ่งกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เคยทดลองใช้ (try out) นำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์โดยผู้วิจัยและเพื่อนครูที่สอนในระดับชั้นเดียวกันอีกหนึ่งคนช่วยตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ แล้วนำคะแนนมาหาค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (ซูคีรี วงศ์รัตนะ. 2550: 312) ได้ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจ (Reliability of Rater) ให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเท่ากับ 0.99 แสดงว่าการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดมีความเชื่อถือได้ (รายละเอียดแสดงในตาราง 19 ภาคผนวก ก)

2.9 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 200) ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาเท่ากับ 0.86

2.10 จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป



ตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ

คำชี้แจง จงเขียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาและหาคำตอบของปัญหาต่อไปนี้

(0) วินัยขับรถยนต์คันหนึ่งแล่นด้วยอัตราเร็วคงที่ โดยขับได้ระยะทาง 1,000 กิโลเมตร ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ถ้าระยะทางทั้งหมด 1,500 กิโลเมตร วินัยจะใช้เวลาเดินทางกี่ชั่วโมง

การทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร :

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ :

การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยข้อทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- (0) วินัยขับรถยนต์คันหนึ่งแล่นด้วยอัตราเร็วคงที่ โดยขับได้ระยะทาง 1,000 กิโลเมตร ใช้เวลา 4 ชั่วโมง
ถ้าระยะทางทั้งหมด 1,500 กิโลเมตร วินัยจะใช้เวลาเดินทางกี่ชั่วโมง

การทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร: ระยะทาง 1,500 กิโลเมตร วินัยจะใช้เวลาเดินทางกี่ชั่วโมง

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ : 1. ขับรถด้วยความเร็วคงที่

2. ระยะทาง 1,000 กิโลเมตร ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

การวางแผนแก้ปัญหา

กำหนดสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาเป็นตัวแปรหรือตัวไม่ทราบค่า

เขียนเป็นอัตราส่วนระยะทางต่อเวลา ดังนี้ $1,500 : x$

จากข้อมูลที่โจทย์กำหนด เขียนอัตราส่วนระยะทางต่อเวลา ดังนี้ $1,000 : 4$

จะได้ว่า อัตราส่วนสองอัตราส่วนเท่ากันเขียนสัดส่วนจากข้อมูลที่กำหนดและสิ่งที่ต้องการหาแล้วหาเวลาที่ให้ในการเดินทางตามที่โจทย์ถาม (ตัวไม่ทราบค่าหรือตัวแปรที่กำหนดไว้) โดยวิธีแก้สมการ

การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

ให้ระยะทาง 1,500 กิโลเมตร ใช้เวลา x ชั่วโมง

เขียนเป็นอัตราส่วนระยะทางต่อเวลา ดังนี้ $1,500 : x$

โจทย์กำหนดระยะทาง 1,000 กิโลเมตร ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

เขียนเป็นอัตราส่วนระยะทางต่อเวลา ดังนี้ $1,000 : 4$

จะได้ $1,000 : 4 = 1,500 : x$

เขียนเป็นสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{1,000}{4} = \frac{1,500}{x}$

$$\frac{1,000}{4} = \frac{1,500}{x}$$

$$x = \frac{1,500 \times 4}{1,000}$$

$$x = \frac{60}{10}$$

$$x = 6$$

ดังนั้น ระยะทาง 1,500 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทาง 6 ชั่วโมง

การตรวจสอบผล

จากโจทย์ กำหนด 1,000 กิโลเมตร ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

แสดงว่า ในเวลา 1 ชั่วโมง เดินทางได้ $\frac{1,000}{4} = 250$ กิโลเมตร

จะได้ว่า ในเวลา 6 ชั่วโมง เดินทางได้ $6 \times 250 = 1,500$ กิโลเมตร

ดังนั้นคำตอบที่หาได้ คือใช้เวลาเดินทาง 6 ชั่วโมงจึงถูกต้อง

ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏเห็น
ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา 1. โจทย์ต้องการหาอะไร	1	คำตอบถูกต้อง
	0	คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ
2. โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง	1	คำตอบถูกต้อง
	0	คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ
ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา	4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหา และอธิบายแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์
	3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาได้ถูกต้องครบถ้วน และอธิบายแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
	2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาได้ถูกต้องครบถ้วน แต่อธิบายแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง
	1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาได้ถูกต้องบางส่วน ไม่ครบถ้วน และอธิบายแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง
	0	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาและอธิบายแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาไม่ได้

ตาราง 6 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ที่ปรากฏเห็น
ความสามารถในการ ดำเนินการแก้ปัญหาตาม แผนที่วางไว้	4	แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่วางไว้ได้ครบถ้วน และ ถูกต้องชัดเจนทุกขั้นตอน
	3	แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่วางไว้ได้ครบถ้วน และ ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน
	2	แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่วางไว้ได้ไม่ครบถ้วน และ ถูกต้องเพียงบางส่วน
	1	แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่วางแผนที่วางไว้ได้ไม่ครบถ้วน และไม่ถูกต้อง
	0	แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่วางแผนที่วางไว้ไม่ได้หรือไม่ แสดงวิธีทำ
ความสามารถในการ ตรวจสอบผล	2	แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง และสมบูรณ์ และสรุปผลการตรวจสอบได้
	1	แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง แต่ ไม่สมบูรณ์ และสรุปผลการตรวจสอบได้บางส่วน
	0	แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถ สรุปผลการตรวจสอบได้

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เป็นเครื่องมือที่
ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ เป็นแบบทดสอบ
อัตนัยจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 20 คะแนน ใช้เวลา 50 นาที ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้าง
แบบทดสอบดังนี้

3.1 ศึกษาหลักการและวิธีในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทาง
คณิตศาสตร์ด้านการเขียน

3.2 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนซึ่งได้ปรับปรุงจากพรภัทร ลินดี (2557: 82) และจิตติมา ชอบเอียด (2551: 73-75)

3.3 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยสร้างแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมการสื่อสารด้านการเขียน แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

3.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน จำนวน 10 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมการสื่อสารด้านการเขียน (IOC: Index of item-objective Congruence) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ทุกข้อ (รายละเอียดแสดงในตาราง 15 ภาคผนวก ก)

3.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เคยเรียนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละมาแล้วอีก 1 กลุ่มตัวอย่าง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง จำนวน 48 คน ของโรงเรียนสงวนหญิง แล้วนำผลมาวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.50-0.70 และค่าอำนาจจำแนก (D) 0.46-0.67 โดยคัดเลือก 5 ข้อ ซึ่งทั้ง 5 ข้อนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1 (รายละเอียดแสดงในตาราง 18 ภาคผนวก ก)

3.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจำนวน 5 ข้อไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เคยเรียนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละมาแล้ว อีกกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เคยทดลองใช้ (try out) มาแล้ว นำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์โดยผู้วิจัยและเพื่อนครูที่สอนในระดับชั้นเดียวกันอีกคนหนึ่งช่วยตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ แล้วนำคะแนนมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 312) ได้ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.997 แสดงว่าการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดมีความเชื่อถือได้ (รายละเอียดแสดงในตาราง 20 ภาคผนวก ก)

3.8 นำแบบทดสอบอัตราณ์ทั้งฉบับมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 200) ซึ่งได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาเท่ากับ 0.82

3.9 จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

คำชี้แจง จงเขียนแสดงวิธีทำ

(0). ร้านค้าขายคุกกี้ในราคา 5 ชิ้น 12 บาท ถ้าซื้อคุกกี้มาราคา 180 บาท เราจะได้คุกกี้กี่ชิ้น จงเขียนสัดส่วนแสดงความสัมพันธ์และแสดงวิธีการหาคำตอบ

.....

.....

.....

เฉลยข้อสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

(0) ร้านค้าขายคุกกี้ในราคา 5 ชิ้น 12 บาทเขียนอัตราส่วนได้เป็น 5 : 12

ให้ ซื้อคุกกี้มา x ชิ้น ราคา 180 บาท เขียนอัตราส่วนได้เป็น $x : 180$

จะได้ $5 : 12 = x : 180$

จะได้สัดส่วนแสดงความสัมพันธ์คือ $\frac{5}{12} = \frac{x}{180}$

$$\frac{5}{12} \times 180 = x$$

$$75 = x$$

ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
4	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องตามลำดับขั้นตอนชัดเจน และครบถ้วน
3	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องตามลำดับขั้นตอนชัดเจนเป็นส่วนใหญ่
2	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องตามลำดับขั้นตอนชัดเจนเพียงบางส่วน
1	เขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องตามลำดับขั้นตอน แต่ไม่ชัดเจน
0	ไม่สามารถเขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ หรือไม่มีร่องรอยในการนำเสนอใด ๆ

4. แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนประเมินโดยครูผู้สอน มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาหลักการและวิธีการในการสร้างแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง

4.2 สร้างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดมีประเด็นในการประเมิน 3 ประเด็น ได้แก่ 1) พูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง 2) พูดอธิบายขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง 3) พูดสรุปวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมการสื่อสารด้านการพูด

4.3 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยปรับปรุงจากแนวคิดของสันนิสา สมัยอยู่ (2554: 115) และจิตติมา ขอบเอียด (2551: 77)

4.4 นำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดพร้อมเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องกับพฤติกรรมการสื่อสารด้านการพูด แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน คณิตศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างประเด็นในการประเมินกับพฤติกรรมในการสื่อสารด้านการพูด ได้โดยการหาค่า ดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of item-objective Congruence) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1 ทั้ง 3 ข้อ (รายละเอียดแสดงในตาราง 16 ภาคผนวก ก)

4.6 นำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและเกณฑ์การ ให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบแก้ไข

4.7 จัดทำแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

ตัวอย่างแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด
คำชี้แจง ให้พิจารณาพฤติกรรมในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนแล้วทำ

เครื่องหมาย ลงในช่องที่สอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนน

ชื่อ-สกุลชั้น.....เลขที่.....

พฤติกรรม	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
1. พูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง				
2. พูด อธิบายขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง				
3. พูดสรุปวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง				

ผู้สังเกต

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

1. พูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจ

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3	พูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้องทั้งหมด
2	พูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
1	พูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้องบางส่วน
0	ไม่สามารถพูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจได้

2. พูดอธิบายขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3	พูดอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่น่ามาใช้แก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด
2	พูดอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่น่ามาใช้แก้ปัญหาได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
1	พูดอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่น่ามาใช้แก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
0	ไม่สามารถพูดอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่น่ามาใช้แก้ปัญหาได้

3. พูดสรุปวิธีการแก้ปัญหา

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3	พูดสรุปวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนและถูกต้องทั้งหมด
2	พูดสรุปวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนและถูกต้องส่วนใหญ่
1	พูดสรุปวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนและถูกต้องบางส่วน
0	ไม่สามารถพูดสรุปวิธีการแก้ปัญหาได้

การกำหนดแบบแผนในการทดลอง

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้แผนการทดลองแบบ One-Group Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศ;

และอังคณา สายยศ. 2538: 248-249)

ตาราง 8 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental group)
- T₁ แทน การทดสอบก่อนที่จะจัดการเรียนรู้ (Pre-test)
- X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)
- T₂ แทน การทดสอบหลังจากที่จัดการเรียนรู้ (Post-test)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับนักเรียนในโรงเรียนสงวนหญิง ตำบลท่าพี่เลี้ยง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 48 คน ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียม

1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ เอกสาร สำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้

2. ขั้นดำเนินการทดลอง

2.1 ผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละเพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

2.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

2.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ตามแผนการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.4 เมื่อดำเนินการสอนครบตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

2.5 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง แล้วนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดมาวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) โดยคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบ t-test for dependent samples

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) โดยคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตกับเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ด้วยการทดสอบ t-test for one sample

3. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-pair-share) โดยคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบ t-test for dependent samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) โดยคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตกับเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ด้วยการทดสอบ t-test for one sample

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถิติวิเคราะห์ผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

ผู้วิจัยคำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item-objective congruence : IOC) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 248-249) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องที่มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความง่าย (P_E) ของข้อสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน แบบอัตนัย โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้เทคนิค 25% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด โดยใช้สูตรของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney & Sabers) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 199-200)

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

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 หาค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยใช้สูตรของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney; & Sabers) (ลิ้วน 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 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และคำนวณจากสูตร α -Coefficient จากสูตรครอนบาค (Cronbach) (ลิ้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 200)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
	s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	s_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

2.5 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนโดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2550: 312)

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

r_{xy} 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. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้ค่าสถิติ t-test for one sample เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และด้านการพูด หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 134)

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

t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ใช้ค่าสถิติ t-test for dependent samples เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และด้านการพูดก่อน และหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 104)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t-distribution
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	N	แทน	จำนวนคู่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายผลของการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ ($\mu_0=70$)
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)
df	แทน	ค่าความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom)
k	แทน	คะแนนเต็ม
t	แทน	ค่าสถิติของการแจกแจงแบบ t-distribution

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) โดยใช้สถิติ t- test for dependent samples
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample

3. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) โดยใช้ t- test for dependent samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

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

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) โดยใช้สถิติ t- test for dependent samples ดังตาราง 9

ตาราง 9 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	$\bar{x}$	s	$\sum D$	$\sum D^2$	t	p
ก่อนทดลอง	48	60	18.69	5.89	1,216	31,880	36.71*	.000
หลังทดลอง	48	60	44.02	7.54				

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample ดังตาราง 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	$\bar{x}$	s	μ_0 (70%)	t	p
	48	60	44.02	7.54	42	1.86*	.069

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 44.02 คิดเป็นร้อยละ 73.37

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) โดยใช้สถิติ t-test for dependentsamples ดังตาราง 11

ตาราง 11 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและด้านการพูดของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	n	k	ก่อน		หลัง		$\sum D$	$\sum D^2$	t	p
			$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s				
ด้านการเขียน	48	20	8.88	2.49	15.17	3.95	302	2,476	12.45*	.000
ด้านการพูด	48	9	4.48	0.90	7.67	1.08	153	601	14.22*	.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากตาราง 11 พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และด้านการพูด ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample ดังตาราง 12

ตาราง 12 การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและด้านการพูด ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	n	k	$\bar{x}$	s	μ_0 (70%)	t	p
ด้านการเขียน	48	20	15.17	3.95	14	2.05*	.046
ด้านการพูด	48	9	7.67	1.08	6.3	8.78*	.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากตาราง 12 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และด้านการพูดของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านการเขียนเท่ากับ 15.17 และคะแนนเฉลี่ยด้านการพูดเท่ากับ 7.67 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75.85 และ 85.22 ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสงวนหญิง ตำบลท่าพี่เลี้ยง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 48 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit) ด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
4. แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

การดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนสงวนหญิง ตำบลท่าพี่เลี้ยง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think - Pair - Share) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในระหว่างวันที่ 3 – 30 สิงหาคม 2559
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think - Pair - Share) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามได้ถูกต้อง
3. เก็บคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ซึ่งคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยมีขั้นตอนดังนี้
 - 3.1 คาบที่ 1 ของการทดลอง ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ
 - 3.2 คาบที่ 2 ของการทดลอง ทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน จำนวน 5 ข้อ และทำการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด
4. คาบที่ 3-18 รวมทั้งสิ้น 16 คาบ ดำเนินการทดลองสอน โดยทำการสอนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ
5. เมื่อดำเนินการทดลองสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ทำการทดสอบหลังการเรียนรู้ โดยทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียน และประเมินความสามารถในการสื่อสารด้านการพูด

6. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และการพูด หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และการพูด หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการสอนแก้ปัญหาให้กับนักเรียนโดยนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา โดยการสอนแก้ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหานั้นนอกจากนักเรียนจะได้เรียนรู้การแก้ปัญหานั้นๆ แล้ว นักเรียนยังได้เรียนรู้กระบวนการในการแก้ปัญหานั้นด้วย (นวลจันทร์ ผมอดทา. 2545; อ้างอิงจาก Chiappetta; & Russell. 1982: 85-93) โดยการแก้ปัญหาก็เป็นเป้าหมายที่สำคัญของการศึกษา ที่เปิดโอกาส

ให้นักเรียนได้ตระหนักถึงกระบวนการแก้ปัญหาและการพัฒนาเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 11; อ้างอิงจาก Stewart. 1982:731-741; & Waveing. 1980: 633-636) ซึ่งกิจกรรมการแก้ปัญหาก็เป็นกฎสำคัญของการเรียนรู้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการสอนกระบวนการแก้ปัญหา ที่ครูต้องดึงศักยภาพความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนออกมา อีกทั้งการสอดแทรกเทคนิค เพื่อนคู่คิด (Think-Pair-share) ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและทักษะการสื่อสารให้คู่ ของตนเข้าใจ นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น (สมบัติ การจนารักพงศ์. 2547: 12) ทำให้การจัดการ เรียนรู้ ทั้ง 4 ขั้นตอนของกระบวนการ SSCS สมบูรณ์และช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น โดยได้สอดแทรกเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ในกระบวนการ SSCS ดังนี้

ขั้นที่ 1 Search : S เป็นขั้นของการแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและแยกแยะประเด็น ปัญหา โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด สอดแทรกเทคนิคเพื่อนคู่คิดในขั้นตอนการกระตุ้นให้นักเรียนได้ คิด (Think) ซึ่งในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนได้ศึกษาตัวอย่างและศึกษาวิธีการแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้มี หน้าที่กระตุ้นถามนักเรียนว่า โจทย์ให้อะไรมาบ้างและโจทย์ต้องการถามหาอะไร โดยให้นักเรียนได้เป็น ผู้คิดหาคำตอบด้วยตนเองให้ได้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของพิซซินิ เชพพาร์ดสัน และเอเบลล์ (Pizzini; Shepardson; & Abell. 1989: 528-529) ที่กล่าวถึงหลักการแก้ปัญหว่าการจัดการเรียน การสอนที่ครูควรให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยสร้างสิ่งแวดล้อมที่มีปัญหาแล้วให้นักเรียน วิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาสาเหตุปัญหา ตลอดจนลงมือแก้ปัญหา และหาคำตอบ ครูทำหน้าที่เป็นผู้ที่ จะต้องคอยให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ

ขั้นที่ 2 Solve : S เป็นขั้นของการวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหด้วยวิธีการที่เหมาะสม หรือการหาคำตอบของปัญหาโดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด สอดแทรกเทคนิคเพื่อนคู่คิดใน ขั้นตอนการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด (Think) และให้นักเรียนจับคู่ ร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและ ประสบการณ์ (Pair) โดยในขั้นนี้ในช่วงแรกต้องใช้เวลามากเพราะนักเรียนบางคนไม่สามารถวางแผน แก้ปัญหาได้ บางคนไม่กล้าเขียนขั้นตอนที่เป็นความคิดของตนเองลงไปในงานเพราะเกรงว่าจะผิด ครูจะต้องให้นักเรียนย้อนกลับไปดูตัวอย่างข้อก่อนหน้าและใช้คำถามกระตุ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ตลอดจนมีการให้นักเรียนจับคู่แลกเปลี่ยน ความคิดกับเพื่อนทำให้นักเรียนแต่ละคู่มีการแลกเปลี่ยนความคิด อธิบายส่วนที่เป็นปัญหาและร่วมกัน แก้ปัญหา และนำความคิดที่ดีที่สุดของแต่ละคู่มาเป็นคำตอบ ซึ่งตรงกับวิธีที่ เลวิน กล่าวเกี่ยวกับเทคนิค การจัดการเรียนรู้ว่า การจับคู่ ใช้การจับคู่กันตามที่กำหนดให้ เช่น จับคู่กับเพื่อนที่นั่งใกล้ๆ กันหรือกับ เพื่อนที่นั่งโต๊ะติดกัน นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับคำตอบที่แต่ละคนหามาได้ แล้วเปรียบเทียบ ความรู้ที่ได้มาจากความคิดของแต่ละคนหรือจากบันทึกกันๆ ที่แต่ละคนบันทึกมาเพื่อที่จะมาพิจารณา ว่าคำตอบของฝ่ายไหนที่คิดว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด น่าเชื่อถือมากที่สุด และมีความโดดเด่นเป็น

เอกลักษณ์มากที่สุด (Levin. 2008: ออนไลน์) เมื่อสอนให้นักเรียนลองคิดวางแผนการแก้ปัญหาเองอย่างสม่ำเสมอทุกคาบ พบว่านักเรียนมีแนวโน้มในการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นโดยใช้เวลาในการทำกิจกรรมในชั้นนี้ลดลง นักเรียนแต่ละคู่ปรึกษาและแลกเปลี่ยนแนวคิดกันได้อย่างรวดเร็วขึ้น ซึ่งตรงกับคำกล่าวของ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 66) ที่กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนว่า ทักษะในการแก้ปัญหา เกิดขึ้นจากการฝึกฝนทำอยู่บ่อยๆ จนเกิดความชำนาญ เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะมีโอกาสได้พบปัญหาต่างๆ หลายรูปแบบ ซึ่งอาจมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน ได้มีประสบการณ์ในการเลือกยุทธวิธีต่างๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ก็จะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่าปัญหาใหม่นั้นมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยหรือไม่ สามารถใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหานี้ได้บ้าง นักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหาก็จะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

ขั้นที่ 3 Create : C เป็นขั้นของการนำผลจากขั้น Solve มาจัดการกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้ถ่ายทอดความเข้าใจสามารถนำไปสื่อสารกับผู้อื่นได้ สอดแทรกเทคนิคเพื่อนคู่คิดในขั้นตอนให้นักเรียนจับคู่ ร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ (Pair) โดยในขั้นนี้ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนคิด แลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน ครูให้แนวคิดในการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้พื้นฐานในเรื่องเศษส่วนที่เท่ากันมาช่วยในการแก้ปัญหา แต่ไม่ได้จำกัดวิธีคิดของนักเรียนให้นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามวิธีที่แต่ละคู่ตกลง ซึ่งตรงกับแนวคิดกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (สันนิสา สมัยอยู่. 2554: 47; อ้างอิงจาก Polya. 1957: 16-17) ได้เสนอแนวทางในขั้นตอนการแก้ปัญหาคือ ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่ได้วางไว้โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนเพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกันและสอดคล้องกับคำกล่าวของสมเดช บุญประจักษ์ (2543: 24-25) ที่กล่าวว่ากลวิธีการสอน (Process Variables) ที่ช่วยให้การสอนการแก้โจทย์ปัญหาได้ผลดี เป็นที่ยอมรับคือการฝึกคิด วิเคราะห์โจทย์ปัญหา โดยมุ่งเน้นกระบวนการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องมากกว่าปรับปรุงองค์ประกอบหนึ่งของสมรรถภาพในการแก้ปัญหา เรียกชื่อ เทคนิคนี้ว่า เทคนิคการสอนที่ประยุกต์การฝึกการรู้คิด (Cognitive Variables) โดยลักษณะของผู้เรียนที่ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาคือสามารถบูรณาการทักษะและความสามารถต่างๆ ข้างต้นมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 4 Share : S เป็นขั้นของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหา ขั้นนี้สอดแทรกเทคนิคเพื่อนคู่คิดในขั้นตอนสุดท้าย (Share) โดยให้นักเรียนแต่ละคู่แบ่งปันความคิดของนักเรียนกับเพื่อนๆ ในชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปผล ในขั้นตอนนี้ครูให้นักเรียนแต่ละคู่ ออกมานำเสนอวิธีการของตนเองหน้าชั้นเรียน โดยใช้วิธีการอาสาสมัคร หรือใช้การสุ่ม แต่ในช่วงแรกของขั้น Share นักเรียนบางคู่ยังไม่กล้าออกมานำเสนอความคิดของตน ครูจึงต้องช่วยกระตุ้นด้วยคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ชาตรี เกิดธรรม (2545: 10) กล่าวว่า การที่ครูตั้งปัญหาหรือข้อคำถาม เป็นกิจกรรมที่หนึ่งที่ช่วยฝึกทักษะการคิด ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เมื่อเสร็จสิ้นการนำเสนอแล้วผู้วิจัยได้ให้เพื่อนนักเรียนร่วมกันอภิปรายและใช้คำถามกระตุ้นว่ามีใครมีแนวคิดที่แตกต่างหรือไม่ หากมีก็ให้ออกมานำเสนอ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 66) ที่กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนว่า ความยืดหยุ่นในการคิด ผู้แก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหาโดยบูรณาการความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนแรงขับที่มีอยู่ เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think Pair Share) ทั้ง 4 ขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของนวลจันทร์ วัฒนอดธา (2545: 59) ซึ่งได้ศึกษาผลการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ร้อยละ 50 ที่กำหนดไว้ และความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ SSCS สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 อีกทั้งสำราญ ใฝ่นวล (2555: 27) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนแบบวิธีร่วมมือกิจกรรมเพื่อนคู่คิด (Think Pair Share) พบว่ามีความแตกต่างกับนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาเกรดเฉลี่ยจำแนกตามวิธีสอนพบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีร่วมมือกิจกรรมแบบเพื่อนคู่คิด (Think Pair Share) มีเกรดเฉลี่ยเท่ากับ 2.16 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 แสดงว่าการสอนแบบร่วมมือแบบกิจกรรมเพื่อนคู่คิด (Think Pair Share) ทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาสูงขึ้น และจากผลการวิจัยของ สันนิสา สมัยอยู่ (2554: 132) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการเรียนรู้แบบ SSCS สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้อยู่แบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังจากได้รับการจัดสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และการพูด หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือคิดและปฏิบัติด้วยตนเอง และให้ผู้เรียนพูดนำเสนอความคิดของตนเอง โดยการแลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างคู่ของตนเองซึ่งช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นของตนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของลีแมน (ชลธิชา ทับทิว. 2554: 29; อ้างอิงจาก Lyman. 1987: 1-2) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เป็นเทคนิคที่รวบรวมความสนใจของนักเรียนทั้งชั้นเรียน และทำให้นักเรียนที่ไม่กล้าแสดงออกสามารถตอบคำถามได้โดยไม่ต้องลุกขึ้นต่อหน้าเพื่อนร่วมชั้นเรียน ตลอดจนให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนในห้องเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของเทอร์เบอ (อัศวิน พุ่มรินทร์. 2556: 70; อ้างอิงจาก Thurber. 1976: 514-534) ที่กล่าวว่า การสรุปรายงานในห้องเรียนหรือการรายงานสั้นๆ ที่ให้นักเรียนได้ออกมาพูดหน้าชั้นและมีคำถามตอบจากเพื่อนในชั้น รวมทั้งการพูดนำเสนอเมื่อได้รับฟัง หรือการอ่านหนังสือ หรือการดูภาพยนตร์คร่อมอบหมายให้นักเรียนไปอ่าน แล้วนำมาพูดรายงาน เป็นแนวทางการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังมี และเชฟเพิร์ด (พรภัทร สินดี. 2557:70; อ้างอิงจาก Mumme; & Shepherd. 1993: 9-11) ได้กล่าวว่าการให้นักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด และฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเองเป็นแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพราะการเขียนสื่อสารแนวคิดมีความสำคัญ จะทำให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องอธิบาย อีกทั้งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ยังมีขั้นตอนต่างๆ ที่สามารถทำให้การสื่อสารในด้านต่างๆ ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนและการพูดดังนี้

ขั้นที่ 1 Search : S เป็นขั้นของการแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและแยกแยะประเด็นปัญหา โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ในขั้นนี้สอดแทรกเทคนิคเพื่อนคู่คิดในขั้นตอนการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด (Think) โดยในขั้นนี้นักเรียนต้องค้นหาข้อมูลที่สำคัญมาช่วยในการหาคำตอบโดยนักเรียนต้องเขียนอธิบายเพื่อบอกว่า โจทย์ต้องการหาอะไร และโจทย์ให้อะไรมาบ้าง เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากขั้นนี้ไปช่วยในการวางแผนแก้ปัญหา ผลการการจัดกิจกรรมพบว่านักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ มัมมี และเซฟเพิร์ด (Mumme; & Shepherd. 1993: 9-11) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามต้องเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายและคิดอย่างสร้างสรรค์ โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนองออกมา รวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามให้กับตนเอง ซึ่งนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสงสัย

ขั้นที่ 2 Solve : S เป็นขั้นของการวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสมหรือการหาคำตอบของปัญหาโดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ในขั้นนี้สอดแทรกเทคนิคเพื่อนคู่คิดในขั้นตอนการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด (Think) และให้นักเรียนจับคู่ ร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์ (Pair) โดยขั้นนี้ในช่วงแรกนักเรียนบางส่วนเขียนวางแผนการแก้ปัญหาไม่ได้ ครูต้องใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนย้อนกลับไปขั้นก่อนหน้า นำข้อมูลจากขั้น Search มาใช้หากไม่พอให้นักเรียนค้นหาเพิ่ม จากนั้นครูให้นักเรียนจับคู่เพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดและช่วยส่งเสริมความมั่นใจให้นักเรียน ซึ่งตรงกับแนวคิดของ สมบัติ การจนารักพงศ์ (2547: 12) ที่กล่าวถึงประโยชน์ของเทคนิคเพื่อนคู่คิดว่าจะทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและทักษะการสื่อสารให้คู่ของตนเข้าใจ โดยหลังจากทำขั้นตอนนี้ซ้ำๆ หลายๆ รอบ พบว่าสามารถใช้เวลาในขั้น Solve ได้น้อยลง และนักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ โจฮันนิง (อัศวิน พุ่มมรินทร์. 2556: 74; อ้างอิงจาก Johanning. 2000: 151-160) ได้ศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับการเขียนและการทำงานกลุ่มร่วมกัน พบว่าการเขียนที่จะช่วยให้นักเรียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมพร้อมไว้ใช้ในการอธิบาย อีกทั้งการเขียนของนักเรียนยังเป็นผลงานที่ครูใช้ตรวจสอบความเข้าใจได้อีกด้วยเพื่อดูว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรคิดอย่างไรกับวิธีแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย

ขั้นที่ 3 Create : C เป็นขั้นของการนำผลจากขั้น Solve มาจัดการกระทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจสามารถนำไปสื่อสารกับผู้อื่นได้ ในขั้นนี้สอดแทรกเทคนิคเพื่อนคู่คิดในขั้นตอนให้นักเรียนจับคู่ ร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ (Pair) ขั้นนี้ในช่วงแรกนักเรียนสามารถจัดกระทำขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ ได้แต่ยังค่อนข้างช้าเป็นผลเนื่องมาจากในช่วงแรกนักเรียนยังไม่สามารถวางแผนดำเนินการได้ (Solve: S) ครูแก้ไขโดยให้นักเรียนแต่ละคู่กลับไปดูที่ขั้น

วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ใช้คำถามกระตุ้น และให้เวลานักเรียนแต่ละคู่ได้ปรึกษากันและเขียนคำตอบที่น่าเชื่อถือที่สุด โดยใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิด ซึ่งตรงกับขั้นตอนการจัดกิจกรรม ของลีแมน (ชลธิชา ทับทวี. 2554: 27; อ้างอิงจาก Lyman. 1981: Online) ที่กล่าวว่า Pair – (จับคู่) ครูจับคู่ให้นักเรียนโดยอาจจะให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างๆ หรือที่นั่งติดกันหลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละคู่พูดคุยเกี่ยวกับคำตอบของตนเองให้คู่ฟังทำการเปรียบเทียบถึงคำตอบของตนเองว่าเหมือนหรือแตกต่างกับคู่ของเราอย่างไรแล้วบันทึกคำตอบที่เหมือนกันและสรุปคำตอบที่ถูกต้องที่สุดที่มีความน่าเชื่อถือและแตกต่างกับคู่อื่นๆ อีกทั้งการฝึกให้นักเรียนเขียนยังสอดคล้องกับแนวคิดของ โรเวนและมอร์โรว์ (Rowan; & Morrow. 1993: 9-11) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิดเป็นสิ่งสำคัญและควรให้นักเรียนได้ฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง เพื่อให้เห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมต้องเขียนอธิบาย นั่นคือเป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจนกับนักเรียน โดยเมื่อได้ฝึกฝนทำกิจกรรมในชั้น Create ซ้ำๆ พบว่านักเรียนสามารถดำเนินการในขั้นนี้ได้เร็วขึ้นและมีความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนและการพูดเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของเทอร์เบอร์ (อัศวิน พุ่มมรินทร์. 2556: 68; อ้างอิงจาก Thurber. 1976: 513) กล่าวถึงการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการตั้งเหตุการณ์ในกิจกรรมการเขียนหรือการพูดในเรื่องประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งจะมีผลการปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเอง เมื่อผู้เรียนได้ฝึกฝนเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ผู้เรียนมีพลังในการคิดด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 Share : S เป็นขั้นของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหา ขั้นนี้สอดแทรกเทคนิคเพื่อนคู่คิดในขั้นตอนสุดท้าย (Share) โดยให้นักเรียนแต่ละคู่แบ่งปันความคิดของนักเรียนกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปผล ซึ่งหลังจากทำกิจกรรมนี้พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของมัมมี และเซฟเฟอร์ด (Mumme; & Shepherd. 1993: 7-11) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสื่อสารว่าการสื่อสารจะช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยน (Share) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน ผู้เรียนส่วนมากมักจะล้มเหลวในการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อผู้เรียนได้นำเสนอกฎเกณฑ์และกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์โดยการจำมากกว่าการคิดแบบค้นพบด้วยตนเองและการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน ครูจำเป็นต้องให้เกิดการสื่อสารมากขึ้น เพื่อให้บุคคลหนึ่งได้เชื่อมต่อกับความคิดทางคณิตศาสตร์ไปยังอีกบุคคลหนึ่งโดยการอธิบายและการแลกเปลี่ยนความคิดกัน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ แอสซัวห์ (Assuah. 2010: i-ii) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยการพูดในชั้นเรียนของนักเรียนและครูเกี่ยวกับพีชคณิตและเรขาคณิต โดยใช้แบบสอบถามในการสำรวจเก็บข้อมูล กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนพีชคณิตและเรขาคณิตและครูในโรงเรียน ผลการวิจัย

พบว่าครูและนักเรียนมีพฤติกรรมในการสื่อสารด้วยการพูดเกี่ยวกับพืชชนิดได้ดีกว่าเรขาคณิต และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยการพูดเป็นพฤติกรรมที่ครูสามารถสนับสนุนนักเรียนในการทำ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการพูดยังส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดทาง คณิตศาสตร์ด้วยตนเอง

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ทำให้ ความสามารถในการสื่อสารทางด้านการเขียนและการพูดของนักเรียน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ที่มี ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและการพูด ของนักเรียน ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. ในคาบแรกของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) นักเรียนเรียนรู้ได้ช้าไม่กล้าเขียนคำตอบลงไป ไม่กล้าแสดงความคิดเห็นของตัวเอง กลัวผิด แต่ครูใช้การเสริมแรงโดยการให้ของรางวัลและเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงแนวคิดอย่างหลากหลาย จึงทำให้ดำเนินการสอนต่อไปได้
2. เมื่อให้นักเรียนจับคู่กันคิดผลปรากฏว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้นและมีความมั่นใจ ในการตอบคำถามมากขึ้น
3. การให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน เป็นการช่วยส่งเสริมความสามารถในการพูด และกล้าแสดงออกและส่งเสริมความมั่นใจให้กับนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูผู้สอนควรนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ไปใช้ในการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่องเพื่อให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ และนักเรียนสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันของนักเรียนได้
2. ครูผู้สอนควรจัดบรรยากาศในการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาการเรียนรู้แก่นักเรียน มีการเสริมแรงโดยการชมเชยนักเรียนหรือมีของรางวัลให้เพื่อสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการในด้านอื่นๆ เช่น ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสารทางด้านการฟัง และการอ่าน

2. ควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ กับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่น เช่น อสมการ ความน่าจะเป็น ตรีโกณมิติ เป็นต้น

3. ควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิธีการอื่นที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน





บรรณานุกรม

- กมลวรรณ ใจอารีย์. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนเรียน เรื่อง ปฏิยานุพันธ์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรกนก คำเพชร. (2557, มกราคม – มีนาคม). ผลของการฝึกประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนรู้แบบSSCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารบัณฑิตศึกษา. 11(52).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). กิจกรรมส่งเสริมการอ่าน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- . (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- . (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กองวิจัยทางการศึกษา. (2531). รายงานผลการประชุมเกี่ยวกับกระบวนการคิดและความรู้สึกโครงการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนทางด้านความรู้ความคิด. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- จิตติมา ชอบเอียด. (2551). การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิรากร สำเร็จ. (2551). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) โดยเน้นเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความสามารถในการสื่อสารทางการเรียนแตกต่างกัน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ฉวีวรรณ เสวตมัลย์. (2544). ปกิณกะคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาคหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ชมพูนุท วณสันเทียะ. (2552). การศึกษาความคิดรวบยอดและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชวินิตบางเขนโดยใช้วิธีการสอนแบบโยนิโสมนสิการร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์. ปริญญาโท กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชลธิชา ทับทวี. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2539). การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในโรงเรียน. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน.
- (2542). ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการจัดค่ายคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2545). เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ชานนท์ ศรีผ่องงาม. (2549). การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division: STAD) เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 10. นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจอินเตอร์ โปรดักส์.
- เชวงศักดิ์ ช้อนบุญ. (2546). บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรม คิด-จับคู่-เล่าสู่กันฟัง. ปริญญาโท กศ.ม. (การศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทศนา แหมมณี. (2551). รูปแบบการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทองหล่อ วงษ์อินทร์. (2537). การวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้านกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาและเมตาคอนนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญและไม่ชำนาญในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (จิตวิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- ธัญญา คนอยู่. (2547). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความเชื่อมั่นในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ในเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพฯ เขต 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติ
ทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นวลจันทร์ ฝมอุตทา. (2545). ผลของการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบSSCS ที่มีต่อความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์.ค.ม.
(การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:
สุวิริยาสัน.
- บุญเลิศ ศุภดิolk. (2548). ทฤษฎีการสื่อสาร. ปรินิพนธ์เทศศาสตร์ และทฤษฎีการสื่อสาร. นนทบุรี:
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ปรารธนา ช้อนแก้ว. (2542). การพัฒนาความภาคภูมิใจตนเองของเยาวชนชายในสถานพินิจและ
คุ้มครองเด็กและเยาวชน จังหวัดระยองโดยใช้กิจกรรมการออกกำลังกายเป็นสื่อ. ปรินิพนธ์
กศ.ม. (จิตวิทยาพัฒนาการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ปรินิพนธ์ สองลีดา. (2550). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่องทศนิยมและเศษส่วนที่มี
ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2538). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. ในการพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของ
นักเรียนระดับประถมศึกษา. สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.
52-91. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิยะนาถ เหมวิเศษ. (2551). การสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการ
แก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรธนา ทอณวล. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินิพนธ์
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.

- พรภัทร สินดี. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมกลุ่ม เรื่องลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เพ็ญพรรณ จำปา. (2536). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้รูปแบบการสอน SSCS model และการสอนปกติ. ปรินูญานินพนธ์. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- มนนทัย ชาญธัญกรรม. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนรูปตัววี (Vee Diagrams) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มะลิวรรณ ผ่องราษี. (2549). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสื่อสารแนวคิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2539). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บริษัทการพิมพ์.
- รัชณี ภูพัชรกุล. (2551). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างวิธีสอนแบบนิรนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนคู่คิดและวิธีสอนแบบปกติ. ปรินูญานินพนธ์ (หลักสูตรและการสอน). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิสุทธิ คงกลปี. (2552). เทคนิคการสอนแบบ Math League. สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2559. จาก http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=11231&Key=news_research
- วัชร ชันเชื้อ. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (วัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

วัลลภ มานักห้อง. (2549). การพัฒนาชุดกิจกรรมด้วยวิธีการสอนแบบSSCS เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.

ศิริพรรณ ศรีอุทธา. (2548). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เรื่องเซตสำหรับนักเรียนในช่วงชั้นที่ 4. วิทยานิพนธ์. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

ศุภกิจ ประชุมกาเยาะมาต. (2552). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ที่ได้รับการสอนโดยชุดการเรียนรู้แบบคู่ (Learning Cell) ที่เน้นการแก้ปัญหากับการสอนตามปกติ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ศุภรัตน์ บุรณสมภพ. (2559). การเสริมสร้างการเห็นคุณค่าในตนเอง. สืบค้นเมื่อ 21 มีนาคม 2559, จาก http://www.google.co.th/url?url=http://office.bangkok.go.th/doh/daptd/article/Drug_Kids.pdf

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2558). ค่าสถิติพื้นฐานคะแนน O-NET ปีการศึกษา 2558. สืบค้นเมื่อ 30 เมษายน 2559, จาก <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

----- . (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.

----- . (2557). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์การอ่านและวิทยาศาสตร์นักเรียนรู้อะไรและทำอะไรได้บ้าง. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดอรุณการพิมพ์

----- . (2557). ประชุมชี้แจงโครงการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2559, จาก

<http://www.edupark.co.th/site/index.php/social-activities/item/310-2015-05-15-04-43>

สัญญา ภัทรากร. (2552). ผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องความน่าจะเป็น. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สันนิสา สมัยอยู่. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้ร่วมมือ. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- . (2543). การแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏพระนคร.
- สมวงศ์ แปลงประสพโชค; และคณะ. (ม.ป.ป.). *Learn and Play Mathgroup*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- สมบัติ การจนารักพงศ์. (2547). 29เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย: การเรียนแบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ: ธารอักษร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). หนังสือเสริมประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเรื่องการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- สุกัญญา บุรณเดชาชัย. (2550). การสื่อสารมวลชน: แนวคิด ทฤษฎี และสถานการณ์ในประเทศไทย. ชลบุรี: คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุคนธ์ธ ธรรมพุด. (2552). ผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มเพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุคนธ์ สีนพพานนท์; และคณะ. (2545). การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- สุจิตรา ศรีสละ. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค K-W-D-L เรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุบรรณ ตั้งศรีเสรี. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค THINK-PAIR-SHARE ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- สุภาพร ปิ่นทอง. (2554). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องอสมการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอน โดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวรรกาญ จนมยุร. (2549). แบบฝึกทักษะกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น.
- สุริเยศ สุขแสง. (2548). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุรินทร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. (2545). 19วิธีการจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิมล เขียวแก้ว; และ อุดมมาน สารี. (2541). รายงานการวิจัย: ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนรัฐบาล และโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม เขตการศึกษา 2. ปัตตานี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- สำราญ ไผ่นวล. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในวิธีสอน วิชาสำนักงานอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือกิจกรรมแบบเพื่อนคู่คิด. การวิจัยในชั้นเรียน: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- . (2559). คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2559, จาก <http://www.utqplus.com/data/files/55107/55107.pdf>.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2556). การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา. สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2559, จาก http://www.grandassess.com/images/introc_1354782412/1177.pdf
- สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. (2557). สาระสังเขปประเด็นการปฏิรูปประเทศไทย ด้านการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักการพิมพ์สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2555). *จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียนทักษะชีวิต*.

สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2559, จาก <http://academic.obec.go.th/web/doc/d/695>

อรรถ ฤบุญเต็ม. (2550). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์สมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ตัวแทน(Representation)*. สารนิพนธ์ กศ.ม.

(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อัมพร ม้าคนอง. (2547). *การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ในประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ:

บริษัทการพิมพ์.

----- . (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัศวิน พุ่มมรินทร์. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบซีปปา(CIPPA MODEL) เรื่องลำดับและอนุกรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อุไรวรรณ รักดอน. (2542). *ผลการสอนโดยใช้รูปแบบเอสเอสซีเอสที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

อิสราวุฒ สัมช่า. (2549). *ผลของการสอนแบบSSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. ถ่ายเอกสาร.

Abell, S.K.; & Pizzini, E.L. (1992). The Effect of a Problem in Service Program on the Classroom Behaviors and Attitudes of Middle School Science Teacher. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(7): 649-667.

Assuah, Charles K. (2010, May). *Student and Teacher Perception of Teacher Oral commutation 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. *Business and Industrial Engineering*. 2(4): 338.
- Baroody, Arthur J. (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8 Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan
- Byerley, R. Aaron. (2002). *Using Multimedia and "Active Learning" Techniques to "Energize" An Introductory Engineering Thermodynamic Class*. Frontiers in Education Conference.
- Bransford, J. D.; & Stein, B.S. (1984). *The IDEAL Problem Solver: A Guide to Improving Thinking*. New York, NY: W.H. Freeman & Co.
- Carss, Wendy Diane. (2007). *The Effects of Using Think-Pair-Share During Guided Reading Lessons*. Dissertation Abstracts International. Master's Thesis Waikato University.
- Clyde, Corle G. (1967). *Teacher Mathematics in the Elementary School*. New York: Ronald Press.
- Coopersmith, S. (1981). *SEI: Self-Esteem*. 2nd ed. California: Consulting Psychologists Press.
- Gagne, Rober M. (1970). *The Condition of Learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Gender, Confidence, and Attribution Style in Third – grade Mathematics. *Dissertation Abstracts International*. 63 – 03A.
- Heddens, W.; & Speer, R. (1997). "Problem solving. Decision Making, and Communicating in Mathematics", in *Today's Mathematics Part 2: Activities and instructional ideas*. Ninth Edition.
- Heimer, Ralph T.; & Trueblood, Cecil R. (1997). *Strategies for Teaching Children Mathematics*. Washington D.C.: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Kagan, S. (1994). *Cooperative Learning & Wee Science*. San Clemente: Kagan Cooperative Learning
- Kennedy, Leonard M. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematic*. Belmont, California: Wadsworth Publishing, Inc.
- (1993). *Reasoning and Problem Solving : A Handbook for Elementary School Teacher*. Boston: Allyn and Bacon.

- Levin, Roger. (2008). *Inside Jennifer's st Grand Classroom: Think pair Share*. Retrieved October 12, 2010, from <http://clte.asu.edu/active/usingtps.pdf>
- Li Li, Tan. (1996). *Teaching Problem Solving Views of Science Teachers in Singapore Primary School*. PasirRis Primary School. 25-29.
- Michaels, Rosemaie. (2002). *The Relationships Among Problem Solving Performance*, Millis, Barbara J.; & Cottell, Philip G. (1998). *Cooperative Learning For Higher Education Faculty*. U.S.A. Phoenix: Oryx Press.
- National Council of Teacher of Mathermatics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- 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.
- Parnes, Sidney.J. (1967). *Creative Behavior Guidebook*. New York, NY: Scribners.
- Perveen, Kousar. (2010, March). *Effect of the Problem-Solving Approach on Academic Achievement of Students in Mathermatics at the Secondary Level*. *Education Research*. 3(3):9.
- Pizzini, Edward L.; & Shepardson, Daniel P. (1991, December). *Student Question in the Presence of the Teacher During Problem Solving in Science*. *School Science and Mathermatics*. 91(8): 348-352.
- Pizzini, E.L.; Shepardson. D.P.; & Abell, S.K. (1989). *A Rationale for and the Development of a Problem Solving Model of Instruction in Science Education*. *Science Education*. 73(5): 523-534.
- Poluse, Mary T. Simon. (2002). *The Effects of Expressive Writing on High School Pre-calculus Students' Understanding, Communication Skills and Attitudes toward Writing and Mathematics*. Retrieved June 3, 2010, from <http://proquest.umi.com/pqdweb?index=1&did=727403201&SrchMode=1&sid=1&Fmt=2&VInst=PROD&VTy pe=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1275538739&clientId=61839>
- Porter, Mary. (2009). *Writing to Understand Mathematical Proofs*. In *Paper Present at the Annual Meeting of the Mathematical Association of America Math Fest*. Retrieved June 3, 2010, from http://www.allacademic.com/one/www/research/index.php?click_key=1&PHPSESSID=622e3b8ec52a20537f80dbcc8e1dfd09

- Reys, Robert E; Suydam, Marilyn N.; & Lindquist, Mary M. (1995). *Helping Children Learn Mathematics*. 4th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Rickert, R. (1967, February). Development Critical Thinking. *Science Education*. 51(1): 24-27.
- Rowan; & Morrow. (1993). *Implementing K-8 Curriculum and Evaluation Standards*. Reading from the Arithmetic Teacher. Reston Virginia: The National Council of Teachers of Mathematic, Inc
- 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.
- 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 Mathematic*. 80(8): 633-636.
- Whyty, Michael M. (1991). Individualistic Versus Paired/Cooperative Assisted Instruction: Matching Instructional Method with Cognitive Style. *Journal of Education Technology Systems*. 19(4): 299-312.
- Wibawati, Final. (2009). *Penerapan Pem belajaran Kooperatif SSCS (Seach Solve Create and Share) Terhadap Hasil Biologi Siswa Pokok Bahasan Ekosistem Di Kelas Vii E Semester*. Retrieved June 14, 2010, from <http://edt.eprints.ums.ac.id/4326/1/A420050100.pdf>
- William, Kenneth M. (2003, March). Writing about the Problem-Solving Process to Improve Problem-solving Performance. *Mathematics Teacher*. 96(3): 185.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS
ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด(Think-Pair-Share)

แผนที่ ผู้เชี่ยวชาญ	1	2	3	4	5	6	7	8
คนที่ 1	1	1	0	1	1	0	1	1
คนที่ 2	1	1	1	1	1	1	1	0
คนที่ 3	1	1	1	1	1	1	1	1
IOC	1	1	0.6	1	1	0.6	1	0.6

แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) จำนวน 8 แผน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องอัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน สัดส่วน โจทย์ปัญหาสัดส่วน และโจทย์ปัญหาร้อยละ และอีก 3 แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.6 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน ร้อยละ และโจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับดอกเบี้ย

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ ผู้เชี่ยวชาญ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คนที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
คนที่ 2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
คนที่ 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IOC	0.6	1	1	1	1	1	1	1	1	1

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 10 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 จำนวน 9 ข้อ และอีก 1 ข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.6

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ด้านการเขียน

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

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนจำนวน
10 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 ทุกข้อ

ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ระหว่างข้อความสามารถในการประเมินในแบบประเมิน
ความสามารถในการสื่อสารด้านการพูดกับพฤติกรรมการสื่อสารด้านการพูด

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

แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดจำนวน 3 ข้อ มีค่าดัชนี
ความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 ทุกข้อ

ตาราง 17 ค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	P_E	D	ผลการจำแนก
1	0.76	-0.03	คัดออก
2	0.64	0.26	คัดออก
3	0.59	0.39	คัดเลือก
4	0.65	0.31	คัดเลือก
5	0.65	0.31	คัดเลือก
6	0.62	0.35	คัดออก
7	0.55	0.27	คัดออก
8	0.53	0.33	คัดเลือก
9	0.44	0.38	คัดออก
10	0.53	0.50	คัดเลือก

คัดเลือกข้อสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อที่มีความง่าย(P_E) อยู่ระหว่าง 0.53 - 0.65 และข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.31 - 0.50 โดยคัดเลือกทั้งหมด 5 ข้อ ซึ่งครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้

ตาราง 18 ค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร
ด้านการเขียน

ข้อที่	P_E	D	ผลการจำแนก
1	0.93	-0.02	คัดออก
2	0.71	0.46	คัดออก
3	0.73	0.33	คัดออก
4	0.75	0.46	คัดออก
5	0.70	0.48	คัดเลือก
6	0.60	0.54	คัดเลือก
7	0.65	0.54	คัดเลือก
8	0.65	0.46	คัดเลือก
9	0.57	0.31	คัดออก
10	0.50	0.67	คัดเลือก

คัดเลือกข้อสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ข้อที่มี
ความง่าย (P_E) อยู่ระหว่าง 0.50 - 0.70 และข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.46 - 0.67
จำนวน 5 ข้อ ซึ่งครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้

ตาราง 19 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนเพื่อนครูที่สอน ระดับเดียวกัน (Y)	X^2	Y^2	XY
1	54	55	2916	3025	2970
2	35	36	1225	1296	1260
3	36	36	1296	1296	1296
4	49	49	2401	2401	2401
5	50	50	2500	2500	2500
6	40	41	1600	1681	1640
7	43	40	1849	1600	1720
8	53	50	2809	2500	2650
9	44	44	1936	1936	1936
10	53	52	2809	2704	2756
11	51	51	2601	2601	2601
12	37	37	1369	1369	1369
13	55	55	3025	3025	3025
14	42	42	1764	1764	1764
15	39	39	1521	1521	1521
16	40	40	1600	1600	1600
17	48	48	2304	2304	2304
18	58	58	3364	3364	3364
19	47	46	2916	3025	2162
20	58	58	3364	3364	3364
21	52	52	2704	2704	2704
22	37	38	1369	1444	1406
23	48	48	2304	2304	2304
24	48	49	2304	2401	2352
25	57	57	3249	3249	3249
26	46	47	2116	2209	2162

ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนเพื่อนครูที่สอน ระดับเดียวกัน (Y)	X^2	Y^2	XY
27	38	39	1444	1521	1482
28	43	43	1849	1849	1849
29	33	33	1089	1089	1089
30	45	45	2025	2025	2025
31	47	47	2209	2209	2209
32	33	32	1089	1024	1056
33	44	45	1936	2025	1980
34	41	42	1681	1764	1722
35	42	42	1764	1764	1764
36	50	51	2500	2601	2550
37	39	39	1521	1521	1521
38	34	34	1156	1156	1156
39	46	46	2116	2116	2116
40	56	56	3136	3136	3136
41	45	45	2025	2025	2025
42	41	41	1681	1681	1681
43	33	33	1089	1089	1089
44	48	48	2304	2304	2304
45	35	35	1225	1225	1225
46	33	33	1089	1089	1089
47	32	32	1024	1024	1024
48	35	35	1225	1225	1225
Σ	2,114	2,113	95,685	95,740	95,697

ตาราง 20 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนเพื่อนครูที่สอน ระดับเดียวกัน (Y)	X^2	Y^2	XY
1	16	16	256	256	256
2	18	18	324	324	324
3	14	14	196	196	196
4	18	18	324	324	324
5	20	20	400	400	400
6	17	17	289	289	289
7	18	18	324	324	324
8	15	15	225	225	225
9	18	17	324	289	306
10	19	19	361	361	361
11	14	14	196	196	196
12	18	18	324	324	324
13	16	16	256	256	256
14	13	13	169	169	169
15	14	14	196	196	196
16	16	16	256	256	256
17	18	18	324	324	324
18	14	14	196	196	196
19	0	1	0	1	0
20	14	14	196	196	196
21	18	18	324	324	324
22	17	17	289	289	289
23	18	18	324	324	324
24	12	13	144	169	156
25	16	16	256	256	256

ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนเพื่อนครูที่สอน ระดับเดียวกัน (Y)	X^2	Y^2	XY
26	20	20	400	400	400
27	16	16	256	256	256
28	16	16	256	256	256
29	20	20	400	400	400
30	14	14	196	196	196
31	19	19	361	361	361
32	18	17	324	289	306
33	10	10	100	100	100
34	14	14	196	196	196
35	12	12	144	144	144
36	14	14	196	196	196
37	14	14	196	196	196
38	15	15	225	225	225
39	11	11	121	121	121
40	1	2	1	4	2
41	12	12	144	144	144
42	16	16	256	256	256
43	15	15	225	225	225
44	18	18	324	324	324
45	16	16	256	256	256
46	12	12	144	144	144
47	16	16	256	256	256
48	18	18	324	324	324
Σ	728	729	11774	11733	11751



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างแผนจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วนและร้อยละ เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน ระยะเวลา 2 คาบ
 ผู้สอน นางสาวเพ็ญดา ทัพไพเราะ โรงเรียน สงวนหญิง

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ตัวชี้วัด ค 1.1 ม. 2/4: ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้โจทย์ปัญหาชีวิตจริง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. บอกขั้นตอนวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้
2. เขียนสัดส่วนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วน

ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียน

1. มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
3. มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

สาระสำคัญ

ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนประกอบด้วย

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

ขั้นตรวจสอบผล

สาระการเรียนรู้

การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สัดส่วน

วิธีการแก้โจทย์ปัญหามีดังต่อไปนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา
2. วางแผนแก้ปัญหา

- 2.1 กำหนดสิ่งที่โจทย์ต้องการให้เป็นตัวแปรหรือตัวไม่ทราบค่า
- 2.2 เขียนอัตราส่วนจากข้อมูลที่ต้องการหาและอัตราส่วนจากข้อมูลที่โจทย์กำหนด
- 2.3 เขียนสัดส่วนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน โดยให้เรียงลำดับของสิ่งที่เปรียบเทียบกับกันในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับเดียวกัน

3. ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

4. ตรวจสอบผล

ตัวอย่างที่ 1 เส้นผ่านศูนย์กลางของโลกยาวประมาณ 13,000 กิโลเมตร อัตราส่วนของความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกต่อความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวเสาร์โดยประมาณเป็น 1 ต่อ 9 จงหาความยาวโดยประมาณของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวเสาร์

การทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร: ความยาวโดยประมาณของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวเสาร์

โจทย์กำหนดข้อมูลมาอะไรให้ : 1. เส้นผ่านศูนย์กลางของโลกยาวประมาณ 13,000 กิโลเมตร

2. อัตราส่วนของความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกต่อความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวเสาร์ คือ 1 ต่อ 9

การวางแผนแก้ปัญหา

กำหนดสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาเป็นตัวแปรหรือตัวไม่ทราบค่า

เขียนเป็นอัตราส่วนของความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกต่อความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวเสาร์ดังนี้ $13,000 : x$

จากข้อมูลที่โจทย์กำหนด เขียนอัตราส่วนของความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกต่อความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวเสาร์โดยประมาณเป็น 1 : 9

จะได้ว่า อัตราส่วนสองอัตราส่วนเท่ากันเขียนสัดส่วนจากข้อมูลที่กำหนดและสิ่งที่ต้องการหา แล้วหาเวลาที่ให้ในการเดินทางตามที่โจทย์ถาม (ตัวไม่ทราบค่าหรือตัวแปรที่กำหนดไว้) โดยวิธีแก้สมการ

การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

ให้เส้นผ่านศูนย์กลางของโลกยาวประมาณ 13,000 กิโลเมตรความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวเสาร์ x กิโลเมตร

เขียนเป็นอัตราส่วน ดังนี้ $13,000 : x$

โจทย์กำหนดอัตราส่วนของความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกต่อความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวเสาร์โดยประมาณเป็น 1 ต่อ 9

เขียนเป็นอัตราส่วน ดังนี้ $1 : 9$

จะได้อัตราส่วนที่เท่ากันดังนี้ $1 : 9 = 13,000 : x$

เขียนเป็นสัดส่วนได้ดังนี้

$$\begin{array}{r} \frac{1}{9} = \frac{13,000}{x} \\ \frac{1 \times 13,000}{9 \times 13,000} = \frac{13,000}{x} \\ \frac{13,000}{117,000} = \frac{13,000}{x} \\ x = 117,000 \end{array}$$

ดังนั้น เส้นผ่านศูนย์กลางของโลกยาวประมาณ 13,000 กิโลเมตรความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวเสาร์ 117,000 กิโลเมตร

การตรวจสอบผล

จากโจทย์กำหนดอัตราส่วนของความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกต่อความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวเสาร์โดยประมาณเป็น 1 : 9

แสดงว่า ความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของโลก 1 กิโลเมตร ความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวเสาร์ เท่ากับ 9 กิโลเมตร

จะได้ว่า ถ้าความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางโลก 13,000 กิโลเมตร ความยาวของเส้นผ่าน

ศูนย์กลางของดาวเสาร์ เท่ากับ $9 \times 13,000 = 117,000$ กิโลเมตร

ดังนั้นคำตอบที่หาได้ คือระยะทาง 117,000 กิโลเมตร จึงถูกต้อง

ตัวอย่างที่ 2 เนื้อเมล็ดถั่วลิสงมีปริมาณสารอาหารประกอบกัน ด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักดังต่อไปนี้ น้ำหนักน้ำตาลต่อไขมันต่อคาร์โบไฮเดรตต่อโปรตีนต่ออื่นๆ โดยประมาณเป็น 12 : 16 : 4 : 9 : 1 จงหาว่า เนื้อเมล็ดถั่วลิสงหนัก 100 กรัม จะมีปริมาณไขมันและโปรตีนประมาณเท่าใด

การทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร : ถ้าเนื้อเมล็ดถั่วลิสงหนัก 100 กรัม จะมีปริมาณไขมันและโปรตีนประมาณเท่าใด

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ : อัตราส่วนโดยน้ำหนักดังต่อไปนี้ น้ำหนักน้ำตาลต่อไขมันต่อคาร์โบไฮเดรตต่อโปรตีนต่ออื่นๆ โดยเป็น 12 : 16 : 4 : 9 : 1

การวางแผนแก้ปัญหา

กำหนดสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาเป็นตัวแปรหรือตัวไม่ทราบค่า

ถ้าเนื้อเมล็ดถั่วลิสงหนัก 100 กรัมจะมีไขมัน x กรัม และมีโปรตีน y กรัม

เขียนอัตราส่วนโดยน้ำหนักของไขมันต่อเนื้อเมล็ดถั่วลิสง ดังนี้ $x : 100$

เขียนอัตราส่วนโดยน้ำหนักของโปรตีนต่อเนื้อเมล็ดถั่วลิสง ดังนี้ $y : 100$

อัตราส่วนโดยน้ำหนักของน้ำตาลต่อไขมันต่อคาร์โบไฮเดรตต่อโปรตีนต่ออื่นๆ

โดยประมาณเป็น 12 : 16 : 4 : 9 : 1

เนื้อเมล็ดถั่วลิสงหนัก $12+16+4+9+1 = 42$ ส่วน

จากข้อมูลที่กำหนดให้ เขียนอัตราส่วน โดยน้ำหนักของไขมันต่อเนื้อเมล็ดถั่วลิสง

ดังนี้ 16 : 42

เขียนอัตราส่วน โดยน้ำหนักของโปรตีนต่อเนื้อเมล็ดถั่วลิสง

ดังนี้ 9 : 42

จะได้ว่า อัตราส่วนสองอัตราส่วนเท่ากันเขียนสัดส่วนจากข้อมูลที่กำหนดและสิ่งที่ต้องการหา แล้วหาปริมาณไขมันและโปรตีนตามที่โจทย์ถาม (ตัวไม่ทราบค่าหรือตัวแปรที่กำหนดไว้) โดยวิธีแก้สมการ

ขั้นตอนการแก้ปัญหา

ถ้าเนื้อเมล็ดถั่วลิสงหนัก 100 กรัม จะมีไขมัน x กรัม และมีโปรตีน y กรัม

เขียนเป็นอัตราส่วนโดยน้ำหนักของไขมันต่อเนื้อเมล็ดถั่วลิสง ดังนี้ $x : 100$

โจทย์กำหนดมีไขมัน 16 กรัม เนื้อเมล็ดถั่วลิสง 42 กรัม

เขียนอัตราส่วน โดยน้ำหนักของไขมันต่อเนื้อเมล็ดถั่วลิสง ดังนี้ $16 : 42$

เขียนเป็นสัดส่วน ได้ดังนี้

$$\frac{16}{42} = \frac{x}{100}$$

แก้สมการหาค่า x $\frac{16}{42} \times 100 = x$

$$\frac{1600}{42} = x$$

$$38.09 = x$$

ดังนั้นมีไขมัน 38.09 กรัม

ให้น้ำหนักของโปรตีน y กรัม เนื้อเมล็ดถั่วลิสง 100 กรัม

เขียนเป็นอัตราส่วนน้ำหนักโปรตีนต่อเนื้อเมล็ดถั่วลิสง ดังนี้ $y : 100$

โจทย์กำหนดน้ำหนักโปรตีน 9 กรัม เนื้อเมล็ดถั่วลิสง 42 กรัม

เขียนอัตราส่วนน้ำหนักโปรตีนต่อเนื้อเมล็ดถั่วลิสง ดังนี้ $9 : 42$

เขียนสัดส่วนได้ดังนี้

$$\frac{9}{42} = \frac{y}{100}$$

แก้สมการหาค่า y $\frac{9}{42} \times 100 = y$

$$\frac{900}{42} = y$$

$$y = 21.43$$

ดังนั้นมีปริมาณโปรตีนเป็น 21.43 กรัม

จะได้ว่า ถ้าเนื้อเมล็ดถั่วลิสงหนัก 100 กรัม จะมีไขมัน 38.09 กรัม และโปรตีน 21.42 กรัม

ขั้นตรวจสอบผล

จากโจทย์ เนื้อเมล็ดถั่ว 42 กรัมมีไขมัน 16 กรัม

แสดงว่า เนื้อเมล็ดถั่ว 1 กรัม จะมีไขมัน $\frac{16}{42}$ กรัม

จะได้ว่า เนื้อเมล็ดถั่ว 100 กรัม จะมีไขมัน $\frac{16}{42} \times 100 = 38.09$ กรัม

ดังนั้น ปริมาณไขมันเป็น 38.09 กรัมจึงถูกต้อง

จากโจทย์ เนื้อเมล็ดถั่ว 42 กรัมมีโปรตีน 9 กรัม

แสดงว่า เนื้อเมล็ดถั่ว 1 กรัม จะมีโปรตีน $\frac{9}{42}$ กรัม

จะได้ว่า เนื้อเมล็ดถั่ว 100 กรัม จะมีไขมัน $\frac{9}{42} \times 100 = 21.42$ กรัม

ดังนั้นปริมาณโปรตีน เป็น 21.42 กรัมจึงถูกต้อง

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1.ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยยกตัวอย่างอัตราส่วน 2 อัตราส่วน คือ $\frac{3}{5}$ และ $\frac{15}{25}$ ใช้คำถามกระตุ้น
ความคิดนักเรียนดังนี้

1.1 อัตราส่วนที่กำหนดให้เท่ากันหรือไม่ (เท่ากัน)

1.2 นักเรียนทราบได้อย่างไรว่า อัตราส่วนที่กำหนดให้เท่ากัน (ใช้หลักการหาร หรือ
หลักการคูณ หรือการคูณไขว้)

2.ครูกล่าวกับนักเรียนว่า การเขียนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วนจะเรียกว่า
สัดส่วน

3.ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียนว่า หากมีจำนวนไม่ทราบค่าซึ่งแทนด้วยตัวแปรใน
สัดส่วน เราจะมีวิธีการหาค่าตัวแปรดังกล่าวอย่างไรซึ่งเราจะใช้สัดส่วนช่วยในการแก้ปัญหา และวันนี้
เราจะเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาสัดส่วน

ขั้นสอน

ครูให้ตัวอย่างแนวทางการใช้กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนคือ การทำความเข้าใจปัญหา
การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และการตรวจสอบผล ครูและ
นักเรียนช่วยกันทำตัวอย่างที่ 1 และ 2 โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาตาม
กระบวนการ

ขั้นฝึกทักษะ

ครูให้นักเรียนฝึกทักษะการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1-2 โดยใช้กระบวนการ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) ดังนี้

ขั้น Search : S (การแสวงหาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา)

1. แจกใบกิจกรรมที่ 1-2 โดยให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาและค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและเขียนระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหา และสิ่งที่โจทย์กำหนดข้อมูลมาให้(Think)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการหา และสิ่งที่โจทย์กำหนดข้อมูลมาให้ใน ใบกิจกรรมที่ 1-2 พร้อมกันบนกระดาน (Think)

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายถึงความหมายของคำว่า สัดส่วน โดยครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่าสัดส่วน คือ ประโยคที่แสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน โดยสามารถหาค่าที่ต้องการได้โดยทำตัวส่วนของอัตราส่วนให้เท่ากัน (Think)

ขั้น Solve : S (วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา)

4. ให้นักเรียนแต่ละคนนำข้อมูลจากขั้น Search มาวางแผนแก้ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 1-2 โดยลองวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหตามความเข้าใจของตนเองก่อน (Think)

5. ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างๆ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดที่แต่ละคนได้วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหตามแผนไว้ โดยนักเรียนแต่ละคนอาจใช้วิธีคิดที่ต่างกัน อภิปรายหาข้อสรุป (Pair)

ขั้น Create : C (การสร้างคำตอบ นำผลที่ได้มาจัดกระทำเป็นขั้นตอนน่าสนใจ)

6. นักเรียนแต่ละคู่นำผลจากการอภิปรายหาข้อสรุปจากขั้น Solve มาร่วมกันวางแผน ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้จัดกระทำเป็นขั้นตอนที่ง่ายต่อความเข้าใจและสามารถอธิบายให้เพื่อนคนอื่นเข้าใจได้ และเขียนขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาให้ชัดเจน รวมทั้งตรวจสอบผล (Pair)

ขั้น Share : S (แลกเปลี่ยนความคิดเห็น)

7. ให้นักเรียนคู่ที่อาสาสมัคร ออกมานำเสนอแนวคิดในการวางแผนแก้ปัญหา และการดำเนินการแก้ปัญหา รวมทั้งการตรวจสอบผล ในใบกิจกรรมที่ 1 เมื่อนำเสนอเสร็จแล้วครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่ามีนักเรียนคู่ใดที่วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาโดยวิธีการที่แตกต่างจากที่เพื่อนนำเสนอถ้ามีให้นักเรียนคู่นั้นออกมานำเสนอวิธีของตน (Share)

8. ใบกิจกรรมที่ 2 ให้นักเรียนนำเสนอและแลกเปลี่ยนแนวคิดในทำนองเดียวกัน

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปกระบวนการแก้ปัญหา และการใช้สัดส่วนในการแก้โจทย์ปัญหา
2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 1.4 ในหนังสือเรียนเป็นการบ้าน

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เอกสารประกอบการเรียน
3. ใบกิจกรรม



การวัดและการประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เกณฑ์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	การประเมินผล	
			เกณฑ์	ผลการประเมิน (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
ด้านความรู้				
1. บอกขั้นตอนวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้	การทำกิจกรรมในกระบวนการ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)	ใบกิจกรรม	นักเรียนสามารถบอกขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหได้อย่างถูกต้อง	
2. เขียนสัดส่วนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วน	การทำกิจกรรมในกระบวนการ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)	ใบกิจกรรม	นักเรียนสามารถเขียนสัดส่วนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนได้ถูกต้อง	
ด้านทักษะ / กระบวนการ				
1. มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	การทำกิจกรรมในกระบวนการ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)	ใบกิจกรรมแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรมในการเรียน	นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้ครบทุกขั้นตอน	

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เกณฑ์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	การประเมินผล	
			เกณฑ์	ผลการประเมิน (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
2. มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน	การทำกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นฝึกทักษะ โดยใช้กระบวนการ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)	แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง	
3. มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด	การทำกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นฝึกทักษะ โดยใช้กระบวนการ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)	แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด	นักเรียนสามารถพูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง	
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์				
มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	สมุด และเอกสารประกอบการเรียนและใบกิจกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	นักเรียนทำงานเป็นระเบียบสื่อสารด้วยการเขียนตามกระบวนการแก้ปัญหา	

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

สามารถสอนได้ครบตามกำหนดเวลาที่วางแผนไว้ นักเรียนบางคู่สามารถออกมานำเสนอแนวคิดของตนได้ และมีการแลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างเพื่อนคู่อื่นๆ หน้าชั้นเรียน

ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

- 1.นักเรียนบางกลุ่มไม่เข้าใจหลักการแปลงข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์ให้มาเขียนให้อยู่ในรูปสัดส่วนได้ เพราะไม่รู้ลำดับขั้นตอนให้การคิด
- 2.นักเรียนบางกลุ่มในห้อง 3-5 คน ไม่สามารถหาค่าตัวแปร ซึ่งเป็นพื้นฐานความรู้จากเรื่อง สมการไม่ดี ทำให้มีนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถหาค่าตัวแปรได้

แนวทางการแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนที่ยังไม่เข้าใจ สอบถาม โดยเดินไปสอนให้ตัวต่อตัว และแนะนำเทคนิคการแก้สมการอย่างง่ายและสอนวิธีการตัดทอนเบื้องต้น โดยแนะนำนักเรียนคนที่ยังไม่สามารถตัดทอนเลขได้นั้นให้ไปท่ongsutrudumเพิ่มเติม เพราะจะทำให้ตัดทอนเลขได้เร็วและง่ายมากยิ่งขึ้น

เนื่องจากเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วนเป็นเรื่องที่มีความสำคัญและเป็นพื้นฐานของการคิดให้เป็นลำดับขั้นตอน ครูจึงเลือกการใช้การสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share) คือ ให้นักเรียนรู้ก่อนว่า หลังจากทีอ่านโจทย์จบนั้น สิ่งที่โจทย์ต้องการหาคืออะไร แล้วคอยดูว่าสิ่งที่โจทย์ให้มานั้นมีอะไรบ้าง และนำข้อมูลดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์และเขียนให้อยู่ในรูปสัดส่วนอย่างไร เพื่อให้สามารถหาคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ เป็นต้น

เอกสารประกอบการเรียน

รายวิชา คณิตศาสตร์

เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

โจทย์ปัญหาสัดส่วน

โจทย์ปัญหาสัดส่วน

ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนประกอบด้วย

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

ขั้นตรวจสอบผล

หลักการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน

1. การทำความเข้าใจปัญหา

2. วางแผนแก้ปัญหา

2.1 กำหนดสิ่งที่โจทย์ต้องการให้เป็นตัวแปรหรือตัวไม่ทราบค่า

2.2 เขียนอัตราส่วนจากข้อมูลที่ต้องการหาและอัตราส่วนจากข้อมูลที่โจทย์กำหนด

2.3 เขียนสัดส่วนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน โดยให้เรียงลำดับของ

สิ่งที่เปรียบเทียบกันในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับเดียวกัน

3. ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

4. ตรวจสอบผล



ตัวอย่างที่ 1

เส้นผ่านศูนย์กลางของโลกยาวประมาณ 13,000 กิโลเมตร อัตราส่วนของความยาวของเส้นผ่าน

ศูนย์กลางของโลกต่อความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวเสาร์โดยประมาณเป็น 1 ต่อ 9

จงหาความยาวโดยประมาณของเส้นผ่านศูนย์กลางของดาวเสาร์

วิธีทำ

การทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร:

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ :

การวางแผนแก้ปัญหา

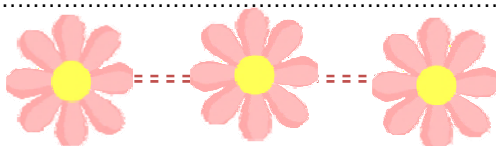
.....

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

ตรวจสอบผล

.....



ตัวอย่างที่ 2

เนื้อเมลิ็ดถั่วลิสงมีปริมาณสารอาหารประกอบกัน ด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักดังต่อไปนี้ น้ำหนักไขมัน ต่อน้ำหนักคาร์โบไฮเดรตต่อโปรตีนต่ออื่นๆ โดยประมาณเป็น 12 : 16 : 4 : 9 : 1 จงหาว่าเนื้อเมลิ็ดถั่ว ลิสงหนัก 100 กรัม จะมีปริมาณไขมันและโปรตีนประมาณเท่าใด (ตอบเป็นจำนวนเต็มกรัม)

วิธีทำ

การทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร:

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ :

การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตรวจสอบผล

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมที่ 1

รายวิชา คณิตศาสตร์

เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

ปุ๋ยชนิดหนึ่งมีอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและส่วนผสมอื่นๆเป็น 1 : 2 : 1 : 6 ตามลำดับ จงหาว่าปุ๋ยชนิดนี้หนัก 1 ตัน จะมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และส่วนผสมอื่นๆ อย่างละกี่กิโลกรัม

วิธีทำ

การทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร :

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ :

การวางแผนแก้ปัญหา

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

ดำเนินการแก้ปัญหา

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

ตรวจสอบผล

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



ใบกิจกรรมที่ 2

รายวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน
ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

อัตราส่วนของความยาวต่อความกว้างของสนามรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแห่งหนึ่งเป็น 2 : 3 ถ้าด้านยาวเป็น 24.6 เมตร ความยาวรอบสนามจะเป็นกี่เมตรและพื้นที่ของสนามจะเป็นกี่ตารางเมตร

วิธีทำ

การทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร :

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ :

การวางแผนแก้ปัญหา

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

ดำเนินการแก้ปัญหา

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

ตรวจสอบผล

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



แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง อัตราส่วนร้อยละวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559
จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 12 คะแนน คะแนนเต็ม 60 คะแนน เวลา 50 นาที

ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาและหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้

1. นกมดใส่ลูกบอลสีเขียว สีแดง และเหลือง ปั่นกันในตระกร้าเดียวกันด้วยอัตราส่วนของสีเขียว สีแดง และเหลืองเป็น 4 :3 :5 ถ้านกมดหยิบลูกบอลมา 3 ลูก โดยไม่มีการเลือกนกมดน่าจะได้ลูกบอลสีใดมากกว่า จงอธิบาย

วิธีทำ

การทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร:

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ :

การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....

2. ร้านค้าแห่งหนึ่งขายปากกาในราคาโหลละ 40 บาท ฟาดต้องการซื้อปากกา 72 แท่ง ฟาดต้องจ่ายเงินเท่าไร และถ้าฝนมมีเงิน 80 บาท ฝนจะซื้อปากกาได้กี่แท่ง

วิธีทำ

การทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร:

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ :

การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงตรวจสอบว่าอัตราส่วน $\frac{3}{5}$ และ $\frac{405}{675}$ เป็นอัตราส่วนที่เท่ากันหรือไม่

วิธีทำ

การทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร:

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ :

การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. วินัยขับรถยนต์คันหนึ่งด้วยอัตราเร็วคงที่ โดยขับได้ระยะทาง 1,000 กิโลเมตร ใช้เวลา 4 ชั่วโมง
ถ้าระยะทางทั้งหมด 1,500 กิโลเมตร วินัยจะใช้เวลาเดินทางกี่ชั่วโมง

วิธีทำ

การทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร:

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ :

การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ชันฝากเงินไว้กับธนาคาร 7,500 บาท เป็นเวลา 2 ปี อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 4 ต่อปี ดอกเบี้ยทบต้นทุก 12 เดือน และถูกหักภาษีดอกเบี้ย 15 % ต่อปี เมื่อครบสองปี ชันได้รับดอกเบี้ยทั้งหมดเท่าไร

วิธีทำ

การทำความเข้าใจปัญหา

โจทย์ต้องการหาอะไร:

โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ :

การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
เรื่อง อัตราส่วนร้อยละวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่1 ปีการศึกษา 2559
จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน คะแนนเต็ม 20 คะแนน เวลา 50 นาที

ชื่อ – สกุล ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง อัตราส่วนร้อยละ
3. ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาและหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้

1. จงเขียนอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่ $\frac{5}{18}$ มา 3 อัตราส่วน

.....

.....

2. อัตราส่วน $\frac{3}{7}$ และ $\frac{16}{21}$ เท่ากันหรือไม่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงหาค่าของ u ในสัดส่วนต่อไปนี้

$$3.1 \frac{u}{10} = \frac{2.5}{5}$$

.....

.....

.....

.....

.....

$$3.2 \frac{10}{u} = \frac{9}{10}$$

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

คำชี้แจง ให้พิจารณาข้อความในการวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ของนักเรียนแล้วทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่สอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนน

ชื่อ-สกุล ชั้น..... เลขที่.....

พฤติกรรม	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
1. พูดอธิบายแนวคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง				
2. พูด อธิบายขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง				
3. พูดสรุปวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง				

ผู้สังเกต



ภาคผนวก ค
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

1. อาจารย์บุญสม ศรีศักดิ์

ตำแหน่ง หัวหน้ากลุ่มสาระฯ คณิตศาสตร์

วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ (คศ. 3)

วุฒิการศึกษา ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต การวัดและการประเมินผลการศึกษา

2. อาจารย์มานัส ทิพย์สัมฤทธิ์กุล

ตำแหน่ง หัวหน้างานโครงการ Smart Class โรงเรียนสงวนหญิง

วิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ (คศ. 4)

วุฒิการศึกษา ศีษศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรและการสอนมัธยมศึกษา (คณิตศาสตร์)

3. อาจารย์มนต์ทิพย์ แก้วเจริญ

ตำแหน่ง ครูคณิตศาสตร์ (หัวหน้าครูคณิตศาสตร์ระดับชั้น ม.2)

วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ (คศ. 3)

วุฒิการศึกษา ศีษศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรและการสอนมัธยมศึกษา (คณิตศาสตร์)

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาว เพ็ญลดา ทัพไพเราะ
วันเดือนปีเกิด	2 กันยายน 2532
ที่อยู่	134 หมู่ 6 ต. มะขามล้ม อ. บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี 72150
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนสงวนหญิง ต. ท่าพี่เลี้ยง อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 7200

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2551	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย สุพรรณบุรี
พ.ศ. 2556	ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2559	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม) สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ